UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE - UFS CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

DIEGO ALVES DOS SANTOS ERENILSON PEREIRA DA SILVA

O uso de analogias e construção de um modelo didático para abordagem do conceito de Energia de Ativação no ensino de Cinética Química.

ITABAIANA

2012

DIEGO ALVES DOS SANTOS

ERENILSON PEREIRA DA SILVA

O uso de analogias e construção de um modelo didático para abordagem do conceito de Energia de Ativação no ensino de cinética química.

Trabalho de conclusão do curso apresentado para obtenção do Grau de licenciado, no Curso de Química, da Universidade Federal de Sergipe - UFS.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Leite dos Santos

ITABAIANA

DIEGO ALVES DOS SANTOS

ERENILSON PEREIRA DA SILVA

O uso de analogias e construção de um modelo didático para abordagem do conceito de Energia de Ativação no ensino de cinética química.

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de licenciado, no Curso de Química da Universidade Federal de Sergipe – UFS.

Itabaiana, 23 de outubro de 2012.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelo Leite dos Santos – Campus Prof. Alberto Carvalho,
Universidade Federal de Sergipe – Orientador

Prof. Msc. Erivanildo Lopes – Campus Prof. Alberto Carvalho,
Universidade Federal de Sergipe.

Prof^a. Dr^a Ivy Calandreli – Campus Prof. Alberto Carvalho, Universidade

Federal de Sergipe.

AGRADECIMENTOS

DIEGO ALVES DOS SANTOS

A Deus, pela permissão de iniciar e concluir este curso, pela força, estímulo e disposição que gerou em mim, onde muitas vezes pensei até em desistir;

Aos meus pais José Valter dos Santos e Evângela Maria Alves dos Santos pelos valores e virtudes que me passaram, que foram bastante uteis nesta caminhada, por se dedicarem sempre a minha educação e me dando o apoio necessário nas horas difíceis;

Aos meus irmãos: Daniel Alves dos Santos e Diana Alves dos Santos que muitas vezes me compreenderam me dando incentivo e força para continuar e que nas horas tristes me alegraram com os seus modos de serem sempre descontraídos e sorridentes;

A minha tia Eleonora Alves dos Santos, que sempre se preocupou, em todos os aspectos, com a minha Formação Acadêmica;

A todos os meus familiares que seja com gestos ou palavras sempre me incentivaram e me deram muita força para que eu conseguisse chegar até aqui;

Ao professor Marcelo Leite dos Santos, pelo apoio, compreensão, orientação neste trabalho, entre outros, e principalmente paciência, que acabou se tornando muito mais que apenas um professor e sim um verdadeiro amigo;

Aos meus amigos Erenilson Pereira da Silva e Jeisivânia Teles por estarem sempre ao meu lado me ajudando e me dando forças principalmente nas horas difíceis desta jornada, que é nessas horas que os verdadeiros amigos surgem na nossa vida nas horas que mais precisamos deles:

A todos que de forma direta ou indiretamente contribuíram para minha formação, pois esta realização só foi possível através todos vocês que me deram forças para continuar e palavras de ânimo nas horas de dificuldades, porque ninguém é fruto de si mesmo e sim de toda influência das pessoas a sua volta.

AGRADECIMENTOS

ERENILSON PEREIRA DA SILVA

Dedico em primeiro lugar este trabalho a Deus, que me deu forças e iluminou meu caminho nos momentos que mais precisei;

A minha família, em especial os meus pais Valdemar Pereira da Silva e Elenice Carvalho de Jesus que me ensinaram o valor de um sonho e me deram apoio e estrutura para concretizá-lo;

A minha irmã Viviam Pereira da Silva pelo carinho compreensão e grande ajuda;

Aos meus amigos que me ensinaram que o estudo torna-se fácil quando se têm companheiros tão irmãos;

Aos professores eternos mestres, que com paciência e dedicação ímpar, antes de pensar em nos ensinar, me fizeram aprender;

Ao meu amigo e parceiro de TCC Diego Alves dos Santos, e minha amiga Jeisivânia Teles, pela cumplicidade e por todo carinho ao longo deste percurso;

Ao orientador e professor Marcelo Leite dos Santos, que acreditou em nosso trabalho e nos incentivou, mostrando assim o verdadeiro papel de amigo e educador.

"[...] Enquanto ensino, continuo buscando, procurando. [...] Pesquiso para constatar, constatando intervenho, intervindo educo e me educo. Pesquiso para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade."

Paulo Freire

RESUMO

O presente trabalho consiste em investigar o uso de analogias no ensino de Cinética Química, particularmente sobre o conceito de Energia de Ativação (Ea), as quais foram selecionadas dos livros didáticos utilizados nas escolas públicas da cidade de Itabaiana Sergipe, de modo a identificar possíveis dificuldades de aprendizagens e, propor uma estratégia, através da elaboração de um modelo didático, na tentativa de superar obstáculos encontrados ou como uma nova forma de abordar o conceito Energia de Ativação (energia necessária para que a reação ocorra). Algumas analogias são empregadas de forma errônea ou não são suficientes para ajudar o aluno em seu processo de construção do conhecimento, com isso dificultando o processo de aprendizagem, gerando assim um obstáculo entre o aluno e o conhecimento. Através de uma abordagem mais significativa pelo uso do modelo didático, com simulações de processos e reações em nível microscópico, tentando reduzir ao máximo a barreira entre o que pensa o aluno e o conhecimento. Com utilização de aulas experimentais para abordar os aspectos macroscópicos do conceito abordado, foi dado início aos estudos. Em seguida foram utilizadas as analogias para que o aluno conseguisse alcançar certo entendimento microscópico em compreensão do conceito. Em outro momento, foram realizadas as mesmas aulas experimentais, mas com posterior apresentação do modelo didático e suas simulações para que intermediasse o aluno com a visão microscópica do conceito. Através dos resultados obtidos foi possível observar que as analogias empregadas não permitiram aos alunos um entendimento global dos fenômenos e do conceito de Ea, mais agregaram importantes características (velocidade e energia) a este conceito, por sua vez o modelo elaborado aparece como alternativa promissora para tratar o conceito de Ea proporcionando aos alunos não somente a facilidade de compreensão dos aspectos microscópicos correlacionados com o conceito, mas também compreensão de forma significativa do próprio conceito em si.

Palavras-chave: Energia de Ativação. Analogias. Modelos Didáticos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação do Morro Energético12
Figura 2: Gráfico referente ao questionamento: "Por que a reação foi mais rápida em um tubo do que no outro?"24
Figura 3: A) Tubo no gelo representando quantidade de partículas e B) Tubo a temperatura ambiente representando a cor
Figura 4: Gráfico referente ao questionamento: "Diga qual é a principal diferença entre os tubos 1 e 2 com base no seu desenho"
Figura 5: A) Representação gráfica dos tubos sem a presença dos cristais e B) Representação gráfica dos tubos com a presença dos cristais27
Figura 6: Gráfico referente ao questionamento: "Representação gráfica do que aconteceu no tubo 1 e tubo 2"
Figura 7: Gráfico referente ao questionamento: "Diga qual é a principal diferença entre os tubos 1 e 2 com base no seu desenho"
Figura 8: Analogias sobre Ea encontradas nos livros didáticos: A) Um carro subindo uma elevação (Geraldo Camargo, Ed. Scipione), B) Uma carroça subindo um morro (Lembo & Sardela, Ed. Ática) e C) Uma montanha-russa (Geo Sistema de Ensino, Ed. Abril)
Figura 9: Gráficos sobre as aulas experimentais: A) Efeito do catalisador e B) Efeito da temperatura31
Figura 10: Modelo didático produzido32
Figura 11: Gráfico referente ao questionamento: "O que precisou ser feito para que a reação pudesse ocorrer?"
Figura 12: Gráfico referente ao questionamento: "O que é Energia de Ativação para você?"
Figura 13: Gráfico referente ao questionamento: "Através do que ocorreu no modelo dê outra definição para Energia de Ativação"

Figura 14: Gráfico referente ao questionamento: "O que precisou ser feito para que
a reação pudesse ocorrer?"36
Figura 15: Gráfico referente ao questionamento: "Que alteração foi feita no modelo?"
Figura 16: Gráfico referente ao questionamento: "Como a Energia de Ativação est
relacionada com essa alteração feita no modelo?"38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Explicações apresentadas, após a apresentação das analogias	,
para os experimentos de temperatura e catalisador	.29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DA LITERATURA	15
3. METOLOGIA	21
4. RESULTADO E DISCUSSÕES	23
4.1 . Analogias: Aulas experimentais Pré-teste: Experimento rela efeito da temperatura com a velocidade da reação	
4.2.Modelo Didático: Aulas experimentais Pré-teste: I	Experimento
relacionando o efeito da temperatura e do catalisador com a ve	elocidade da
reação	30
5 CONCLUSÕES	38
6 REFERÊNCIAS	40
ANEXOS	43

1. INTRODUÇÃO

A Química é a ciência que estuda a matéria, suas propriedades, estruturas, transformações e a energia envolvida nesses processos. A Química é uma forma de conhecimento que contribui para a leitura do mundo em nosso dia a dia, por exemplo, alimentos, medicamentos, roupas, água, ar e a própria vida (respiração, digestão de alimentos, entre outros), em todos esses processos esta ciência está envolvida (LISBOA, 2010).

Ao longo de sua evolução como ciência, a Química foi subdividida em vários campos de estudos, tais como: Química Orgânica, Química Inorgânica, Química Analítica e Físico-Química. Dentre os vários temas que compõem a Físico-Química um em especial trata da velocidade em que as transformações ocorrem, a Cinética Química. Temas que estão intimamente ligados ao nosso cotidiano, por exemplo, o inflamar de um fósforo, o cozimento de um alimento, a corrosão de metais e a formação do petróleo, todas essas transformações apresentam uma velocidade específica a qual elas acontecem. A Cinética Química, além de discutir esses significados, ainda aborda fatores que podem alterar essas velocidades (LISBOA, 2010). Assim, a Cinética Química estuda a velocidade das reações químicas e os fatores que as influenciam, sendo que tudo isto está relacionado ao conceito de Energia de Ativação (energia necessária para que a reação ocorra).

O conceito de Ea, apesar de ser de grande importância, é frequentemente associado a dificuldades de aprendizagem. Muitos dos problemas de entendimento desse conceito têm sua causa na compreensão significativa de temas complexos, que exigem diferentes graus de abstração (WIRZBICKI; ZANON, 2009, p.12).

Na tentativa de minimizar essas dificuldades muitas estratégias são utilizadas, uma delas é o uso de analogias que é uma comparação, onde se busca estabelecer uma relação com o objeto a ser observado, elas têm como

propósito facilitar o processo de compreensão no ensino de conteúdos de química e devem ser encaradas como uma forma representacional, fontes do pensamento criativo e, sendo assim, sua aplicação deve ser feita de maneira adequada. O professor deve ter o cuidado ao utilizar essa ferramenta de ensino, para que ao invés de tentar ajudar o aluno, ela não crie mais obstáculos para o entendimento. O educador, por sua vez, deve estar atento e saber o momento certo de intermediar suas ações, levando o aluno a construção do conhecimento em torno do conteúdo a ser ministrado, dando ênfase a uma realidade que esteja mais próxima do aluno, buscando sempre dar significado a assuntos complexos e abstratos que exigem assim, certo nível cognitivo para que os alunos possam conseguir atingir tal compreensão (FABIÃO; DUARTE, 2005, p.02).

Mas, de acordo com Silva e Souza (2010), a utilização de analogias geralmente ocasiona um problema: uma possível interpretação equivocada por parte dos alunos acerca do conceito trabalhado, como visto no estudo realizado por Wirzbicki e Zanon (2009), no qual eles constataram que na analogia em que homens empurram pedras morro acima, não facilitava a compreensão de uma reação catalisada, já que os alunos não conseguiram compreender o conceito, o que dificultou ainda mais o seu entendimento (Figura 1).

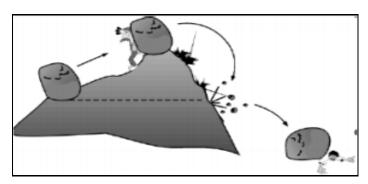


Figura 1: Representação do Morro Energético.

"Ao invés de uma efetiva compreensão conceitual da variação da 'energia' durante a reação, esta era rechaçada por ideias que nada tinham a ver com o conceito, o que denota visões distorcidas e simplistas sobre o mesmo." (WIRZBICKI; ZANON, 2009, p.08).

Essas analogias referenciam-se a conceitos químicos complexos, fazendo simplificações e facilitações conceituais de modo a criar obstáculos epistemológicos isto é, entraves à aprendizagem, dificultando assim sua

compreensão ou favorecendo a uma concepção errônea. Um autor comumente citado como referência para alertar sobre o mau uso de analogias é o epistemólogo francês Gaston Bachelard (1884-1962), que em seu livro traz muitas observações referentes às analogias. De acordo com ele: "(...) provocam fugas de ideias; impedem a curiosidade homogênea que faz com que a paciência siga uma sequência de fatos bem definida".

Segundo Andrade e Ferrari (2002), Bachelard não é contra todas as analogias utilizadas, mas apenas aquelas que são mal utilizadas e acabam impedindo a compreensão do conceito a ser ensinado, tornando-se um obstáculo. Necessitando de uma melhor avaliação da utilização destas pelo professor que na maioria das vezes utiliza de forma imprópria

"Sem dúvida, seria mais simples ensinar só o resultado. Mas o ensino dos resultados da ciência nunca é um ensino científico. Se não for explicada a linha de produção espiritual que levou ao resultado, podese ter certeza de que o aluno vai associar o resultado a suas imagens mais conhecidas". (Bachelard, 1996).

Para Bachelard, as analogias, metáforas e imagens no ensino e na própria ciência "devem ser realizadas e desrealizadas", ou seja, devem ser passageiras, concebidas com caráter efêmero e provisório, jamais permanecendo de forma definitiva no pensamento.

De acordo com Lopes (1996), para Bachelard as imagens são ao mesmo tempo boas e más, indispensáveis e prejudiciais:

"Não podemos... considerar que Bachelard defende a impossibilidade de utilização de metáforas e imagens. Sua posição é de que a razão não se pode acomodar a elas, devendo estar pronta a desconstruí-las sempre que o processo de construção do conhecimento científico assim o exigir". (Lopes, 1996).

Outra importante alternativa para a abordagem de conceitos abstratos é a construção de modelos didáticos. Um "modelo" é uma representação concreta de alguma coisa. Todavia, em ciência, devemos considerar modelos não só como representações de objetos, mas também de eventos, processos ou idéias. Segundo Ferreira (2006), o envolvimento de alunos no processo de

modelagem pode promover a construção do conhecimento e faz com que esse aprendizado vá além da simples memorização de fórmulas e conceitos, favorecendo um conhecimento flexível e crítico.

O conhecimento químico requer um caráter representacional muito aguçado porque a Química é uma das áreas de conhecimento que mais faz uso de abstrações sendo de grande importância o desenvolvimento da imaginação. De acordo com o ponto de vista de Wartha e Resende (2011):

"(...) seria mais importante o desenvolvimento da imaginação em função das evidências observadas, dos dados analisados e da capacidade de criar modelos explicativos por meio da capacidade de representar átomos, moléculas e transformações químicas, por exemplo, e usá-los na construção do conhecimento químico sobre determinado fenômeno." (Wartha; Resende, 2011).

A utilização de modelos na fundamentação do ensino pode fazer com que a ciência faça sentido aos alunos através de explicações satisfatórias e, nesse contexto, desenvolver um conhecimento flexível, podendo ser aplicado em diferentes situações.

"(...) a utilização de modelos, na perspectiva de promover o desenvolvimento do conhecimento, contribui de forma preponderante para o desenvolvimento de um aprendizado significativo." (SOUZA; JUSTI, 2010, p.04).

Com isso alguns autores têm publicado trabalhos em relação a uma abordagem metodológica referente aos modelos didáticos, como mostra a pesquisa de Milagres e Justi (2001) sobre modelos utilizados no ensino de equilíbrio químico na qual foi implementado em um programa de planilha de cálculos simulações capazes de facilitar a compreensão do tópico, reforçando o mínimo possível às concepções alternativas, baseada num modelo de reação de isomerização, e ampliando o modelo para o caso de reação de adição. Podemos encontrar também trabalhos na área da biologia que também utilizam modelos didáticos para facilitar o ensino e aprendizagem em genética, produziram um modelo didático constituído por 1 cromossomo duplicado e 8 nucleotídeos, que permitiram aos alunos construir os conceitos de DNA, genes

e cromossomo a partir de estruturas simples, fáceis de ser verificadas e de baixo custo material confeccionado. (TEMP; CARPILOVSKY; GUERRA, 2011). Mas, ao fazer essas pesquisas, não foi encontrado nenhum modelo didático referente ao conceito de Energia de Ativação. Em virtude disto, este trabalho busca desenvolver um modelo didático, com materiais alternativos, para o ensino de Energia de Ativação e algumas variações em suas aplicações, como é o caso da utilização de catalisadores nas reações, sendo que a aplicação desse modelo foi testada em aulas de química.

Este trabalho tem como objetivo investigar o uso de analogias no ensino de Cinética Química, particularmente sobre o conceito de Energia de Ativação, de modo a identificar possíveis dificuldades de aprendizagem e, propor uma estratégia, através da elaboração de um modelo didático, na tentativa de superar tais obstáculos encontrados ou como uma nova forma de abordar o conceito Energia de Ativação. Levantar analogias sobre Energia de Ativação em livros didáticos do ensino médio; Avaliar a influência das analogias na construção do conhecimento químico; Construir um modelo didático para abordar o conceito de Energia de Ativação; Empregar o modelo didático no estudo de Energia de Ativação sob o ponto de vista microscópico, através de aulas experimentais de Cinética Química; Analisar os resultados obtidos em ambas as abordagens, com a finalidade de avaliar a relevância do modelo didático criado no entendimento do conceito de Energia de Ativação.

2. REVISÃO DA LITERATURA

O recurso à linguagem é um processo complexo que envolve a produção de sentido por parte de quem recorre a ela e a compreensão por parte do destinatário, tornando-se um instrumento envolvido em uma atividade social. A grande maioria dos professores está ciente da dificuldade de abordar novos conhecimentos científicos sem recorrer o que é familiar, a imagens, a comparações. De acordo com Nardi e Almeida (2006), analogia é uma comparação entre fenômenos que mantêm certa semelhança funcional ou estrutural.

Ao trabalhar com conceitos abstratos no Ensino de Química fazemos uso de terminologias e códigos muitas vezes ainda desconhecidos pelos alunos, o que dificulta a assimilação de conteúdos com conceitos abstratos (CARMO, 2006). A fim de minimizar esse problema, frequentemente, são utilizadas analogias, que podem ocasionar uma interpretação equivocada do conceito trabalhado (RAVIOLO; GARRITZ, 2008; SILVA; LIMA; SOUZA, 2010).

Segundo Carmo (2006), a utilização de qualquer analogias tem que atender à alguns pressupostos: a analogia deve ser familiar ao maior número possível de alunos; os atributos, ou seja, elementos utilizados nas analogias devem ser partilhados e identificados pelos alunos ou professor; os atributos não compartilhados devem ser identificados sem qualquer margem de dúvida.

Na literatura, uma analogia é definida como uma comparação baseada em similaridades entre estruturas de dois domínios diferentes (HOFFMANN e SCHEID).

Entretanto, para que uma analogia seja um modelo de ensino útil, ela deve possuir um conteúdo que é familiar aos alunos e outro que é desconhecido por eles (MONTEIRO e JUST, 2000). Enquanto o aspecto familiar é chamado 'domínio da analogia', o aspecto desconhecido é chamado de 'domínio do alvo' Além de o domínio ser familiar, é necessário que o alvo seja suficientemente 'difícil' para que os alunos utilizem a analogia como estratégia cognitiva, ou seja, ferramentas para facilitar a construção do conhecimento.

A função de uma analogia pode ser explicativa ou criativa. No primeiro caso, a analogia apresenta novos conceitos em termos mais familiares para o indivíduo, ou seja, ocorre uma correlação do novo conceito com situações do dia a dia. No segundo caso, ela "estimula a solução de problemas existentes, a identificação de novos problemas e a elaboração de novas hipóteses." (MONTEIRO e JUST, 2000).

O uso da analogia no processo de ensino-aprendizagem é algo mais frequente por parte dos professores, embora na maioria das situações, ocorra de uma forma acrítica e espontânea (NARDI e ALMEIDA, 2006).

Apesar das analogias serem utilizadas por professores, autores de livros didáticos e alunos, os contextos de uso são completamente distintos. Quando o professor usa uma analogia presente no livro-texto ou elaborada por ele mesmo, ele tem condições de avaliar em que medida os alunos a compreenderam. Caso perceba que eles não compreenderam corretamente a analogia, o professor pode esclarecê-la ou explicá-la de uma forma mais completa. É comum também o professor usar mais de uma analogia para explicar um determinado conceito químico, em função da percepção que ele tem das dificuldades que os alunos apresentam durante a aprendizagem. Cabe ao professor ajudar o aluno a construir o seu conhecimento, levando sempre em consideração os seus conhecimentos prévios e esclarecendo as possíveis dúvidas que eventualmente poderão aparecer. É muito importante o educador saber o momento certo para intervir, fazendo com que os alunos desenvolvam e sigam uma linha de raciocínio coerente com o conceito abordado.

Durante toda a história da ciência o uso de analogias foi necessário para que os cientistas pudessem mostrar com mais clareza os resultados dos seus estudos. Desde a última década, o uso de analogia e metáforas no ensino de ciências vem sendo alvo de diversas pesquisas (CARMO, 2006), destacando nesse contexto o ensino de química, tanto sob o ponto de vista teórico quanto empírico. Essas pesquisas têm contribuído para um significativo crescimento no nível de informação sobre os processos de cognição. Os estudos na área têm seu desenvolvimento centrado em questões relacionadas à eficácia das analogias na aprendizagem.

Para Carmo (2006), um dos problemas que tornam pouco eficiente o uso de analogias como estratégia de ensino é a diferença sociocultural entre os alunos de uma mesma turma, e isso pode fazer com que a analogia pareça muito próxima da realidade de uns e bem distante de outros. O professor deve ter o cuidado ao utilizar essa ferramenta de ensino, para que ao invés de tentar ajudar o aluno, ele não crie mais obstáculos para o entendimento.

Por todo o exposto as analogias têm como propósito facilitar o processo de compreensão e de ensino de conteúdos de química e devem ser

encaradas como uma forma representacional, fontes do pensamento criativo, e sendo assim, sua aplicação deve ser feita de maneira cuidadosa e adequada.

Ultimamente tem ocorrido um aumento em pesquisas na área de educação que visam uma contribuição significativa para a formação de indivíduos. Tais pesquisas alertam sobre a forma de ensino que prioriza a memorização de conceitos e fórmulas e não tem em seu objetivo a compreensão significativa dos processos e/ou conceitos. Neste contexto o aluno passa de um mero receptor de informações e passa a interagir com o meio educacional, sendo um agente ativo no seu processo de aprendizagem. Através de tais perspectivas é essencial aos professores que desenvolvam estratégias para que os alunos busquem essa interação com as metodologias utilizadas (SOUZA, 2009).

Uma das formas de se trabalhar dentro desta nova proposta de ensino é promovendo um conhecimento mais amplo da ciência, através da visão de como ela é construída e usada. Com isso, um ensino baseado na construção e aplicação de modelos, de ensino ou didáticos, está de acordo com esta nova linha de pensamento. Sendo que o processo de construção e aplicação desses modelos são as bases do processo da pesquisa científica (FERREIRA; JUSTI, 2007).

Segundo Ferreira (2006), um modelo pode ser definido como uma representação parcial de um objetivo, evento, processo ou ideia com objetivo de facilitar a visualização, compreensão, elaboração de explicações e propriedades do sistema modelado. Com o intuito de ajudar os alunos a entenderem alguns aspectos do que se deseja ensinar, esses modelos são classificados como modelos de ensino. A construção desses modelos ocorre pela necessidade do ser humano explicar diferentes situações, conceitos, processos e etc.

A primeira etapa desse processo ocorre na mente. Nesta etapa, soluções mentais começam a se agrupar para a resolução de problemas, como a compreensão de conceitos abstratos. Tais modelos são conhecidos como

modelos mentais, que são os precursores na construção de qualquer tipo de modelo, sejam na ciência ou no ensino. A segunda etapa é a representação concreta do modelo mental, esta representação ocorre através de fórmulas, analogias, desenhos e outras formas de representação. Nesta parte do processo é onde ocorre a interação do público alvo, sendo individual ou coletivo, buscando a interação social para o desenvolvimento cognitivo. A terceira e última etapa é a exposição e discussão do mesmo a partir da posição de outras pessoas. Ocorrendo o consenso entre os especialistas da área ficam conhecidos como modelos consensuais ou científicos.

A modelagem é uma área bastante útil, pois desde os primórdios do surgimento do saber ela se fez presente, através de dispositivos e sistemas físicos aos quais cientistas e estudiosos criavam, para que os usuários interagissem de forma mais direta com o objeto de estudo ou conceito abordado. Alguns autores têm direcionado suas pesquisas a este tema e, com isso, observaram que o processo de modelagem em sala de aula tem estimulado os alunos a participarem ativamente das atividades e discussões, contribuindo assim para um entendimento que vai além da simples memorização de conceitos e fórmulas, favorecendo um conhecimento crítico que pode ser aplicado em diferentes problemas e situações. (Milagres e Justi, 2001; TEMP; CARPILOVSKY; GUERRA, 2011).

Os modelos de ensino devem fazer sentido para os alunos. Ocorre que os alunos devem levar em conta suas ideias prévias e conceitos préestabelecidos, seus modelos mentais, para relacionar os aspectos concretos ou abstratos envolvidos na atividade de modelagem.

De acordo com Borges (1998), para compreender um conceito científico, fenômeno ou sistema físico é necessário antes a construção de um modelo mental simples, que "rodado" na imaginação gera explicações e descrições do sistema abordado, que revelam formas de raciocínio aplicáveis a um grande número de sistemas. Mas estes modelos simples, necessita que o indivíduo seja exposto a uma instrução deliberada, para que o conhecimento assimilado interaja com os modelos mentais existentes e produza novos modelos.

Então, a função básica da escola e do ensino de ciências, especialmente no ensino médio, deve ser a de criar um ambiente que favoreça o envolvimento dos estudantes em exercícios de revisão de seus modelos intuitivos à luz de novos conhecimentos, experiências e através da externação desses modelos na forma de modelos de ensino ou didáticos. Segundo Millar (1996), a utilização desses modelos tem o potencial de contribuir para um melhor entendimento público da Ciência.

Alguns autores têm publicado trabalhos em relação a uma abordagem metodológica referente ao uso de modelos didáticos, como no trabalho realizado por Figueiroa (2004), que criou um modelo de ensino intitulado "café com leite" para analisar o uso sistemático de analogias para o conceito de incompatibilidade sanguínea. Seus resultados demonstram que o modelo utilizado apresentou-se como um recurso eficaz para o desenvolvimento do processo criativo, que é algo tão almejado em educação. É possível encontrar também alguns trabalhos em outras áreas de conhecimento, como é o caso da biologia, que em busca de uma abordagem metodológica diferenciada, foi criado um modelo de ensino para tratar do conteúdo de genética (TEMP; CARPILOVSKY; GUERRA, 2011). Há também um trabalho de Milagres e Justi (2001) que faz um levantamento bibliográfico sobre os modelos utilizados no ensino de equilíbrio químico e sugere que algumas vezes os modelos de ensino são usados de maneira inadequada, levantando uma grande preocupação que é a falta de modelos de ensino para determinados conceitos ou conteúdos químicos. Alinhada a essa preocupação levantada pelo autor, neste trabalho foi pesquisado sobre modelos de ensino no tocante ao conceito de Energia de Ativação, sendo constatada a falta de pesquisas e modelos para este conceito em específico, tal foi o motivo a elaborar uma abordagem nesse sentido.

O surgimento da ideia de trabalhar com modelos didáticos ocorreu durante uma aula de físico química na Universidade Federal de Sergipe, onde o professor utilizou uma metodologia diferenciada e através disso propôs que os alunos pesquisassem sobre modelos didáticos e reproduzissem a simulação em sala de aula. Com isso foi pensado se era possível a criação de um modelo para ser utilizado como uma metodologia no ensino de Cinética Química,

especificamente o conceito de Energia de Ativação. E após o surgimento da ideia da criação do modelo, ocorreu a ideia de comparar os resultados, colhidos através da utilização do modelo, com uma metodologia anteriormente utilizada em sala de aula que são as analogias presentes nos livros didáticos.

3. METODOLOGIA

O inicio deste trabalho consistiu em uma pesquisa para coletar as analogias empregadas nos livros didáticos trabalhados no segundo ano do Ensino Médio dos colégios da rede pública de ensino da cidade de Itabaiana-Sergipe, especificamente sobre o tema Energia de Ativação, de modo a identificar possíveis dificuldades de aprendizagem e propor uma estratégia, através da elaboração de um modelo didático. Um total de seis livros didáticos, utilizados regularmente no ensino de química.

Foi trabalhado durante 5 aulas ministradas no período da disciplina de Estágio Supervisionado Química III no Colégio Estadual Murilo Braga, Itabaiana-Sergipe de maneira tradicional o assunto Cinética Química, após o término das aulas foi proposto dois experimentos a nível macroscópico. O primeiro relacionando o efeito da temperatura, o experimento utilizado foi o relógio de iodo, no qual foi utilizado iodeto de potássio, tiossulfato de sódio, persulfato de potássio e uma solução de amido de milho. O amido é um indicador de iodo, quando foi colocado amido em uma solução contendo iodo ela fica azul escuro. De inicio o iodo liberado pelo iodeto é consumido pelo íon do persulfato, quando o persulfato acaba, o iodo deixa de ser consumido e a solução se torna azul. Este procedimento foi realizado a temperatura ambiente e a uma temperatura a baixo da ambiente, em que os alunos observaram a influência da temperatura na velocidade da reação (anexo I) e o segundo o efeito do catalisador, o experimento ocorreu da seguinte forma: em dois tubos de ensaio foi colocado um grânulo de zinco e I,0 mL de H₂SO₄ 1,0 Mol/L. Logo que se iniciou o desprendimento de H_{2 (q)}, foi adicionado 2 gotas de KMnO₄ 0,0l Mol/L a cada um deles. A um dos tubos foi adicionado um pequeno cristal de KNO₃. Nessa experiência, a redução do KMnO₄, diretamente pelo H₂ liberado da reação do zinco como o H₂SO₄, é uma reação muito lenta. Contudo quando é adicionado KNO₃ na solução, os íons de NO₃ formados reagem (reduzem) rapidamente com o H₂ formando NO₂⁻ e água. Posteriormente, também de forma rápida, o NO₂⁻ reduz os íons de MnO₄⁻ da solução aquosa em íons de Mn²⁺. Com este procedimento substitui-se uma reação lenta por duas reações rápidas (anexo II) na velocidade de reações. Ao término de cada experimento foi apresentado um questionário (anexo III, pré - teste) para os alunos, os quais foram divididos em grupos de 4 componentes. Esses questionários foram respondidos de acordo com a interpretação de cada grupo sobre o experimento. Em seguida foi alvitrado trabalhar com analogias (Carro, Carroça de Burro e Carrinho de montanha Russa), relacionando-as com os experimentos propostos. A ideia agora era abordar os aspectos microscópicos, ou seja, fazer com que os alunos buscassem um paralelo entre o experimento (macroscópico) e a analogia (microscópico) para avaliar até onde as analogias facilitavam a compressão do tema, o que foi verificado através de um questionário proposto a eles (anexo IV, V e VI, pós - testes).

A aplicação efetiva do modelo didático ocorreu durante a realização da VI OCMEA (Oficina de Ciências, Matemática e Meio Ambiente), realizada no campus Prof. Alberto Carvalho, Itabaiana – SE, no dia 20 de outubro de 2011. O público alvo foram alunos do 3º ano dos colégios da rede pública estadual, participantes da oficina "Cinética do cotidiano através de experimentos". Para ser possível a abordagem do conceito de Energia de Ativação através de um modelo, pensamos na construção de um modelo didático. Isto foi realizado através da utilização de garrafas PET, bolas de isopor, fita adesiva, alfinetes, membrana de plástico, espuma de carimbo, tinta de carimbo, tesoura e cola.

Pegou-se a garrafa PET foi cortada a parte da tampa e também ao meio, foi feito pequenos orifícios para melhor circulação do ar. Em seguida foi colocado tiras de espuma de carimbo na parte inferior da garrafa e foi fechado com a membrana de plástico, utilizando fita adesiva fixou-se a parte superior com a inferior da garrafa. Na aplicação do mesmo foi utilizado bolas pequenas de isopor, bolas pequenas de isopor com alfinetes e um secador de cabelo convencional, o qual operava em três modos de velocidades, temperatura ambiente, quente moderado e quente em uma temperatura mais elevada.

De maneira similar a empregada no Colégio Estadual Murilo Braga, esta etapa do trabalho ocorreu através da utilização de experimentos relacionados com o tema Cinética, relacionando o efeito da temperatura (anexo I) e do catalisador (anexo II) na velocidade de reações químicas, para que os alunos tivessem uma visão macroscópica dos fenômenos. Em seguida os alunos foram instruídos a responder um questionário sobre assimilação do tema (Anexo III), os experimentos utilizados no Colégio e na OCMEA foram os mesmo e seus questionários. Em seguida, foi utilizado o modelo didático construído, no qual os alunos deveriam observar a simulação produzida através dele, sendo relacionado o efeito da temperatura na primeira simulação realizada onde as bolinhas de isopor representavam átomos ou moléculas simbolizando os reagentes e a membrana plástica a barreira de Energia de Ativação. Para que ocorresse a reação às bolinhas teriam que romper a membrana e entrar em contato com a espuma de carimbo que mudaria a cor das bolinhas simbolizando a formação de produto. Com o objetivo de simular o movimento dos átomos ou moléculas no meio reacional utilizamos um secador de cabelo, o qual utilizou primeiramente apenas a temperatura ambiente, onde não foi possível romper a membrana, mesmo com o choque das bolinhas, em seguida aumentamos a temperatura do secador e foi possível o rompimento da membrana através da elevação da temperatura e das colisões das bolinhas contra a barreira. Já na segunda simulação apresentada, as bolinhas de isopor continham alfinetes que representam o catalisador na reação, através dessa modificação não houve a necessidade de aumentar a temperatura para que as bolinhas conseguissem romper a barreira. O secador foi utilizado apenas para simular o movimento dos átomos ou moléculas, mas o rompimento da membrana para formação do produto ocorreu por conta dos alfinetes.

O emprego do modelo didático possivelmente permitiu uma visão microscópica do processo anteriormente apresentado na parte experimental. Ao final do trabalho os alunos responderam a um questionário sobre o entendimento que o modelo proporcionou do conceito abordado (Anexo VII e VIII, pós - testes).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Analogias: Aulas experimentais Pré-teste: Experimento relacionando o efeito da temperatura com a velocidade da reação.

Através do experimento empregado (Anexo I) ficou evidente para todos os alunos que a reação em temperatura ambiente ocorreu mais rapidamente da que estava em temperatura abaixo da ambiente. Mas quando questionados sobre qual o motivo de um reagir mais rapidamente que o outro, os alunos em sua maioria conseguiu relacionar com o fato do gelo diminuir a temperatura do meio reacional e alguns ainda tentaram relacionar com aspectos microscópicos, onde partículas influenciam o processo de reação, mas sem fundamento algum e de maneira aleatória mostrando assim a deficiência que os alunos têm em relação com a questão microscópica que requer grande abstração por parte dos alunos (Figura 2).

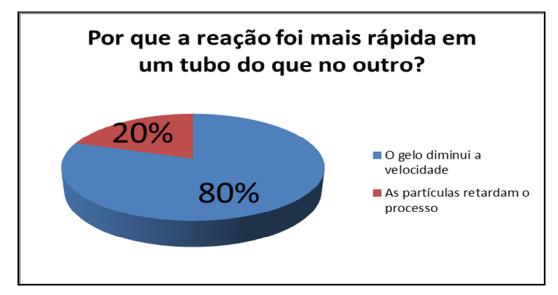


Figura 2: Gráfico referente ao questionamento: "Por que a reação foi mais rápida em um tubo do que no outro?".

Para perceber claramente o entendimento dos alunos sobre o questionamento acima, os alunos foram instigados a desenhar o que tinha observado a cerca das reações que ocorreram (Figura 3).

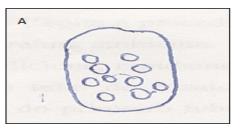




Figura 3: A) Tubo no gelo representando quantidade de partículas e B) Tubo a temperatura ambiente representando a cor.

Sobre a reação que ocorreu a uma temperatura abaixo da ambiente (a que estava no gelo) os alunos representaram tanto aspectos macroscópicos quanto microscópicos. Cerca de 60% deles demonstraram aspecto micro (partículas em solução), apegando-se ao fato da quantidade das partículas em solução e outros fizeram uma relação entre partículas e as suas disposições espaciais a qual fazem referência à questão da heterogeneidade e os 40% restante se apegaram a questão macroscópica da cor. Já a reação que ocorreu em temperatura ambiente cerca de 60% dos alunos demonstrou claramente a visão macroscópica do experimento através do princípio da cor e os 40% que restaram observaram que havia menos partículas e que esta solução estava homogênea. As duas reações comparadas, pelos estudantes, pressupõe que com o aumento da temperatura fica mais evidente os aspectos macroscópicos, aos quais os alunos se detiveram, mas também é possível observar que os alunos buscam uma relação do aspecto macro para o microscópico através da explicação da cor (macro) com a quantidade de partículas (micro), de forma equivocada, mas alguns conseguem fazer a perfeita relação falando sobre a homogeneidade e a heterogeneidade (micro). Os aspectos microscópicos tendem a esclarecer mais facilmente os fenômenos, em quanto os aspectos macroscópicos está ligada a substancialidade visual. Então se o modelo didático proporcionar uma visão microscópica do fenômeno, possivelmente facilitara a compreensão significativa do conceito abordado.

Para um melhor esclarecimento foi questionado diretamente a eles qual a diferença entre os dois desenhos. Os alunos ao responderem se apegaram ao experimento em si e não se baseando no desenho que eles apresentaram, por conta disso responderam que a diferença era entre a temperatura, diferentes concentrações e velocidades (Figura 4).

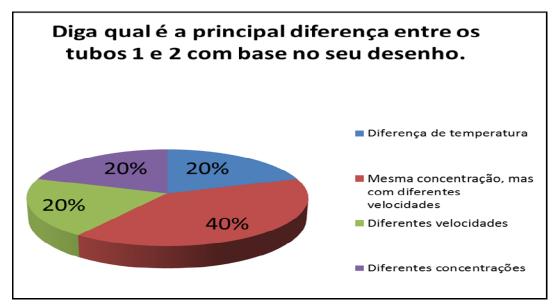


Figura 4: Gráfico referente ao questionamento: "Diga qual é a principal diferença entre os tubos 1 e 2 com base no seu desenho".

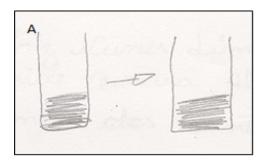
Claramente são observados através das respostas os aspectos ligados ao experimento e a ausência do fator de correlação entre os aspectos macro e microscópicos vistos nos desenhos. Alguns alunos tentaram relacionar os questionamentos anteriores, mas na hora de formular a resposta definitiva eles optam claramente por seguir a questão visual e abandonar a abordagem microscópica, possivelmente por falta da compreensão conceitual significativa.

Para finalizar essa etapa inicial, foi pedido que eles criassem um título para o experimento. Ao sugerirem o título os alunos deixam, mais uma vez, claramente que dispuseram apenas dos aspectos macroscópicos: retardamento das reações (40%), mudança de temperatura (40%) e mudança de cor (20%). Nenhum fez referência aos aspectos microscópicos relacionados ao experimento.

Experimento relacionando o efeito do catalisador com a velocidade da reação.

De acordo com o experimento realizado (Anexo II), foi questionado aos alunos qual reação ocorreu de forma mais rápida e os alunos, em unanimidade,

constaram que a reação em que foi adicionado o KNO₃ (nitrato de potássio) ocorreu de maneira mais rápida em relação à outra que não foi adicionado ao mesmo.



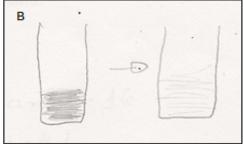


Figura 5: A) Representação gráfica dos tubos sem a presença dos cristais e B) Representação gráfica dos tubos com a presença dos cristais.

Quando eles foram questionados o porquê de uma reação ocorrer mais rápida que a outra, todos atribuíram a velocidade da reação à adição dos cristais. Mas ao representarem graficamente as suas observações em relação ao experimento (Figura 5), os alunos fizeram alusão apenas aos aspectos macroscópicos: 40% deles evidenciaram a mudança de cor com a adição dos cristais, outros 40% demonstraram mudança de cor, mas sem referência aos cristais e os 20% restantes não diferenciaram a cor, mas observaram a adição dos cristais (Figura 6).

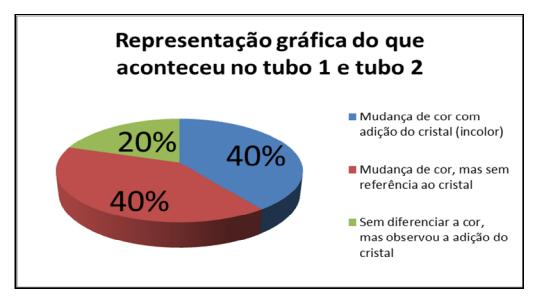


Figura 6: Gráfico referente ao questionamento: "Representação gráfica do que aconteceu no tubo 1 e tubo 2".

Perante as respostas dos alunos fica claro que o aspecto visual gerado pelo experimento, deteve toda a atenção deles. Para buscar um maior raciocínio deles em relação aos desenhos e a prática empregada foi solicitado que fizessem as observações sobre os seus desenhos e tentassem explicar as principais diferenças. Com isso, apareceram conceitos que não foram observados nos desenhos, por exemplo: 40% falaram sobre a adição dos cristais e relacionaram com a aceleração da reação, 20% também utilizaram uma relação entre velocidade da reação com os cristais, mas 40% falaram apenas na mudança de cor como evidenciada nos desenhos (Figura 7).

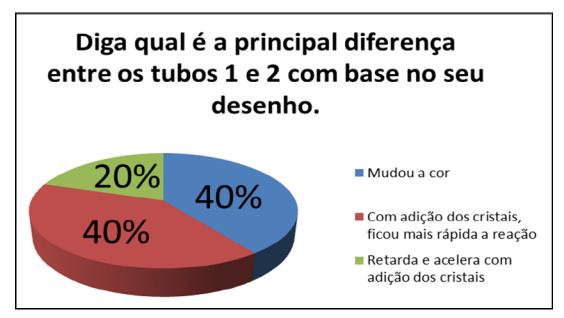


Figura 7: Gráfico referente ao questionamento: "Diga qual é a principal diferença entre os tubos 1 e 2 com base no seu desenho".

Mesmo assim os alunos apenas conseguiram correlacionar aspectos macroscópicos relacionados com o tema, por exemplo: aceleração ou velocidade das reações, e outros aspectos visuais.

A utilização das analogias: Pós-teste

Após a utilização dos experimentos foram apresentadas três analogias (Anexo IV, V e IV) sobre o conceito de Energia de Ativação (Ea) aos alunos com as suas respectivas explicações conforme descritas nos livros didáticos (Figura 8).

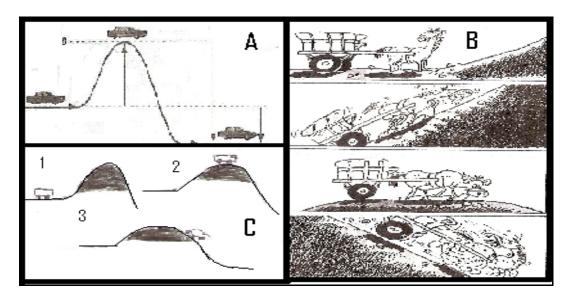


Figura 8: Analogias sobre Ea encontradas nos livros didáticos: **A)** Um carro subindo uma elevação (Geraldo Camargo, Ed. Scipione), **B)** Uma carroça subindo um morro (Lembo & Sardela, Ed. Ática) e **C)** Uma montanha-russa (Geo Sistema de Ensino, Ed. Abril).

Com base nessas analogias foi solicitado aos alunos que explicassem o que ocorreu quando foi diminuída a temperatura do meio reacional (Anexo I) e quando foram adicionados os cristais de KNO₃ (nitrato de potássio) que atuaram como catalisador (Anexo II).

Tabela 1: Explicações apresentadas, após a apresentação das analogias, para os experimentos de temperatura e catalisador.

Efeito da temperatura		Q. Explique o que ocorreu quando a temperatura do meio reacional foi diminuída:
		G1. As moléculas juntas demoram a reagir (Analogia da carroça)
		G2. A temperatura está associada com a velocidade do carro (Analogia do
		carro)
		G3. Há pouca energia para o carrinho (Analogia da montanha-russa)
Efeito do catalisador		Q. Explique o que ocorreu quando os cristais de $\ensuremath{KNO_3}$ (catalisador) foram
		adicionados:
		G1. Com a presença do cristal ficou mais rápido (Analogia da carroça)
		G2. Os cristais aumentam a velocidade do carro (Analogia do carro)
		G3. Os cristais aumentam a energia do carro (Analogia da montanha-
		russa)

Com base nas explicações, coletas através dos questionários sobre as analogias apresentadas na Tabela 1, podemos perceber que para o grupo 1 (G1) a analogia empregada não teve interferência em suas respostas. Para os demais grupos, as analogias levaram à associação com a velocidade do carro e energia do carrinho da montanha-russa, mas sem nenhuma referência às entidades químicas do meio reacional, o que, pelo menos numa análise inicial, não permitiu o entendimento do conceito de Energia de Ativação.

Outro aspecto interessante é o fato de que para a analogia da carroça os termos "velocidade" e "energia" não são mencionados, provavelmente pelo fato de que carroças são lentas e puxadas por animais, o que pode explicar a não utilização dessa analogia pelo grupo 1.

As analogias por sua vez não propuseram aos alunos um entendimento significativo sobre Energia de Ativação, pois eles não apresentaram um conceito sobre Ea e não fizeram referencia a ela em suas respostas, mais também não constituíram um obstáculo, agregando conceitos importantes como: velocidade, energia e temperatura. Da maneira como estavam descritas as analogias sugerem que após atingir o topo da "montanha" todas as espécies se transformam em produtos, sem levar em conta os aspectos geométricos das colisões moleculares e a reversibilidade das reações químicas.

4.2 Modelo Didático: Aulas experimentais Pré-teste: Experimento relacionando o efeito da temperatura e do catalisador com a velocidade da reação.

As respostas aos questionários empregados nesta etapa foram muito parecidas com as obtidas na etapa anterior, referente ao pré-teste das analogias, na qual foi utilizado o mesmo experimento e posteriormente foram aplicadas as analogias. Mas dentre eles destacou-se o resultado em que os alunos conseguiram associar a diferença de temperatura e presença do catalisador à mudança de velocidade, mesmo sem nenhuma menção a tais termos pelos professores (Figura 9).

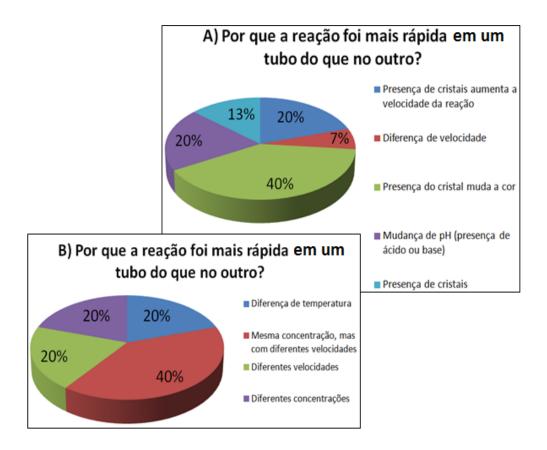


Figura 9: Gráficos sobre as aulas experimentais: **A)** Efeito do catalisador e **B)** Efeito da temperatura.

Outro ponto interessante é que os aspectos visuais (mudança de cor, presença de cristal) chamaram a atenção dos alunos, porém, alguns deles relacionaram incorretamente a mudança de coloração e mudança de pH as variações de velocidade das reações (Figura 9A). Possivelmente, tais alunos relembraram de outras experiências as quais eles participaram em outro momento e utilizaram este conhecimento, de maneira equivocada, para tentar responder ao questionamento.

Utilização do modelo

O modelo foi construído com materiais convencionais de fácil obtenção, o qual simulava o movimento de átomos e/ou moléculas no meio reacional, como pode ser observado na Figura 10. Pegou-se a garrafa PET e foi cortada a parte da tampa e também ao meio, foi feito pequenos orifícios para melhor circulação do ar. Em seguida foi colocado tiras de espuma de carimbo na parte inferior da garrafa e foi fechada com a membrana de plástico, utilizando fita adesiva fixou-

se a parte superior com a inferior da garrafa. Na aplicação do mesmo foram empregadas bolas pequenas de isopor, bolas pequenas de isopor com alfinetes e um secador de cabelo convencional, o qual operava em três modos de velocidades, temperatura ambiente, quente moderado e quente em uma temperatura mais elevada.



Figura 10: Modelo didático produzido.

Na tentativa de trabalhar o conceito de Energia de Ativação, ou pelo menos apresentar uma nova abordagem deste conceito através dos aspectos microscópicos relacionados, o modelo didático foi aplicado. Foram empregados artifícios para simular a influência da temperatura e do catalisador na simulação da reação.

A utilização do modelo didático construído ocorreu em duas simulações: a primeira sendo relacionada com o efeito da temperatura, onde as bolinhas de isopor representavam átomos ou moléculas simbolizando os reagentes e a membrana plástica a barreira de Energia de Ativação. Para que ocorresse a reação às bolinhas teriam que romper a membrana e entrar em contato com a

espuma de carimbo que mudaria a cor das bolinhas simbolizando a formação de produto. Com o objetivo de simular o movimento dos átomos ou moléculas no meio reacional foi utilizado um secador de cabelo, o qual utilizou primeiramente apenas a temperatura ambiente, onde não foi possível romper a membrana, mesmo com o choque das bolinhas, em seguida aumentou-se a temperatura do secador e foi possível o rompimento da membrana através da elevação da temperatura e das colisões das bolinhas contra a barreira. Já na segunda simulação apresentada foi abordado o conceito de catalisador, neste caso as bolinhas de isopor continham alfinetes que representam o catalisador na reação, através dessa modificação não houve a necessidade de aumentar a temperatura para que as bolinhas conseguissem romper a barreira. O secador foi utilizado apenas para simular o movimento dos átomos ou moléculas, mas o rompimento da membrana para formação do produto ocorreu por conta dos alfinetes.

Simulação com influência da temperatura

Ao realizar a simulação de uma reação com o modelo didático desenvolvido, os alunos observaram que: para a reação ocorrer foi necessária uma fonte de calor, para que a membrana fosse ultrapassada e houvesse a mudança de cor, ocasionando a formação do produto (60%); a mudança de temperatura favoreceu a passagem dos reagentes pela membrana formando o produto (20%); as bolinhas só passaram após a ativação de a função aquecer do secador e o movimento das moléculas (10%).

Ao serem questionados sobre o que impedia a reação ocorrer, houve uma divisão de opiniões: 55% deles responderam que foi a membrana e 45% falaram que foi o aquecimento. Através disso pode-se inferir que os alunos que responderam que era o aquecimento provavelmente não compreenderam a pergunta e responderam como se o impedimento fosse o aquecimento e não a membrana. Quando foram questionados sobre o que precisou ser feito para que a reação ocorresse, podemos nos certificar do equívoco da questão anterior. Aqui 82% dos alunos disseram que foi necessário o aumento da temperatura para que ocorresse a reação, 9% atribuíram ao aumento da velocidade da reação e 9% não souberam responder (Figura 11).

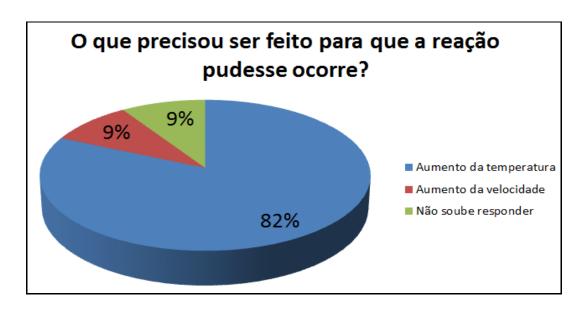


Figura 11: Gráfico referente ao questionamento: "O que precisou ser feito para que a reação pudesse ocorrer?".

Com a intenção de observar até que ponto o modelo apresentado a eles facilita uma visão microscópica do conceito, foi perguntado de forma direta o que seria Energia de Ativação (Ea). Segundo a Figura 12, os alunos ao responderem sobre o que seria Ea, apresentaram as seguintes afirmações: é a energia necessária para que ocorra a reação (73%), é a energia que da origem ao movimento (18%) e 9% deles não souberam responder. Podemos observar que a maioria deles apresentou a definição de Energia de Ativação encontrada nos livros didáticos.

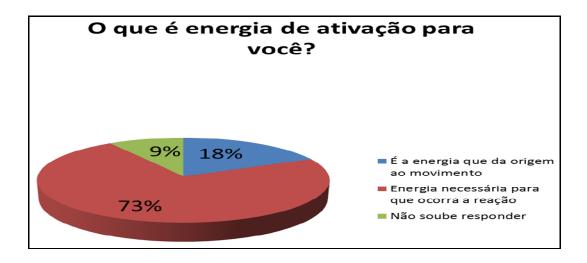


Figura 12: Gráfico referente ao questionamento: "O que é Energia de Ativação para você?".

Para buscar uma maior compreensão por parte dos alunos sobre o conceito de Ea, foi proposto que dessem outra definição ao conceito segundo a simulação realizada. Eles tiveram que utilizar a simulação para elaborar outra definição para tal, ou seja, através da simulação realizada e do entendimento que eles adquiriram, elaborar novas ideias sobre Ea, exigindo assim uma compreensão significativa da simulação e do conceito abordado, Figura 13.

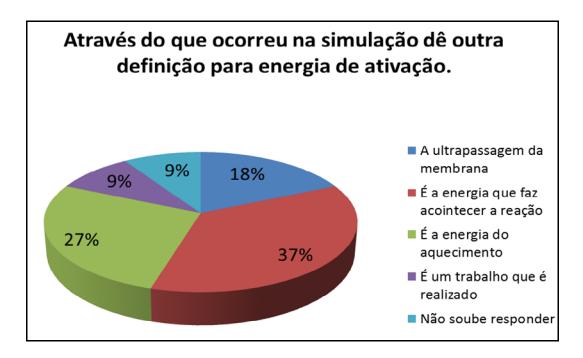


Figura 13: Gráfico referente ao questionamento: "Através do que ocorreu no modelo dê outra definição para Energia de Ativação".

Com base no modelo eles tentaram desenvolver outra definição para Energia de Ativação, 37% deles disseram que é a energia que faz acontecer a reação, 27% é a energia do aquecimento, 18% a ultrapassagem da membrana, 9% é um trabalho que realizado e 9% não souberam responder. Com clara relação com o modelo apresentado, eles relacionaram a Energia de Ativação ao aquecimento realizado para a ocorrência da "reação" e a ultrapassagem da membrana que foi fator determinante para a "reação" ocorrer, ou seja, na "transformação de reagentes em produtos".

Por fim, sobre o título que eles dariam a simulação feita, eles sugeriram títulos ligados a moléculas, reagentes e produtos, ao calor e títulos criativos. Com base nas respostas dos alunos pode-se inferir que o modelo apresentado

facilitou uma visão microscópica do experimento permitindo a utilização de termos e conceitos coerentes.

Simulação com influência do catalisador

Foi apresentada aos alunos uma variação do modelo inicial. Neste caso, não houve a utilização da função aquecer do secador, que foi substituída pelos alfinetes nas bolinhas de isopor, representando assim o catalisador no meio reacional e através desta mudança ocorreu assim a formação do "produto". Após a simulação 55% dos alunos perceberam este fato, outros 27% citaram as bolinhas furando a membrana e uma menor parcela 18% se atrapalhou em qual modelo tomar como referência, respondendo sobre o aquecimento.

Sobre o que impedia a reação ocorrer, 64% dos alunos constataram que a reação não ocorria por conta da membrana, já 27% disseram que nada impedia e 9% não souberam responder. Ainda segundo os alunos, para que ocorresse a reação foi necessário o uso de um artifício, que os alunos descreveram como a utilização dos alfinetes (82%). Alguns apresentaram a visão errônea na qual foi à utilização do calor (18%) (Figura 14).

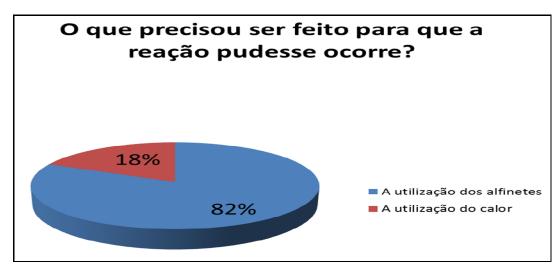


Figura 14: Gráfico referente ao questionamento: "O que precisou ser feito para que a reação pudesse ocorrer?".

Alguns alunos possivelmente por falta de atenção confundiram as simulações, sendo que nesta última não foi utilizada de forma alguma a função

de aquecer do secador, neste caso foi deixado de forma clara em sala de aula a alteração realizada na simulação.

Referente a alteração feita no modelo em relação a simulação anterior, os alunos observaram que foi a utilização dos alfinetes, que assim o reagente possui a forma de ativação (64%). Este tipo de resposta já pode ser identificada como uma compreensão significativa do conceito de Ea. Outros (27%) responderam que foi a utilização dos alfinetes no lugar do calor e apenas 9% não souberam responder (Figura 15).

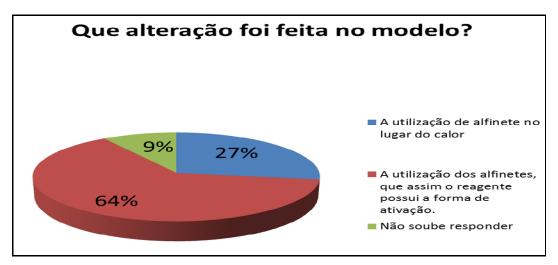


Figura 15: Gráfico referente ao questionamento: "Que alteração foi feita no modelo?".

Quando foi proposto a eles que relacionassem o conceito de Energia de Ativação com a alteração feita, eles relacionaram a Energia de Ativação com os alfinetes perfurando a membrana (37%), com a velocidade da reação (18%), com a necessidade de energia para ocorrer a reação (18%) e teve aqueles que não souberam responder (27%) (Figura 16).



Figura 16: Gráfico referente ao questionamento: "Como a Energia de Ativação está relacionada com essa alteração feita no modelo?".

Por fim, sobre os títulos por eles criados para a simulação, foi possível observar que cerca de 46% fizeram referência aos alfinetes e reações, termos preponderantes nas simulações, 36% fizeram referência aos alfinetes e a moléculas e 18% surgeriram títulos bem criativos. Tais títulos demostram o entendido conceito, incluindo certo nível de abstração.

5. CONCLUSÕES

De acordo com as respostas aos questionários foi possível observar que os alunos tentaram correlacionar os aspectos macroscópicos e microscópicos em suas respostas, mas isto acabou ocorrendo de maneira simplificada, possivelmente por falta da compreensão conceitual significativa. A influência visual gerada pelo experimento dificultou o desenvolvimento da abstração que o aluno poderia ter chegado sobre o tema, fazendo com que ele fique retido apenas nos aspectos visuais (macroscópicos) e abandonando a elaboração de idéias abstratas (microscópicas) e além disso foi possível constatar que o conhecimento que o aluno traz consigo de outras experiências ou acontecimentos influencia em sua compreensão a cerca do novo acontecimento a eles apresentado.

As analogias utilizadas a partir dos livros didáticos pesquisados mostraram que os alunos utilizaram os aspectos associativos aos quais as

figuras apresentadas, por exemplo, carro = velocidade, montanha-russa = energia necessária para o funcionamento e a carroça ligada a idéia de baixada velocidade, por ser puxada por um animal lento. Os alunos não conseguiram utilizar as analogias para fazer referência às entidades químicas do meio reacional, o que, pelo menos numa análise inicial, não permitiu o entendimento do conceito de Ea através das analogias utilizadas nos livros didáticos.

A utilização da simulação proporcionou aos alunos não somente a facilidade de compreensão dos aspectos microscópicos correlacionados com o conceito de Energia de Ativação, mas também ocorreu uma compreensão significativa do próprio conceito em si, sendo constatado devido às respostas que os alunos deram a outra definição para o conceito. Mesmo com a modificação da simulação inicial realizada com os alunos, foi possível constatar que houve, por parte da maioria deles, a correta utilização do conceito. Eles conseguiram explicar, dentro dessa perspectiva, o novo elemento que surgiu com a modificação, configurando assim o entendimento do conceito e a utilização do mesmo em novas situações de maneira correta.

As analogias empregadas não permitiram aos alunos um entendimento global dos fenômenos e do conceito de Ea, mais agregaram importantes características (velocidade e energia) a este conceito. Por sua vez, o modelo didático elaborado aparece como alternativa promissora para tratar o conceito de Ea, mas deve ser utilizado de maneira específica apenas para o entendimento do conceito de Ea, temperatura e catalisador. Não sendo possível abranger outros conceitos e teorias relacionados como, por exemplo, choque efetivo entre as moléculas e formação do complexo ativado.

6. REFERÊNCIAS

ANDRADE, Beatrice L.; FERRARI, Nadir; **As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard**.; vol. 02, n°02, 2002.

BACHELARD, Gaston; A formação do espírito científico; p.85, 1938.

BACHELARD, G; A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Trad. Estela dos Santos Abreu. — Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BORGES, A. Tarciso; **Modelos Mentais de Eletromagnetismo**; v. 15, n. 1: p. 7-31, abr. 1998.

CARMO, Everaldo Almeida; **As analogias como instrumentos úteis para o ensino do conteúdo químico no nível médio**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, Núcleo de Apoio ao Desenvolvimento Científico, 2006.

FABIÃO, Luís Samuel; DUARTE, Maria da Conceição.; **Dificuldades de produção e exploração de analogias: um estudo no tema equilíbrio químico com alunos/futuros professores de ciências.**; *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.; Vol. 4, Nº 1 de 2005.*

FERREIRA, Poliana F. M.; Modelagem e suas contribuições para o ensino de ciências: Uma análise no estudo de equilíbrio químico.; Dissertação para o programa de pós-graduação, Faculdade de Educação da UFMG, Belo Horizonte, 2006.

FERREIRA, Poliana F. Maia; JUSTI Rosária da Silva; **Modelagem e o "fazer ciência"; Revista Química Nova na Escola**, N° 28, p. 32-36, MAIO 2008.

FIGUEROA, Ana M. Senac; O uso sistemático de analogias: Estudo de um modelo de ensino para o conceito de incompatibilidade sanguínea;

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Tecnologia, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2004.

HOFFMANN, Marilisa Bialvo; SCHEID, Neusa Maria John; **Analogias como ferramenta didática no ensino de biologia**; Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI) – Campus de Santo Ângelo-RS.

LISBOA, Julio C.F. **Química**, 1° edição, 1° ano, Editora SM, São Paulo, 2010.

LISBOA, Julio C.F. **Química**, 1° edição, 2° ano, Editora SM, São Paulo, 2010.

LOPES, A. R. C. Contribuições de Gaston Bachelard ao Ensino de Ciências. Caderno Catarinense do Ensino de Física, Florianópolis, v.13, n.3, p.248-273, dez. 1996.

MILAGRES, Vânia S.O.; JUSTI, Rosária S.; **Modelos de ensino de equilíbrio químico – Algumas considerações sobre o que tem sido apresentado em livros didáticos no ensino médio**; Química Nova na Escola, p. 41-46, N° 13, MAIO 2001.

MILLAR, R; Towards a science curriculum for public understanding; School Science Review, V.77, n. 280, p. 7-18, 1996.

MONTEIRO, Ivone Garcia; JUST, Rosária S.; **Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao Ensino médio**; Investigações em Ensino de Ciências – V5(2), p. 67-91, 2000.

NARDI, Roberto; ALMEIDA, Maria José P.M.; Analogias leituras e modelos no ensino de ciência: A sala de aula em estudo; São Paulo, Escrituras Editora, 2006.

RAVIOLO, A.; GARRITZ, A.; "Analogias no Ensino do Equilíbrio Químico"; QNEsc, vol. 27, p.13-25. 2008

SILVA, L.P.; LIMA, A.A.; SOUZA, S.R.; O uso de analogias no ensino de química: Uma análise das concepções de licenciados do curso de química da UFRPE; UFRPE, X JEPEX, 2010.

SOUZA, Vinícius C. A.; JUSTI, Rosária; Estudo da utilização de modelagem como estratégia para fundamentar uma proposta de ensino relacionada à energia envolvida nas transformações químicas; Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Vol. 10 N° 2, 2010.

SOUZA, Vinícius C. de Assis; **Utilização de modelos e modelagem na educação contemporânea: (re)pensando a interlocução do ensino de Ciências da Natureza em um "novo" contexto de aprendizagens**; Revista Interlocução, v.1, n.1, p.19-29, Ago./Set./Out. 2009.

TEMP, Daiana S.; CARPILOVSKY, Cristiane K.; GUERRA, Leonan.; Cromossomos, gene e dna: utilização de modelo didático; Genética na Escola, 2011.

WARTHA, Edson J.; RESENDE, Daisy B.; Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de peirce; Investigações em Ensino de Ciências – V16(2), p. 275-290, 2011.

WIRZBICKI, Sandra Maria; ZANON, Lenir Basso.; **A complexidade de** processos de significação conceitual de energia num espaço de formação para o ensino de ciências; VII Enpec; Florianópolis, 8 de novembro de 2009.

ANEXOS

ANEXO I ROTEIRO EXPERIMENTAL

EFEITO DA TEMPERATURA EM UMA REAÇÃO

 $K_2S_2O_{8(aq)} + 2KI_{(aq)} + Amido_{(aq)} \rightarrow 2K_2SO_{4(aq)} + I2:Amido_{(aq)}$

a) Materiais e reagentes

- Estante com tubos de ensaio:
- Pipetas tipo Pasteur ou sorológicas;
- Cuba de gelo;
- Solução de KI (iodeto de potássio) 0,5 mol/L;
- Solução de Na₂S₂O₃ (tiossulfato de sódio) 0.01 mol/L;
- Solução de K₂S₂O₈ (persulfato de potássio) 0,01 mol/L;
- Solução de amido (maisena) 2%.

Obs. todas as soluções, particularmente a de amido, devem ser preparadas recentemente.

b) Procedimentos

Em um tubo de ensaio adicione 2,0 mL da solução de KI 0,5 mol/L e 1,0 mL de $Na_2S_2O_3$ 0,01 mol/L. Em outro tubo de ensaio adicione 2,0 mL da solução de $K_2S_2O_8$ 0,01 mol/L e quatro gotas de uma solução de amido 2%. Coloque os dois tubos numa cuba com gelo e aguarde alguns minutos para que as soluções entrem em equilíbrio térmico. Repita o procedimento acima com outros dois novos tubos de ensaio e deixe-os à temperatura ambiente.

Adicione, rapidamente, a solução do primeiro tubo de ensaio, que está no gelo, ao segundo tubo de ensaio, que também está no gelo e, simultaneamente, adicione a solução do primeiro tubo de ensaio que está à temperatura ambiente ao segundo tubo que também está à temperatura ambiente. Agite ambas misturas e observe o aparecimento de uma coloração azul do complexo de iodo e amido. Tente explicar o que você observou.

ANEXO II

ROTEIRO EXPERIMENTAL

4. EFEITO DO CATALISADOR

1a.
$$2 \text{ MnO}_4^- + 6 \text{ H}^+ + 5 \text{ H}_2 \longrightarrow 2 \text{ Mn}^{+2} + 8 \text{ H}_2\text{O}$$
 (lenta)
2a. $5 \text{ NO}_3^- + 5 \text{ H}_2 \longrightarrow 5 \text{ NO}_2^- + 5 \text{ H}_2\text{O}$ (rápida)
3a. $2 \text{ MnO}_4^- + 5 \text{ NO}_2^- + 6 \text{ H}^+ \longrightarrow 2 \text{ Mn}^{+2} + 5 \text{ NO}_3^- + 3 \text{ H}_2\text{O}$ (rápida)
(2a + 3a) $2 \text{ MnO}_4^- + 6 \text{ H}^+ + 5 \text{ H}_2 \longrightarrow 2 \text{ Mn}^{+2} + 8 \text{ H}_2\text{O}$ ($\equiv 1a$)

a) Materiais e reagentes

- Estante com tubos de ensaio;
- Pipetas tipo Pasteur ou sorológicas;
- Grânulos (pequenos pedaços) de zinco metálico;
- Solução de H₂SO₄ 1,0 mol/L;
- Solução de KMnO₄ (permanganato de potássio) 0,01 mol/L;
- Alguns cristais (próprio reagente) de KNO₃ (nitrato de potássio).

b) Procedimentos

Em dois tubos de ensaio coloque um grânulo de zinco e 1,0 mL de H_2SO_4 1,0 mol/L. Logo que se iniciar desprendimento de H_2 (bolhas), junte 2 gotas de $KMnO_4$ 0,01 mol/L a cada um deles. A um dos tubos adicione um pequeno cristal de KNO_3 . Tente explicar o que você observou.

ANEXO III PRÉ-TESTE

APRESENTE ABAIXO AS RESPOSTAS ÀS OBSERVAÇÕES QUE VOCÊ FEZ DURANTE OS EXPERIMENTOS

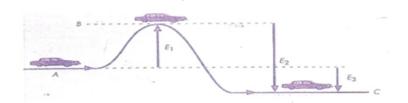
2ª) Por que a reação foi m	ais rápida em um	tubo do que no outro?
3ª) Desenhe o processo q	ue ocorreu no tub	o 1 e no tubo 2.
Tubo 01		Tubo 02
4ª) Diga qual é a princip desenho.	al diferença entre	e os tubos 1 e 2 com base no seu

ANEXO IV



Cinética Química do Cotidiano Através de Experimentos

Fazendo uma analogia, podemos imaginar o andamento de uma reação como sendo um problema de Física em que temos a trajetória de um automóvel num trecho montanhoso:



Podemos, portanto dizer que a energia de ativação é uma barreira de energia ("montanha") que deve ser transposta para que a reação venha ocorrer. De um modo geral, constata-se então que quanto menor for a energia de ativação, maior será a velocidade da reação.

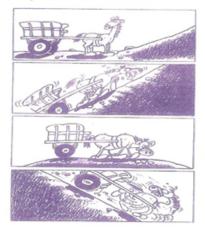
°) Com base na figura acima, tente explicar o que ocorreu no experimento 1, quand
liminuiu a temperatura do meio reacional.
(a) Com base na figura acima, tente explicar o que ocorreu no experimento 2, quando
dicionou- se os cristais.

ANEXO V



Cinética Química do Cotidiano Através de Experimentos

Fazendo uma analogia, podemos imaginar o andamento de uma reação em que temos a trajetória de uma carroça num trecho montanhoso:



Uma carroça subindo uma montanha aumenta sua energia "potencial", isto é aumentará a sua capacidade de realizar trabalho, no topo da montanha, a carroça estará em condições de efetuar uma confortável descida. Com as moléculas acontece algo análogo, pois elas precisam vencer uma "barreira de energia" para que ocorra a reação.

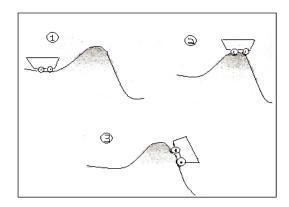
1°) Com base na figura acima, tente	explicar o qu	ie ocorreu n	o experimento	1, quando
diminuiu a temperatura do meio reaci				
2ª) Com base na figura acima, tente	explicar o qu	e ocorreu n	experimento	2, quando
adicionou- se os cristais.				

ANEXO VI PÓS-TESTE



Cinética Química do Cotidiano Através de Experimentos

Fazendo uma analogia, podemos imaginar que no andamento de uma reação, os carrinhos precisam de energia para atingir o alto da montanha (complexo ativado).



- O carrinho 1 precisa de energia para atingir o pico da montanha-russa.
- Uma vez no pico o carrinho 2 está com alta energia potencial.
- A energia potencial transforma-se em cinética e o carrinho 3 desce sozinho.

1º) Com 1, quand							correu no	experime	ento
			<i>figure</i>		40.040	avalia av			
experimer cristais	nto	2,	figura	acıma,		•		ocorreu u-se	no os

ANEXO VII PÓS-TESTE

MODELO 01

1 ^a) Descreva o que você observou na simulação realizada.
2ª) O que impedia a reação de ocorrer desde o início da simulação?
3 ^a) O que precisou ser feito para que a reação pudesse ocorrer?
 4ª) Tente relacionar alguma parte do modelo apresentado com o conceito de Energia de Ativação. a) O que é Energia de Ativação para você?
b) Diga que parte do modelo é essa:
c) Através do que ocorreu no modelo dê outra definição para <u>Energia de Ativação:</u>
5 ^a) Dê um título para a simulação feita no modelo 01 que você acabou de observar

ANEXO VIII PÓS-TESTE

MODELO 02

1ª) Descreva o que você observou na simulação realizada.
2ª) Algo impediu a reação de ocorrer desde o início da simulação?
3ª) Neste caso, modelo 02, o que precisou ser feito para que a reação pudesse ocorrer?
 4ª) Tente relacionar o segundo modelo apresentado com o conceito de <u>Energia de Ativação</u>. a) Que alteração foi feita no modelo:
b) Como a <u>Energia de Ativação</u> está relacionada com essa alteração feita no modelo:
5ª) Dê um título para a simulação feita no modelo 02 que você acabou de observar.
6ª) Como você considera a utilização dos modelos para o estudo de cinética química? Marque uma das opções a seguir:
□Ajudou muito □Ajudou pouco □Não fez diferença nenhuma □ Atrapalhou □ Outra: diga qual