



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PRPPG  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS - PPGEC

CLEYBSON DE LIMA CAVALCANTI

**ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA HIPERMÍDIA SOBRE  
CINÉTICA QUÍMICA COM BASE NO ENSINO POR RESOLUÇÃO DE  
PROBLEMAS**

RECIFE – 2016

CLEYBSON DE LIMA CAVALCANTI

**ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA HIPERMÍDIA SOBRE  
CINÉTICA QUÍMICA COM BASE NO ENSINO POR RESOLUÇÃO DE  
PROBLEMAS**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências – PPGEC – da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE.

**Orientadora:**

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Angela Fernandes Campos

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

C376e Cavalcanti, Cleybson de Lima  
Elaboração e avaliação de uma hiperfílm sobre cinética  
química com base no ensino por resolução de problemas /  
Cleybson de Lima Cavalcanti. – 2016.  
118 f.: il.

Orientadora: Angela Fernandes Campos.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de  
Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências,  
Recife, BR-PE, 2016.

Inclui referências e apêndice(s).

1. Resolução de problemas 2. Hiperfílm 3. Cinética I. Campos,  
Angela Fernandes, orient. II. Título

CDD 507

CLEYBSON DE LIMA CAVALCANTI

**ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA HIPERMÍDIA SOBRE  
CINÉTICA QUÍMICA COM BASE NO ENSINO POR RESOLUÇÃO DE  
PROBLEMAS**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências – PPGEC – da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Angela Fernandes Campos

Aprovada em        /        /        .

BANCA EXAMINADORA

---

Angela Fernandes Campos, Dr<sup>a</sup>. (Orientadora) - UFRPE

---

Maria Angela Vasconcelos de Almeida, Dr<sup>a</sup>. - UFRPE  
1<sup>a</sup> Examinadora

---

Verônica Tavares Santos Batinga, Dr<sup>a</sup>. - UFRPE  
2<sup>a</sup> Examinadora

---

Marcelo Brito Carneiro Leão, Dr. - UFRPE  
3<sup>o</sup> Examinador

## AGRADECIMENTOS

Ao refletir sobre todo o caminho trilhado até aqui um sentimento imenso de gratidão surge em mim, para o qual todas as palavras escritas ainda seriam poucas. Agradeço a Deus por toda sua graça concedida ao permitir a cada dia dessa jornada levantar-me com a saúde e disposição necessárias para prosseguir rumo ao objetivo. Agradeço aos meus pais, Robson e Suely Alves, por todo o apoio, incentivo e orações, fundamentais para a concretização desse momento tão aguardado. Muito tenho a agradecer também à minha esposa Alexsandra, por seu apoio, dedicação e paciência em encorajar-me nos momentos difíceis. Também agradeço ao meu irmão Esdras pelos momentos de descontração que se mostraram importantes para o descanso da mente e retomada do ritmo de pesquisa. Agradeço profundamente à minha orientadora Prof. Dr<sup>a</sup>. Angela F. Campos, por seu apoio, confiança e paciência, que se estendem desde a monografia até a conclusão desta dissertação de mestrado. Sou grato ao prof. Dr. Marcelo B. C. Leão e à prof<sup>a</sup>. Verônica Batinga por suas importantes contribuições na qualificação deste trabalho e juntos à prof<sup>a</sup>. Angela Almeida por aceitarem o convite para participação de minha banca de dissertação. Estendo também um valoroso agradecimento a cada professor(a) do PPGECC desta universidade com quem tive o privilégio de aprender e evoluir em conhecimento. Agradeço aos avaliadores da hipermídia produzida neste trabalho pela disponibilidade e boa vontade de participar desta pesquisa. Por último, aos colegas de turma, um muito obrigado pelos felizes momentos de companheirismo e amizades desenvolvidas.

*“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.”*

*Paulo Freire.*

## RESUMO

Nos últimos anos, vem crescendo o número de publicações relacionadas ao ensino e aprendizagem baseada na resolução de problemas, sendo esta considerada uma importante estratégia didática, visto seu caráter diferenciado para a abordagem dos conteúdos escolares. O atrelamento das tecnologias da informação e comunicação (TIC) com a aprendizagem baseada na resolução de problemas (ABRP) torna-se uma estratégia didática interessante, visto que ambas visam o preparo dos alunos para que tenham a capacidade de agirem na tomada de decisões como cidadãos críticos e conscientes, além de proporcionar uma melhor discussão dos conceitos químicos atrelados a temáticas que exigem capacidade de abstração dos estudantes e a compreensão de conteúdos considerando os três níveis do conhecimento químico. Assim, buscando contribuir com essa linha de pesquisa, este trabalho propõe construir e avaliar uma hipermídia sobre cinética química tendo como referencial o ensino por resolução de problemas. Por meio de buscas na *internet* e análise de artigos, coletou-se informações acerca dos conteúdos químicos presentes nas hipermídias já publicadas para o ensino de ciências e quais os níveis do conhecimento contemplados em materiais publicados para o ensino de cinética química. Após pesquisa e análise de alguns aspectos das concepções alternativas apresentadas por estudantes sobre cinética química, definiu-se os tipos de problemas que seriam incorporados à hipermídia. A hipermídia foi construída utilizando-se o software de gráfico vetorial *Adobe Flash Professional CS6*. A avaliação da hipermídia foi feita por professores e doutorandos ligados à área de pesquisa das tecnologias da informação e comunicação no ensino de ciências na Universidade Federal Rural de Pernambuco, por meio da aplicação de um questionário adaptado e validado em trabalhos anteriores. O resultado da avaliação no contexto geral foi positivo quanto ao conteúdo, qualidade instrucional e técnica da hipermídia, havendo ressalvas sobre alguns pontos de vistas opostos em relação à função da hipermídia no estímulo do raciocínio e criatividade do estudante, haja visto que tal estímulo se concretiza não pelo material em si, mas pela estratégia de uso que se faz do mesmo.

**Palavras-chave:** Resolução de problemas; Hipermídia; Cinética.

## ABSTRACT

In recent years, it has increased the number of publications related to teaching and learning based on problem solving, which is considered an important teaching strategy, as its distinctive character to the approach of school subjects. The articulation of information and communication technologies (ICT) to the learning based on problem solving (PBL) becomes an interesting teaching strategy, since both aim to prepare the students to have the ability to act in decision-making as critical citizens aware, in addition to providing a better discussion of chemical concepts related to subjects that require students' abstraction and understanding of content considering the three levels of chemical knowledge. Thus, in order to contribute to this line of research, this paper proposes to construct and evaluate a hypermedia on chemical kinetics as reference for teaching problem solving.

Through internet and analysis of articles, obtained information about the chemical content present in hypermedia already published for the teaching of science and what the levels of chemistry knowledge presents in published materials for the chemical kinetics. After research and analysis of alternative conceptions presented by students about chemical kinetics, went defined the types of problems that would be incorporated into hypermedia. Hypermedia was built using the graphical software vector Adobe Flash Professional CS6. The evaluation of hypermedia was made by teachers and doctoral students connected to the research area of information and communication technologies in science education at the Federal Rural University of Pernambuco, through the application of an adapted and validated questionnaire in previous work. The result of the evaluation in the overall context was positive about the content, quality instructional and technical hypermedia, with reservations on some opposing viewpoints regarding the function of hypermedia in the reasoning stimulus and student creativity, given the fact that such stimulation is realized not the material itself, but by use of strategy that does the same.

**Keywords:** Learning based problem; Hypermedia; Kinetics.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Relação entre expressividade e potencial de desorientação em estruturas informacionais em hipermídia. Fonte: Bookman et al. (1989 apud Padovani & Moura, 2008).....	21
<b>Figura 2.</b> Composição de um sistema hipermídia .....	23
<b>Figura 3.</b> Tipologia dos Problemas - POZO (1998).....	32
<b>Figura 4.</b> Hipermídia – Biodiesel (MACIEL,2010). .....	55
<b>Figura 5.</b> Hipermídia - Carboidratos na Natureza (HEIDRICH, 2009). .....	55
<b>Figura 6.</b> Hipermídia - Educação Ambiental (GHISOLFI; et al, 2009). .....	56
<b>Figura 7.</b> Hipermídia - Eletrólise (LEITE; SILVA; LEÃO, 2008).....	56
<b>Figura 8.</b> Hipermídia - Eletrólise (LEITE; SILVA; LEÃO, 2008).....	57
<b>Figura 9.</b> Hipermídia – Equilíbrio Químico (ROCHA; MELLO, 2012). .....	57
<b>Figura 10.</b> Hipermídia – Um copo que "transpira"! (CAVALCANTI; et al, 2011).....	57
<b>Figura 11.</b> Hipermídia – Ácido Lático. Fonte: <semente.pro.br> .....	58
<b>Figura 12.</b> Hipermídia – Ligações Metálicas (CAVALCANTI; FERNANDES; CAMPOS, 2013) .....	58
<b>Figura 13.</b> Hipermídia –Ligações Iônicas (LEÃO; SILVEIRA; SILVA, 2007) .....	59
<b>Figura 14.</b> Hipermídia – Modelos Atômicos (MELEIRO, 1999). .....	59
<b>Figura 15.</b> Hipermídia – Modelos Atômicos. Fonte: <semente.pro.br> .....	59
<b>Figura 16.</b> Hipermídia – Radioatividade (WATANABE, 2010).....	60
<b>Figura 17.</b> Hipermídia – Tabela Periódica (DALLACOSTA; FERNANDES; BARROS, 1998).....	60
<b>Figura 18.</b> Hipermídia – Termoquímica (CARDOSO, 2013). .....	61
<b>Figura 19.</b> Hipermídia - Cinética Química Cinética (LEÃO; SILVEIRA; SILVA, 2007). .....	61
<b>Figura 20.</b> Hipermídia – Cinética Química (SILVA JÚNIOR; et al, 2015) .....	62
<b>Figura 21.</b> Hipermídia sobre Energia de Ativação. (ZELLI, R.; et al. 2005a.) .....	62
<b>Figura 22.</b> Hipermídia sobre superfície de contato. (ZELLI, R.; et al. 2006.).....	62
<b>Figura 23.</b> Hipermídia sobre Fatores que alteram a velocidade das reações. (ZELLI, R.; et al. 2005b.) .....	63
<b>Figura 24.</b> Conteúdos químicos por área nas hipermídias pesquisadas. ....	63
<b>Figura 25.</b> Tela inicial da hipermídia. ....	69
<b>Figura 26.</b> Introdução - diálogo.....	70

<b>Figura 27.</b> Introdução - Problema 1. ....	70
<b>Figura 28.</b> Introdução - Problema 2. ....	70
<b>Figura 29.</b> Introdução - Problema 3. ....	71
<b>Figura 30.</b> Introdução – Links. ....	72
<b>Figura 31.</b> Introdução – Pop-up. ....	72
<b>Figura 32.</b> Fatores que alteram a velocidade. ....	72
<b>Figura 33.</b> Superfície de contato - vídeo. ....	73
<b>Figura 34.</b> Superfície de contato - conceito. ....	73
<b>Figura 35.</b> Temperatura - Problema 5. ....	73
<b>Figura 36.</b> Temperatura - conceito 1. ....	74
<b>Figura 37.</b> Temperatura - conceito 2. ....	74
<b>Figura 38.</b> Catalisadores. ....	74
<b>Figura 39.</b> Catálise homogênea. ....	74
<b>Figura 40.</b> Catálise heterogênea. ....	74
<b>Figura 41.</b> Concentração do Reagente - vídeo. ....	75
<b>Figura 42.</b> Concentração do Reagente - imagens. ....	75
<b>Figura 43.</b> Concentração do Reagente - conceito. ....	75
<b>Figura 44.</b> Cinética 1. ....	76
<b>Figura 45.</b> Cinética 2. ....	76
<b>Figura 46.</b> Cinética 3. ....	76
<b>Figura 47.</b> Teoria das Colisões - conceito. ....	77
<b>Figura 48.</b> Teoria das Colisões - links. ....	77
<b>Figura 49.</b> Teoria das Colisões - frequência. ....	77
<b>Figura 50.</b> Teoria das Colisões -Energia. ....	77
<b>Figura 51.</b> Teoria das Colisões – Fator estérico. ....	77
<b>Figura 52.</b> Complexo Ativado. ....	78
<b>Figura 53.</b> Leis de velocidade. ....	79

**LISTA DE QUADROS**

<b>Quadro 1.</b> Exemplos de problemas escolares qualitativos em Química (BATINGA, 2011).....	33
<b>Quadro 2.</b> Exemplos de problemas escolares quantitativos em Química (POZO e CRESPO, 2009).....	34
<b>Quadro 3.</b> Exemplos de problemas escolares do tipo pequenas pesquisas em Química e Física (Batinga, 2011, Pozo e Crespo, 2009). ....	34
<b>Quadro 4.</b> Distribuição dos Estudos de RP em química por década (FERNANDES, 2014).....	38
<b>Quadro 5.</b> Conteúdos Químicos por Área (FERNANDES, 2014).....	38
<b>Quadro 6.</b> Questão de avaliação 1. ....	80
<b>Quadro 7.</b> Questão de avaliação 2. ....	80
<b>Quadro 8.</b> Questão de avaliação 3. ....	81
<b>Quadro 9.</b> Questão de avaliação 4. ....	82
<b>Quadro 10.</b> Questão de avaliação 5. ....	83
<b>Quadro 11.</b> Questão de avaliação 6. ....	83
<b>Quadro 12.</b> Questão de avaliação 7. ....	84
<b>Quadro 13.</b> Questão de avaliação 8. ....	85
<b>Quadro 14.</b> Questão de avaliação 9. ....	85
<b>Quadro 15.</b> Questão de avaliação 10. ....	86
<b>Quadro 16.</b> Questão de avaliação 11. ....	87
<b>Quadro 17.</b> Questão de avaliação 12. ....	88
<b>Quadro 18.</b> Questão de avaliação 13. ....	88
<b>Quadro 19.</b> Questão de avaliação 14. ....	89
<b>Quadro 20.</b> Questão de avaliação 15. ....	90
<b>Quadro 21.</b> Questão de avaliação 16. ....	90
<b>Quadro 22.</b> Questão de avaliação 17. ....	91
<b>Quadro 23.</b> Questão de avaliação 18. ....	92

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Diferenças entre exercício e problema (CAMPOS e NIGRO, 1999). .....	31
<b>Tabela 2.</b> Publicações nacionais sobre resoluções de problemas na área de Química (FERNANDES, 2014).....	37
<b>Tabela 3.</b> Publicações internacionais sobre resoluções de problemas na área de Química (FERNANDES, 2014). .....	37
<b>Tabela 4.</b> Termos equivalentes a "Concepções Alternativas" segundo Teixeira (2010) e Delizoicov (2011). .....	41
<b>Tabela 5.</b> Total de Números analisados por periódico. ....	46
<b>Tabela 6.</b> Número de estudos relacionados à cinética química por periódico analisado. ....	64
<b>Tabela 7.</b> Níveis do conhecimento químico abordados em publicações da QNEsc. ....	67

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>13</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.1 <u>OBJETIVO GERAL</u> .....	17
1.2 <u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u> .....	17
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>18</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>18</b>
2.1 <u>TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC) NO AMBIENTE EDUCACIONAL</u> .....	18
2.2 <u>HIPERMÍDIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS</u> .....	20
2.3 <u>A APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS:</u> .....	24
2.3.1 <i>Noções do termo problema e diferenças entre problemas e exercícios:..</i>	28
2.3.2 <i>Tipologia dos Problemas:.....</i>	32
2.3.3 <i>Tendências da resolução de problemas no ensino de química: .....</i>	35
2.4 <u>CINÉTICA QUÍMICA</u> .....	39
2.4.1 <i>Conceitos envolvidos: .....</i>	39
2.4.2 <i>Concepções alternativas dos estudantes: .....</i>	40
2.4.3 <i>Níveis do conhecimento químico:.....</i>	43
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>45</b>
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>45</b>
<b>1º ETAPA: .....</b>	<b>45</b>
3.1 <u>DELINEAMENTO METODOLÓGICO</u> .....	45
3.2 <u>COLETA DOS DADOS DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA</u> .....	45
<b>2º ETAPA: .....</b>	<b>46</b>
3.3 <u>CONTEXTO DE DESENVOLVIMENTO DA HIPERMÍDIA SOBRE CINÉTICA QUÍMICA</u> .....	46
3.4 <u>SOBRE O PROGRAMA COMPUTACIONAL ADOBE FLASH PROFESSIONAL CS6</u> .....	47
3.5 <u>HIPERMÍDIA SOBRE CINÉTICA QUÍMICA</u> .....	49

3.6 <u>AVALIAÇÃO DA HIPERMÍDIA</u> .....	51
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>54</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>54</b>
4.1 <u>IDENTIFICAÇÃO DAS HIPERMÍDIAS ENCONTRADAS QUANTO AOS CONTEÚDOS QUÍMICOS ABORDADOS:</u> .....	54
4.2 <u>SOBRE A HIPERMÍDIA PRODUZIDA:</u> .....	69
4.2.1 <i>A Introdução:</i> .....	69
4.2.2 <i>Fatores que Alteram a velocidade das reações:</i> .....	72
4.2.3 <i>Cinética Química:</i> .....	76
4.2.4 <i>Teoria das Colisões:</i> .....	76
4.2.5 <i>Complexo ativado:</i> .....	78
4.2.6 <i>Lei de velocidade:</i> .....	78
4.3 <u>AVALIAÇÃO DA HIPERMÍDIA:</u> .....	79
4.3.1 <i>Avaliação do Conteúdo da Hipermissão:</i> .....	79
4.3.2 <i>Avaliação da Qualidade Instrucional:</i> .....	82
4.3.3 <i>Qualidade técnica:</i> .....	90
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>93</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>93</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>97</b>
<b>APÊNDICE</b> .....	<b>105</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Ao longo da história o homem tem agido ativamente na transformação do mundo em sua volta com o desenvolvimento de técnicas e ferramentas que o auxiliam no avanço e desenvolvimento da sociedade; Segundo Veraszto et al. (2008) o estudo de tais técnicas reflete o significado da palavra tecnologia, que está relacionado à atividade de modificar o meio para melhoria das condições de vida. A palavra tecnologia deriva da junção de dois termos gregos, *techné* (saber fazer) e *logus*, (*razão*). Ainda em seu trabalho, Veraszto et al. (2008) argumenta que uma definição exata e precisa da palavra tecnologia não é fácil de ser estabelecida pelo fato deste conceito ser interpretado de diferentes maneiras e por diferentes pessoas com embasamentos teóricos que muitas vezes divergem ao longo da história, contudo, ao analisar criticamente algumas concepções antiquadas e distintas da tecnologia, a declara como:

...um conjunto de saberes inerentes ao desenvolvimento e concepção dos instrumentos (artefatos, sistemas, processos e ambientes) criados pelo homem através da história para satisfazer suas necessidades e requerimentos pessoais e coletivos (VERASZTO et al., 2008, p.78).

Assim, enquadra-se nesta definição de tecnologia desde o lápis e papel até os artefatos mais complexos criados pelo homem. Dentro do conjunto daquilo que podemos classificar como tecnologia, há um grupo especial que abordaremos aqui, que são as tecnologias da informação e comunicação (TIC), onde a cada dia que passa presenciamos uma sociedade cada vez mais dependente delas. Em quase todos os momentos, estamos a utilizá-las de alguma forma, seja num ato de compra ou até mesmo na busca de respostas para uma simples dúvida a tudo pode ser realizado por meio de alguns “cliques” ou toques.

A popularização dos computadores, *smartphones*, *Tablets* e o acesso à internet permitiu uma grande revolução na forma de acesso às informações. Contudo, apesar dos muitos avanços tecnológicos de nossa sociedade e a inegável

relação entre ciência e tecnologia, ainda há grandes desafios a serem superados no campo da educação, especialmente no ensino de ciências (DELIZOICOV, 2011).

O ambiente educacional deve preparar os alunos para que tenham a capacidade de agir na tomada de decisões como cidadãos, de forma crítica e consciente, porém, tal ação por parte destes, requer "um mínimo de formação científica que torne possível a compreensão dos problemas e das opções – que se podem e se devem expressar numa linguagem acessível –" (CACHAPUZ et al, 2005).

De acordo com Delizoicov (2011), os desafios para o ensino de ciências não podem ser superados apenas com o domínio por parte dos professores de teorias científicas, embora importantes, ou com a execução das mesmas práticas docentes de décadas anteriores, é preciso mais que isso. É necessária para a prática docente, uma abordagem que permita a integração do conhecimento científico com os aspectos tecnológicos e sociais. Uma abordagem que transponha o conteúdo visto na escola para fora de seus muros, de forma a mostrar sua relevância.

Uma abordagem com essa perspectiva poderia, por meio da resolução de problemas relevantes para os alunos, auxiliar na compreensão das relações Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), corrigindo possíveis visões deturpadas da ciência ou do desenvolvimento científico (CACHAPUZ et al, 2005). Além disso, proporcionar uma melhor discussão dos conceitos químicos atrelados a temáticas CTS que exigem capacidade de abstração dos estudantes e a compreensão de conteúdos considerando os três níveis do conhecimento químico.

Nessa direção, nos últimos anos, vem crescendo o número de publicações relacionadas ao ensino e aprendizagem baseada na resolução de problemas, uma vez que tal estratégia apresenta grande potencialidade para o alcance dos objetivos almejados no ensino de ciências, bem como, em especial, no ensino de química (FERNANDES, 2014). Porém, no tocante ao conteúdo cinética química, em nível nacional, há uma escassez de estudos nessa perspectiva (FERNANDES, 2014).

Para o entendimento pelos estudantes dos diversos aspectos conceituais relacionados ao conteúdo cinética química é necessário que eles tenham compreensão de conceitos como átomo, velocidade de reação, energia de ativação, ligação química (MARTORANO, 2012). Além disso, vários estudos retratam

dificuldades dos estudantes sobre cinética química, como interligar o conceito de descontinuidade da matéria com as propriedades cinéticas (MARTORANO, 2012), compreender as verdadeiras relações a energia de ativação e a rapidez de uma reação (ÇACMAKÇI, 2010), ou associar as teorias das colisões e do complexo ativado com a ideia de eventos probabilísticos (CIRINO, 2007). A linha da área da Didática das Ciências que contempla essa dimensão de pesquisa é denominada concepções alternativas dos estudantes, e é definida como “ideias dos estudantes desenvolvidas antes ou depois do ensino, em um tópico científico particular que difere significativamente dos conceitos socialmente aceitos pela comunidade científica” (ÇACMAKÇI, 2010). Essas concepções têm origem nas experiências cotidianas dos alunos (POZO et al,1991), baseadas principalmente na percepção dos fenômenos (concepções alternativas espontâneas), sendo também adquiridas pelos meios culturais e sociais dos estudantes antes da instrução formal da escola (concepções alternativas transmitidas ou induzidas); Podem também surgir devido a analogias criadas pelos estudantes ou pelos professores durante a abordagem dos conceitos científicos (concepções alternativas analógicas).

Driver (1988) afirma que as concepções alternativas são bastante estáveis e resistentes a mudança e que muitas vezes persistem apesar de vários anos de ensino formal.

Algumas concepções alternativas dos estudantes sobre cinética química, identificadas no estudo de Çakmakçi (2010) são descritas a seguir: i- confusão entre velocidade de reação e tempo de reação; ii- Energia de ativação como a quantidade (total) de energia liberada numa reação; iii- Um catalisador aumenta o rendimento dos produtos; iv- Reações exotérmicas ocorrem mais rapidamente do que as reações endotérmicas. Assim, o conhecimento das ideias equivocadas dos alunos constitui um ponto de partida importante, para que os professores/pesquisadores da área de ensino de química possam elaborar estratégias didáticas, com instrumentos de ensino, que as levem em consideração, contribuindo dessa forma para um melhor entendimento conceitual de cinética química pelos estudantes.

Pelo exposto e, considerando a importância das Tecnologias da Informação e Comunicação, a organização do ensino de química por meio de resolução de problemas numa perspectiva inovadora, ou seja, que se distancia do ensino por transmissão-recepção (tradicional), pretendemos responder as seguintes

questões nesse estudo: *Como elaborar uma hipermídia sobre cinética química tendo como referencial o ensino por resolução de problemas? Como os professores avaliam a hipermídia sobre cinética química elaborada?*

Traremos no capítulo 2 dessa dissertação a fundamentação teórica, apresentando os seguintes tópicos: (i)- Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no ambiente educacional; (ii)- Hipermídia no ensino de ciências; (iii)- A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP); (iv)- Cinética química.

O capítulo 3 corresponde à metodologia que foi desenvolvida ao longo da realização desta pesquisa e contém os seguintes tópicos: (i)- Delineamento metodológico; (ii)- Coleta dos dados de pesquisa; (iii)- Contexto de desenvolvimento da hipermídia sobre cinética química; (iv)- Sobre o programa computacional *Adobe Flash Professional CS6*; (v)- Hipermídia sobre cinética química; (vi)- Avaliação da hipermídia.

O capítulo 4 trata dos resultados e discussão articulados aos objetivos específicos desse estudo: (i)- Identificação das hipermídias encontradas na literatura quanto aos conteúdos químicos abordados; (ii)- Sobre a hipermídia produzida e (iii)- Avaliação da hipermídia por professores de química que possuem pesquisas sobre tecnologias da informação e comunicação.

No capítulo 5 apresenta-se as considerações finais com base nos resultados encontrados a partir dessa pesquisa.

## OBJETIVOS

### 1.1 OBJETIVO GERAL:

Analisar o processo de construção de uma hipermídia sobre cinética química tendo como referencial o ensino por resolução de problemas.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Identificar na literatura quais aspectos do ensino e aprendizagem de cinética química são retratados e se na internet há hipermídias relacionadas a esta temática;
- Construir uma hipermídia tendo como referencial o ensino por resolução de problemas, levando em consideração as discussões apresentadas na literatura sobre alguns aspectos das concepções alternativas dos estudantes, a respeito dos conceitos relacionados à cinética química, e os níveis do conhecimento químico;
- Avaliar a hipermídia construída e proposta neste estudo sob a perspectiva de professores (experts) de química da área de Tecnologias da Informação e Comunicação.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC) NO AMBIENTE EDUCACIONAL:**

Numa abordagem tradicional para o ensino de ciências, ou seja, que envolve a transmissão-recepção dos conteúdos, o professor atua como centro do processo educacional, com comunicação unilateral e a sala de aula isolada do mundo natural. Nessa situação, os recursos didáticos têm seu potencial reduzido, pois são vistos, unicamente, como ferramentas para auxílio do professor na aplicação de atividades e os alunos são tratados como agentes passivos neste processo, considerados apenas meros expectadores.

Numa abordagem construtivista, o aluno possui papel relevante no processo de aprendizagem pois ele atua como construtor de seus conhecimentos. Nesse caso, os recursos didáticos passam a ter maior importância, visto que, serão ferramentas destinadas aos discentes e não mais instrumentos de uso exclusivo do professor. Além disso, o professor participa mediando as ações e reflexões realizadas pelos estudantes. Também, atrelado a isso, destaca-se a importância da contextualização do conteúdo didático inserido no contexto escolar a partir de situações vivenciadas pelos alunos, dando uma real compreensão do que ocorre em cada situação. Através de perguntas e indagações que estimulam o raciocínio e o questionamento do senso comum, o professor pode perceber o nível do conhecimento prévio dos alunos e saber em que medida poderá avançar na exploração do conteúdo. Diante disso Pozo e Crespo (2009) afirmam que:

Dessa forma o currículo de ciências, desenvolvido por meio das atividades de aprendizagem e ensino, deve servir como uma autêntica ajuda pedagógica, uma via para que o aluno tenha acesso à forma do conhecimento que por si mesmas seriam alheias a ele ou, pelo menos, muito distantes. (POZO; CRESPO; 2009, p. 245).

Essa redução da distância entre as ideias espontâneas dos alunos e o discurso científico ou, entre o conhecimento cotidiano e o científico requer a adoção de estratégias didáticas específicas dirigidas a essa meta. Tais estratégias podem ser traçadas a partir de escolhas adequadas dos recursos didáticos a serem utilizados no processo de ensino-aprendizagem apoiadas por uma abordagem de ensino que os valorizem.

É no equilíbrio entre os modelos de ensino que encontramos a forma adequada de utilização dos recursos didáticos, quando o processo de aprendizagem passa a ser centralizado na interação entre o professor e o aluno. Uma forma de potencializar essas interações é através da inserção das tecnologias da informação e comunicação no ambiente escolar.

A utilização dos recursos tecnológicos, como metodologia de apoio à realização das práticas educativas, serve para que o professor possa lecionar de forma que estimule o educando ao desenvolvimento de competências e habilidades para lidar com a atual sociedade. Através disso, ele deve estimular nos discentes a autonomia, o prazer pela pesquisa, a interação por meio da troca de informações e experiências vivenciadas e a promoção de ações críticas e colaborativas.

O avanço da tecnologia tem nos fornecido uma enorme variedade de recursos computacionais que podem enriquecer a prática docente.

Dentre as ferramentas prontas, através da rede mundial de computadores, a *world wide web*, é possível propor atividades de busca de informações por meio dos sites ou metodologias mais elaboradas como uma *WebQuest*. “*WebQuest* é uma investigação orientada na qual algumas ou todas as informações com as quais os aprendizes interagem são originadas de recursos da Internet...” (DODGE, 1995).

É possível comunicar-se em tempo real com grupos de estudo através de salas de *chat* ou ferramentas como *Google Talk* ou *Skype*, além de poder explorar os recursos audiovisuais com projetos envolvendo som, imagem e vídeo, entre tantas outras formas de utilização dos recursos computacionais.

Segundo Seabra (2010, p.24) “*este uso do computador exige um professor preparado, dinâmico e investigativo pois as perguntas e situações que surgem na classe fogem do controle preestabelecido do currículo.*” E ainda segundo Valente e Almeida (2007):

[...] o domínio instrumental de uma tecnologia, seja ela qual for, é insuficiente para que o professor possa compreender seus modos de produção de forma a incorporá-la à prática. É preciso criar situações de formação contextualizada, nas quais os educadores possam utilizar a tecnologia em atividades que lhes permitam interagir para resolver problemas significativos para sua vida e trabalho, representar pensamentos e sentimentos, reinterpretar representações e reconstruí-las para poder recontextualizar as situações em práticas pedagógicas com os alunos. (VALENTE; ALMEIDA; 2007, p.160)

Não basta apenas o domínio técnico dessas ferramentas por parte do professor, é necessário trabalhar todas as variáveis implícitas no processo de ensino-aprendizagem, mobilizando as ferramentas a fim de prover as melhores condições para a aprendizagem.

Desta forma, conforme Campos (1994) a integração da informática nas situações de ensino exigem uma compreensão no campo pedagógico, pois permite abordar a modelização computacional dos processos didáticos.

Neste estudo, escolhemos o recurso didático computacional hipermídia para a incorporação da metodologia de ensino baseada na resolução de problemas, transformando assim a hipermídia, numa estratégia didática com potencial para o ensino de vários aspectos do conteúdo químico de cinética química.

O tópico a seguir traz uma explanação mais detalhada acerca do que é um sistema hipermídia, suas potencialidades e exemplos de suas principais aplicações no campo educacional.

## 2.2 HIPERMÍDIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS:

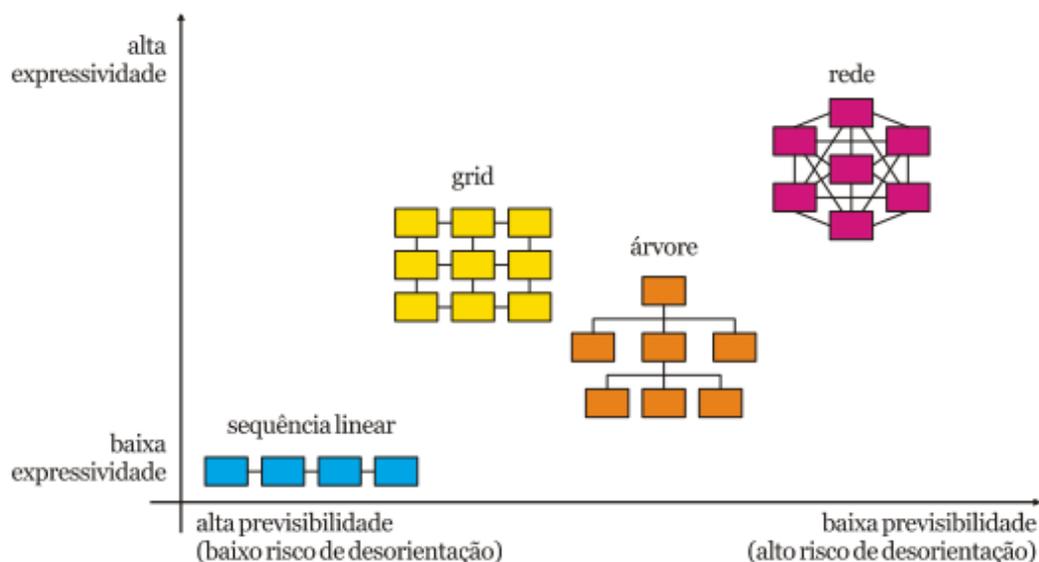
As Tecnologias da Informação e Comunicação têm se constituído uma tendência de investigação relevante no Ensino de Ciências (SERRA, 2009). A disponibilização de diferentes recursos computacionais divulgados em revistas científicas e na internet traz para o professor possibilidades inúmeras de dinamizar sua prática docente. Dentre esses recursos, destaca-se a utilização de hipermídias.

Segundo Babbitt e Usnick (1993 *apud* MACHADO, 2004, p. 82) a hipermídia é um ótimo ambiente para ajudar os estudantes a formarem conexões entre os assuntos estudados, pois permite facilmente estabelecer relações entre definições, conceitos, representações e aplicações, ampliadas com a adição de som, animação e gráficos.

Os sistemas hipermídias são a junção de componentes hipertextuais (textos dinâmicos) e multimídias (integração visual e sonora em um único meio) e podem ser classificadas de acordo com a estrutura de navegação que apresentam.

Segundo Padovani & Moura (2008) (*apud* GOLLFETO e GONÇALVES, 2010), o modo como as páginas internas de um sistema hipermídia estão interligadas, ou seja, sua estrutura de navegação, influenciará fortemente na performance de navegação e orientação do usuário.

Na figura 1, é descrita a relação entre a liberdade de navegação do usuário e o risco de desorientação:



**Figura 1.** Relação entre expressividade e potencial de desorientação em estruturas informacionais em hipermídia. Fonte: Bookman et al. (1989 *apud* Padovani & Moura, 2008).

A figura 1 apresenta quatro estruturas de navegação encontradas em sistemas hipermídia: sequência linear, *grid*, árvore e rede, onde os autores concluíram que “apesar das estruturas mais complexas se mostrarem mais expressivas, estas seriam menos previsíveis e, portanto, levariam a um maior nível de desorientação”.

Estas estruturas de navegação apresentadas podem ser classificadas e descritas em três grupos segundo Royo (2008) (*apud* GOLLFETO e GONÇALVES, 2010):

1. Lineares: que permite ao usuário seguir apenas na sequência pré-definida; esta seria a mais simples e previsível forma de navegação, onde o usuário pode

avançar no conteúdo de um único modo pré-definido ou retroceder ao que já foi visto.

2. Hierárquicas (ou Arbóreas): que “permite ao usuário escolher entre um determinado número de opções para alcançar o nível seguinte”; diferentemente do modelo linear onde há apenas uma opção pra avançar no conteúdo, nesta estrutura o usuário tem maior autonomia para a escolha de como deseja prosseguir na descoberta do conteúdo mas ainda mantém um certo grau de orientação ao ser apresentado partes do conteúdo de forma hierárquica, garantindo assim que ele já tenha tido contato com informações ou telas que agiriam como pré-requisito para uma melhor compreensão do conteúdo. Nesse contexto, pode-se assumir que a estrutura de navegação *grid* apresentada na figura 1 também se encaixa nessa classificação.

3. Aleatórias: Estruturas com alto nível de liberdade do usuário para navegação, podendo gerar desorientação se não estiver atento à quais informações já teve acesso; Este tipo de estrutura fornece a maior parcela de autonomia ao usuário visto ter acesso total ou quase total a qualquer parte do conteúdo a partir da tela em que se encontra, o que justifica o alto risco de desorientação caso não se esteja plenamente atento ao que já foi visto.

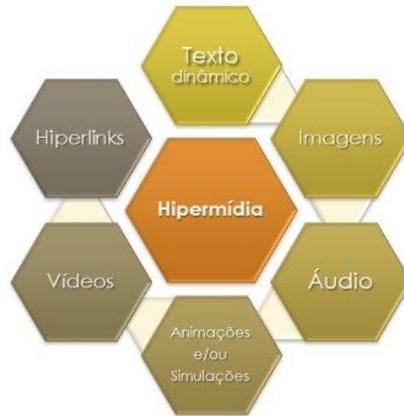
Assim sendo, para a construção da hipermídia que propomos neste trabalho, escolhemos, com base no que aqui foi exposto, uma estrutura que mantivesse o equilíbrio entre a liberdade de navegação e o nível de orientação do usuário, tomando para isso uma estrutura mista resultado da junção entre uma estrutura linear, para certos momentos, incorporada numa estrutura hierárquica, buscando garantir assim um equilíbrio entre a autonomia e orientação do usuário.

Segundo Meleiro (1999), as hipermídias são novos meios informacionais e comunicacionais que articulam representações visuais animadas, representações sonoras e o próprio texto escrito, que também pode ganhar movimento (Figura 2), assim, segundo a autora ao considerarmos o elemento hipertextual tomando-o como uma estrutura semântica onde textos são vinculados por meio de associações, ampliando a noção de texto ao incorporar outras mídias como imagens e sons, poderemos então ter a hipermídia como uma plataforma de alto valor cognitivo para a construção de significados.

Uma outra vantagem da hipermídia é a possibilidade de criação de imagens digitais com animações e simulações atuando como um laboratório virtual

no qual é possível representar fenômenos físicos e químicos bem como explicar de forma dinâmica como a natureza se comporta mediante cada situação.

## Esquema de uma Hipermídia



**Figura 2.** Composição de um sistema hipermídia

Marchionini (1988) destaca duas características dos sistemas hipermídia para educação: (i) capacidade de armazenamento de grande quantidade de informações representadas sob os mais diversos meios, permitindo que conteúdos extensos e variados sejam agrupados e disponibilizados aos estudantes; (ii)- alto nível de controle do sistema pelo usuário (dependendo da estrutura de navegação aplicada), o que torna constante a sua tomada de decisões, a avaliação de progresso e permite o desenvolvimento de habilidades e a escolha de objetivos por parte deste.

A criação de uma hipermídia, como de qualquer material didático, deverá levar em consideração a função que esta terá em termos de aprendizagem, quanto ao seu valor cognitivo para a construção de significados.

Um exemplo de como um sistema hipermídia pode ser estruturado é, partindo da tela de apresentação, onde constam perguntas para reflexão do conhecimento do senso comum ou um texto que traga referências do cotidiano, o aluno possa ter a possibilidade de partir para outras telas, que contenham informações na forma de organizadores prévios para compreensão de um determinado fenômeno, ou animações e simulações, ou qualquer outro elemento que alcance o objetivo de estimular a reflexão, favorecer a compreensão dos conteúdos de ciências e suas aplicações, na ordem em que desejar, de acordo com o seu interesse na busca do conhecimento.

Como afirmam Campos (1994) e Lucena (1994), o uso da hipermídia traz vantagens associadas à informática educativa em geral, dentre as quais se destacam: A interação entre o computador e o aluno, com a retroalimentação conforme sua atuação, de forma imediata; a possibilidade de se dar atenção individual ao aluno; a possibilidade do aluno controlar seu próprio ritmo de aprendizagem e também a sequência e o tempo desta; a apresentação das lições de modo criativo, atrativo e integrado, estimulando e motivando a aprendizagem; e a possibilidade de ser usada para avaliar o aluno.

A literatura apresenta inúmeros trabalhos relacionados a sistemas hipermídias para o ensino contemplando diversos conhecimentos, mais especificamente nas áreas de Física, Saúde, Computação, Engenharia e Química. Por exemplo, na área de Física alguns conteúdos abordados são gravitação (MACHADO et al, 2004), física moderna (MACHADO, 2007), na saúde, administração de medicamentos (TELLES FILHO et al, 2008), computação, modelo para compartilhamento de perfis de aprendiz entre sistemas de aprendizagem na web (MUSA et al, 2009), engenharia, estilos de aprendizagem e recursos da hipermídia aplicados no ensino de planejamento de transportes (RODRIGUES et al, 2006). Em Química, há hipermídias sobre modelos atômicos (MELEIRO, 1999), estados da matéria (RAMOS, 2010), eletrólise (LEITE, 2008), radioatividade (WATANABE, 2010) que serão melhor discutidas no tópico 1 do capítulo de resultados e discussão.

### 2.3 A APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS:

Aproximadamente por volta dos anos sessenta na América do Norte, num contexto de surgimento das novas tecnologias e crescente insatisfação com o modelo tradicional de ensino na área da saúde, foi que teve início a aprendizagem baseada na resolução de problemas - ABRP.

Atualmente, a resolução de problemas corresponde a uma linha de pesquisa de bastante relevância no campo da Didática das Ciências.

A ABPR, como o próprio nome diz, por incorporar a resolução de problemas no processo de aprendizagem, torna-se uma abordagem de ensino capaz de formar cidadãos responsáveis e preparados para a tomada de decisões, para a

resolução de problemas do cotidiano, envolvendo conhecimentos científicos e tecnológicos (LEITE; AFONSO, 2001).

De acordo com Lopes (1994), a investigação em Didática considera a resolução de problemas muito importante nas aulas de ciências e destaca cinco ideias fundamentais descritas a seguir:

- A resolução de problemas desempenha um papel fundamental na abordagem de conceitos e construção do conhecimento. O próprio conhecimento científico normalmente avança pela identificação sistemática de problemas a resolver e pela sua resolução. Este processo contribui para o desenvolvimento de saberes, capacidades, atitudes e técnicas;
- A resolução de problemas pode ser um processo fundamental para alunos e professores mudarem sua visão e a sua atitude em relação ao modo como os cientistas constroem a ciência;
- Os alunos, em sua maioria, gostam de experimentar desafios, enfrentar dificuldades, resolver problemas. Há que aproveitar esta potencialidade para uma aprendizagem eficiente e, ao mesmo tempo, do seu agrado;
- A resolução de problemas pode ser utilizada para produzir saber e saber-fazer e não apenas para justificar saberes e saberes-fazer;
- A resolução de problemas permite o desenvolvimento de diversas capacidades básicas (competências científicas, competências sociais, comunicação, etc.) e de outras capacidades complexas, tais como o pensamento criativo, a tomada de decisões e a própria resolução de problemas entendida como capacidade de alto nível.

Ainda, segundo Lopes (1994) a aprendizagem baseada na resolução de problemas é um processo de interação entre professor, alunos, contextos problemáticos e tarefas, o qual, sem por em segundo plano os conceitos, as experiências e a linguagem, tem como ponto de partida os contextos problemáticos, as tarefas-problema e os problemas para a construção do conhecimento conceitual e processual. Consiste essencialmente numa maneira de organizar o ensino-aprendizagem com vista na melhoria da aprendizagem dos alunos, permitindo aos professores traçarem estratégias didáticas nessa direção. Lopes (1994) elenca alguns aspectos da aprendizagem baseada em problemas, expostos a seguir:

- O ensino e a aprendizagem são centrados na resolução de problemas (podendo assumir em certas fases a forma de tarefas-problema);
- Todo o processo na sala de aula é iniciado por exploração e problematização de contextos problemáticos;
- Os conceitos são identificados, amadurecidos, operacionalizados, desenvolvidos e formalizados de maneira progressiva;
- Os problemas e tarefas-problema têm diferentes características, diferentes finalidades e usam-se em diferentes momentos do ensino-aprendizagem.

De acordo com Lopes (1994) a vivência dos estudantes de um processo de resolução de problemas não só aumenta os saberes, como também desenvolve algumas competências cognitivas, gera outros processos igualmente importantes na formação científica e desenvolve várias atitudes desejáveis. Nessa direção GONÇALVES et al, (2007) apontam expressivas contribuições da resolução de problemas para o ensino de ciências, a saber:

- ✓ Aproxima o trabalho escolar do científico;
- ✓ Contribui para a formação de cidadãos alfabetizados cientificamente;
- ✓ Aumenta a autoestima;
- ✓ Aproxima a escola do cotidiano;
- ✓ Promove a participação nas aulas;
- ✓ Contribui para melhorar a expressão oral e escrita;
- ✓ Ajuda o aluno a se posicionar diante de problemas reais;
- ✓ Facilita a integração de conteúdos;
- ✓ Facilita a apropriação do saber;
- ✓ Estimula a imaginação;
- ✓ Permite uma maior integração social.

Segundo Lopes (1994) a implementação e gestão de estratégias didáticas pautadas na resolução de problemas não é trivial, especialmente pelo papel que o professor tem nesse processo, pois ele deve atuar como organizador, mediador e motivador de diversas atividades, dentre elas, podemos citar:

- Escolher as situações mais adequadas para abordar todos os conceitos e desenvolver o maior número de capacidades;

- Recolher ou sugerir aos alunos que recolham informação complementar à indicada inicialmente;
- Selecionar e reformular as tarefas e problemas de acordo com as características dos alunos, os seus gostos e o estado e crescimento dos conceitos nos alunos;
- Encorajar os alunos a trabalhar e a persistir até chegarem ao fim da tarefa;
- Proporcionar um contato com os conceitos de forma que sejam construídos pelos alunos a partir da apresentação, exploração e discussão das situações e da formulação, reformulação e resolução das tarefas e problemas;
- Orientar os alunos para consulta de manual escolar, outros livros e/ou revistas;
- Clarificar as tarefas de forma que os alunos a possam executar;
- Avaliar, no decurso das atividades, o que os alunos, estão, de fato, aprendendo e conseqüentemente, reorientar o ensino-aprendizagem no sentido deste ser mais efetivo;
- Organizar o trabalho na sala de aula, de maneira adequada a cada tarefa.

Pelo exposto, percebe-se a importância do professor na organização de um ensino pautado na resolução de problemas. Por isso, há a necessidade de professores na formação inicial, ou seja, os estudantes das licenciaturas, vivenciarem esse modelo de ensino e aprendizagem. Assim, sugere-se nesse estudo que os currículos das licenciaturas das universidades incorporem em suas disciplinas didático-pedagógicas conteúdos e vivências da aprendizagem baseada na resolução de problemas.

Retornando a questão da implementação e gestão de estratégias didáticas pautadas na resolução de problemas em sala de aula, Lopes (1994) destaca a necessidade do ensino ser realizado a partir de um contexto apropriado no qual os problemas surjam com naturalidade para os alunos. Os problemas que surgem a partir da exploração e discussão de situações físicas trazidas do meio podem criar condições para que os problemas sejam apropriados pelos alunos, pois eles podem considerá-los como importantes para sua aprendizagem. Nesse sentido, a formulação de problemas relevantes e interessantes para os alunos podem surgir de diferentes contextos, tendo como base ocorrências naturais ou tecnológicas. Os materiais ou situações a serem levados para sala de aula de modo a criar contextos

problemáticos podem ser de vários tipos: recortes de jornal e/ou revista; material audiovisual, mostrando a problemática do mundo real sob diferentes perspectivas, a informação pode ser interrompida e manipulada durante a discussão inicial; a partir de visitas de estudo, com a indicação sobre quais aspectos os alunos deveriam centrar a atenção para recolher informações variadas. Segundo Lopes (1994) a criação de contextos problemáticos também pode ser feita a partir da conjugação de duas ou mais das situações supracitadas ou da recolha deliberada de informações junto de diversas entidades locais ou nacionais. Neste estudo, o contexto problemático surge a partir de uma hipermédia sobre cinética química que incorpora problemáticas relacionadas com o prazo de validade dos alimentos.

O tópico seguinte discute as ideias de problema na perspectiva de vários autores da didática das ciências, ao mesmo tempo, expõe as semelhanças entre essas ideias, apresenta algumas diferenças entre problemas e exercícios e expõe algumas ilustrações na área de ensino de química.

### *2.3.1 Noções do termo problema e diferenças entre problemas e exercícios:*

Desde muito cedo, somos desafiados a resolver situações diversas que nos são apresentadas como problemas, seja um quebra-cabeça, uma charada ou uma relação matemática, a verdade é que a ideia de problema é algo que está constantemente à nossa volta e parece nos acompanhar por toda a vida, mas no campo da investigação da didática das ciências, o que é um problema?

Segundo Lopes (1994) a noção de problema é complexa e depende da perspectiva teórica com que se olha para o conceito de problema. No entanto, segundo Lopes (1994) há uma certa unanimidade em considerar que os problemas: são algo para o qual não se conhece a resposta nem se sabe se existe; podem ter diferentes níveis de dificuldade e complexidade; podem ter formatos muito diversos do formato tradicional do papel e lápis.

Campos e Nigro (1999) definem problema como uma situação ou conflito para o qual não temos uma resposta imediata, nem uma técnica de solução. Ou seja, uma situação com a qual nos enfrentamos, e que se situa fora daquilo que entendemos no momento em que nos deparamos com dita situação, mais próximo do limite de nossas estruturas cognitivas.

Segundo Echeverría e Pozo (1998), um problema é toda situação que alguém busca resolver para o qual não há um meio fácil e direto de resolvê-lo.

Assim, para que seja confirmada a existência de um problema, ele deve ser reconhecido como tal por quem se depara com ele, ou seja, reconhecer que não há um modo fácil para resolvê-lo automaticamente sem “um processo de reflexão ou tomada de decisões sobre a sequência de passos a serem seguidos” (ECHEVERRÍA E POZO, 1998). Assim, os autores colocam que essa concepção de problema é clássica e consensual pela maioria dos autores que trabalham com problemas. Pelo exposto, pode-se inferir que um problema deve:

- (i)- conter um obstáculo para sua realização, obstáculo este que, ao ser transposto, ajudará a construir uma aprendizagem efetiva;
- (ii)- propiciar a mobilização de recursos cognitivos (operações mentais) nos estudantes, tomada de decisão, saber agir no processo de resolução;
- (iii)- ser ajustado ao nível e às possibilidades dos estudantes.
- (iv)- despertar nos estudantes o interesse (motivação) para resolvê-lo.

Também, observa-se pelas características de um problema apresentadas aqui que o mesmo se difere dos exercícios tradicionais que os estudantes estão acostumados a resolver. Nesses exercícios, sempre encontra-se as respostas prontas nos livros didáticos adotados pelo professor, que formula o exercício a partir das respostas que o livro oferece. Assim, o exercício comum não oferece outro desafio senão o de encontrar uma única resposta, não tornando necessária a pesquisa e o aprofundamento dos conteúdos estudados. O exercício é entendido como uma situação em que o aluno dispõe de respostas imediatas, utilizando de mecanismos automatizados, priorizando a memorização de regras, fórmulas, equação e algoritmos (LOPES, 1994; POZO, 1998). Os exercícios são solucionados com base no uso de habilidades e técnicas já aprendidas, em outras palavras, transformadas em rotinas automatizadas como consequência de uma prática contínua.

De um modo geral, os professores trabalham exercícios em sala de aula quando propõem que os alunos façam uso de uma técnica e enfrentem situações ou tarefas já conhecidas, que na maioria das vezes, não representam nada de novo para eles e que, portanto, podem ser solucionadas pelos caminhos e meios habituais. Nesse sentido, o exercício é normalmente utilizado para operacionalizar

um conceito, treinar um algoritmo e o uso de técnicas, regras, equações ou leis químicas, ou ainda para exemplificar conteúdos abordados em sala de aula. Echeverria e Pozo (1998) comentam que a realização de exercícios se baseia no uso de habilidades ou técnicas sobreaprendidas (ou seja, transformadas em rotinas automatizadas como consequência de uma prática contínua). Nos exercícios as tarefas já são conhecidas, não representam nada de novo, logo podem ser resolvidas pelos caminhos ou meios habituais.

Diferentemente dos exercícios tradicionais, a resolução de um problema não se dá na imparcialidade: quem a resolve precisa fazer algum juízo de valor, optar por uma direção, uma lógica social, histórica, educacional, profissional, científica ou mesmo afetiva. Resolver um problema exige muito mais que conhecer: exige saber agir, tomando como base os conhecimentos pré-construídos. A tabela 1 a seguir sintetiza as diferenças entre exercício e problemas e mostra exemplos na área de química.

**Tabela 1.** Diferenças entre exercício e problema (CAMPOS e NIGRO, 1999).

<b>Exercício</b>	<b>Problema</b>
Existe uma solução	Existe resolução
São solucionados	São enfrentados
São extremamente objetivos	São mais subjetivos
Existe uma única resposta correta	Existe a melhor resposta possível
Utilizam técnicas para chegar a uma solução	Exigem o uso de estratégias de resolução
<p>Exemplo:</p> <p>1) Analise as equações a seguir e classifique como fenômenos físicos ou químicos:</p> <p>a) <math>[Al^{3+}_{(aq)} + 3H_2O_{(l)} \leftrightarrow Al(OH)_3_{(s)} + 3H^+_{(aq)}]</math></p> <p>b) <math>[Cl_2_{(g)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrow HOCl_{(aq)} + H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}]</math></p> <p>c) <math>H_2O_{(l)} \leftrightarrow H_2O_{(s)}</math></p>	<p>Exemplo: (BATINGA, 2011):</p> <p>Durante o estudo da estequiometria a professora de Química propôs a turma o seguinte problema: Como vocês determinariam a quantidade, em toneladas, do sal sulfato de alumínio (<math>Al_2SO_4</math>) que reage com a água bruta captada por uma Estação de Tratamento de Água (ETA)? Para direcionar os alunos na resolução deste problema a professora os levou para visitar uma ETA. Na chegada à estação a turma foi recebida por um técnico em Química que os levou para conhecer todas as etapas</p>

	do Tratamento da Água (TA) destinada ao consumo humano. Durante o percurso o técnico explicou sobre os processos químicos e físicos que ocorrem no TA, bem como respondeu a perguntas e esclareceu dúvidas dos alunos sobre o TA.
--	---

Autores como Santos e Schnetzler (1997) também explicitam diferenças entre exercício e problemas da vida real. Segundo os autores, no problema da vida real é necessário que haja inicialmente uma problematização do enunciado para que as questões centrais do problema possam emergir desse contexto. Enquanto, no exercício as questões a serem respondidas são colocadas de forma explícita, não necessitando de reflexão por parte dos alunos. O exercício apresenta respostas esperadas (padrões), enquanto no problema há a possibilidade de múltiplas respostas que dependem do contexto em que o problema se insere.

Vê-se, após essas discussões, que um problema pode ser uma boa estratégia pedagógica usada pelo professor, pois, pode estimular o raciocínio e desenvolver diferentes competências e habilidades nos alunos. Além disso, o processo de resolução de um problema pode potencializar a interação entre aluno-professor e aluno-aluno uma vez que ocorrerá uma permanente discussão dos conteúdos o que poderá propiciar uma construção coletiva do conhecimento. Nos estudos de Veríssimo (2011), Lacerda (2012), Simões Neto (2013), Silva (2014), Fernandes (2014), Lucena (2015) é possível verificar ilustrações sobre problemas e seu uso em sala de aula em diferentes níveis de ensino de química, médio e superior.

Segundo Freire (2013) a resolução de problemas como abordagem didática ainda não é bem compreendida entre a maioria dos licenciandos devido a confusão conceitual relacionada com os termos exercício e problema tornando-se assim uma dificuldade para os professores organizarem propostas didáticas da qual eles ainda não se apropriaram nem mesmo em nível conceitual. Por isso, é relevante oportunizar aos estudantes a vivência durante a formação inicial de atividades nesse sentido. Sob essa perspectiva, em nível nacional dois artigos recentes (FREIRE, 2013, SOARES (2016), trazem investigações realizadas em disciplinas didático-pedagógicas no ensino superior de química sobre essa

problemática e que podem servir de referencial para outras pesquisas e como metodologia para o trabalho de diferenciação dos termos exercício e problema em disciplinas similares presentes nas licenciaturas em química de instituições do ensino superior.

### 2.3.2 Tipologia dos Problemas;

Quanto à tipologia, os problemas podem ser classificados, segundo Pozo (1998) como: Escolares; Cotidianos e Científicos, podendo os problemas escolares subdividirem-se em: a) qualitativo; b) quantitativo e c) pequenas pesquisas, conforme o esquema da figura 3.

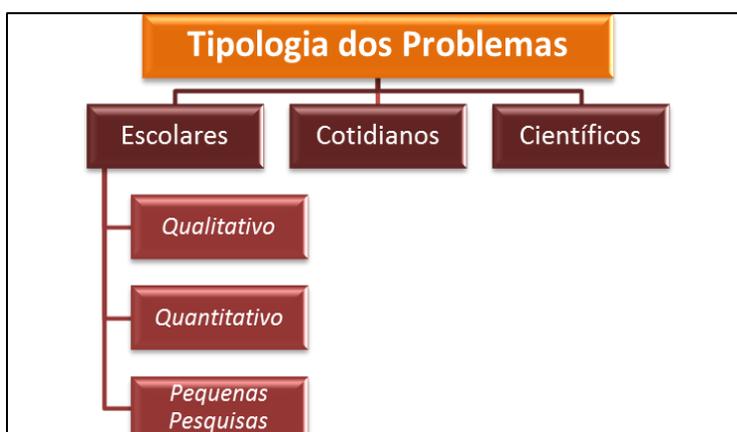


Figura 3. Tipologia dos Problemas - POZO (1998).

#### ➤ Problemas Escolares:

Os problemas do tipo escolares podem servir de articulação entre os problemas cotidianos e científicos. Dessa maneira, ao planejar e propor aos alunos os problemas escolares é de extrema importância tomar como ponto de partida os conhecimentos prévios dos estudantes, criando assim, situações que os permitam avançar nesse processo aproximando-se da resolução de problemas científicos.

Isso será possível através da mudança na forma de pensar e agir acerca do problema, pois, o discente deverá adquirir o hábito de buscar estratégias mais eficientes para encontrar a solução, do que por meio da abordagem cotidiana.

Assim, dedicar-se à busca pela resolução do problema deixará de ser apenas interesse do professor e passará a ser algo que os alunos se sintam motivados a realizar.

Dentro deste viés, Pozo (1998) ainda classifica os Problemas Escolares em: qualitativo, quantitativo e pequenas pesquisas.

✓ Problema Escolar Qualitativo:

Este tipo de problema apresenta-se geralmente como questão aberta, na qual os alunos precisam resolver por meio do raciocínio teórico, sem a necessidade de recorrer a cálculos matemáticos. Logo, os Problemas Escolares Qualitativos proporcionam aos discentes a reflexão a partir da articulação dos conhecimentos pessoais com os conceitos científicos a fim de buscar possíveis soluções para resolver a situação. Constitui-se um bom instrumento para a abordagem de conceitos científicos, desenvolver nos alunos a consciência de suas ideias pré-formadas e promover discussões e debates em grupos (Quadro 1).

**Quadro 1.** Exemplos de problemas escolares qualitativos em Química (BATINGA, 2011).

Como ocorre o processo de formação da ferrugem?

Explique quimicamente: por que quando colocamos um copo sobre uma vela que está acesa em um prato ela se apaga?

✓ Problema Escolar Quantitativo:

O Problema Escolar Quantitativo, segundo Pozo (1998), envolve no enunciado principalmente, a presença de informações numéricas, ou seja, quantidades. Para tentar resolvê-lo, os alunos precisam trabalhar os dados fornecidos na situação com vistas a alcançar uma solução.

Assim, para resolver os problemas quantitativos (Quadro 2) faz-se necessário a utilização de cálculos e fórmulas matemáticas. Este tipo de problema também é útil para o aprendizado de conceitos científicos, técnicas, grandezas, conteúdos procedimentais e algoritmos.

Contudo, há também limitações quanto ao emprego, em sala de aula, deste tipo de problema. Pois, quando utilizado como um fim em si mesmo fica reduzido a apenas exercícios e ao descobrimento de um número como resposta e

isso faz com que os alunos aprendam mecanicamente por repetição e memorização, comprometendo a construção do conhecimento significativo e reflexivo.

**Quadro 2.** Exemplos de problemas escolares quantitativos em Química (POZO e CRESPO, 2009).

Na reação de combustão do pentano ( $C_5H_{12}$ ), este composto reagiu com o oxigênio para produzir dióxido de carbono e água. Ajuste a reação e calcule a massa de água que se obtém a partir de 216 gramas de pentano.

Uma solução é preparada dissolvendo-se 5g de ácido clorídrico em 35g de água. Agita-se para que o ácido dissolva totalmente, e no final obtemos uma solução cuja densidade é  $1,06g/cm^3$ . Calcule sua concentração medida em Mol/L.

✓ Pequenas Pesquisas:

Conforme Pozo (1998), neste tipo de problema os alunos podem realizar a relação teoria-prática já que a pergunta nesse tipo de situação requer um trabalho tanto no laboratório quanto na sala de aula (Quadro 3). Para tal, os discentes são desafiados a testar suas hipóteses, relacionar-se de forma cooperativa com o grupo de pesquisa, analisar os dados e formular as respostas.

Esse procedimento é muito motivador e em alguns casos auxilia o aluno a diminuir a distância entre os conceitos escolares e sua vivência diária, ainda que a pequena pesquisa não represente uma pesquisa científica, propriamente dita, apenas uma aproximação do trabalho científico.

**Quadro 3.** Exemplos de problemas escolares do tipo pequenas pesquisas em Química e Física (Batinga, 2011, Pozo e Crespo, 2009).

Determinar se os sucos de melancia e laranja apresentam comportamento ácido ou básico. Qual destes sucos possui maior valor de pH?

Quando soltamos um corpo ele é atraído pela terra e cai livremente até o solo. Se deixamos cair dois corpos, um grande e outro pequeno, qual chegará antes ao chão? Desenhe um experimento que permita responder a essa pergunta e determine quais fatores influenciam na queda.

### Problemas Cotidianos:

De acordo Pozo (1998) os Problemas Cotidianos são os problemas que enfrentamos no dia a dia. Porém, no que diz respeito a esse tipo de problema, estamos mais interessados em sua solução do que nas explicações de sua ocorrência. Nesse caso, a necessidade de sucesso pode levar a utilização de estratégias que já deram certo em outro momento, ou seja, o exercício da repetição.

### ➤ Problemas Científicos:

Este tipo de problema relaciona-se com a necessidade prática de resolver questões ligadas à ciência quanto aos fenômenos que ocorrem ao nosso redor e isso se dá mediante estratégias descritas por Pozo (1998 *apud* BATINGA, 2011) que são: “formulação de hipóteses derivadas de modelos teóricos, na experimentação e em medições quantitativas e abordagens qualitativas...”. Essas perguntas geram respostas que dão origem a novas perguntas e que fazem com que a ciência nunca deixe de questionar e conseqüentemente pesquisar novas situações.

### *2.3.3 Tendências da resolução de problemas no ensino de química:*

Em 2011, um estudo realizado por Freire nos diversos periódicos impressos e eletrônicos descritos a seguir: Acta Scientiae, Boletín de las Ciencias, Caderno Catarinense de Ensino de Física, Chemical Educator, Ciência e Educação, Current Psychology, Educación Matemática, Enseñanza de las Ciencias, Investigações em Ensino de Ciências, Perfil les Educativos, Psicologia Reflexão e Crítica, Psicologia Teoria e Pesquisa, Psychological Review, Química Nova, Química Nova na Escola, Revista Brasileira de Ensino de Física, Revista Cubana de Enfermería, Revista do Departamento de Psicologia UFF, Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias, Revista Electrónica de Investigación Educativa, Revista Eureka sobre Enseñanza e Divulgación de las Ciencias, Revista Iberoamericana de Educación, Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa e Teacher and Teaching Education revelou a presença de 1265 artigos que abordavam o tema resolução de problemas em diferentes áreas. Destes, o autor

encontrou 49 na área de ensino de física, 39 em educação matemática, 30 em educação química, 14 sobre formação de professores, 13 em ensino de física e química, 9 em ensino de biologia, 9 referentes ao ensino fundamental, 5 em psicologia e um no ensino de história. Diversos aspectos foram analisados por Freire (2011), como, orientações sobre o início da abordagem didática da resolução de problemas, as interpretações para o termo “problema”, diferentes propostas de classificação dos problemas, algumas orientações psicológicas que apoiam a aprendizagem por resolução de problemas e, por fim, relatos de investigações sobre a resolução de problemas no ensino de Ciências e, especificamente, no ensino de química.

O estudo revelou que a resolução de problemas possui mais de 45 anos desde o seu surgimento e, embora tenha ocorrido um número considerável de trabalhos nos últimos 30 anos, é um trabalho inovador ainda para os dias de hoje sendo não só útil e necessário desde a educação infantil até o ensino universitário. No levantamento, também percebeu-se um destaque no número de trabalhos em física frente à química que justifica-se pela associação direta do termo “problema” nas ciências exatas com matemática, ficando assim o trabalho em resolução de problemas mais próximo, segundo esta concepção, de temas mais ligados a equações e teoremas.

Com relação ao ensino de química, o autor observou nos artigos trabalhos que seguem diferentes vertentes: propõem fazer uma análise das dificuldades apontadas por professores e alunos/alunas e as estratégias dos estudantes para resolver; sugerem propostas de trabalho para resolução de problemas experimentais e aqueles que não fazem uso das atividades experimentais; os que analisam concepções acerca da resolução de problemas como estratégia didática; e artigos que exploram o uso da história da ciência como ferramenta no ensino por problemas.

A análise mostrou que no Brasil o número de trabalhos sobre resolução de problemas no ensino de química é relativamente pequeno se comparado a outros temas de pesquisa, sendo considerado pelo autor uma temática nova para a educação em química do país.

Mais recentemente, Fernandes (2014) realizou um trabalho similar, porém sua pesquisa foi mais ampla em termos do quantitativo de revistas analisadas na área de ensino de ciências e incluiu na análise o exame dos aspectos de ensino-

aprendizagem sobre a resolução de problemas em química e suas subáreas como Química Geral, Química Orgânica, Físico-Química, Química Analítica.

No cenário nacional, a tabela 2 extraída do estudo de Fernandes (2014) mostra poucas publicações sobre resoluções de problemas na área de Química concordando assim com o estudo de Freire que data de 2011. Tal fato sugere que há um campo aberto de investigação nessa área.

**Tabela 2.** Publicações nacionais sobre resoluções de problemas na área de Química (FERNANDES, 2014).

Periódico	Período	Volumes	Números	Estudos
Ciência & Educação	1998-2012	15	39	01
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	2001-2012	12	36	01
Química Nova na Escola	1995-2012	18	53	02
Química Nova	1978-2012	35	206	06
<b>Total</b>	1978-2012	80	334	10

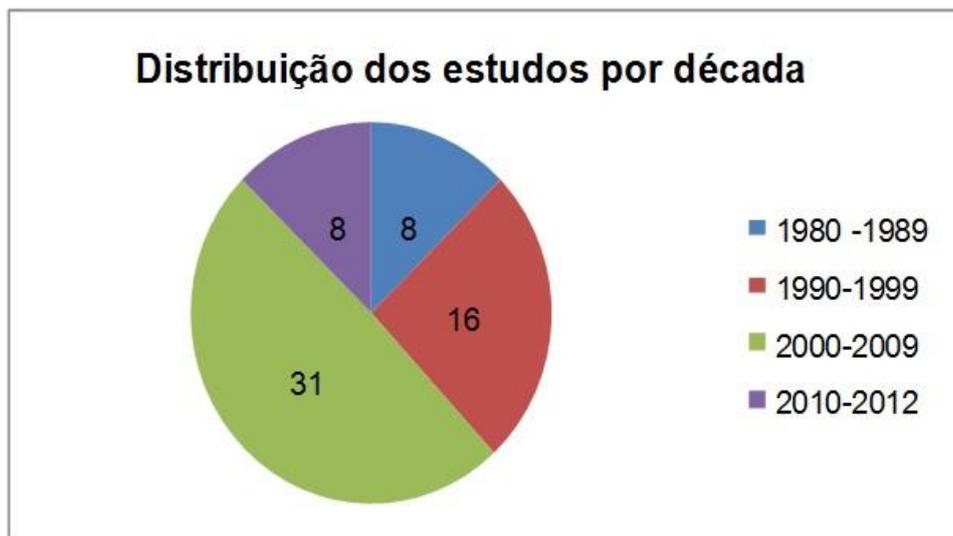
No cenário internacional o estudo de Fernandes (2014) mostra um maior número de publicações sobre resoluções de problemas em Química. O autor considera que o maior tempo de publicação dessas revistas e o quantitativo de volumes favorece e contribui para o maior número de artigos encontrados (tabela 3).

**Tabela 3.** Publicações internacionais sobre resoluções de problemas na área de Química (FERNANDES, 2014).

Periódico	Período	Volumes	Números	Artigos
Enseñanza de las Ciencias	1983-2012	30	90	10
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	2002-2012	11	33	02
Revista Educación Química	1989-2012	98	23	16
Research in Science & Technological Education	1983-2012	30	90	11
International Journal of Science Education	1987-2012	26	283	14
<b>Total</b>	1983-2012	195	519	53

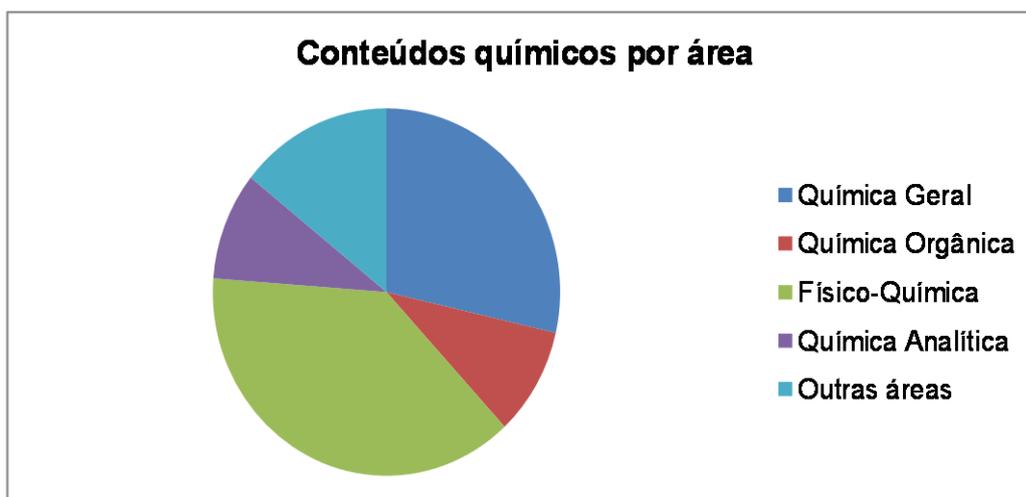
Apesar da quantidade de trabalhos divulgados na área de ensino de química sobre resolução de problemas ainda ser tímida, segundo Fernandes (2014) os estudos nessa perspectiva de ensino, vêm sendo desenvolvidos de forma crescente com o passar do tempo, conforme pode ser observado no quadro 4.

**Quadro 4.** Distribuição dos Estudos de RP em química por década (FERNANDES, 2014).



O estudo realizado por Fernandes (2014) também nos permite ter um panorama de como está a distribuição do número de trabalhos publicados sobre resolução de problemas em química de acordo com as principais subáreas da Química: Química Geral, Físico-Química, Química Orgânica, etc. conforme mostra o quadro 5:

**Quadro 5.** Conteúdos Químicos por Área (FERNANDES, 2014).



Assim é possível perceber que a maioria dos trabalhos publicados trata de assuntos referentes à Físico-Química e Química Geral. Segundo o autor, isso se deve ao fato de os alunos apresentarem dificuldades na aprendizagem dos conteúdos nessas áreas, conforme foi identificado em vários estudos.

A partir da análise dos dados apresentados neste tópico, podemos então justificar a escolha do tema cinética química neste trabalho, para uma abordagem de ensino por resolução de problemas, por ser este um tema pertencente à área da Físico-Química, sobre a qual, o aumento do número de publicações nessa perspectiva nos últimos anos evidencia sua importância, mais especificamente em relação à cinética química sendo em nível nacional a quantidade de trabalhos ainda muito pequena.

Desse modo, a resolução de problemas poderá constituir-se uma boa metodologia para o ensino-aprendizagem, favorecendo a aprendizagem dos conteúdos conceituais da cinética química, como também a aprendizagem de conteúdos procedimentais, intrínsecos da própria metodologia de resolução dos problemas, e ainda a aprendizagem de conteúdos atitudinais, como a participação em sala de aula, socialização e troca de ideias.

## 2.4 CINÉTICA QUÍMICA:

O tema cinética química está presente na química do ensino médio e faz parte dos conteúdos programáticos de algumas disciplinas específicas dos cursos de química do ensino superior. Apresentaremos neste tópico os principais conceitos envolvidos no ensino desse conteúdo, as concepções alternativas dos estudantes sobre este tema e quais os níveis do conhecimento químico mais abordados no cenário de publicações no ensino de química.

### *2.4.1 Conceitos envolvidos:*

O conteúdo cinética química encontra-se no currículo para o ensino de química do ensino médio e faz parte dos conteúdos programáticos de algumas disciplinas específicas dos cursos de química do ensino superior, entretanto,

estudos mostram (ÇACMAKÇI, 2010) que tanto alunos do ensino médio, quanto alunos do ensino superior possuem um baixo nível de compreensão conceitual sobre cinética química, mesmo depois de serem apresentados ao conteúdo várias vezes.

É comum professores atribuir a dificuldade de aprendizagem dos conceitos químicos por parte dos alunos às lacunas de aprendizagens em disciplinas correlatas, como a matemática e o português, (MARTORANO, 2012), contudo, deve-se levar em consideração que mesmo professores de química em potencial, parecem iniciar suas profissões com uma compreensão conceitual limitada a respeito de cinética química (ÇACMAKÇI, 2010), repassando por consequência, concepções alternativas aos alunos.

Para o entendimento do tema cinética química é necessário que os estudantes tenham compreensão de conceitos bastante abstratos, como átomo, velocidade de reação, energia de ativação, fazendo uma abordagem do macroscópico e do microscópico (MARTORANO, 2012), sendo necessário o entendimento da natureza descontínua da matéria e o uso de um modelo corpuscular.

Ainda, Segundo Justi e Ruas (1997) (*apud* MARTORANO, 2012), para a aprendizagem de cinética química é necessário o entendimento integrado de muitos conceitos fundamentais, como, o da natureza particular da matéria e o caráter interativo e dinâmico das reações químicas.

Tudo isso se constitui como dificuldade de aprendizagem, uma vez que os conceitos supracitados bem como o assunto de cinética química exigem dos estudantes grande capacidade de abstração em sua essência.

#### *2.4.2 Concepções alternativas dos estudantes:*

Para discutir-se acerca das concepções alternativas apresentadas por estudantes sobre cinética química, é importante saber que tal termo, também se apresenta na literatura por diferentes denominações, como afirmam alguns autores, tais como:

**Tabela 4.** Termos equivalentes a "Concepções Alternativas" segundo Teixeira (2010) e Delizoicov (2011).

(TEIXEIRA; SOBRAL, 2010):	(DELIZOICOV, 2011)
concepções espontâneas;	cultura da tradição;
concepções errôneas - "misconceptions";	senso comum;
pré-conceitos dos alunos;	concepções prévias;
pré-conceitos cotidianos;	representações sociais;
	mundo vivido;
	cultura prevalente ou primeira;

Dessa forma, adotaremos para o seguinte estudo, o termo "concepções alternativas" por ser este o termo utilizado pelos principais trabalhos publicados sobre o ensino-aprendizagem de cinética química, que serviram de apoio para essa pesquisa, sendo aqui utilizado "para descrever ideias dos estudantes desenvolvidas antes ou depois do ensino, em um tópico científico particular que difere significativamente dos conceitos socialmente aceitos pela comunidade científica". (ÇACMAKÇI, 2010).

Dentre as principais concepções alternativas sobre o tema descritas na literatura, pode-se destacar segundo Çacmakçi (2010):

1. Definição de velocidade da reação como o tempo de reação.
2. Dificuldades explicando como a velocidade de reação se altera à medida que a reação progride: A velocidade de uma reação aumenta com o tempo.
3. Uma elevação na temperatura não afeta a velocidade de reações exotérmicas.
4. Um aumento na temperatura diminui o número de reações exotérmicas.
5. Reações exotérmicas ocorrem mais rapidamente do que as reações endotérmicas.
6. Reações endotérmicas ocorrem mais rapidamente do que as reações exotérmicas.
7. Energia de ativação é a energia cinética das moléculas de reagentes.

8. Energia de ativação é a quantidade (total) de energia libertada numa reação.
9. Um catalisador aumenta o rendimento dos produtos.
10. Um catalisador não afeta ou não altera os mecanismos de uma reação.
11. Um aumento na concentração inicial de reagentes poderia aumentar ou diminuir a velocidade de uma reação de ordem zero.

Martorano (2012) com base no trabalho de Justi e Ruas (1997) apresenta também como concepções alternativas:

“- Os alunos atribuem às substâncias participantes da reação, ou a uma delas, a responsabilidade pela velocidade do processo.”

“- Em suas explicações sobre a dinâmica de uma reação química existe a coexistência da teoria das colisões com uma visão contínua de matéria”.

“-A questão do movimento das partículas envolvidas em uma reação química não é considerada pelos alunos em suas explicações sobre a interação entre essas partículas.”

Em sua tese, Martorano apresenta o resultado de vários trabalhos publicados na literatura sobre cinética química, demonstrando que um processo de ensino que leva em consideração as concepções alternativas dos alunos, proporciona uma aquisição significativamente melhor dos conceitos científicos relacionados à velocidade de reação, quando comparada com o ensino tradicional de química.

Cakmakci et al (2011) também comentam da necessidade dos professores levarem em consideração as concepções alternativas dos estudantes no planejamento de suas aulas e nessa direção buscar contemplar os três níveis do conhecimento químico. Segundo eles os estudantes têm dificuldades em estabelecer articulações entre os níveis fenomenológico, teórico e representacional do conhecimento químico que explica mudanças observáveis em termos de várias teorias e modelos. Por isso, o presente estudo propõe a hipermedia sobre cinética tendo como referencial o ensino por resolução de problemas incluindo os três níveis do conhecimento químico que será melhor descrito a seguir.

### 2.4.3 Níveis do conhecimento químico:

Segundo Mortimer et al (2000), a distinção dos três níveis do conhecimento químico é bastante útil para o processo de ensino-aprendizagem, sendo eles: o nível teórico, o nível fenomenológico e o representacional.

Ainda segundo o autor, é comum os currículos tradicionais tratarem mais enfaticamente, o nível representacional, em detrimento dos outros dois níveis.

O nível teórico, também conhecido como microscópico, refere-se às espécies que não podemos ver a olho nu, tampouco com a ajuda de aparelhos, e ao comportamento destas, ou seja, os átomos, moléculas, partículas subatômicas, etc.

O nível fenomenológico, também chamado de macroscópico refere-se aos fenômenos observáveis e passíveis de medição, ou seja, as transformações e propriedades da matéria.

O nível representacional, ou simbólico, é aquele que nos apresenta a linguagem com a qual é representado ou explicado as transformações e os fenômenos químicos.

A ausência de um dos níveis do conhecimento químico numa abordagem didática pode gerar obstáculos ao processo de aprendizagem, visto que:

A ausência dos fenômenos nas salas de aula pode fazer com que os alunos tomem por “reais” as fórmulas das substâncias, as equações químicas e os modelos para a matéria. É necessário, portanto, que os três aspectos compareçam igualmente. (MORTIMER, MACHADO e ROMANELLI; 2000, p. 276, 277).

Esses três níveis do conhecimento podem ser facilmente abordados tanto numa estratégia didática baseada na resolução de problemas (FERNANDES, 2014), quanto numa abordagem apoiada na utilização das TIC's:

...as contribuições do uso de softwares computacionais no ensino de Química constituem-se numa alternativa viável na diluição das dificuldades impostas pelos três níveis de representação dos conceitos químicos: macroscópico, microscópico e simbólico. Além disso, são propiciadas inúmeras formas adicionais de representação e visualização do nível microscópico, ajudando, desse modo, a superar uma das maiores dificuldades na construção do conhecimento, que é a visualização do nível microscópico. (PAULETTI; ROSA; CATELLI, p.129, 2014.).

Pauletti et al (2014) ressaltam a importância da utilização de abordagens de ensino que envolvam os três níveis de representação da Química, apresentando duas estratégias de ensino que viabilizam a abordagem conjunta dos três níveis do conhecimento, a saber, as aulas experimentais e a utilização de softwares computacionais.

A autora enfatiza a Química como uma ciência visual, apresentando estudos (RAUPP et al, 2010) (FERREIRA et al, 2011) que demonstram expressivos benefícios quanto ao uso de softwares computacionais nas aulas de química, pelo fato de poderem *“propiciar a visualização do abstrato, por permitir resultados imediatos, por oferecer recursos visuais atraentes (por exemplo, de cor) e, por fim, pela significativa margem de interação que eles oferecem”*.

Os autores propõem a seguinte questão: como seria possível explorar os três níveis de representação, na abordagem de um fenômeno químico? Pauletti et al (2014) nos trazem um exemplo do cotidiano, a combustão do gás Butano, presente no gás de cozinha (GLP):

i- A visualização a olho nu da chama produzida pela combustão do gás propano é exemplo do **nível macroscópico** ou **fenomenológico**.

ii- O **nível simbólico** ou **representacional** pode ser representado na forma da equação química de combustão:



iii- O **nível microscópico** ou teórico pode ser representado da seguinte forma: Uma molécula de gás propano reagiu com cinco moléculas de oxigênio gasoso formando três moléculas de dióxido de carbono gasoso e quatro moléculas de água e nesse processo foi liberado calor/energia.

Dessa forma, podemos perceber que além de possível, a abordagem concomitante dos três níveis do conhecimento químico pode tornar a Química mais atraente e interessante para o aluno, pela possibilidade de trazer elementos do cotidiano, aproximando a sala de aula da realidade em que ele vive;

Essa contextualização tem grande importância, principalmente do ponto de vista da aprendizagem baseada na resolução de problemas, onde o interesse do aluno é fator primordial para o reconhecimento do problema como tal, de modo que haja assim motivação para a busca do processo de resolução do mesmo.

### 3. METODOLOGIA

#### **1º Etapa:**

#### 3.1 DELINEAMENTO METODOLÓGICO:

Este estudo classifica-se quanto à metodologia de pesquisa utilizada, como um estudo de cunho qualitativo, segundo a caracterização de Patton (1986) *apud* Alves-Mazzoti (1999), devido à sua característica “compreensiva” ou interpretativa para análise dos dados. Além disso, em alguns momentos se fará uso da abordagem quantitativa a fim de facilitar a análise dos dados.

#### 3.2 COLETA DOS DADOS DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA:

As ações utilizadas nessa etapa visam responder ao que está posto no objetivo 1 desse estudo, ou seja, Identificar na literatura quais aspectos do ensino e aprendizagem de cinética química são retratados e se na internet há hipermídias relacionadas a esta temática;

Para isso, procedeu-se de duas formas: a princípio realizou-se uma busca na internet por hipermídias no ensino de química, nesse sentido, utilizou-se palavras-chaves “Hipermídia” e “Química” no site de busca *Google*, verificando-se os resultados obtidos até a quinta página.

O segundo procedimento de pesquisa deu-se pela análise de artigos sobre cinética química nos periódicos nacionais de educação em ciências, *Qualis A* e alguns periódicos de *Qualis B1* e *B2* desde seu primeiro volume e número publicados. A escolha dos periódicos *Qualis B1* e *B2* foi realizada considerando as revistas atualizadas, isto é, com todos os volumes e números publicados até o final de 2014.

Cada estudo foi lido na íntegra buscando analisar no tocante às hipermídias o que era abordado sobre o conteúdo químico em questão. Com relação as investigações encontradas na literatura foi analisado que tipo de abordagem

didático-pedagógica era trazida nos estudos identificados. A tabela 5 mostra as revistas analisadas com o quantitativo de volumes e números publicados.

**Tabela 5.** Total de Números analisados por periódico.

<b>Periódico/Qualis</b>	<b>Volumes (quantidade)</b>	<b>Números analisados</b>
Ciência & Educação/A	17	47
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências/A	14	42
Investigações em Ensino de Ciências/A	19	57
Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências/A	15	45
Revista Acta Scientiae/B2	14	30
Experiências em Ensino de Ciências/B1	09	27
Química Nova na Escola/B1	19	48
Total	93	254

## **2º Etapa:**

### **3.3 CONTEXTO DE DESENVOLVIMENTO DA HIPERMÍDIA SOBRE CINÉTICA QUÍMICA:**

A hipermissão foi desenvolvida em parceria com o núcleo SEMENTE, Sistema para Elaboração de Materiais Educacionais com o uso de Novas Tecnologias, do Departamento de Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, que tem como objetivo a elaboração de materiais educacionais com o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação – TIC, e para isso, conta com uma estrutura física composta de computadores, Workstations, Macbook, tablets, câmeras filmadoras, televisão, impressora etc.

Participam do SEMENTE alunos de graduação e também da pós-graduação em Ensino das Ciências da UFRPE, além de professores, pós-graduados e colaboradores que desenvolvem diversos tipos de materiais educacionais de cunho tecnológico que se distribuem nos seguintes grupos:

- Podcastings (produções de áudio e vídeo sobre assuntos abordados em sala de aula; como o projeto Quimicasting, que elabora vídeos sobre assuntos de química.);
- HQuímica (produção de histórias em quadrinhos abordando assuntos de química.);
- FlexQuests (Incorporação da Teoria da Flexibilidade cognitiva ao modelo Webquest, que é uma plataforma com atividades orientadas onde a maior parte das informações ou toda vem da internet.);
- Hipermídias (Junção de textos, hipertextos, imagens, animações etc. num único projeto, sobre diversos temas fazendo a relação entre coisas cotidianas e a abordagem científica.).

Apesar da maior parte do material produzido ser da área de química, o SEMENTE não se restringe apenas a essa área da ciência. Os materiais criados no núcleo podem ser utilizados em ambientes com interações presenciais ou à distância, são também disponibilizados para acesso e downloads de forma gratuita no site <<http://www.semente.pro.br>>.

Através do núcleo, também são ofertados ocasionalmente, cursos de formação continuada aos professores da educação básica e superior, visando capacitar os docentes para o modo de utilização ideal dos recursos tecnológicos em sala de aula, além de realizar processos de consultoria às escolas tendo como objetivo, o acompanhamento de projetos de implantação de recursos de novas tecnologias no ensino das ciências, em especial da química.

### 3.4 SOBRE O PROGRAMA COMPUTACIONAL ADOBE FLASH PROFESSIONAL CS6:

A hipermídia confeccionada neste trabalho foi elaborada utilizando-se o programa computacional Adobe Flash Professional CS6, que é um software de gráfico vetorial, muito utilizado para a criação de sites, animações interativas e diversos outros materiais gráficos, que podem ser incorporados às páginas web e visualizados por computadores e notebooks com suporte ao arquivo gerado pelo software. Além disso, permite o desenvolvimento fácil e eficiente de muitas funcionalidades (SILVA JÚNIOR et al, 2014).

Gráfico vetorial é um tipo de imagem gerada a partir de parâmetros matemáticos o que lhe garante melhor definição gráfica, com menos consumo de memória, gerando projetos mais leves para executar.

A principal característica deste software, também utilizada para a criação desta hipermídia é o tipo de animação conhecido como *Motion Tween*, onde se indica a posição inicial e a posição final de um objeto gráfico no palco e na linha do tempo e o programa se encarrega de criar a interpolação quadro a quadro, onde o resultado final ao observador é a sensação de ver o objeto gráfico literalmente movendo-se.

Outro tipo de animação possível, também muito utilizada e que faz parte dessa hipermídia, é conhecido como *Shape Tween*, que se assemelha ao modo de animação *Motion Tween*, porém trabalha também a forma ou molde de um objeto. Para isso basta informar o objeto de desenho inicial e a forma que o objeto deverá ter depois, e o software se encarregará de criar a interpolação da forma por aproximação quadro a quadro.

No modo *Shape Tween* também é possível mudar a cor do desenho e a espessura do seu contorno.

Para executar o programa Adobe Flash Professional CS6 é necessário atender os seguintes requisitos mínimos do sistema no computador com sistema Windows®:

- Processador Intel® Pentium® 4 ou AMD Athlon® de 64 bits.
- Microsoft® Windows® 7 com Service Pack 1, Windows 8 ou Windows 8.1;
- 2 GB de RAM (recomendável 3 GB);
- 3,5 GB de espaço livre em disco para a instalação; é necessário espaço adicional livre durante a instalação (não é possível instalar em dispositivos de armazenamento removíveis flash);
- Resolução de 1024 x 768 (recomendável 1280 x 800);
- Java™ Runtime Environment 1.6 (incluído).
- O software QuickTime 7.6.6 é recomendado;

- Conexão com Internet de banda larga para registro e ativação do software, validação de assinaturas e acesso aos serviços online.

### 3.5 HIPERMÍDIA SOBRE CINÉTICA QUÍMICA:

Tendo em mente a proposta de um material que possa auxiliar não apenas o professor em sua prática, mas também o aluno na compreensão do conteúdo de cinética química, possibilitando a interação entre professor e aluno é que se escolheu a hipermídia como recurso tecnológico de apresentação da estratégia didática desenvolvida.

Considerando também a importância da contextualização do conteúdo didático inserido no contexto escolar a partir de situações vivenciadas pelos alunos, foi escolhido o tema prazo de validade dos alimentos, tornando possível a abordagem do conteúdo de cinética química de modo significativo para o aluno, facilitando a redução da distância entre sua mente, suas concepções prévias, e o discurso científico.

Utilizou-se como base de abordagem do tema a resolução de problemas, haja visto ser esta uma linha de pesquisa de bastante relevância na didática das ciências principalmente pelas vantagens de contribuir para o desenvolvimento não apenas de conhecimento, mas também de saberes, capacidades, atitudes e técnicas, permitindo uma abordagem dos conceitos científicos de um modo mais próximo de como a ciência avança, que é pela resolução dos problemas diversos que se apresentam.

A resolução de problemas também potencializa na hipermídia, a articulação entre alguns aspectos das concepções alternativas dos estudantes a respeito dos conceitos sobre cinética química e os níveis do conhecimento químico (teórico, representacional e fenomenológico), por meio da proposição de problemas escolares qualitativos (POZO,1998), onde aluno é levado a utilizar-se do raciocínio teórico para resolução do problema, articulando os conhecimentos que já possui com os conceitos científicos.

Apresentando então imagens, animações e simulações junto aos problemas propostos, o usuário da hipermídia terá contato com os três níveis do conhecimento químico, o que poderá facilitar a compreensão de ideias e conceitos

importantes para a cinética química, podendo minimizar assim as concepções alternativas relatadas por Çacmaçi (2010) e Martorano (2012), por exemplo:

- Com a apresentação na hipermídia de equações e gráficos além do texto, tornar-se-á mais fácil compreender a diferença entre velocidade de reação ( $\Delta[R]/\Delta t$ ) e tempo de reação ( $\Delta t$ ), evidenciando a abordagem teórica do tema;
- Por meio da simulação desenvolvida que mostra o aumento do movimento das moléculas à medida que a temperatura aumenta, enfatiza-se a importância de uma visão descontínua da matéria e do movimento das partículas na explicação das interações destas na reação química, facilitando também a abordagem e distinção entre energia cinética das moléculas e energia de ativação, numa abordagem representacional.
- Vídeos e animações inseridos na hipermídia demonstrando o mecanismo de ação e resultado da presença de catalisadores numa reação química, pode reduzir algumas concepções alternativas como por exemplo, a de que um catalisador aumenta o rendimento dos produtos ou não afeta ou não altera os mecanismos de uma reação, numa abordagem representacional e fenomenológica do tema.
- A abordagem do conteúdo de forma contextualizada com a proposta do seguinte problema chave: “Como determinar o prazo de validade dos alimentos?” Possibilitará também o debate sobre o modo de influência de cada fator determinante da velocidade de reação, com base nas informações inseridas sobre o modo de determinação do prazo de validade dos alimentos, nas imagens, textos e dos conhecimentos pré-existentes na mente do aluno, buscando assim contribuir para uma aprendizagem significativa.

Para a construção da hipermídia, tomou-se como requisito de escolha para sua estrutura de navegação, o grau de autonomia e orientação que esta deverá ter para abordagem do tema proposto.

Dessa forma, visando certo nível de liberdade do usuário para a navegação, sem, contudo, correr um risco excessivo de desorientação, aplicou-se uma estrutura mista composta pela junção da estrutura hierárquica junto a partes

lineares (ROYO, 2008) como melhor alternativa para a apresentação do conteúdo a partir da abordagem de ensino por resolução de problemas.

### 3.6 AVALIAÇÃO DA HIPERMÍDIA:

Embora não exista na literatura um método estabelecido como padrão para avaliação de hiperfídias, há vários trabalhos publicados nos quais autores utilizam uma metodologia de avaliação (FAGUNDES, 2014).

Segundo Silva e Elliot (1997 *apud* FAGUNDES, 2014), são importantes na análise de um recurso digital educacional, duas abordagens avaliativas complementares, uma voltada para o material produzido e outra voltada para o aluno.

A abordagem orientada para análise do material é feita por especialistas que avaliam a qualidade do material, fazendo uma análise crítica geralmente por meio de uma ficha avaliativa.

Na análise voltada para o aluno, é feita uma verificação dos resultados obtidos numa aplicação do material num ambiente de aprendizagem, avaliando se os objetivos propostos pelo material estão sendo alcançados.

No trabalho de Machado e Santos (2004), foi feita a avaliação para uma hiperfídia sobre Gravitação Universal, baseando-se numa ficha de avaliação validada proposta por Athayde (2000).

Neste estudo optamos pela metodologia de avaliação proposta na pesquisa de Machado e Santos (2004) e por nós adaptada e validada para análise de uma hiperfídia sobre ligações metálicas (CAVALCANTI et al, 2013). Além disso, considerando as ideias de avaliação de Silva e Elliot (*apud* FAGUNDES, 2014), nesse trabalho a hiperfídia foi avaliada por professores (*experts*), ficando a oportunidade para avaliação por alunos (novatos) para trabalhos posteriores.

O perfil dos professores (*experts*) solicitados para a avaliação da hiperfídia elaborada corresponde ao nível de aprofundamento e propriedade esperado para as respostas, críticas e sugestões ao material em análise, sendo todos pós-graduados e atuantes na área de pesquisa sobre tecnologias da informação e comunicação no ensino de ciências, sendo eles quatro (4) professores do nível superior na Universidade Federal Rural de Pernambuco, todos graduados

em Licenciatura plena em Química, dos quais um (1) possui Doutorado em Ensino de Ciências pela Universidade de São Paulo, USP, e mais de três anos de experiência em docência no nível superior; Um (1) é doutorando do Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de Pernambuco com mais de cinco (5) anos de experiência em magistério no ensino superior; e os outros dois (2) são doutorandos em Ensino das Ciências no programa de Pós-Graduação da Universidade Federal Rural de Pernambuco com mais de seis (6) anos e dois (2) anos de experiência em docência no ensino superior respectivamente.

Houve também a participação de um quinto componente no grupo de avaliação, com graduação em pedagogia e Doutorado em andamento em Ensino das Ciências na Universidade Federal Rural de Pernambuco, com experiência de um ano no magistério superior e mais de doze anos como Laboratorista no Núcleo SEMENTE - Sistema para Elaboração de Materiais Educacionais com o Uso de Novas Tecnologias, no departamento de Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

As unidades de análise para avaliação da hiperídia dividem-se em três grupos que estão descritos a seguir:

**Conteúdo da hiperídia:** 1. Está cientificamente bem fundamentado; 2. Tem validade educacional; 3. Está de acordo com o currículo para o ensino médio e superior; e 4. O propósito da hiperídia está bem estabelecido.

**Qualidade instrucional:** 5. O conteúdo é apresentado de forma lógica e clara; 6. O nível de dificuldade da hiperídia é apropriado para os usuários a que se destina; 7. Imagens, animações e cores são usadas adequadamente, tendo em vista o conteúdo instrucional; 8. O uso da hiperídia é motivador; 9. A hiperídia estimula a criatividade do estudante; 10. A hiperídia estimula o raciocínio do estudante; 11. A hiperídia facilita ao estudante a percepção das relações teórica, representacional e fenomenológica do conteúdo cinética química; 12. O vocabulário está compatível com o nível dos estudantes aos quais a hiperídia se destina; 13. A aprendizagem é generalizável para uma série de situações apropriadas; e 14. As atividades desenvolvidas na hiperídia não poderiam ser facilmente desenvolvidas mediante o emprego de outros meios instrucionais.

**Qualidade técnica:** 15. O estudante pode, fácil e independentemente, operar o programa; 16. O professor pode aplicar facilmente a hiperídia; 17. As ferramentas

para a “navegação” pela hipermídia são adequadas; e 18. A hipermídia é confiável; ou seja: apresenta poucos problema, em uso normal.

Os critérios de análise foram: *concordo muito (CM)*; *concordo (C)*; *discordo (D)*; *discordo muito (DM)*; *não se aplica (NA)*.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 IDENTIFICAÇÃO DAS HIPERMÍDIAS ENCONTRADAS QUANTO AOS CONTEÚDOS QUÍMICOS ABORDADOS:**

No tocante à pesquisa realizada no *Google*, a pesquisa revelou 153 hiperlinks, dentre elas, 79 versavam sobre assuntos de Química geral, 50 traziam conteúdos de Físico-química, 13 abordavam temas relacionados à Química orgânica e 11 trazia uma abordagem mais abrangente com o tema “Educação Ambiental”.

Apesar da considerável quantidade de hiperlinks encontradas nesta pesquisa, a maior parte delas, (136), foram encontradas em um único site, o portal LabVirt <<http://www.labvirtq.fe.usp.br/>>, ligado à Universidade de São Paulo - SP, contribuindo para esse resultado com hiperlinks sobre diversos temas relacionados à química, sendo 72 pertencentes ao leque da Química geral, 44 físico-química, 10 de Química orgânica além de 10 que receberam pelo site a classificação “Diversos” por relacionarem conteúdos que podem transitar entre as classificações.

As principais características das hiperlinks encontradas no portal LabVirt são a navegação unicamente linear, a contextualização dos assuntos apresentados, a presença de exercícios de avaliação e uma abordagem apenas de determinadas partes de um conteúdo curricular, abordando-o de forma fragmentada.

Sendo assim, apresentamos para análise nesta pesquisa apenas três (3) hiperlinks deste portal, haja visto todas possuírem a mesma estrutura de apresentação do conteúdo, foram escolhidas aquelas que estivessem ligadas ao tema cinética química, compreendendo a relevância da análise de tais hiperlinks para fins de comparação. Somadas a estas, apresentamos também a seguir, as outras 17 hiperlinks, que foram encontradas em diferentes sites por meio do *Google* para uma observação mais ampla acerca dos conteúdos contemplados e como são apresentados.

As hiperlinks encontradas encontram-se listadas a seguir:

**a. Biodiesel:**

O software hipermídia sobre produção de biodiesel foi desenvolvido em *flash*<sup>®</sup> e enfoca os conceitos e processos produtivos sob o formato final de um CD-Rom (figura 4).



Figura 4. Hipermídia – Biodiesel (MACIEL,2010).

**b. Bioquímica :**

De acordo com a autora, a hipermídia foi construída tendo os carboidratos como tema central e o cotidiano dos estudantes universitários como linha condutora.

A hipermídia (figura 5) apresenta 6 módulos divididos da seguinte forma: módulo introdutório: Carboidratos na Natureza; Módulo 2: Carboidratos no Laboratório; Módulo 3: Carboidratos na Biblioteca; Módulo 4: Carboidratos na Lanchonete; Módulo 5: Carboidratos no Teatro; Módulo 6: Carboidratos no Hospital.



Figura 5. Hipermídia - Carboidratos na Natureza (HEIDRICH, 2009).

**c. Educação Ambiental:**

Conforme o autor, o sistema hipermídia “Portal Reciclar” (figura 6) foi concebido na forma de um CD-ROM e disponibilizado na Web. Sua estrutura de navegação foi desenvolvida com base em seus cinco pontos de entrada:

a) o lixo; b) descarte; c) reutilização; d) oficinas de reciclagem; e) oficinas de reutilização; Para apoio do ensino de Ciências/Química tendo como tema transversal a educação ambiental.



Figura 6. Hipermídia - Educação Ambiental (GHISOLFI; et al, 2009).

#### d. Eletrólise:

De acordo com a descrição dos autores (figura 7), a partir do tema Eletrólise foi abordada a definição de eletrólise, sua classificação (Aquosa e Ígnea), destacando exemplos de cada uma, bem como a apresentação do que são eletrodos inertes e eletrodos ativos, com suas respectivas reações e exemplos. Na hipermídia é mostrado um vídeo simulando uma eletrólise e as aplicações no cotidiano.

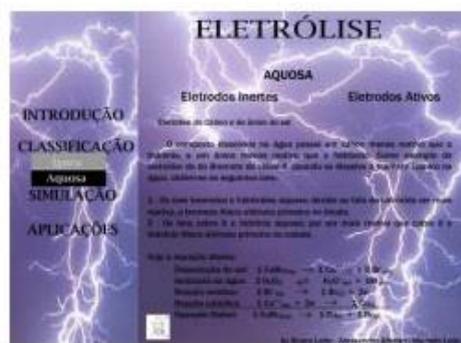


Figura 7. Hipermídia - Eletrólise (LEITE; SILVA; LEÃO, 2008).

#### e. Equilíbrio Químico:

Segundo o autor da hipermídia apresentada na figura 8, a mesma foi desenvolvida utilizando o *software Power Point* associado ao *software iSpring Free*.

A apresentação dos conteúdos considerou os elementos identificados como sendo conteúdos chave para o desenvolvimento do conhecimento sobre Equilíbrio Químico, a saber: reações químicas, reversibilidade de reações químicas, fatores que alteram o Equilíbrio Químico, aplicação e contextualização dos conceitos.

A Hipermissão da figura 9, conforme a autora, foi elaborada levando em consideração os princípios da teoria da aprendizagem significativa e contextualizada em uma temática regional visando promover: a aprendizagem sobre o tema, a conscientização ambiental e a valorização do patrimônio natural representado pelas cavernas.



Figura 1: Apresentação da Equimídi@

Figura 8. Hipermissão - Eletrólise (LEITE; SILVA; LEÃO, 2008).

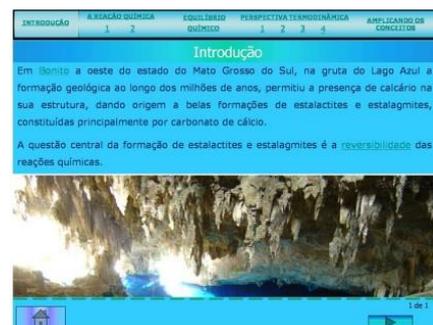


Figura 9. Hipermissão – Equilíbrio Químico (ROCHA; MELLO, 2012).

#### f. Estado físico da matéria:

A hipermissão denominada “Um Copo que ‘transpira!’” (figura 10), aborda um fenômeno comum do cotidiano para a abordagem de conceitos como calor, energia cinética e estados físicos da matéria.



Figura 10. Hipermissão – Um copo que "transpira"! (CAVALCANTI; et al, 2011)

### g. Ácido Láctico:

Por meio da integração de imagens, gráficos animados e vídeos, a hipermídia sobre o ácido láctico (figura 11) traz uma abordagem sobre a relação entre sua concentração no organismo e a fadiga muscular.



Figura 11. Hipermídia – Ácido Láctico. Fonte: <semente.pro.br>

### h. Ligação metálica:

A hipermídia (figura 12) versa sobre a teoria dos elétrons livres de Lorentz. Apresenta estruturas cristalinas que, ao serem acionadas, produzem a movimentação dos elétrons por todo o retículo cristalino, possibilitando ao professor relacionar as propriedades macroscópicas das substâncias metálicas, por exemplo, condução elétrica, condução térmica, ductibilidade e maleabilidade com aspectos teórico e representacional do conhecimento químico



Figura 12. Hipermídia – Ligações Metálicas  
(CAVALCANTI; FERNANDES; CAMPOS, 2013)

### i. Ligação Iônica:

Em síntese, esta multimídia (figura 13) foi construída tendo como proposta discutir os principais conceitos da ligação iônica.



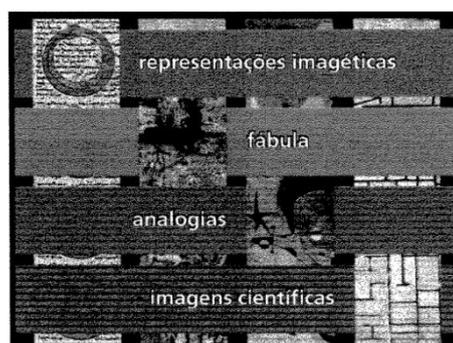
**Figura 13.** Hipermídia –Ligações Iônicas (LEÃO; SILVEIRA; SILVA, 2007)

### j. Modelos atômicos:

No sistema hipermídia da figura 14, apresenta-se de forma sistematizada, numa estrutura de navegação hierárquica, desde o modelo filosófico do átomo até o modelo matemático, bem como os experimentos realizados e teorias derivadas. A hipermídia da figura 15, produzida no formato de CD-ROM, concentra-se segundo a autora, no estudo e na criação de imagens referentes aos modelos atômicos, bem como no estabelecimento de analogias entre imagens próprias do mundo das artes e modelos científicos propostos para a explicação do universo atômico-molecular e na pesquisa da iconografia científica contemporânea gerada por aplicativos de visualização.



**Figura 14.** Hipermídia – Modelos Atômicos (MELEIRO, 1999).



**Figura 15.** Hipermídia – Modelos Atômicos. Fonte: <sementre.pro.br>

### k. Radioatividade:

Esta hipermissão (figura 16) foi elaborada em *flash MX*<sup>®</sup>, e possui duas interfaces, uma com animaões gráficas de fenômenos microscópicos e outra com simulaões de eventos microscópicos para o ensino-aprendizagem do tema Radioatividade.



**Figura 16.** Hipermissão – Radioatividade (WATANABE, 2010).

### I. Tabela Periódica:

A seguinte hipermissão (figura 17) traz uma abordagem do tema tabela periódica por meio de uma navegação não-linear apresentando os seguintes módulos: Módulo I - Rosto - Página na qual o usuário escolhe o conteúdo do elemento a qual ele está desposto a receber informações; Módulo II – Aplicaões; Módulo III – Quantidade; Módulo IV - Preparação; Módulo V – Compostos; Módulo VI – Propriedades; Módulo VII – Símbolo; Módulo VIII – Histórico; Módulo IX - Distribuição eletrônica; Módulo X - Origem do nome.



Figura 4 - Tela de apresentação

**Figura 17.** Hipermissão – Tabela Periódica (DALLACOSTA; FERNANDES; BARROS, 1998).

### m. Termoquímica:

O Sistema hipermídia intitulado “TermoQuim” (figura 18), foi desenvolvido para ambiente web baseando-se nas principais características de uma hipermídia, articulando vídeos, imagens, textos, animações, sons, simulações e links, apresentando em sua estruturação os seguintes módulos: Apresentação; Curiosidades; Calor e Temperatura; Reações exotérmicas e endotérmicas; Calorímetro; Entalpia; Atividades; Créditos e Tutoria, sendo esse último, a única parte voltada apenas para o professor.



Figura 18. Hipermídia – Termoquímica (CARDOSO, 2013).

### n. Cinética Química:

Segundo os autores da hipermídia ilustrada na figura 19 foi levado em consideração, para sua construção, aspectos característicos da Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC), onde por meio de uma estrutura de navegação em rede articula 8 telas: a) Tela principal que dá acesso a todos os conteúdos; b) Introdução; c) Fatores que influenciam a velocidade da reação; d) Condições para a ocorrência de reações; e) Complexo ativado; f) Velocidade de reação; g) Energia de ativação; h) Curiosidades.



Figura 19. Hipermídia - Cinética Química Cinética (LEÃO; SILVEIRA; SILVA, 2007).

A hipermídia da figura 20 trata o conteúdo de uma forma pedagogicamente útil em muitos tópicos introdutórios de cinética química, encontradas na maioria dos livros didáticos de graduação de química geral e de físico-química e foi organizada com 13 tópicos diferentes: a) Introdução; b) velocidade de reação; c) velocidade instantânea e média; d) leis de velocidade; e) ordem de reação; f) velocidade integrada; g) tempo de meia-vida; h) equação de Arrhenius; i) teoria das colisões; j) catálise; l) catálise homogênea; m) catálise heterogênea; n) catálise enzimática. Contudo enfatiza uma abordagem teórica não apresentando em seu interior nenhuma imagem ou representação fenomenológica.

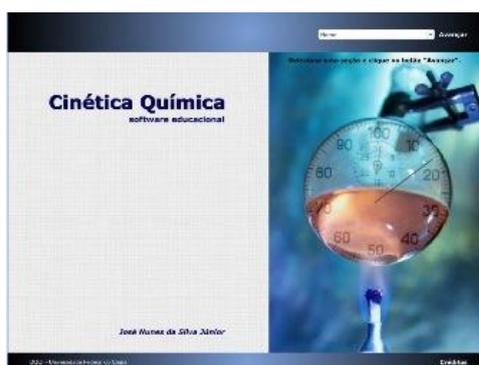


Figura 20. Hipermídia – Cinética Química (SILVA JÚNIOR; et al, 2015)

As três (3) hipermídias abaixo fazem parte do site LabVirt, a primeira aborda unicamente sobre a energia de ativação (figura 21), a segunda trata sobre fatores que alteram a velocidade de uma reação, mais especificamente sobre a ação de catalisadores (figura 22) e a terceira fala sobre a relação entre a superfície de contato e a velocidade das reações (figura 23).



Figura 21. Hipermídia sobre Energia de Ativação. (ZELLI, R.; et al. 2005a).



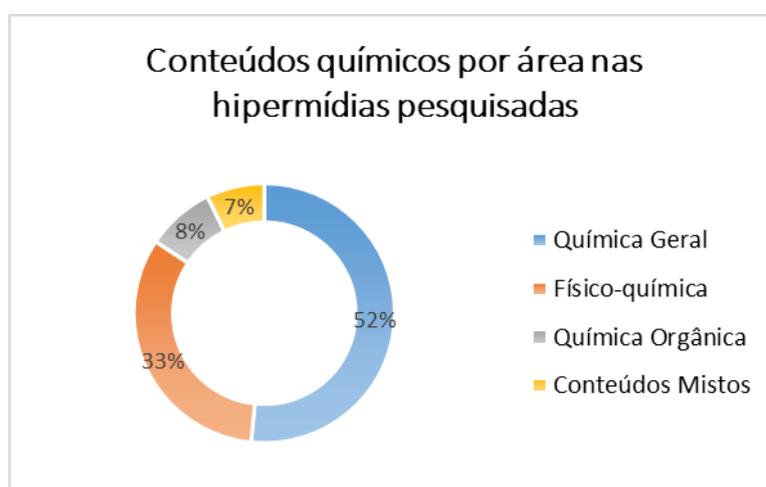
Figura 22. Hipermídia sobre superfície de contato. (ZELLI, R.; et al. 2006).



**Figura 23.** Hiperímia sobre Fatores que alteram a velocidade das reações. (ZELLI, R.; et al. 2005b).

Estas hiperímias, embora façam uma abordagem contextualizada sobre partes do conteúdo químico, elas não apresentam de forma interligada os três níveis do conhecimento químico (teórico, fenomenológico e o representacional) chegando a apresentar por vezes apenas o nível fenomenológico na discussão do conteúdo.

O resultado da pesquisa realizada na internet por meio do *Google* mostra uma diversidade de conteúdos químicos abordados que abrangem as principais áreas da química, conforme ilustrado mais detalhadamente na figura 24 abaixo, sendo as áreas de química geral e físico química as que mais se destacam na produção desses materiais, talvez pela grande quantidade de conceitos abstratos envolvidos para a compreensão dos conteúdos curriculares nestas áreas, dentre eles, o de cinética química, com diversas formas de apresentação e estruturação do conteúdo.



**Figura 24.** Conteúdos químicos por área nas hiperímias pesquisadas.

No entanto, a proposta de hiperímia sobre cinética química nesse trabalho se diferencia destes trabalhos já publicados por contemplar os três níveis

de representação do conhecimento químico, bem como considerar algumas dificuldades de aprendizagem dos estudantes sobre cinética química com base no ensino por resolução de problemas.

A pesquisa realizada nos periódicos nacionais de ensino de ciências, *Qualis A* e alguns periódicos de *Qualis B1* e *B2* mostrou que no período analisado, ou seja, desde seu primeiro volume e número publicados, a Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, *Investigações em Ensino de Ciências*, *Ensaio*, *Experiências em Ensino de Ciências* não trazem estudos relacionados com temáticas e conteúdos de cinética química. A tabela 5 mostra o número de estudos encontrados nas revistas *Ciência & Educação*, *Acta Scientiae* e *Química Nova na Escola*.

**Tabela 6.** Número de estudos relacionados à cinética química por periódico analisado.

Periódico	Volumes (quantidade)	Números analisados	Estudos encontrados
Ciência & Educação	17	47	01
Revista Acta Scientiae	14	30	01
Química Nova na Escola	19	48	20
Total	50	125	22

Uma análise da tabela 6 mostra apenas uma investigação na revista *Ciência & Educação* intitulado “A Intermediação da Noção de Probabilidade na Construção de Conceitos Relacionados À Cinética Química” (CIRINO *et al*, 2009).

Neste trabalho, Cirino *et al*, (2009) apresenta a Química como uma ciência que introduz e desenvolve uma gama de conceitos relacionados parcialmente ou mesmo totalmente com a ideia de eventos probabilísticos. Dentre esses conceitos, destaca os conceitos de colisão efetiva e complexo ativado na teoria cinética das colisões.

O autor afirma que é comum professores e materiais didáticos usarem termos como “chance” de ocorrer colisão efetiva, entre outros, diretamente relacionados às noções de probabilidade.

A pesquisa buscou investigar se os alunos de uma turma do terceiro ano do ensino médio conseguiam entender os fenômenos submicroscópicos apresentados e como o compreendiam.

Assim, conforme CIRINO *et al*, (2009) foi escolhido como tema principal a “Teoria das Colisões”, devido a sua importância para o entendimento significativo da cinética química, acreditando que sua compreensão facilita e orienta a formação de conceitos e elaboração de modelos associados à cinética.

A metodologia utilizada pelo autor consistiu na aplicação de testes e entrevistas e execução de experimentos baseados nos trabalhos de Piaget e Inhelder sobre a gênese da ideia de aleatoriedade em crianças e adolescentes, esperando assim, investigar se os alunos investigados seriam capazes de elaborar e generalizar conceitos sobre a teoria cinética das colisões, tendo como subsídio a teoria das probabilidades.

De acordo com o autor, a metodologia aplicada na pesquisa tornou possível, dentro de uma abordagem construtivista, o envolvimento dos alunos, colocando-os em estreito contato com as ideias relacionadas ao acaso e probabilidade, possibilitando assim, uma compreensão mais apropriada e significativa acerca da cinética química.

A tabela 6 também mostra apenas uma investigação na Revista *Acta Scientiae* relacionada ao ensino de cinética química, com o título: “Investigando a abordagem do tema Cinética Química nos livros didáticos dirigidos ao Ensino Médio a partir das ideias de Imre Lakatos” das autoras Martorano e Marcondes (2014).

O artigo de Martorano e Marcondes (2014), discute a forma como o conteúdo de Cinética Química é apresentado no livro didático destinado ao Ensino Médio em um recorte temporal (1929-2004) analisando ainda o desenvolvimento histórico dos conceitos químicos nesse tema.

Para isso, as autoras guiam seu estudo tendo como ponto de partida o fato de que a maioria dos livros didáticos preocupam-se com a transposição didática do conhecimento, ou seja, com a transmissão dos saberes de maneira assimilável, contudo, ainda podem apresentar uma série de prejuízos ao aprendizado significativo, pois, muitas vezes, o saber “...acaba aparecendo como sem produtor, sem origem, sem lugar, transcendente ao tempo, ( MARTORANO; MARCONDES 2014, p. 115).

Dessa maneira, para analisar a evolução histórica das ideias sobre Cinética Química, as autoras baseiam-se na metodologia de Lakatos, dos Programas de Investigação Científica. Tal abordagem, auxilia na construção de um currículo de química que desperte interesse nos alunos facilitando a compreensão

de conceitos químicos através de propostas de ensino que sejam desafiadoras e contextualizadas.

Assim, foram analisados 20 livros didáticos de Ensino Médio, quanto ao Programa de Investigação Científica, com foco em Cinética Química, com o objetivo de verificar os níveis de explicação teórica atingidos nesses livros.

Diante disso, Martorano e Marcondes (2014) constataram que os autores dos livros de Ensino Médio apresentam dificuldades de formular propostas que contribuam para a aprendizagem de uma visão microscópica, por parte dos discentes. A ênfase dada, nesse caso é ao aspecto empírico e matemático para tratamento dos conceitos de cinética química.

Logo, ao professor cabe a responsabilidade de refletir sobre sua didática de ensino, levando em consideração a importância de um planejamento que aproxime os conhecimentos que o aluno já possui com os conhecimentos científicos de cada programa de investigação para assim, minimizar as dificuldades na aprendizagem de cinética.

Dos três periódicos listados na tabela 6, destaca-se a quantidade de estudos encontrados na revista Química Nova na Escola que envolvem conceitos relacionados à cinética química. Por isso, fez-se necessário introduzir a tabela 7 mostrada a seguir. O resultado não é surpreendente uma vez que a referida revista conta com várias seções, a saber, relatos de experiência, experimentação no ensino de química, pesquisa no ensino de química, atualidades, dentre outros e está voltada para professores dos diferentes níveis de ensino, mais especificamente, ensino médio. No entanto, a leitura na íntegra dos artigos revelou um ponto importante de discussão sobre o ensino de química que é retratado em diversos estudos, alguns deles referendados aqui como os de Cakmaci (2007, 2010) e Pauletti et al (2014). Ou seja, a necessidade da abordagem de cinética química considerando os três níveis do conhecimento químico para compreensão dos estudantes.

Tabela 7. Níveis do conhecimento químico abordados em publicações da QNesc.

Título/Referência	Ano	Nível do conhecimento abordado		
		Macroscópico	Microscópico	Simbólico
Experimentos com Alumínio/ (COSTA, 2006)	2006	x		x
Método cooperativo de Aprendizagem Jigsaw no Ensino de Cinética Química (FATARELI, 2010)	2010	x	x	
Estudo da Atividade Proteolítica de Enzimas Presentes em Frutos (LIMA, 2008)	2008	x		x
Aulas Coletivas na Escola Pública: Interação entre Universidade-Escola (SILVA, 2012)	2012	x	x	
Biodiesel: Uma Alternativa de Combustível Limpo (SANTOS, 2009)	2009	x		x
Catalisando a Hidrólise da Uréia em Urina (ALMEIDA, 2008)	2008	x		x
Ensino do Conceito de Equilíbrio Químico: Uma Breve Reflexão (SABADINI, 2007)	2007		x	x
Princípio de Le Chatelier : O Que Tem Sido Apresentado em Livros Didáticos? (CANZIAN, 2010)	2010	x		x
Atividades Experimentais Simples para o Entendimento de Conceitos de Cinética Enzimática: Solanum tuberosum – Uma Alternativa Versátil (NOVAES, 20013)	2013	x		x
Contextualização do Ensino de Química em uma Escola Militar (SCAFI, 2010)	2010	x		
Contextualização do Ensino de Cinética Química (LIMA, 2000)	2000	x		
Análise Experimental da Resistência à Corrosão e da Velocidade de Corrosão: Uma Proposta Pedagógica (VAZ, 2011)	2011	x		x
A Química do tempo: Carbono-14 (FARIAS, 2002)	2002			x
Desafio Militar: Missão Dada é Missão Cumprida – Contextualização e Interdisciplinaridade na Educação	2011	x		

Química (SCAFI, 2011)				
Ideias em Movimento (BELTRAN, 1997)	1997			x
Aprendizagem de Química: reprodução de pedaços isolados de conhecimento? (JUSTI, 1997)	1997	x		
Saberes Populares Fazendo-se Saberes Escolares: Um Estudo Envolvendo a Produção Artesanal do Pão (VENQUIARUTO, 2011)	2011	x		
Reação Relógio Iodeto/Iodo (TEÓFILO, 2002)	2002	x		x
Um Estudo Sobre a Oxidação Enzimática e a Prevenção do Escurecimento de Frutas no Ensino Médio (CARVALHO, 2005)	2005	x		x

Pode-se notar na tabela 7 que a abordagem macroscópica está comumente presente na maioria dos trabalhos, seguida pela abordagem simbólica do conteúdo. Porém, poucos são os trabalhos que trazem uma abordagem do micro em cinética química, e em nenhum artigo encontrou-se uma abordagem conjunta dos três níveis do conhecimento. Por isso e em concordância com os estudos atuais do ensino de química que trazem a necessidade do professor abordar um determinado conteúdo nessa direção, a hipermídia aqui proposta traz a possibilidade do estudante navegar na hipermídia e transitar entre os três níveis do conhecimento químico.

A escolha do contexto problemático como ponto de partida presente na hipermídia elaborada nesse estudo surgiu a partir da leitura dos artigos da revista Química Nova na Escola que envolvem conteúdos de cinética química disponibilizados na tabela 7. Em particular o artigo de Silva (2012) intitulado "Aulas Coletivas na Escola Pública: Interação entre Universidade-Escola" traz um relato de experiência de uma aula coletiva realizada na disciplina Química para o Ensino Médio II envolvendo a tríade professor da universidade - licenciandos - alunos do ensino médio. Uma das etapas da metodologia envolveu a discussão com os estudantes do ensino médio sobre que temática abordar. Nesse sentido, o prazo de validade dos alimentos foi o tema preferido por eles para o estudo de conteúdos de cinética química. A aula realizada foi do tipo expositiva dialogada, com boa participação dos estudantes, no entanto, não houve a utilização de nenhum tipo de instrumento didático, ficando a aula restrita a uma discussão unicamente teórica.

Assim, consideramos a temática prazo de validade dos alimentos como um bom contexto para iniciar a hipermídia, pois há interesse dos estudantes para estudá-la conforme foi retratado no artigo de Silva (2012), traz um contexto atual de vida das pessoas, pois muitos de nós consumimos produtos alimentícios industrializados e realizamos ações no sentido de evitar o apodrecimento de alimentos, como, por exemplo, a utilização de refrigeração, e vários conteúdos de cinética química podem ser articulados a essa temática, como, reações químicas, velocidade das reações químicas, fatores que afetam a velocidade das reações químicas, dentre outros.

#### 4.2 SOBRE A HIPERMÍDIA PRODUZIDA:

Após seguir as etapas de pesquisas e construção descritas na metodologia, obteve-se como resultado a versão *beta* da estratégia didática hipermídia, trazendo na tela inicial (figura 25) o título: “PRAZO DE VALIDADE DOS ALIMENTOS: Estudando a Cinética Química”, onde ao lado é possível ter acesso ao conteúdo instrucional por meio de botões com formatação não-estática que formam um *menu inicial* fazendo *links* com cada tópico do conteúdo inserido, dando certo grau de liberdade ao usuário para ir direto à parte do conteúdo que mais lhe interessar naquele momento, devido à estrutura mista hierárquica pré-definida.



**Figura 25.** Tela inicial da hipermídia.

##### 4.2.1 A Introdução:

A introdução da hipermídia inicia com uma pequena animação (figura 26) com vinte segundos de duração, toda desenvolvida no *Adobe flash CS6*, trazendo

um diálogo entre dois personagens conhecidos no ambiente da internet com um fundo cômico sobre a temática do prazo de validade dos alimentos, visando atrair o interesse do usuário para o conteúdo e propiciar o debate e aguçar a curiosidade dos estudantes sobre o tema.



Figura 26. Introdução - diálogo.

A partir do início de cada tópico do conteúdo, a navegação na hipermídia passa a ser linear por meio de botões nas margens inferiores direita e esquerda, com o objetivo de facilitar a construção dos conceitos e evitar a confusão de ideias que um modelo de navegação mais complexo poderia trazer nesse momento segundo Padovani & Moura (2008) (*apud* GOLLFETO e GONÇALVES, 2010), tendo em vista que o foco do material é uma abordagem baseada na resolução de problemas que são apresentados à medida em que se avança no conteúdo (figuras 27 e 28), onde busca-se por meio das informações apresentadas e do conhecimento prévio dos usuários estimular a construção dos conceitos e ideias necessárias à compreensão do conteúdo de cinética química.

Contudo, é possível também a cada momento retornar à página inicial por meio do botão “Início” localizado à margem superior direita de cada tela, e assim ter acesso às outras partes do conteúdo pelos botões do menu inicial.

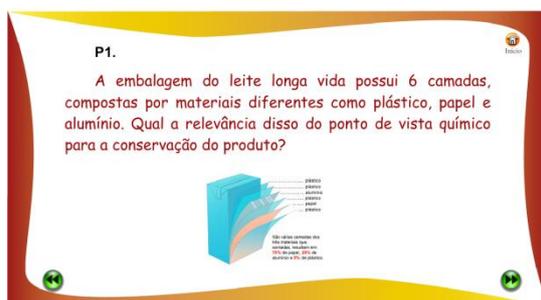


Figura 27. Introdução - Problema 1.



Figura 28. Introdução - Problema 2.

Ainda na introdução, é lançada a problematização inicial da hipermissão que poderá ser esplanada pelo professor com o auxílio da mesma que é a pergunta: “Como determinar o prazo de validade dos alimentos?” Conforme pode ser visto na imagem da figura 29 abaixo:

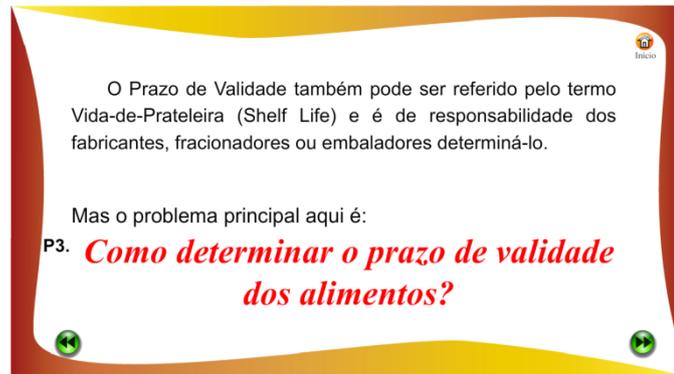


Figura 29. Introdução - Problema 3.

Nesse ponto, é importante lembrar que Lopes (1994) destaca a necessidade do ensino ser realizado a partir de um contexto apropriado no qual os problemas surjam com naturalidade para os alunos. Os problemas que surgem a partir da exploração e discussão de situações físicas trazidas do meio podem criar condições para que os problemas sejam apropriados pelos alunos, pois eles podem considerá-los como importantes para sua aprendizagem. Nesse sentido, a formulação de problemas relevantes e interessantes para os alunos podem surgir de diferentes contextos, tendo como base ocorrências naturais ou tecnológicas. Sob essas perspectiva o problema inicial da hipermissão tem como base uma ocorrência do cotidiano que envolve o prazo de validade dos alimentos. Alunos, professores e pessoas de uma forma geral costumeiramente estão fazendo uso de produtos alimentícios industrializados que têm um tempo definido para consumo. Por isso, a exploração e discussão do problema em questão pode ser instigante para os estudantes.

Seguindo-se então a orientação proposta na hipermissão, o usuário será levado às telas com informações sobre os processos e testes realizados para a determinação do prazo de validade dos alimentos (figura 30), onde informações complementares ou secundárias poderão ser acessadas na forma de *pop-ups* (figura 31) por meio dos links presentes no hipertexto, que estarão destacados na cor azul conforme pode-se observar nas imagens abaixo:

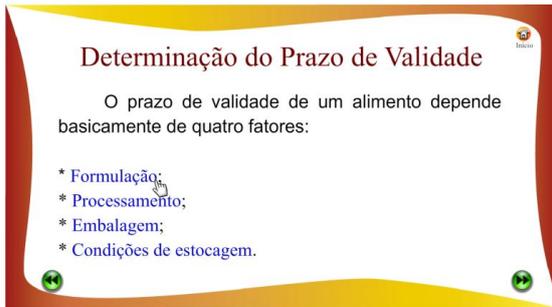


Figura 30. Introdução – Links.

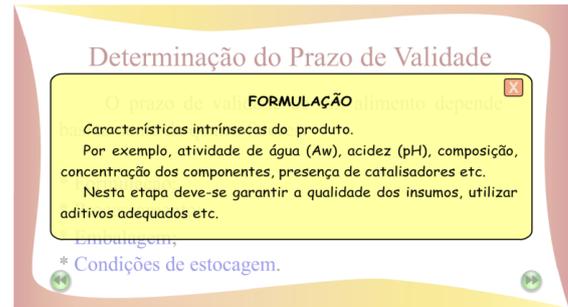


Figura 31. Introdução – Pop-up.

Ao final da introdução, tendo sido apresentado o principal algoritmo utilizado para a determinação dos prazos de validade para os diversos tipos de alimentos, segundo a literatura publicada, bem como, de forma implícita as primeiras relações entre tais métodos e a cinética química, seguindo o modo de navegação proposto, o usuário será levado ao segundo subtítulo que será apresentado a seguir.

#### 4.2.2 Fatores que Alteram a velocidade das reações:

A partir desta tela (figura 32), o usuário será apresentado aos fatores que alteram a velocidade das reações e também terá a possibilidade de escolher fatores que deseja explorar por meio dos links disponibilizados no texto.

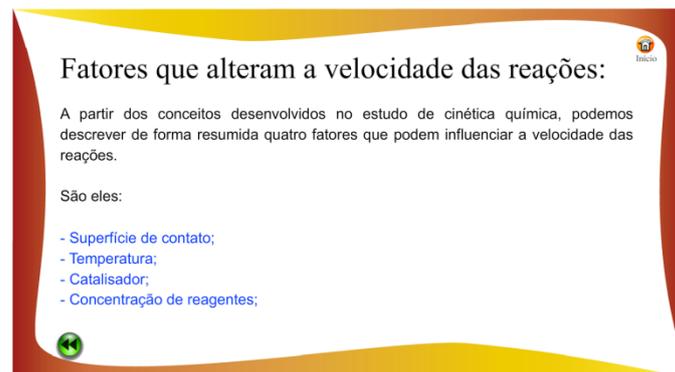


Figura 32. Fatores que alteram a velocidade.

Seguindo pela ordem em que aparece, o primeiro fator, a superfície de contato, é apresentado de forma contextualizada (figura 33) junto a uma pergunta sobre qual forma de adoçante se dissolveria mais rapidamente numa bebida, em cubos ou em raspas, havendo também um vídeo produzido durante a construção desse material demonstrando a diferença de velocidade com que ambas as formas

se dissolvem, apresentando nesta tela a influência da superfície de contato no nível fenomenológico e a explicação teórica do ocorrido na tela seguinte (figura 34) ao clicar para avançar no botão de navegação.

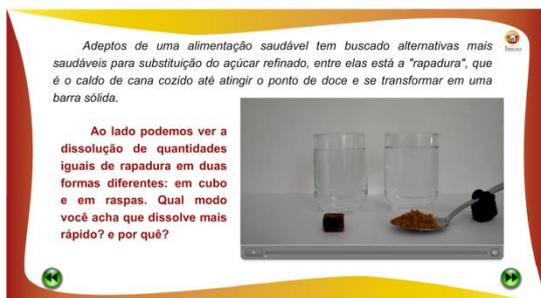


Figura 33. Superfície de contato - vídeo.

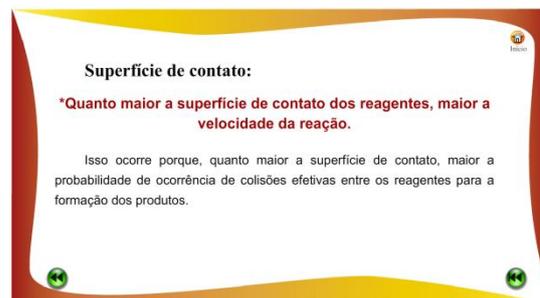


Figura 34. Superfície de contato - conceito.

O fator descrito no segundo link é a temperatura, com uma tela onde o usuário se deparará primeiramente com uma questão e uma simulação animada (figura 35), desenvolvida no *flash*, que fornece os dados necessários para sua resolução que é a dedução da Regra de *Van't Hoff*, buscando assim estimular o raciocínio e a compreensão da ação da temperatura sobre as partículas dos compostos por meio da visualização da velocidade em que as partículas dos reagentes se movem em diferentes temperaturas e como isso influencia na formação dos produtos, com uma abordagem neste momento em nível teórico ou microscópico.

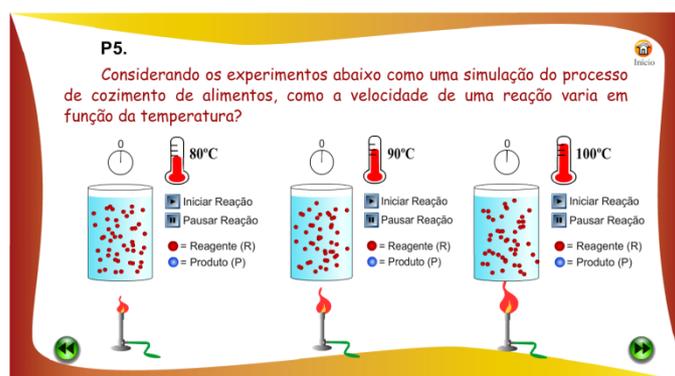


Figura 35. Temperatura - Problema 5.

Nas telas seguintes, de acordo com a proposta de navegação, apresenta-se uma explanação teórica sobre a relação da temperatura com a lei de velocidade, bem como a representação simbólica da relação entre a constante de velocidade e a temperatura, por meio da apresentação da equação de Arrhenius como é possível ver nas figuras 36 e 37:

**Efeito da Temperatura**

**Regra de Van't Hoff**

A velocidade de uma reação também depende da temperatura.  
*Um aumento de 10°C na temperatura normal dobra, em geral, a velocidade de reação de espécies orgânicas em solução.* É por isso que cozinhamos os alimentos.

A dependência das velocidades de reação com a temperatura está na constante de velocidade.

De acordo com a lei de velocidade a única coisa que poderia afetar a velocidade além da concentração dos reagentes é a própria constante da velocidade.

Figura 36. Temperatura - conceito 1.

**Efeito da Temperatura**

Ao final do séc. XIX, o químico sueco Svante Arrhenius descobriu que o gráfico do logaritmo da constante de velocidade contra o inverso da temperatura absoluta é uma linha reta, e com um desenvolvimento matemático chegou à seguinte equação empírica, conhecida como **equação de Arrhenius**:

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT}$$

Essa equação define a relação logarítmica entre a constante de velocidade e a temperatura.

Figura 37. Temperatura - conceito 2.

O próximo fator apresentado na lista é a presença de catalisadores (figura 38), onde de modo sucinto foi feita uma descrição teórica da forma pela qual eles atuam, trazendo também uma representação gráfica da relação dos catalisadores com a energia de ativação e também links para informações sobre catálise homogênea e heterogênea (figuras 39 e 40), abordando os níveis teóricos, fenomenológicos e representacionais por meio de vídeo, equação e simulação animada.

**Catalisador:**

Trata-se de uma substância que aumenta a velocidade sem ser consumida na reação. Um catalisador acelera uma reação fornecendo um caminho alternativo - um mecanismo de reação diferente - entre reagentes e produtos. Esse novo caminho tem energia de ativação menor, mais baixa do que o caminho original.

As reações que ocorrem na presença de catalisadores são chamadas de **catálises**, que podem ser de dois tipos:

- Catálise homogênea;
- Catálise heterogênea;

Mostrar o Gráfico

Figura 38. Catalisadores.

**Catalisador:**

**Catálise homogênea**

Nesse tipo de reação, os reagentes e o catalisador formam um sistema monofásico, ou homogêneo.

Observe no vídeo ao lado a ação do íon  $\text{Co}^{2+}$  como catalisador da seguinte reação:

$$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{Co}^{2+}} \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$

e note como ele continua presente mesmo após a formação dos produtos.

Figura 39. Catálise homogênea.

**Catalisador:**

**Catálise Heterogênea**

Nesse tipo de reação, os reagentes e o catalisador formam um sistema com mais de uma fase.

Ao lado temos um exemplo de como ocorre uma reação heterogênea que é a redução catalítica de alcenos na presença de Pd, Pt ou Rh.

Iniciar

Pausar

Homogêneo

Carbono

Platina

Figura 40. Catálise heterogênea.

O link “concentração de reagentes” traz inicialmente uma tela (figura 41) com um vídeo que mostra o escurecimento de uma maçã partida à medida em que o tempo passa e indagações a respeito de como o usuário descreveria quimicamente

o que está acontecendo com a fruta e se há algo que possa impedir ou retardar tal acontecimento, sendo esse um fenômeno comum espera-se com isso, estimular o raciocínio a partir de seus conhecimentos prévios para a resolução dos problemas apresentados, seguindo a ideia proposta pela hiperídia de uma aprendizagem baseada na resolução de problemas.

Seguindo pelas setas de navegação linear o usuário será levado às imagens de outro experimento (figuras 42 e 43), onde se faz a comparação entre o progresso da reação de oxidação de uma maçã nas condições normais de temperatura e pressão, mas uma banda exposta ao oxigênio atmosférico enquanto a outra foi isolada por um filme de PVC, demonstrando assim a influência da concentração de reagentes nas reações químicas, apresentando também uma explicação teórica e a equação que representa o processo de oxidação dos alimentos.

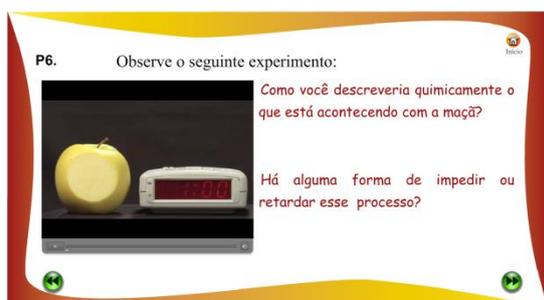


Figura 41. Concentração do Reagente - vídeo.

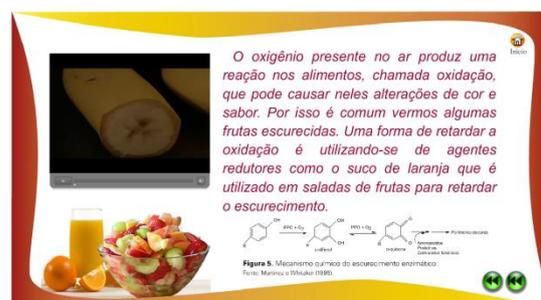


Figura 42. Concentração do Reagente - imagens.



Figura 43. Concentração do Reagente - conceito.

### 4.2.3 Cinética Química:

Por meio do botão “Cinética” no menu da tela inicial, o usuário será levado ao embasamento teórico do conteúdo de cinética química (figura 44), onde por meio das equações, gráficos e de uma simulação animada em *flash* (figuras 45 e 46), buscou-se associar os níveis teóricos e representacionais do conteúdo, com o intuito de enfatizar neste ponto a natureza corpuscular da matéria, para uma compreensão significativa dos termos “velocidade de desaparecimento” dos reagentes e “velocidade de formação” dos produtos, essenciais para os conceitos de velocidade média e velocidade instantânea de reação.

Dessa forma, espera-se assim colaborar para que o usuário tenha uma melhor aproximação do conceito formal.

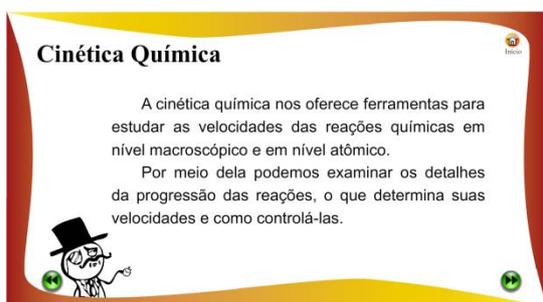


Figura 44. Cinética 1.

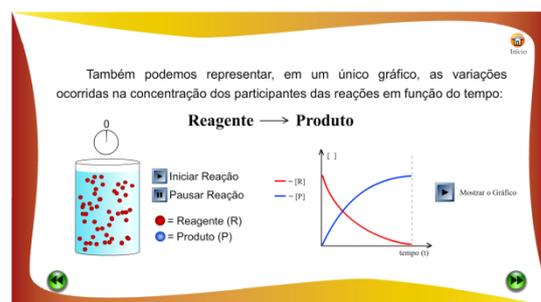


Figura 45. Cinética 2.

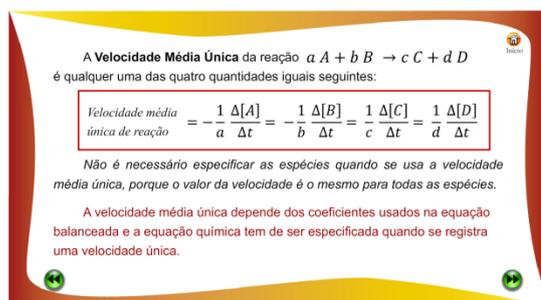


Figura 46. Cinética 3.

### 4.2.4 Teoria das Colisões:

De forma semelhante ao subtópico anterior, por meio do botão “Teoria das Colisões” no menu inicial, o usuário da hipermídia encontrará, fundamentos

teóricos, imagens e simulações acerca do modo como as moléculas se movimentam e colidem umas com as outras (figura 47), apontando também, para os três aspectos de uma colisão bem-sucedida: Frequência de colisão, Exigência de energia mínima e o Fator Estérico, conforme pode ser visto nas figuras 48 a 51.

Todas as simulações animadas foram desenvolvidas no *Adobe Flash CS6*.

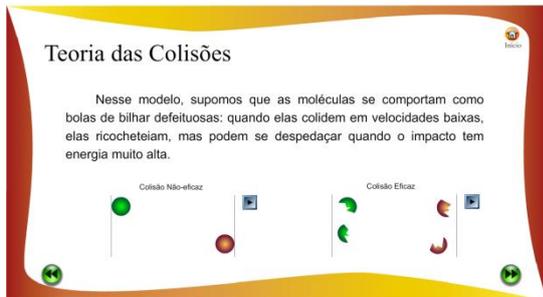


Figura 47. Teoria das Colisões - conceito.

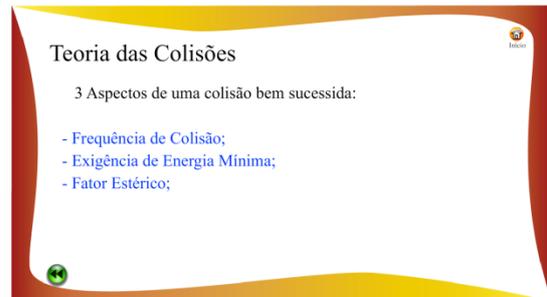


Figura 48. Teoria das Colisões - links.

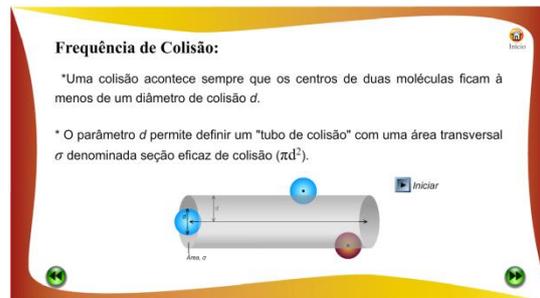


Figura 49. Teoria das Colisões - frequência.

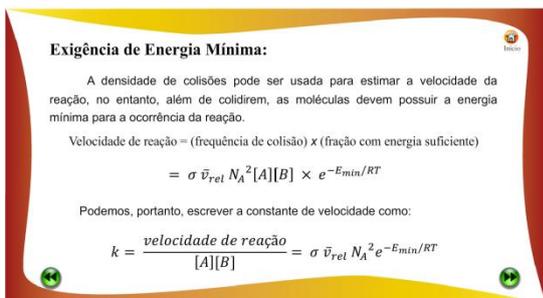


Figura 50. Teoria das Colisões -Energia.

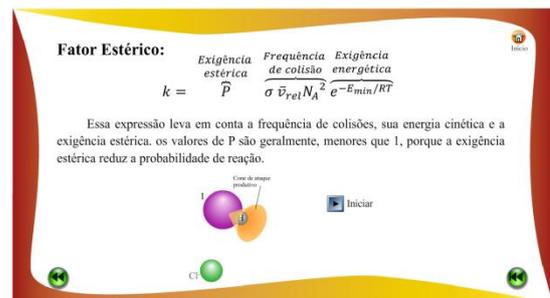


Figura 51. Teoria das Colisões – Fator estérico.

#### 4.2.5 Complexo ativado:

Buscando trazer um embasamento teórico da literatura sem contudo apenas reproduzi-la em meio digital de modo estático é que foi desenvolvida uma animação para a imagem de simulação já existente na literatura (figura 52), enfatizando o caráter dinâmico das moléculas, cuja compreensão é necessária para o entendimento da teoria do complexo ativado, visto que, segundo essa teoria, uma reação só ocorre se duas moléculas adquirirem energia suficiente, talvez do solvente ao seu redor, para assim formar um complexo ativado e atravessar uma barreira energética.

Desse modo, mais uma vez trazemos uma interação entre os níveis do conhecimento químico ao apresentarmos ao usuário além da teoria conceitual, a visualização do comportamento das moléculas pela simulação animada e o gráfico da variação da energia potencial durante o progresso da reação, de acordo com a imagem abaixo:

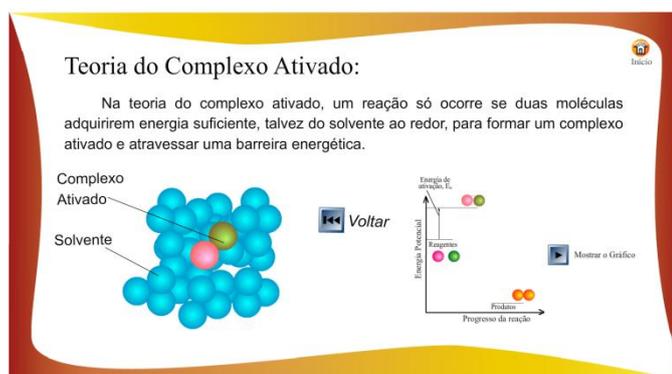


Figura 52. Complexo Ativado.

#### 4.2.6 Lei de velocidade:

Neste tópico (figura 53), é apresentado de forma concisa os conceitos de Ordem de reação, Leis de velocidades integradas e Meia-vida de Reações de primeira ordem, bem como, as devidas equações de definição de cada um destes.

**Leis de Velocidade**

A **lei de velocidade** para uma reação química é uma expressão que descreve como a *velocidade da reação* é proporcional à concentração das espécies envolvidas em qualquer momento da reação.

Para uma reação genérica envolvendo os reagentes **A** e **B**, a fórmula geral da lei de velocidade é dada por:

$$v = k[A]^n \cdot [B]^m$$

**k = constante de velocidade** - específica da reação e varia com a temperatura;

**Figura 53.** Leis de velocidade.

Dessa forma, concluiu-se a primeira versão da hipermídia para o ensino de cinética química, trazendo a temática sobre prazo de validade dos alimentos como modo de contextualizar o conteúdo, também seguindo as orientações de um modelo de ensino pautado na resolução de problemas, levando-se em conta os conhecimentos prévios dos alunos articulando os três níveis do conhecimento químico já apresentados, configurando-se assim num material original que sendo bem avaliado poderá contribuir significativamente na prática docente para o ensino-aprendizagem de cinética química.

#### 4.3 AVALIAÇÃO DA HIPERMÍDIA:

Para a realização da avaliação da hipermídia, utilizou-se as unidades de análise descritas no capítulo anterior, tendo sido escolhido como grupo de avaliação: professores, doutorandos e doutores, ligados à área de pesquisa das tecnologias da informação e comunicação no ensino de ciências na Universidade Federal Rural de Pernambuco.

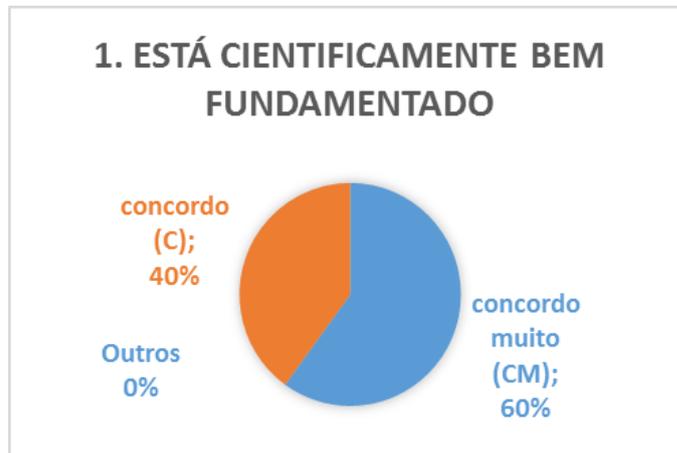
Cinco (5) professores foram solicitados e responderam o questionário de avaliação da hipermídia com suas impressões sobre o material, dando subsídio para as informações apresentadas a seguir, de acordo com a ordem de cada unidade análise pesquisada.

##### *4.3.1 Avaliação do Conteúdo da Hipermídia:*

- i) Sobre o fundamento científico do material;

Segundo as repostas de avaliação a esse item, a hiperímia produzida está bem fundamentada, tendo alcançado por unanimidade uma avaliação positiva nesse quesito, tendo 40% dos avaliadores definido sua resposta como “*concordo (C)*” e 60% como “*concordo muito (CM)*”, conforme pode ser verificado no gráfico abaixo:

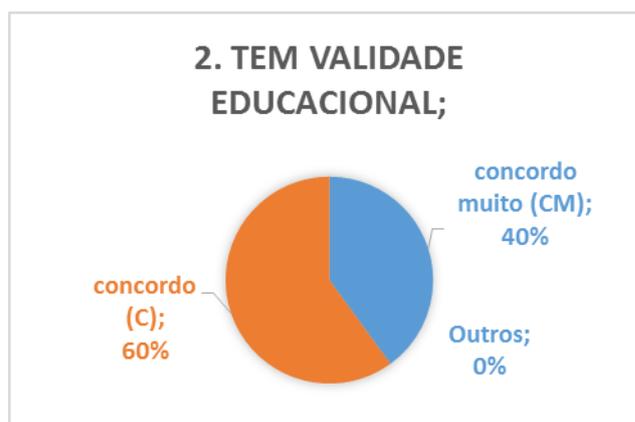
**Quadro 6.** Questão de avaliação 1.



ii) Sobre a validade educacional;

A hiperímia produzida possui validade educacional de acordo com o resultado da avaliação, que foi bastante positiva com 60% dos avaliadores definido sua resposta como “*concordo (C)*” e 40% como “*concordo muito (CM)*”, conforme mostrado abaixo:

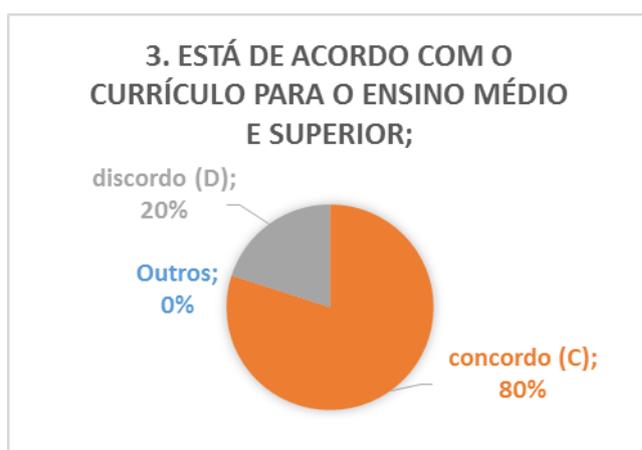
**Quadro 7.** Questão de avaliação 2.



iii) Sobre estar de acordo com o currículo para o ensino médio e superior;

Pode-se classificar o material como estando de acordo com o currículo para o ensino médio e superior, de acordo com a opinião majoritária dos avaliadores, embora, uma parte tenha discordado obtendo-se uma avaliação com 80% dos avaliadores marcando a opção “*concordo (C)*” e 20% marcando a opção “*discordo (D)*”, conforme gráfico da figura abaixo:

Quadro 8. Questão de avaliação 3.



Quanto à justificativa para a discordância, houve o seguinte argumento na opção de críticas e sugestões do questionário:

**Avaliador A:** “*Acredito que a hipermídia não se destina ao ensino médio, apenas ao ensino superior porque apresenta um aprofundamento teórico bastante denso (por exemplo, derivadas).*”

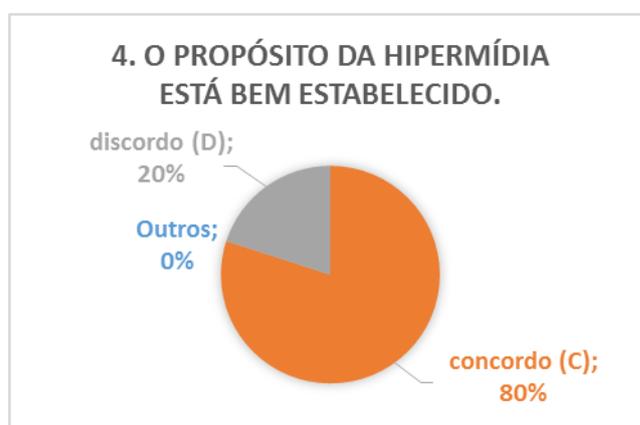
Tendo o material sido idealizado para que atendesse tanto ao nível médio do ensino básico quanto ao ensino superior, é justificável o aprofundamento em determinados pontos nos níveis representacionais, contudo, entendendo o material como uma estratégia didática que poderá servir de base aos professores para o ensino de cinética química, fica então sujeita à opção destes a apresentação e aprofundamento de determinadas partes, não sendo necessária a aplicação completa do material produzido.

iv) Sobre o propósito da hipermídia;

Sobre o propósito da hipermídia, a maioria dos avaliadores concordam que está bem estabelecido, chegando a 80% os que marcaram a opção “concordo (C)” para esta afirmação segundo o gráfico do quadro 9.

Quanto aos 20% que optaram pela opção “discordo (D)”, a justificativa dada foi a falta de uma relação mais direta dos problemas apresentados na Introdução com as explicações apresentadas nos outros pontos da hipermídia, especialmente os tópicos que têm um nível teórico mais elevado.

**Quadro 9.** Questão de avaliação 4.



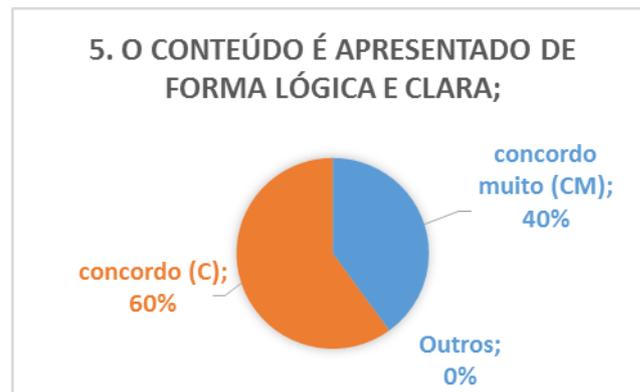
De modo geral, a avaliação deste bloco do questionário, referente ao conteúdo da hipermídia foi bastante positiva, logo se constitui um material com potencial de uso para o ensino e aprendizagem de cinética química em diferentes níveis de ensino.

#### 4.3.2 Avaliação da Qualidade Instrucional:

v) Sobre a forma de apresentação do conteúdo;

Quanto à afirmação no questionário “O conteúdo é apresentado de forma lógica e clara; ” a avaliação foi extremamente positiva tendo recebido 60% das respostas como “concordo (C)” e 40% como “concordo muito (CM)” de acordo do o gráfico seguinte:

**Quadro 10.** Questão de avaliação 5.

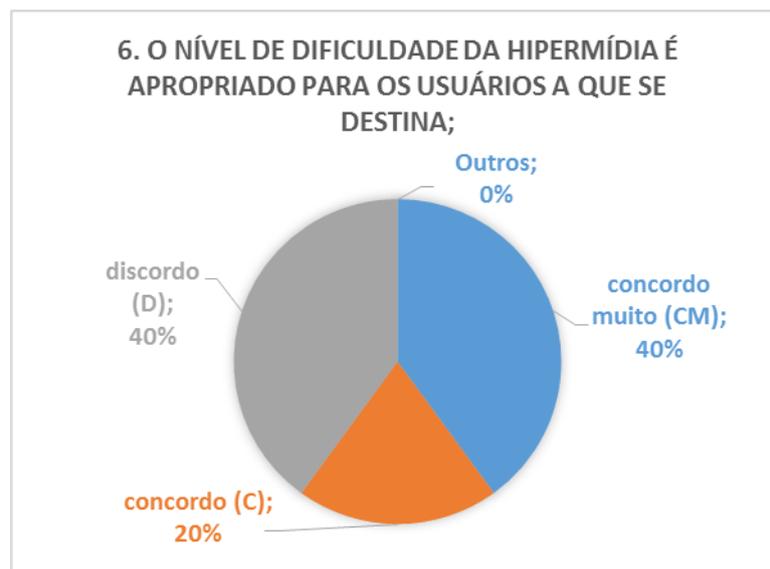


vi) Sobre o nível de dificuldade da hipermídia;

Ao avaliarem se o nível de dificuldade da hipermídia é apropriado para os usuários a que se destina, a maior parte (quadro 11) esteve de acordo com 40% respondendo “concordo muito (CM)” e 20% respondendo “concordo (C)”. Os outros 40% relataram discordar, havendo sido registrado apenas a seguinte justificativa:

**Avaliador B:** “Seria interessante fazer com que os itens da página inicial sejam ligados (em sua maioria) entre os demais itens, existem algumas relações que são observadas na hipermídia, porém acredito que há possibilidade de mais relações.”

**Quadro 11.** Questão de avaliação 6.



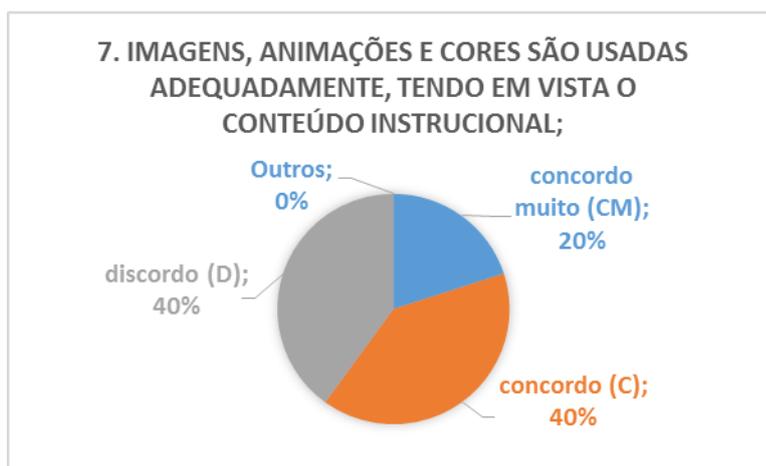
vii) Utilização adequada de imagens, animações e cores visando o conteúdo instrucional;

Sobre a adequada utilização dos meios visuais na hipermídia elaborada, a avaliação foi positiva pela maior parte dos avaliadores (figura 62), com 20% deles definindo sua resposta como “*concordo muito (CM)*” e 40% como “*concordo (C)*”. Os que discordaram somaram 40% deixando as seguintes críticas e sugestões:

**Avaliador C:** “*A hipermídia deveria trabalhar mais as questões multimidiáticas no sentido de explorar mais os conteúdos teóricos, representacionais e fenomenológicas na Cinética Química.*”

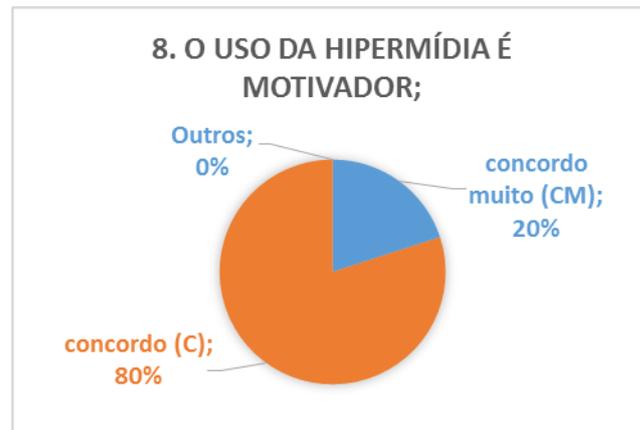
**Avaliador D:** “*Acréscimo de imagens no Menu: Cinética; Teste de Estabilidade e Lei da Velocidade (ou diminuir a quantidade de informações textuais neste ponto, pois as descrições são amplas e podem parecer com as do livro texto, o que pode tornar a leitura ‘chata ou cansativa’, visto que a diferença seria o recurso que apresenta as descrições (livro ou hipermídia).*”

Quadro 12. Questão de avaliação 7.



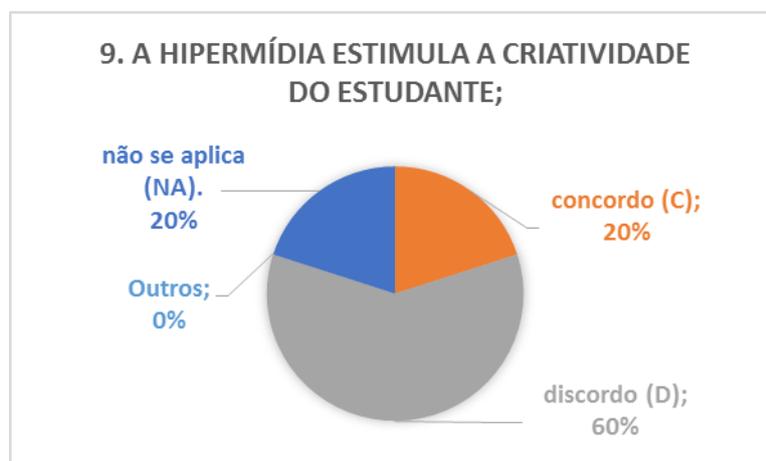
viii) O uso é motivador;

Ao avaliarem se o uso da hipermídia é motivador o resultado foi extremamente positivo sendo 80% os que marcaram a opção “*concordo (C)*” para esta afirmação e os outros 20% marcando a opção “*concordo muito (CM)*”, como pode ser visto abaixo:

**Quadro 13.** Questão de avaliação 8.

ix) Sobre o estímulo da criatividade;

A avaliação do material neste quesito foi majoritariamente negativa, com 60% dos avaliadores marcando a opção “*discordo (D)*” para a afirmativa: A hipermídia estimula a criatividade do estudante. Dentre os outros, 20% marcou a opção “*concordo (C)*” e 20% marcou a opção “*não se aplica (NA)*”, como se vê abaixo:

**Quadro 14.** Questão de avaliação 9.

Dentre as críticas e sugestões feitas destacam-se:

**Avaliador C:** “*Sugiro que outras formas de mídia sejam inseridas na hipermídia, como mais vídeos, mais simulações, mais experimentos virtuais, onde o usuário possa entrar dados e verificar resultados, de forma mais interativa.*”

**Avaliador B:** “A hipermídia no apresenta nenhum áudio, talvez seria interessante, a inserção em alguns pontos (principalmente nos videos).”

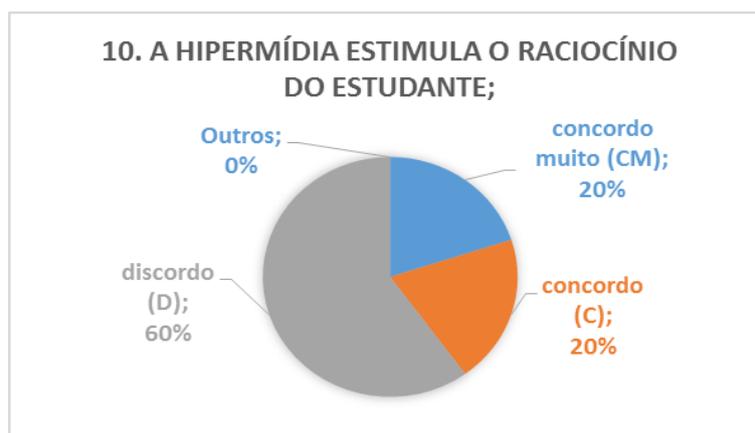
Acreditamos que tal resultado se deu pela expectativa criada devido às inúmeras possibilidades que as TIC's propiciam de interações com o usuário e que não puderam ser adicionadas à versão atual do material mas poderão ser inseridas numa versão posterior, contudo, também defendemos a ideia de que material algum produzido estimula a criatividade por si só, antes, a estratégia de aplicação elaborada pelo professor é que tem papel fundamental nesta questão.

x) Sobre o estímulo do raciocínio;

Semelhante ao resultado do item anterior, a avaliação do material neste quesito também foi negativa (figura 65) diante da afirmativa: “ A hipermídia estimula o raciocínio do estudante.”, com 60% dos avaliadores marcando a opção “*discordo (D)*”, entretanto, 20% marcou a opção “*concordo muito (CM)*” e 20% marcou a opção “*concordo (C)*”.

Dessa forma, pode-se crer que a avaliação negativa tenha relação com o resultado do item anterior quanto à falta de interatividade, por outro lado, pode-se apontar a própria abordagem de ensino por resolução de problemas, inserida na hipermídia, como um fator de estímulo ao raciocínio, assim como a estratégia de aplicação desenvolvida pelo professor deverá ser traçada de modo a potencializar tal estímulo.

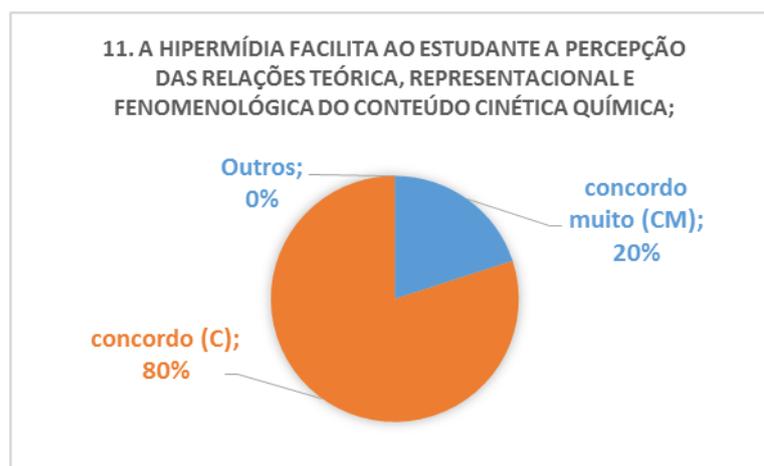
**Quadro 15.** Questão de avaliação 10.



xi) A hiperfórmula facilita ao estudante a percepção das relações teórica, representacional e fenomenológica do conteúdo cinética química;

Neste ponto, a hiperfórmula recebeu uma avaliação positiva por unanimidade, com 80% dos avaliadores marcando a opção “*concordo (C)*” e 20% marcando a opção “*concordo muito (CM)*”, conforme o gráfico do quadro abaixo:

**Quadro 16.** Questão de avaliação 11.



Essa avaliação enfatiza o recurso didático hiperfórmula como uma boa forma de relacionar os três níveis do conhecimento químico numa abordagem de ensino.

xii) Sobre o vocabulário utilizado;

Diante da afirmação: “O vocabulário está compatível com o nível dos estudantes aos quais a hiperfórmula se destina”, 20% deles definiram sua resposta como “*concordo muito (CM)*” e 60% como “*concordo (C)*”, configurando uma avaliação bastante positiva conforme o quadro 17 mostra.

O número de discordância foi 20% deixando a seguinte crítica e sugestão:

**Avaliador A:** “Se for aplicada no ensino médio, sugiro colocar uma descrição na palavra “*organoléptico*”.

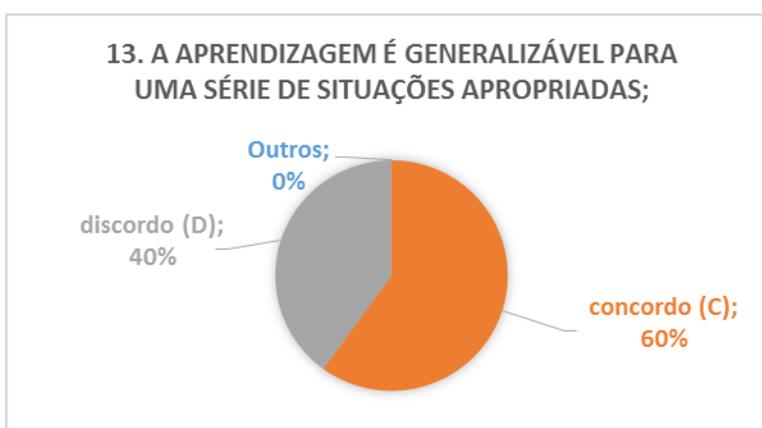
**Quadro 17.** Questão de avaliação 12.

xiii) A aprendizagem é generalizável para uma série de situações apropriadas;

Nesse aspecto, o resultado foi em sua maioria positivo (figura 68), com 60% dos avaliadores optando pela opção “concordo (C)”, enquanto 40% relataram a opção “discordo (D)”.

Embora a hipermissão tenha sido elaborada com o intuito de auxiliar o usuário no ensino-aprendizagem do conteúdo de cinética, nada impede a sua utilização para outros fins com sua aplicação total ou parcial a depender da estratégia elaborada pelo professor, como por exemplo, uma introdução ao conteúdo de equilíbrio químico, de modo que concordamos que ela é generalizável para uma série de situações apropriadas;

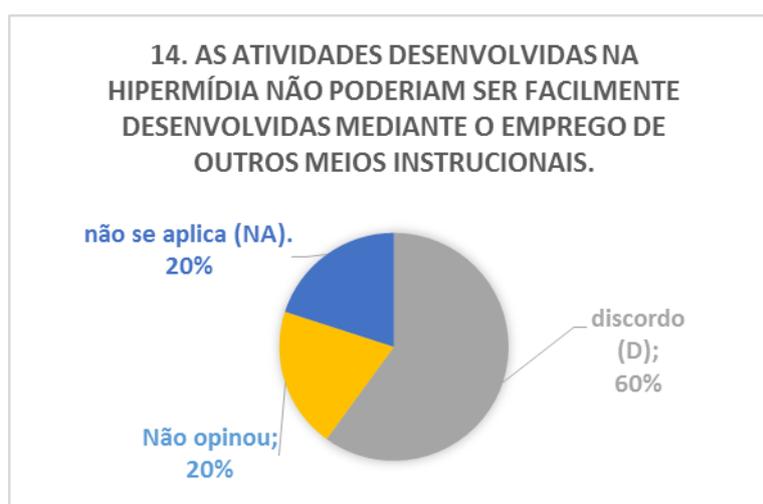
Nenhuma crítica ou sugestão foi deixada para esta avaliação neste ponto.

**Quadro 18.** Questão de avaliação 13.

xiv) As atividades desenvolvidas na hipermídia não poderiam ser facilmente desenvolvidas mediante o emprego de outros meios instrucionais;

A avaliação neste tópico obteve os seguintes resultados: 60% discordaram de tal afirmação; 20% acredita que tal afirmação não se aplica à hipermídia e os outros 20% configurou-se como não opinante, deixando a resposta em branco como pode ser visto no gráfico do quadro 19:

**Quadro 19.** Questão de avaliação 14.



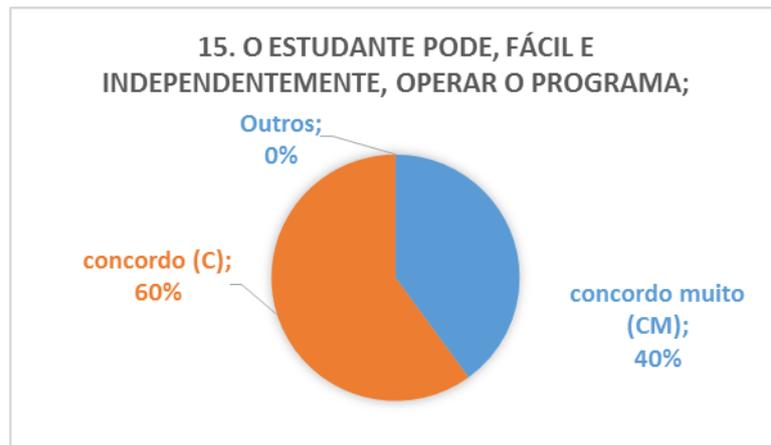
Embora a hipermídia elaborada traga uma proposta inovadora para o ensino de cinética química, pela inserção da abordagem de ensino por resolução de problemas em sua formulação, tornando-se assim um material inédito na literatura, isso não implica que tal abordagem não possa ser aplicada por outros mecanismos de veiculação da informação. Contudo, escolhemos a hipermídia como meio instrucional, pelas vantagens já apresentadas anteriormente, dentre as quais, a possibilidade de associar de modo rápido e prático diversos tipos de mídia e o estímulo à autonomia e tomada de decisões por meio da interatividade intrínseca da hipermídia, desse modo, embora respeitemos as respostas dadas, discordamos do resultado da avaliação neste item, tendo em vista principalmente a facilidade que tal meio instrucional nos proporciona de apresentar de modo conjunto os três níveis do conhecimento químico.

#### 4.3.3 Qualidade técnica:

xv) O estudante pode, fácil e independentemente, operar o programa;

Sobre a facilidade de operar o programa de forma prática e independente, a avaliação foi totalmente positiva onde 60% dos avaliadores marcaram suas respostas como “concordo (C)” e 40% como “concordo muito (CM)”, conforme pode ser verificado no gráfico abaixo:

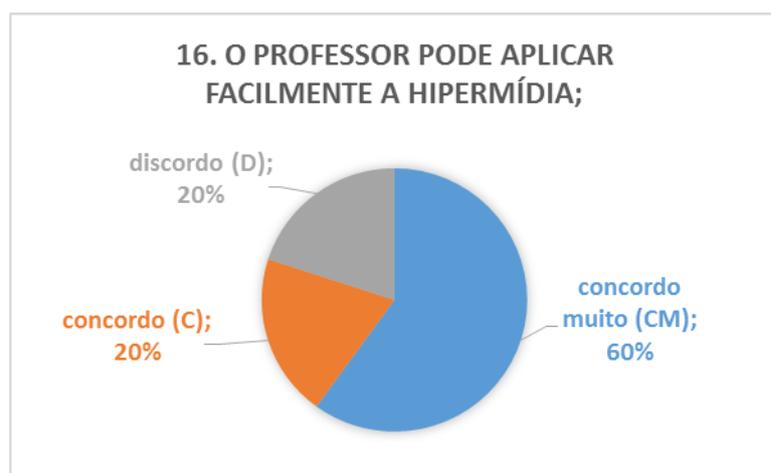
**Quadro 20.** Questão de avaliação 15.



xvi) O professor pode aplicar facilmente a hipermídia;

Quanto à facilidade de aplicação da hipermídia, a maior parte dos avaliadores mostrou concordar que ela pode ser facilmente aplicada pelos professores, com 60% marcando a opção “concordo muito (CM)” da ficha de avaliação, 20% marcando a opção “concordo (C)” e 20% “discordo (D)” conforme abaixo:

**Quadro 21.** Questão de avaliação 16.

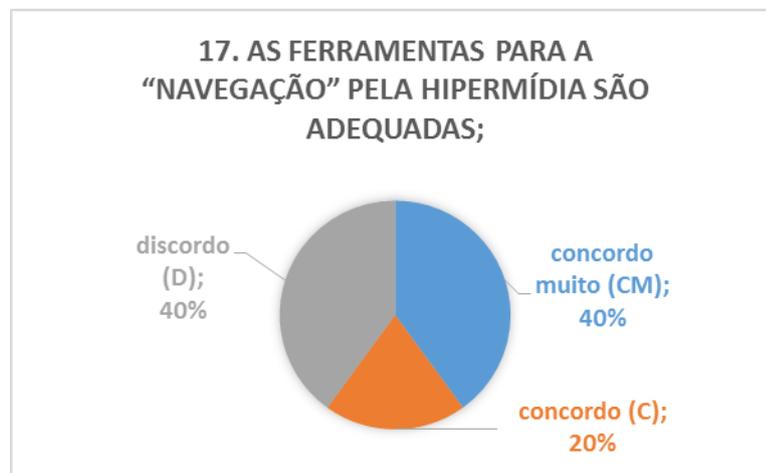


Sobre facilidade de aplicação, podemos entender desde os requisitos estruturais e técnicos necessários, neste caso, o funcionamento da hipermídia em qualquer computador que possua um navegador de internet com o *plugin* do *adobe flash player*, sem a necessidade de conexão à internet, até mesmo ao nível de preparação e afinidade do professor com a utilização das TIC's no ensino.

xvii) As ferramentas para a “navegação” pela hipermídia são adequadas;

O método de navegação disposto na hipermídia obteve um resultado de avaliação predominantemente positivo, onde 40% dos avaliadores definiram sua resposta como “*concordo muito (CM)*” e 20% como “*concordo (C)*”. Os que discordaram do modo de navegação aplicado somaram 40%, conforme pode ser verificado no gráfico abaixo:

**Quadro 22.** Questão de avaliação 17.



Foi relatado nas fichas de avaliação as seguintes críticas e sugestões:

**Avaliador B:** “A hipermídia tem uma navegação que pode confundir o usuário em alguns pontos devido à sua estrutura linear. Sugeriria colocar um menu guia (além do menu “Início”).”

**Avaliador C:** “A proposta da hipermídia é totalmente linear (avançar e retroceder), para usuários da faixa etária proposta, são indicadas navegações mais complexas e menos lineares, como a multimodal. Avançar e retroceder pode tornar-se “menos motivador” nessas faixas etárias.”

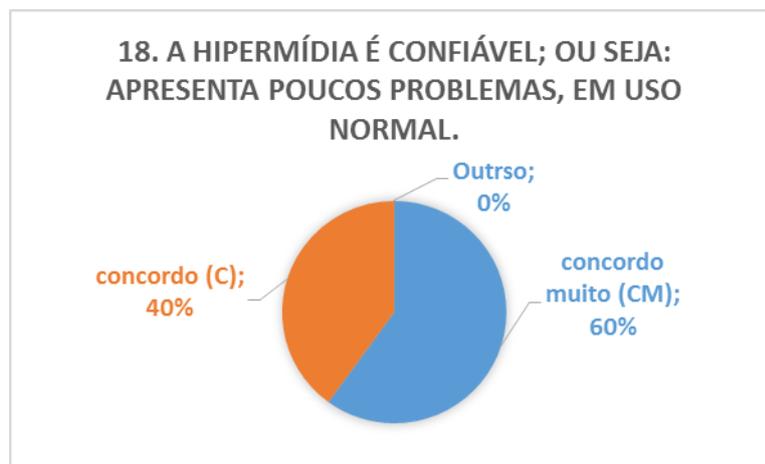
Como foi apresentado no capítulo 3, aplicou-se na hipermídia uma estrutura mista composta pela junção da estrutura hierárquica junto a partes lineares (ROYO, 2008), onde algumas partes do conteúdo só são acessíveis após a passagem por telas primárias, junto a partes lineares, durante a apresentação de argumentos textuais, com o objetivo de fornecer certo grau de liberdade ao usuário na navegação, sem, entretanto, correr um risco excessivo de desorientação, visto que quanto mais complexa a estrutura de navegação, mais desorientação pode haver.

xviii) A hipermídia é confiável; ou seja: apresenta poucos problemas, em uso normal;

Neste último quesito de avaliação, o resultado obtido foi totalmente satisfatório, com 60% marcando a opção “*concordo muito (CM)*” e 40% marcando a opção “*concordo (C)*”.

Pode-se portanto, considerar o material produzido como confiável do ponto de vista técnico, de acordo com o resultado expresso no quadro 23:

**Quadro 23.** Questão de avaliação 18.



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento e análise dessa pesquisa traz informações importantes quanto à interação entre a abordagem de ensino por resolução de problemas e a ferramenta hipermídia no ensino de Química, bem como no ensino de ciências de forma geral.

A proposta de uma hipermídia fundamentada no ensino por resoluções de problemas para o ensino de conteúdos químicos torna-se relevante devido à escassez de publicações sobre o tema.

Em relação ao primeiro objetivo específico desta pesquisa, foi possível observar o seguinte sobre os conteúdos químicos presentes nas hipermídias encontradas:

- A maior parte das hipermídias pesquisadas abordam conteúdos da Química geral;
- Embora os conteúdos da Físico-química estejam em segundo lugar dentre os mais encontrados, apenas cinco (5) hipermídias traziam algum tipo de abordagem sobre o tema cinética Química;
- Dentre as cinco (5) hipermídias sobre cinética encontradas (LEÃO; SILVEIRA; SILVA, 2007), (SILVA JÚNIOR; et al, 2015); (ZELLI, R.; et al. 2005a; 2005b; 2006.), nenhuma delas trazia uma abordagem conjunta dos três níveis do conhecimento químico (teórico, representacional e fenomenológico).
- Dos dezenove (19) estudos sobre cinética química publicados na Revista Química Nova na Escola, a abordagem mais comum é a macroscópica, seguida pela abordagem simbólica do conteúdo. Poucos são os trabalhos que

trazem uma abordagem do micro e em nenhum artigo encontrou-se uma abordagem conjunta dos três níveis do conhecimento.

Com base nesses dados, buscou-se contribuir por meio deste trabalho com a proposição e elaboração de uma hipermídia para o ensino de cinética química, tendo como referencial o ensino por resolução de problemas, considerando as discussões apresentadas na literatura sobre alguns aspectos das concepções alternativas dos estudantes, a respeito dos conceitos relacionados à cinética química, e a abordagem dos três (3) níveis do conhecimento químico de forma conjunta, resultando na hipermídia intitulada: “Prazo de Validade dos Alimentos: *Estudando a Cinética-Química*”, conforme o segundo objetivo específico desta pesquisa.

Quanto ao terceiro objetivo específico, em relação à atual versão da hipermídia foi constatado que:

- ✓ 1- A hipermídia está cientificamente bem fundamentada;
- ✓ 2- Tem Validade educacional;
- ✓ 3- Está de acordo com o currículo para o ensino médio e superior;
- ✓ 4- O propósito da hipermídia está bem estabelecido.
- ✓ 5- Seu conteúdo é apresentado de forma lógica e clara;
- ✓ 6- O nível de dificuldade da hipermídia é apropriado para os usuários a que se destina;
- ✓ 7- As imagens, animações e cores são usadas adequadamente, tendo em vista o conteúdo instrucional;
- ✓ 8- O uso da hipermídia é motivador;
- × 9- A hipermídia não estimula a criatividade do estudante;
- × 10- A hipermídia não estimula o raciocínio do estudante;
- ✓ 11- A hipermídia facilita ao estudante a percepção das relações teórica, representacional e fenomenológica do conteúdo cinética química;
- ✓ 12- O vocabulário da hipermídia está compatível com o nível dos estudantes aos quais a hipermídia se destina;
- ✓ 13- A aprendizagem é generalizável para uma série de situações apropriadas;
- × 14- As atividades desenvolvidas na hipermídia poderiam ser facilmente desenvolvidas mediante o emprego de outros meios instrucionais.

- ✓ 15- O estudante pode, fácil e independentemente, operar o programa;
- ✓ 16- O professor pode aplicar facilmente a hipermídia;
- ✓ 17- As ferramentas para a “navegação” pela hipermídia são adequadas;
- ✓ 18- A hipermídia é confiável; ou seja: apresenta poucos problemas, em uso normal.

Sobre o resultado de alguns itens da avaliação não terem sido positivos, respeitamos as respostas dadas nos itens nove (9) e dez (10) do questionário, quanto ao estímulo à criatividade e raciocínio proporcionado pelo material, contudo acreditamos que nenhum material didático/Hipermídia tem o poder de estimular a criatividade e o raciocínio por si só, antes, é a estratégia de uso que se fará que proporcionará tal estímulo. Assim como discordamos da avaliação dada ao item catorze (14), visto as vantagens que a hipermídia de traz de poder associar de modo rápido e prático diversos tipos de mídia, facilitando a apresentação de modo conjunto dos três níveis do conhecimento químico.

Ainda assim, no contexto geral a hipermídia foi muito bem avaliada quanto ao seu conteúdo, qualidade instrucional e técnica.

As críticas e sugestões coletadas durante a avaliação, servirão de base para melhorias que poderão ser aplicadas à uma nova versão da hipermídia em trabalhos posteriores.

Esta pesquisa pode também auxiliar o professor na elaboração de uma hipermídia com base na resolução de problemas, direcionando-o na construção deste recurso didático para o ensino de outros conteúdos que deseje, seguindo os passos que aqui foram tomados e que estão apresentados a seguir de forma concisa:

- 1º Definição do conteúdo;
- 2º Pesquisa bibliográfica sobre trabalhos já publicados acerca do conteúdo e análise dos níveis de conhecimentos abordados.
- 3º Análise de alguns aspectos das concepções alternativas do conteúdo;
- 4º Definições dos tipos de problemas a serem trabalhados e elaboração dos problemas;

5º Definição da Estrutura de navegação do projeto, pesando o nível de liberdade e orientação que se deseja;

6º Escolha adequada do software de desenvolvimento do projeto com base nas mídias que desejará aplicar ao mesmo.

7º Construção e avaliação do projeto.

Por meio desta pesquisa e dos resultados obtidos por ela, espera-se então contribuir para um melhor entendimento conceitual de cinética química pelos estudantes por meio da hipermídia elaborada a partir das ideias equivocadas dos alunos e com base na resolução de problemas, uma vez que tal abordagem apresenta grande potencialidade para o alcance dos objetivos almejados no ensino de ciências, em particular o ensino de química.

Espera-se também contribuir para a formação da prática docente ao apresentar uma abordagem que permite a integração do conhecimento científico com os aspectos tecnológicos e sociais, bem como ao enfatizar a importância das concepções alternativas como ponto de partida para que os professores/pesquisadores da área de Ensino de Química possam elaborar tais propostas didáticas, e assim, contribuir para o preparo de alunos para que tenham a capacidade de agirem na tomada de decisões como cidadãos, de forma crítica e consciente.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, V. V. de; et al. Catalisando a hidrólise da uréia em urina. **Química Nova na Escola**, v. 28, p. 42-46, 2008.
- ALVES-MAZZOTI, A. J. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1999.
- ATHAYDE, M. I. **Desenvolvimento, aplicação e avaliação de coursewares de física para o 2º grau: uma experiência piloto**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 1990. p.184
- BATINGA, V. T. S. A abordagem de resolução de problemas articulada a atividade experimental no ensino de química. In: I Semana Integrada das Licenciaturas em Química, Física e matemática. **Anais**. Recife, PE, Brasil – 15 a 17 de junho de 2011.
- BELTRAN, N. O. Ideias em movimento. **Química Nova na Escola**, v. 5, p. 14-17, 1997.
- CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. D.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.
- ÇAKMAKÇI, G. Identifying alternative conceptions of chemical kinetics among secondary school and undergraduate students in Turkey. **Journal of Chemical Education**, v.87, n.4, p. 449-455, 2010.
- ÇAKMAKÇI, G.; AYDOĞDU, C. Designing and evaluating an evidence-informed instruction in chemical kinetics. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 12, n.1, p. 15-28, 2011.
- CAMPOS, F. C. A. **Hipermídia na educação: paradigmas e avaliação da qualidade**. 1994, 138 f. Dissertação (Mestrado) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1994.
- CANZIAN, R.; MAXIMIANO, F. A. Princípio de Le Chatelier: o que tem sido apresentado em livros didáticos? **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 107-119, 2010.
- CARDOSO, M. S. **Hipermídia termoquim: uma estratégia pedagógica para o ensino de química**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Universidade Federal de Mato Grosso, 2013. 129 p.
- CARVALHO, L. C. de; LUPETTI, K. O.; FATIBELLO-FILHO, O. Um estudo sobre a oxidação enzimática e a prevenção do escurecimento de frutas no ensino médio. **Química Nova na Escola**, v. 22, p. 48-50, 2005.

CAVALCANTI, C. de L.; et al. Criação e utilização de hipermídias para o ensino de ciências. In: IX Congresso Internacional de Tecnologia na educação. **Anais**. Recife, PE, Brasil – 28 a 30 de setembro de 2011.

CAVALCANTI, C. de L.; FERNANDES, L. dos S.; CAMPOS, A. F. Elaboração e avaliação de uma hipermídia para abordagem de ligação metálica. **Revista Tecnologias na Educação**, a. 5, n. 9, 2013.

CIRINO, M. M. A intermediação da noção de probabilidade na construção de conceitos relacionados à cinética química no ensino médio. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais**. UFSC, Florianópolis, 2007.

CIRINO, M. M.; et al. A intermediação da noção de probabilidade na construção de conceitos relacionados à cinética química. **Ciência e Educação**, v. 15, n. 1, p. 189-219, 2009.

COSTA, T. S.; et al. Experimentos com alumínio. **Química Nova na Escola**, v. 23, p. 38-40, 2006.

DALLACOSTA, A.; FERNANDES, A. M. da R.; BASTOS, R. C. Desenvolvimento de um software educacional para o ensino de química relativo à tabela periódica. In: X Congresso RIBIE. **Anais**. Brasília, DF, Brasil, 1998.

DELIZOICOV, D., ANGOTTI, J. A., PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DODGE, B. WebQuest: uma técnica para aprendizagem na rede internet. **The Distance Educator**, v.1, n. 2, 1995. Tradução de Jarbas Novelino Barato. Disponível em: <[http://www.dm.ufscar.br/~jpiton/downloads/artigo\\_webquest\\_original\\_1996\\_ptbr.pdf](http://www.dm.ufscar.br/~jpiton/downloads/artigo_webquest_original_1996_ptbr.pdf)> acesso em: 06 jun. 2015

DRIVER, R. Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, 109-120, 1988.

ECHEVERRÍA, M. del P. P.; POZO, J. I. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J. I. (Org). **A Solução de Problemas: Aprender a Resolver, Resolver para Aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

FAGUNDES, A. L. **Avaliação De Uma Hipermídia Educacional Sobre As Fases Da Lua**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina. 2014.

FARIAS, R. F. de. A química do tempo: carbono 14. **Química Nova na Escola**, v. 16, p. 6-8, 2002.

FATARELLI, E. F.; et al. Método cooperativo de aprendizagem Jigsaw no ensino de cinética química. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 3, p. 161-168, 2010.

FERNANDES, L. dos S. **Análise De Tendências De Pesquisa Sobre A Resolução De Problemas Em Química**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2014. 113 p.

FERNANDES, L. dos S. ; Campos, A. F. Enseñanza del Enlace Químico desde una Perspectiva Situación-Problema. **Formación Universitaria**, v. 7, p. 45-52, 2014.

FREIRE, M. S. ; SILVA, M. G. L. Como formular problemas a partir de exercícios? Argumentos dos licenciandos em Química. REEC. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, p. 191-208, 2013.

GHISOLFI DA SILVA, R.; et al. Aplicações Hipermídia no desenvolvimento de um ambiente sobre educação ambiental. **Enseñanza de las ciencias**, n. extra, p. 88-92, 2009.

GOLFETTO, I. F.; GONÇALVES, B. S.; Interatividade nas edições digitais de revistas. In: 9º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. **Anais**. São Paulo, SP, Brasil - de 13 a 16 de outubro de 2010.

GOMES, J. do N.; RECENA, M. C. P.(PQ). Desenvolvimento e avaliação do hiperdocumento: “o equilíbrio químico na gruta do Lago Azul de Bonito/MS”. In: Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ). **Anais**. Brasília, DF, Brasil – 21 a 24 de julho de 2010.

HEIDRICH, D. N. **Construção e avaliação de hipermídia educacional sobre tópicos de carboidratos**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, 2009. 269 p.

JÚNIOR, J. N. da S; et al. KinChem: A computational resource for teaching and learning chemical kinetics. **Journal of Chemical Education**, v. 91, p. 2203-2205, 2014.

JUSTI, R. da S.; RUAS, R. M. Aprendizagem de química: reprodução de pedaços isolados de conhecimento? **Química Nova na Escola**, v. 5, p. 24-27, 1997.

LACERDA, C. C.; CAMPOS, A. F.; MARCELINO JR., C. A. C.; Abordagem dos Conceitos Mistura, Substância Simples, Substância Composta e Elemento Químico numa Perspectiva de Ensino por Situação-Problema. **Química Nova na Escola**, v. 34, n.2, p. 75-82, 2012.

LEÃO, M. B. C.; SILVEIRA, T. A. da; SILVA, B. L. da. Elaboração de multimídias educacionais para o ensino de química: “Ligações iônicas” e “Cinética Química”. **Revista Química no Brasil**, v. 1, n. 1, p. 43-52, 2007.

LEITE, B. S. Modelos Atômicos. Disponível em: <[http://semente.pro.br/site/index.php?option=com\\_content&view=article&id=53&Itemid=57](http://semente.pro.br/site/index.php?option=com_content&view=article&id=53&Itemid=57)>. Acesso em: 6 maio 2015.

LEITE, B. S.; SILVA A. A. da.; LEÃO, M. B. C. **Elaboração de uma hipermídia sobre eletrólise para o ensino de química.** *Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ)*, UFPR - 21 a 24 de julho de 2008.

LEITE, L.; AFONSO, A. S. Aprendizagem baseada na resolução de problemas: características, organização e supervisão. **Boletín das Ciencias**, a. 15, n. 48, p. 253-260, 2001.

LIMA, J. de F. L de; et al. A contextualização no ensino de cinética química. **Química Nova na Escola**, v. 11, p. 26-29, 2000.

LIMA, S. L. T. de L. et al. Estudo da atividade proteolítica de enzimas presentes em fungos. **Química Nova na Escola**, v. 28, p. 47-49, 2008.

LOPES, J. B. **Resolução de problemas em física e química: modelo para estratégias de ensino-aprendizagem.** Lisboa: Texto Editora, 1994.

LUCENA, M. W. F. P. **O uso das tecnologias da informática para o desenvolvimento da educação.** Rio de Janeiro: COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1994. 46 p. (Publicações Técnicas ES – 301/94).

LUCENA R. M, CAMPOS, A. F.; Souza, S. R. Atividades Experimentais de Química numa Perspectiva de Ensino por Situação-problema para Alunos Iniciantes do Curso de Medicina Veterinária. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 5, p. 66-76, 2015.

MACHADO, D I.; NARDI, R. Construção e validação de um sistema hipermídia para o ensino de Física Moderna. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n.1, p. 90-116, 2007.

MACHADO, D.I.; SANTOS, P.L.V.A. da C. **Avaliação da hipermídia no processo de ensino e aprendizagem da física: o caso da gravitação.** *Ciência & Educação*, v. 10, n. 1, p. 75-100, 2004.

MACHADO, D.I. **Construção de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da hipermídia.** Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência. UNESP. 300 p.

MACIEL, H. C. C. C. **CD multimídia dos processos produtivos de biodiesel no Brasil.** *Dissertação de Mestrado.* Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção na Agropecuária, Universidade José do Rosário Vellano, 2010. 53 p.

MARCHIONINI, G. Hypermedia and learning: freedom and chaos. **Educational Technology**, v. 28, n.11, p.8-12, 1988.

MARTORANO, S. A. de A. **A transição progressiva dos modelos de ensino sobre cinética química a partir do desenvolvimento histórico do tema.** Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências. Universidade de São Paulo. 2012. 360p.

MARTORANO, S. A. de A.; MARCONDES, M. E. R. Investigando a abordagem do tema cinética química nos livros didáticos dirigidos ao ensino médio a partir das ideias de Imre Lakatos. **Acta Scientiae**, v. 16, n. 1, p. 114-132, 2014.

MENDONÇA, W. S. Ácido Lático. Disponível em: <[http://semente.pro.br/site/index.php?option=com\\_content&view=article&id=74&Itemid=80](http://semente.pro.br/site/index.php?option=com_content&view=article&id=74&Itemid=80)>. Acesso em: 6 maio 2015.

MELEIRO, A.; GIORDAN, M. Hipermídia no ensino de modelos atômicos. **Química Nova na Escola**, v. 2, n. 10, p. 17-20, 1999.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, Andréa Horta; ROMANELLI, Lilavate Izapovitz. A proposta curricular de Química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.

MUSA, D. L.; BRANDÃO, A. L.; OLIVEIRA José P. M. de. Modelo para compartilhamento de perfis de aprendiz entre sistemas de aprendizagem na web. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v.16, n.2, p. 49-58, 2009.

NOVAES, F. J. M.; et al. Atividades experimentais simples para o entendimento de conceitos decinética enzimática: solanum toberosum - uma alternativa versátil. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 1, p. 27-33, 2013.

PAULETTI, F.; ROSA, M. P. A.; CATELLI, F. A importância da utilização de estratégias de ensino envolvendo os três níveis de representação da Química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 3, p. 121-134, 2014.

POZO, J. I. (Org). **A Solução de Problemas: Aprender a Resolver, Resolver para Aprender.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

POZO, J.I.; CRESPO, M. Á. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico.** 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A.; GOMEZ, L.; SERRANO, M.; SANZ, A. **Procesos cognitivos em la comprensión de La ciência: las ideas de los adolescentes sobre la química.** Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia, 1991.

ROCHA, E. F. da; MELLO, I. C. de.(PQ). Equimídi@: uma proposta para o ensino de equilíbrio químico. In: Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI). **Anais**. Salvador, BA, Brasil – 17 a 20 de julho de 2012.

RODRIGUES DA, A. N. S.; ANDRADE, M. P. de; PAVAN, N. K. Estilos de aprendizagem e recursos da hipermídia aplicados no ensino de planejamento de transportes. **Revista Portuguesa de Educação**, v.19, n.2, p.111, 2006.

ROYO, J. **Design Digital**. São Paulo: Rosari, 2008.

SABADINI, E.; BIANCHI, J. C. de A. Ensino do conceito de equilíbrio químico: uma breve reflexão. **Química Nova na Escola**, v.25, p. 10-13, 2007.

SANTOS, A. P. B.; PINTO, Angelo C. Biodiesel: uma alternativa de combustível limpo. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 1, p. 58-62, 2009.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Editora Unijuí, 1997. 144 p.

SCAFI, S. H. F. Contextualização do ensino de química em uma escola militar. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 3, p. 176-183, 2010.

SCAFI, S. H. F.; BIAJONE, Jefferson. Desafio militar: missão dada é missão cumprida – contextualização e interdisciplinaridade na educação química. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 3, p. 168-177, 2011.

SEABRA, C. **Tecnologias na escola** – Porto Alegre: Telos Empreendimentos Culturais, 2010.

SERRA, G. M. D. S. **Contribuições das TIC no ensino e aprendizagem de Ciências: tendências e desafios**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade de São Paulo. 2009. 383 p.

SILVA, S. C.; ABREU, D. G. de. Aulas coletivas na escola pública: interação entre universidade-escola. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 3, p. 131-135, 2012.

SILVA JÚNIOR, J. N.; et al. KinChem: A Computational Resource for Teaching and Learning Chemical Kinetics. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 12, pp. 2203-2205, 2014.

SIMÕES NETO, J. E.; CAMPOS, A. F.; MARCELINO JR., C. A. C. Abordando a isomeria em compostos orgânicos e inorgânicos: uma atividade fundamentada no uso de situações-problema na formação inicial de professores de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, 18, p. 327-346, 2013.

SOARES, E. C. de A.; CAMPOS, A. F.; FERNANDES, L. dos S. A resolução de problemas e exercícios na formação de professores de química. **REDEQUIM - Revista Debates em Ensino de Química**, v.1, n.2, p. 1-12, 2016.

TEIXEIRA, F. M.; SOBRAL, A. C. M. B. Como novos conhecimentos podem serconstruídos a partir dos conhecimentos prévios: Um estudo de caso. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 3, p. 667-677, 2010.

TELLES FILHO, P. C. P.; CASSIANI, S. H. de B. Administración de medicamentos Ciclo de criação e avaliação do módulo administração de medicamentos para ensino à distância. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v.6, n.1, p. 78-85, 2008.

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**, v. 16, p. 41-44, 2002.

VALENTE, J. A.; ALMEIDA, M. E. (orgs). **Formação de educadores à distância e integração de mídias**. São Paulo: Avercamp, 2007

VAZ, E. L. S.; ASSIS, A.; CODARO, E. N. Análise experimental da resistência à corrosão e da velocidade de corrosão: uma proposta pedagógica. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 1, p. 61-64, 2011.

VENQUIARUTO, L. D.; et al. Saberes populares fazendo-se saberes escolares: um estudo envolvendo a produção artesanal do pão. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 3, p. 135-141, 2011.

VERASZTO, E. V.; SILVA, D. da; MIRANDA, N. A. de; SIMON, F.O. Tecnologia: Buscando uma definição para o conceito. **PRISMA.COM**, n. 7, p. 60-85, 2008.

VERÍSSIMO, V. B.; CAMPOS, A. F.; Abordagem das Propriedades Coligativas das Soluções numa Perspectiva de Ensino por Situação-problema. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 4, p. 101-118, 2011.

WATANABE, M. **Desenvolvimento e avaliação de hipermídia sobre o tema radioatividade visando à aprendizagem significativa crítica**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2010. 130 p.

ZELLI, R.; et al. **Os airbags**. 2005a. Disponível em: <[http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim\\_qui\\_airbags.htm](http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_airbags.htm)>. Acesso em: 23 ago. 2015.

ZELLI, R.; et al. **Reação do amadurecimento da banana**. 2005b. Disponível em: <[http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim\\_qui\\_banana.htm](http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_banana.htm)>. Acesso em: 23 ago. 2015.

ZELLI, R.; et al. **O Carvão**. 2006. Disponível em: <  
[http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim\\_qui\\_ocarvao.htm](http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_ocarvao.htm)>. Acesso em:  
23 ago. 2015.

## APÊNDICE

### APENDICE A - Questionários de avaliação da hipermissão retornados.



Questionário de avaliação do material didático intitulado: “**PRAZO DE VALIDADE DOS ALIMENTOS: Estudando a Cinética Química**”, produzido para o projeto de dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências do PPGECC.

**Pesquisador:** Cleybson de Lima Cavalcanti.

**Pesquisado:** Avaliador A. Data: 05/07/2016.

Os critérios de análise deste questionário serão:

*concordo muito (CM); concordo (C); discordo (D); discordo muito (DM); não se aplica (NA).*

#### Conteúdo da hipermissão:

1. Está cientificamente bem fundamentado;

CM (X) C ( ) D ( ) DM ( ) NA ( )

2. Tem validade educacional;

CM (X) C ( ) D ( ) DM ( ) NA ( )

3. Está de acordo com o currículo para o ensino médio e superior;

CM ( ) C ( ) D (X) DM ( ) NA ( )

4. O propósito da hipermissão está bem estabelecido.

CM ( ) C (X) D ( ) DM ( ) NA ( )

#### Qualidade instrucional:

5. O conteúdo é apresentado de forma lógica e clara;

CM (X) C ( ) D ( ) DM ( ) NA ( )

6. O nível de dificuldade da hipermissão é apropriado para os usuários a que se destina;

CM ( ) C (X) D ( ) DM ( ) NA ( )

7. Imagens, animações e cores são usadas adequadamente, tendo em vista o conteúdo instrucional;

CM (X) C ( ) D ( ) DM ( ) NA ( )

8. O uso da hipermídia é motivador;

CM ( ) C (X) D ( ) DM ( ) NA ( )

9. A hipermídia estimula a criatividade do estudante;

CM ( ) C (X) D ( ) DM ( ) NA ( )

10. A hipermídia estimula o raciocínio do estudante;

CM (X) C ( ) D ( ) DM ( ) NA ( )

11. A hipermídia facilita ao estudante a percepção das relações teórica, representacional e fenomenológica do conteúdo cinética química;

CM (X) C ( ) D ( ) DM ( ) NA ( )

12. O vocabulário está compatível com o nível dos estudantes aos quais a hipermídia se destina;

CM ( ) C ( ) D (X) DM ( ) NA ( )

13. A aprendizagem é generalizável para uma série de situações apropriadas;

CM ( ) C (X) D ( ) DM ( ) NA ( )

14. As atividades desenvolvidas na hipermídia não poderiam ser facilmente desenvolvidas mediante o emprego de outros meios instrucionais.

CM ( ) C ( ) D (X) DM ( ) NA ( )

#### **Qualidade técnica:**

15. O estudante pode, fácil e independentemente, operar o programa;

CM ( ) C (X) D ( ) DM ( ) NA ( )

16. O professor pode aplicar facilmente a hipermídia;

CM (X) C ( ) D ( ) DM ( ) NA ( )

17. As ferramentas para a “navegação” pela hipermídia são adequadas;

CM (X) C ( ) D ( ) DM ( ) NA ( )

18. A hipermídia é confiável; ou seja: apresenta poucos problemas, em uso normal.

CM (X) C ( ) D ( ) DM ( ) NA ( )

#### **CRÍTICAS OU SUGESTÕES (opcional):**

Acredito que a hipermídia não se destina ao ensino médio, apenas ao ensino superior porque apresenta um aprofundamento teórico bastante denso (por exemplo, derivadas).

Uma sugestão seria amarrar melhor a parte contextualizada dos alimentos com a parte teórica da cinética química, pois não fica clara a relação entre os ensaios de validade com as equações.

Se for aplicada no ensino médio, sugiro colocar uma descrição na palavra “organoléptico”.

Quanto à navegação, em alguns momentos existe uma seta dupla (◀◀) para voltar ao início, em outros o texto acaba e é preciso clicar no ícone “início”. Talvez isso pode confundir um aluno que não tem familiaridade com as hipermídias.

No geral, ficou muito bem construída, os memes deixaram o assunto mais descontraído, a organização e seleção das animações e vídeos foi adequada e o layout está bem atraente.



UNIVERSIDADE  
FEDERAL RURAL  
DE PERNAMBUCO

Questionário de avaliação do material didático intitulado: “**PRAZO DE VALIDADE DOS ALIMENTOS: Estudando a Cinética Química**”, produzido para o projeto de dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências do PPGEC.

**Pesquisador:** Cleybson de Lima Cavalcanti.

**Pesquisado:** Avaliador B.      Data: 27/06/2016.

Os critérios de análise deste questionário serão:

*concordo muito (CM); concordo (C); discordo (D); discordo muito (DM); não se aplica (NA).*

**Conteúdo da hipermissão:**

1. Está cientificamente bem fundamentado;

CM ( X )      C (   )      D (   )      DM (   )      NA (   )

2. Tem validade educacional;

CM ( X )      C (   )      D (   )      DM (   )      NA (   )

3. Está de acordo com o currículo para o ensino médio e superior;

CM (   )      C ( X )      D (   )      DM (   )      NA (   )

4. O propósito da hipermissão está bem estabelecido.

CM (   )      C ( X )      D (   )      DM (   )      NA (   )

**Qualidade instrucional:**

5. O conteúdo é apresentado de forma lógica e clara;

CM (   )      C ( X )      D (   )      DM (   )      NA (   )

6. O nível de dificuldade da hipermissão é apropriado para os usuários a que se destina;

CM (   )      C (   )      D ( X )      DM (   )      NA (   )

7. Imagens, animações e cores são usadas adequadamente, tendo em vista o conteúdo instrucional;

CM (   )      C ( X )      D (   )      DM (   )      NA (   )

8. O uso da hipermissão é motivador;

CM (   )      C ( X )      D (   )      DM (   )      NA (   )

9. A hipermissão estimula a criatividade do estudante;

CM (   )      C (   )      D ( X )      DM (   )      NA (   )

10. A hipermídia estimula o raciocínio do estudante;

CM ( )      C ( )      D ( X )      DM ( )      NA ( )

11. A hipermídia facilita ao estudante a percepção das relações teórica, representacional e fenomenológica do conteúdo cinética química;

CM ( )      C ( X )      D ( )      DM ( )      NA ( )

12. O vocabulário está compatível com o nível dos estudantes aos quais a hipermídia se destina;

CM ( )      C ( )      D ( )      DM ( )      NA ( X )

13. A aprendizagem é generalizável para uma série de situações apropriadas;

CM ( )      C ( X )      D ( )      DM ( )      NA ( )

14. As atividades desenvolvidas na hipermídia não poderiam ser facilmente desenvolvidas mediante o emprego de outros meios instrucionais.

CM ( )      C ( )      D ( X )      DM ( )      NA ( )

**Qualidade técnica:**

15. O estudante pode, fácil e independentemente, operar o programa;

CM ( )      C ( X )      D ( )      DM ( )      NA ( )

16. O professor pode aplicar facilmente a hipermídia;

CM ( )      C ( )      D ( X )      DM ( )      NA ( )

17. As ferramentas para a “navegação” pela hipermídia são adequadas;

CM ( )      C ( )      D ( X )      DM ( )      NA ( )

18. A hipermídia é confiável; ou seja: apresenta poucos problemas, em uso normal.

CM ( )      C ( X )      D ( )      DM ( )      NA ( )

**CRÍTICAS OU SUGESTÕES (opcional):**

A hipermídia tem uma navegação que pode confundir o usuário em alguns pontos devido à sua estrutura linear. Sugeriria colocar um menu guia (além do menu "Início"). A hipermídia não apresenta nenhum áudio, talvez seria interessante, a inserção em alguns pontos (principalmente nos vídeos). Seria interessante fazer com que os itens da página inicial sejam ligados (em sua maioria) entre os demais itens, existem algumas relações que são observadas na hipermídia, porém acredito que há possibilidade de mais relações.



Questionário de avaliação do material didático intitulado: “**PRAZO DE VALIDADE DOS ALIMENTOS: Estudando a Cinética Química**”, produzido para o projeto de dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências do PPGEC.

**Pesquisador:** Cleybson de Lima Cavalcanti.

**Pesquisado:** Avaliador C.

Data: 01/07/2016\_.

Os critérios de análise deste questionário serão:

*concordo muito (CM); concordo (C); discordo (D); discordo muito (DM); não se aplica (NA).*

**Conteúdo da hipermissão:**

1. Está cientificamente bem fundamentado;

CM ( )      C ( x )      D ( )      DM ( )      NA ( )

2. Tem validade educacional;

CM ( )      C ( x )      D ( )      DM ( )      NA ( )

3. Está de acordo com o currículo para o ensino médio e superior;

CM ( )      C ( x )      D ( )      DM ( )      NA ( )

4. O propósito da hipermissão está bem estabelecido.

CM ( )      C ( x )      D ( )      DM ( )      NA ( )

**Qualidade instrucional:**

5. O conteúdo é apresentado de forma lógica e clara;

CM ( )      C ( x )      D ( )      DM ( )      NA ( )

6. O nível de dificuldade da hipermissão é apropriado para os usuários a que se destina;

CM ( )      C ( x )      D ( )      DM ( )      NA ( )

7. Imagens, animações e cores são usadas adequadamente, tendo em vista o conteúdo instrucional;

CM ( )      C ( )      D ( x )      DM ( )      NA ( )

8. O uso da hipermissão é motivador;

CM ( )      C ( x )      D ( )      DM ( )      NA ( )

9. A hipermissão estimula a criatividade do estudante;

CM ( )      C ( )      D ( x )      DM ( )      NA ( )

10. A hipermídia estimula o raciocínio do estudante;

CM ( )      C ( )      D ( x )      DM ( )      NA ( )

11. A hipermídia facilita ao estudante a percepção das relações teórica, representacional e fenomenológica do conteúdo cinética química;

CM ( )      C ( x )      D ( )      DM ( )      NA ( )

12. O vocabulário está compatível com o nível dos estudantes aos quais a hipermídia se destina;

CM ( x )      C ( )      D ( )      DM ( )      NA ( )

13. A aprendizagem é generalizável para uma série de situações apropriadas;

CM ( )      C ( )      D ( x )      DM ( )      NA ( )

14. As atividades desenvolvidas na hipermídia não poderiam ser facilmente desenvolvidas mediante o emprego de outros meios instrucionais.

CM ( )      C ( )      D ( x )      DM ( )      NA ( )

**Qualidade técnica:**

15. O estudante pode, fácil e independentemente, operar o programa;

CM ( x )      C ( )      D ( )      DM ( )      NA ( )

16. O professor pode aplicar facilmente a hipermídia;

CM ( x )      C ( )      D ( )      DM ( )      NA ( )

17. As ferramentas para a “navegação” pela hipermídia são adequadas;

CM ( )      C ( )      D ( x )      DM ( )      NA ( )

18. A hipermídia é confiável; ou seja: apresenta poucos problemas, em uso normal.

CM ( x )      C ( )      D ( )      DM ( )      NA ( )

**CRÍTICAS OU SUGESTÕES (opcional):**

No item 4, indico que seja posta a proposta da hipermídia para que os usuários também sejam conhecedores dela. É importante que o usuário conheça esses objetivos para que também possa assumi-los.

No item 3. Concordo que esteja bem fundamentado e seja uma ótima opção para trabalhar os descritores do ENEM nas turmas de Ensino Médio. Pensar uma hipermídia que assuma propostas

tão diferentes é muito difícil. Por isso, indico que para o Ensino Superior, esta seja mais fundamentada.

No item 6. A proposta da hipermídia é totalmente linear (avançar e retroceder), para usuários da faixa etária proposta, são indicadas navegações mais complexas e menos lineares, como a multimodal. Avançar e retroceder pode tornar-se “menos motivador” nessas faixas etárias.

No item 7. Sugiro que outras formas de mídia sejam inseridas na hipermídia, como mais vídeos, mais simulações, mais experimentos virtuais, onde o usuário possa entrar dados e verificar resultados, de forma mais interativa.

No item 11. A hipermídia deveria trabalhar mais as questões multimidiáticas no sentido de explorar mais os conteúdos teóricos, representacionais e fenomenológicas na Cinética Química. Por exemplo, senti falta da representação em Equações Química, uso das fórmulas, uso de notícias, etc.

No item 12. Os conteúdos da hipermídia poderiam sim ser explorados em outros meios instrucionais.



Questionário de avaliação do material didático intitulado: “**PRAZO DE VALIDADE DOS ALIMENTOS: Estudando a Cinética Química**”, produzido para o projeto de dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências do PPGECC.

**Pesquisador:** Cleybson de Lima Cavalcanti.

**Pesquisado:** Avaliador D.

Data: 26/06/2016

Os critérios de análise deste questionário serão:

*concordo muito (CM); concordo (C); discordo (D); discordo muito (DM); não se aplica (NA).*

#### **Conteúdo da hipermídia:**

1. Está cientificamente bem fundamentado;

CM (X) C ( ) D ( ) DM ( ) NA ( )

2. Tem validade educacional;

CM ( ) C (X) D ( ) DM ( ) NA ( )

3. Está de acordo com o currículo para o ensino médio e superior;

CM ( ) C (X) D ( ) DM ( ) NA ( )

4. O propósito da hipermídia está bem estabelecido.

CM ( ) C ( ) D (X) DM ( ) NA ( )

É perceptível que a aula é sobre Cinética Química, mas não é uma relação direta dos problemas apresentados na Introdução com as explicações apresentadas nos outros pontos.

#### **Qualidade instrucional:**

5. O conteúdo é apresentado de forma lógica e clara;

CM (X) C ( ) D ( ) DM ( ) NA ( )

6. O nível de dificuldade da hipermídia é apropriado para os usuários a que se destina;

CM (X) C ( ) D ( ) DM ( ) NA ( )

7. Imagens, animações e cores são usadas adequadamente, tendo em vista o conteúdo instrucional;

CM ( ) C ( ) D (X) DM ( ) NA ( )

Sugiro acrescentar a legenda na reação química na parte de Concentração dos Reagentes

8. O uso da hipermídia é motivador;

CM (X) C ( ) D ( ) DM ( ) NA ( )

9. A hipermídia estimula a criatividade do estudante;

CM ( )      C ( )      D ( )      DM ( )      NA ( X )

10. A hipermídia estimula o raciocínio do estudante;

CM ( )      C ( X )      D ( )      DM ( )      NA ( )

11. A hipermídia facilita ao estudante a percepção das relações teórica, representacional e fenomenológica do conteúdo cinética química;

CM ( )      C ( X )      D ( )      DM ( )      NA ( )

12. O vocabulário está compatível com o nível dos estudantes aos quais a hipermídia se destina;

CM ( )      C ( X )      D ( )      DM ( )      NA ( )

13. A aprendizagem é generalizável para uma série de situações apropriadas;

CM ( )      C ( X )      D ( )      DM ( )      NA ( )

14. As atividades desenvolvidas na hipermídia não poderiam ser facilmente desenvolvidas mediante o emprego de outros meios instrucionais.

CM ( )      C ( )      D ( )      DM ( )      NA ( X )

**Qualidade técnica:**

15. O estudante pode, fácil e independentemente, operar o programa;

CM ( X )      C ( )      D ( )      DM ( )      NA ( )

16. O professor pode aplicar facilmente a hipermídia;

CM ( X )      C ( )      D ( )      DM ( )      NA ( )

17. As ferramentas para a “navegação” pela hipermídia são adequadas;

CM ( X )      C ( )      D ( )      DM ( )      NA ( )

18. A hipermídia é confiável; ou seja: apresenta poucos problemas, em uso normal.

CM ( X )      C ( )      D ( )      DM ( )      NA ( )

**CRÍTICAS OU SUGESTÕES (opcional):**

- Sugiro que os termos em inglês (principalmente referente a siglas, sejam escritas em itálico)

- Acréscimo de imagens no Menu: Cinética; Teste de Estabilidade e Lei da Velocidade (ou diminuir a quantidade de informações textuais neste ponto, pois as descrições são amplas e podem parecer com as do livro texto, o que pode tornar a leitura 'chata ou cansativa', visto que a diferença seria o recurso que apresenta as descrições (livro ou hipermídia).
- Imagens na parte de "Cinética Química"
- As descrições do "Fatores que alteram..." estão ótimas, claras e objetivas;
- Sugiro colocar uma legenda ou descrição das substâncias envolvidas na reação presente no item Concentração dos reagentes.



Questionário de avaliação do material didático intitulado: **“PRAZO DE VALIDADE DOS ALIMENTOS: Estudando a Cinética Química”**, produzido para o projeto de dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências do PPGECC.

**Pesquisador:** Cleybson de Lima Cavalcanti.

**Pesquisado:** Avaliador E.

Data: 05 /\_\_07\_\_/\_2016\_\_.

Os critérios de análise deste questionário serão:

*concordo muito (CM); concordo (C); discordo (D); discordo muito (DM); não se aplica (NA).*

**Conteúdo da hipermídia:**

1. Está cientificamente bem fundamentado;

CM ( )      C ( x )      D ( )      DM ( )      NA ( )

2. Tem validade educacional;

CM ( )      C ( x )      D ( )      DM ( )      NA ( )

3. Está de acordo com o currículo para o ensino médio e superior;

CM ( )      C ( x )      D ( )      DM ( )      NA ( )

4. O propósito da hipermídia está bem estabelecido.

CM ( )      C ( x )      D ( )      DM ( )      NA ( )

**Qualidade instrucional:**

5. O conteúdo é apresentado de forma lógica e clara;

CM ( )      C ( x )      D ( )      DM ( )      NA ( )

6. O nível de dificuldade da hipermídia é apropriado para os usuários a que se destina;

CM ( )      C ( )      D ( x )      DM ( )      NA ( )

7. Imagens, animações e cores são usadas adequadamente, tendo em vista o conteúdo instrucional;

CM ( )      C ( x )      D ( )      DM ( )      NA ( )

8. O uso da hipermídia é motivador;

CM ( )      C ( x )      D ( )      DM ( )      NA ( )

9. A hipermídia estimula a criatividade do estudante;

CM ( )      C ( )      D ( x )      DM ( )      NA ( )

10. A hipermídia estimula o raciocínio do estudante;

CM ( )      C ( )      D ( x )      DM ( )      NA ( )

11. A hipermídia facilita ao estudante a percepção das relações teórica, representacional e fenomenológica do conteúdo cinética química;

CM ( )      C ( x )      D ( )      DM ( )      NA ( )

12. O vocabulário está compatível com o nível dos estudantes aos quais a hipermídia se destina;

CM ( )      C ( )      D ( x )      DM ( )      NA ( )

13. A aprendizagem é generalizável para uma série de situações apropriadas;

CM ( )      C ( )      D ( x )      DM ( )      NA ( )

14. As atividades desenvolvidas na hipermídia não poderiam ser facilmente desenvolvidas mediante o emprego de outros meios instrucionais.

CM ( )      C ( )      D ( )      DM ( )      NA ( )

**Qualidade técnica:**

15. O estudante pode, fácil e independentemente, operar o programa;

CM ( )      C ( x )      D ( )      DM ( )      NA ( )

16. O professor pode aplicar facilmente a hipermídia;

CM ( )      C ( x )      D ( )      DM ( )      NA ( )

17. As ferramentas para a “navegação” pela hipermídia são adequadas;

CM ( )      C ( x )      D ( )      DM ( )      NA ( )

18. A hipermídia é confiável; ou seja: apresenta poucos problemas, em uso normal.

CM ( )      C ( x )      D ( )      DM ( )      NA ( )

**CRÍTICAS OU SUGESTÕES (opcional):**

---



---



---



---