

**Universidade Federal de Minas Gerais**

**Faculdade de Educação**

**CECIMIG**

**MODELO CINÉTICO  
MOLECULAR: DESENVOLVIMENTO DE  
UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM UMA ABORDAGEM  
INVESTIGATIVA**

**MARIA CECÍLIA DA SILVA SOARES PEREIRA**

**Belo Horizonte**

**2015**

**MARIA CECÍLIA DA SILVA SOARES PEREIRA**

**MODELO CINÉTICO  
MOLECULAR: DESENVOLVIMENTO DE  
UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM UMA ABORDAGEM  
INVESTIGATIVA**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização ENCI-UAB do CECIMIG Fae/UFMG como requisito parcial para obtenção de título de Especialista em Ensino de Ciências por Investigação.

Orientadora: Dra. Angélica Oliveira de Araújo

**BELO HORIZONTE  
2015**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho todos os profissionais da educação que se empenham e se dedicam em seu trabalho. Àqueles que o fazem com carinho, amor e acreditam em uma educação mais humana e mais justa.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Angélica Oliveira de Araújo, por sua colaboração no decorrer deste trabalho, pelas valiosas orientações e também pelo carinho.

Agradeço à toda minha família, meu esposo, meu filho Paulo Eduardo, meus pais e meus irmãos pelo apoio e pela compreensão.

À Deus, pela vida, pela saúde e pela força para vencer os obstáculos.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	8
2. OBJETIVOS .....	10
2.1 Objetivo Geral .....	10
2.2 Objetivos Específicos.....	10
3. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS .....	110
4. METODOLOGIA.....	14
4.1 Etapas do trabalho desenvolvido .....	14
4.2 Análise dos livros didáticos.....	17
4.3 Aplicação da sequência didática proposta.....	18
4.4 Elaboração e Aplicação do questionário.....	20
4.5 O questionário para análise de resultados alcançados .....	20
5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	20
5.1 Análise dos livros didáticos .....	20
5.2 Análise qualitativa da sequência didática proposta .....	22
5.3 Análise quantitativa da sequência didática proposta .....	26
5.4 Análise quantitativa do questionário pós-testes.....	30
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	32
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	34
8. ANEXOS .....	36

## RESUMO

Este trabalho buscou propor, aplicar e avaliar uma sequência didática sobre Modelo Cinético Molecular em turmas do 1º ano do Ensino Médio, visando à construção do conhecimento desse modelo pelos alunos. A sequência didática foi elaborada utilizando atividades focadas em Ensino por Investigação e na valorização da argumentação, e foi aplicada buscando valorizar os discursos dialógicos e de autoridade. Nosso principal objetivo foi tentar vencer obstáculos da subjetividade no ensino do Modelo Cinético Molecular; e despertar o espírito científico e investigativo na sala de aula, contribuindo para a formação desse conceito tão fundamental para a construção de outros modelos mais sofisticados no Ensino de Química. Ao final do trabalho desenvolvido, os alunos se mostraram mais motivados e propuseram à professora que desenvolvesse outras sequência didáticas semelhantes nas aulas seguintes, utilizando a mesma linha de trabalho. Os alunos disseram que as aulas ficaram mais agradáveis e prazerosas, o que nos traz evidências do êxito do trabalho desenvolvido, no que tange à motivação dos alunos. A aplicação da sequência didática também demonstrou resultados satisfatórios na utilização desse modelo para a resolução de problemas pelos alunos. Desse modo, acreditamos que uma sequência didática proposta nos levou à valorização do diferentes tipos de discurso na sala de aula e colaborou para o processo construção do conhecimento pelos alunos.

**Palavras chave:** Ensino de Química, Ensino por Investigação, Modelo Cinético Molecular.

*“O ensino de Ciências deve permitir à criança se abrir para o real, interrogá-lo, chocar-se com ele.” (La Main à la Pâte - A mão na massa)*

*“Aprender ciências não é uma questão de simplesmente ampliar o conhecimento dos jovens sobre os fenômenos – uma prática talvez mais apropriadamente denominada estudo da natureza – nem de desenvolver e organizar o raciocínio do senso comum dos jovens.*

*Aprender ciências requer mais do que desafiar as ideias anteriores dos alunos mediante eventos discrepantes. Aprender ciências envolve a introdução das crianças e adolescentes a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo; tornando-se socializado, em maior ou menor grau, nas práticas da comunidade científica, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte às assertivas do conhecimento” (Driver et al., 1999, p.36).*

## 1. INTRODUÇÃO

A proposta de o trabalho apresentada a seguir foi propor uma sequência didática e analisar seu desenvolvimento, avaliando o envolvimento e o interesse dos alunos durante o desenvolvimento do conceito de Modelo Cinético Molecular. Aplicamos atividades práticas e experimentais para construir o modelo Cinético Molecular.

Existem dificuldades e obstáculos vinculados ao ensino e à aprendizagem da Química e acreditamos que muitas destas dificuldades estão agregadas ao fato de que a Química é uma ciência abstrata que lida com aspectos intangíveis aos nossos sentidos. Por este motivo, usaremos os modelos como uma ferramenta para que o aluno possa compreender e fundamentar suas ideias e, a partir daí, construir outros conceitos.

Em 25 de janeiro de 2012 houve uma readequação do CBC (Currículo Básico Comum) de Química à estrutura curricular do Reinventando o Ensino Médio. O currículo anterior era organizado em três eixos, modelos, energia e materiais. Com a nova carga horária, foi proposto, entre outras modificações, que o conteúdo de Modelo Cinético Molecular não mais estivesse agregado ao eixo Modelos e sim no eixo temático: Constituição e a Organização dos materiais em função de sua importância no processo de elaboração conceitual em química, Modelos atômicos e Tabela Periódica, Ligações Químicas e constituição das substâncias. Esta modificação no CBC gerou um olhar mais atento à importância do estudo de Modelo Cinético Molecular como um aspecto estruturante para a compreensão outros conteúdos. Além disto, este trabalho aborda um assunto que, em geral não é abordado explicitamente em livros de Química do Ensino Médio. Tendo em vista a grande importância a construção de um modelo com estrutura básica que possibilite ao estudante entender outros modelos mais sofisticados da Química, realizamos este trabalho.

A proposta de ensino elaborada relatará o desenvolvimento de uma sequência de atividades investigativas experimentais e demonstrativas com uma postura crítica-investigativa e interações discursivas, a fim de que o aluno construa um conhecimento científico.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

O nosso objetivo neste trabalho é apresentar uma proposta para o desenvolvimento do conteúdo de Modelo Cinético Molecular para o Ensino Médio com a utilização de ferramentas suficientes para que alguns fenômenos sejam entendidos, percebidos e explicados de forma a aproximar a ciência escolar da ciência dos cientistas, onde os aprendizes poderão adquirir conhecimentos e experiências nas ciências naturais por meio de investigações adotando procedimentos similares àqueles que cientistas adotam de forma desvinculada ao ensino de Química tradicional onde se utiliza transmissão, repetição e aplicação de uma série de conhecimentos previamente memorizados.

### 2.2 Objetivos Específicos

1. Realizar a análise de livros didáticos utilizados no Ensino Médio e que fazem parte do PNDL.
2. Propor uma sequência didática com base no conteúdo de Modelo Cinético Molecular.
3. Aplicar e analisar a sequência didática proposta, qualitativa e quantitativamente.
4. Propor, aplicar e analisar o questionário proposto.

### 3. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

#### Modelo Cinético Molecular

O CBC (Currículo Básico Comum) estabelece os conhecimentos, as habilidades e competências a serem adquiridos pelos alunos na educação básica, bem como as metas a serem alcançadas pelo professor a cada ano, e nós, como professores na educação básica, temos o dever de oferecer serviços educacionais de qualidade à população.

No ensino de Química entendemos que é necessário que o aluno reconheça e compreenda teorias e modelos da ciência, de forma integrada e significativa. O ensino de Química deve propiciar a construção do conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas (PCN+, 2002). Além disso, é desejável que o aluno possa ter condições de tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos (PCNEM, 1999), mas no cotidiano da sala de aula fica evidente a dificuldade que os alunos têm em assimilar os conceitos de Química e entendemos que, entre outros fatores, o uso pelo professor de uma linguagem que não é do aluno, gera esta dificuldade.

A Química por ser uma ciência abstrata nos leva a concordar com Piaget (1978) que afirma a necessidade de se prover contraexemplos que instiguem reflexões, fazendo-se necessário que o professor deixe de ser um conferencista, satisfeito com a transmissão de soluções já prontas; e passe a ser um mentor, estimulando e incentivando a pesquisa. De acordo com Herron (1975) a solução para sanar a dificuldade que os alunos têm em internalizar os conhecimentos de Química consistia em fornecer experiência extensiva como suporte concreto, essa servindo de modelo para os conceitos abstratos. Assim o estudante seria capaz de imaginar o processo que descrevemos em termos do modelo que utilizarmos. Pois quando o professor não propicia atividades com materiais concretos, no ensino de Química, ele exige que o educando desenvolva o seu conhecimento por meio da abstração reflexionante e se o indivíduo não consegue abstrair somente através das relações lógicas, terá maiores dificuldades na disciplina.

Entendemos que o estudo do Modelo Cinético Molecular tem sua importância justificada pelo fato de ser um modelo de partículas que possui a estrutura básica

comum a todos os modelos mais sofisticados em Química, mas ao mesmo tempo é um modelo que pode ser elaborado a partir de ideias intuitivas dos alunos, sendo assim um suporte, ou uma “ponte” utilizada para introduzir novos conhecimentos em Química, por abordar conceitos de que existe espaço vazio entre as partículas, de que as partículas possuem um movimento intrínseco, de que as partículas são de dimensões infinitamente pequenas, de que as partículas não se dilatam, não se fundem, etc. (MORTIMER, 2014).

### **Modelo e Modelagem**

Um modelo pode ser definido como uma representação parcial de um objeto, evento, processo ou ideia, que é produzida com propósitos específicos como, por exemplo, facilitar a visualização; fundamentar elaboração e teste de novas ideias; e possibilitar a elaboração de explicações e previsões sobre comportamentos e propriedades do sistema modelado (Gilbert e Boulter, 1995). Segundo Ferreira e Justi (2008) a compreensão dos processos de produção de conhecimento e dos modelos elaborados é necessária para a promoção de um aprendizado significativo, isto é, um aprendizado no qual o aluno estabeleça relações entre o que está aprendendo e o que já sabe e que favoreça a transposição de um dado conhecimento para outros problemas e situações, é nesta linha de pensamento que pretendemos trabalhar em sala de aula com os alunos.

### **Ensino por investigação e experimentação**

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 (MORTIMER et. al., 2000, p. 277).

A produção de conhecimento em Química resulta sempre de uma associação entre teoria e experimento, pensamento e realidade. Mesmo porque não existe uma atividade experimental sem uma possibilidade de interpretação. Ainda que o aluno não conheça a teoria científica necessária para interpretar determinado fenômeno ou resultado experimental, ele o fará com suas próprias teorias implícitas, suas ideias de senso comum (PROMÉDIO, 1997).

Neste trabalho, não objetivamos atribuir à experimentação apenas um caráter motivador, lúdico e essencialmente vinculado aos sentidos, como propôs Giordan

(1999). Nós queremos que convívio diário dos alunos com as atividades experimentais torne possível uma maneira de pensar em Química como um conjunto de teoria e realidade, onde os alunos possam ser capazes de desenvolver um pensamento científico, aproximando assim a ciência escolar e a ciência dos cientistas.

A partir do momento em que apresentamos para o aluno uma situação problemática na qual ele possa ter a oportunidade de agir, refletir, discutir e buscar explicações, este trabalho passa a ter um caráter investigativo e acreditamos que esta problematização é um ponto de partida para a aquisição de um novo conhecimento.

“Todo conhecimento é resposta a uma questão.” (Bachelard 1996).

A atividade de caráter investigativo é uma estratégia utilizada para diversificar a prática do professor no cotidiano escolar. Tal estratégia engloba atividades, possibilitem ao aluno o desenvolvimento da autonomia e da capacidade de tomar decisões, de avaliar e de resolver problemas, apropriando-se de conceitos e teorias das Ciências da natureza.

No ensino de Ciências por investigação, os estudantes interagem, exploram e experimentam o mundo natural, mas não ficam restritos a uma prática puramente lúdica. Eles envolvem-se na própria aprendizagem, constroem questões, elaboram hipóteses, analisam evidências, tiram conclusões, comunicam resultados (FERREIRA DE SÁ, 2009). Nesse contexto o professor desempenha o papel de guia e de orientador das atividades – é ele quem propõe e discute questões, contribui para o planejamento da investigação dos alunos, orienta o levantamento de evidências e explicações teóricas, possibilita a discussão e a argumentação entre os estudantes, introduz conceitos e promove a sistematização do conhecimento.

Sendo assim, estamos de acordo com Borges (2002) quando diz que em uma atividade investigativa o estudante deve ser colocado frente a uma situação em que ele seja solicitado a fazer mais do que se lembrar de uma fórmula ou de uma solução já utilizada em situação semelhante.

## **Interações discursivas e abordagem comunicativa na sala de aula de Ciências**

De acordo com Paulo Freire (1996) é possível que, juntos, professor e alunos ensinem e aprendam simultaneamente, conheçam o mundo em que vivem criticamente e construam relações de respeito mútuo, de justiça, constituindo um clima real de disciplina, por relações dialógicas, tornando a sala de aula um desafio interessante e desafiador a todos os envolvidos. A construção de práticas dialógicas é feita diariamente e perpassada por momentos de tensões, dúvidas, já que se trata de um processo em contínua construção. Isto nos leva a refletir sobre a necessidade de se dialogar com os alunos as maneiras como eles veem o mundo, não apenas para dizer se estão corretas ou para ignorá-las, mas sim para que através destas discussões os alunos possam elaborar novas formas de pensar. Assim concordamos com Machado, Mol e Zanon (2012) quando diz que o aluno ao tentar atribuir sentido ao que está aprendendo, formula suas próprias respostas, suas próprias maneiras de combinar aquilo que está sendo ensinado com o que já sabia.

Segundo Mortimer e Scott (2002) são identificadas quatro classes de abordagem comunicativa, que são definidas por meio da caracterização do discurso entre professor e alunos ou entre alunos em termos de duas dimensões: discurso dialógico ou de autoridade; discurso interativo ou não-interativo. Onde:

**Interativo/dialógico:** professor e estudantes exploram ideias, formularam perguntas autênticas e oferecem, consideram e trabalham diferentes pontos de vista.

**Não-interativo/dialógico:** professor reconsidera, na sua fala, vários pontos de vista, destacando similaridades e diferenças.

**Interativo/de autoridade:** professor geralmente conduz os estudantes por meio de uma sequência de perguntas e respostas, com o objetivo de chegar a um ponto de vista específico.

**Não-interativo/ de autoridade:** professor apresenta um ponto de vista específico.

O professor, ao lançar mão destas ferramentas na abordagem comunicativa, torna a aula de Ciência mais reflexiva, onde o estudante participa ativamente do processo de ensino aprendizagem.

## 4. METODOLOGIA

Neste capítulo, abordaremos os procedimentos utilizados para alcançar o objetivo deste trabalho e apresentaremos a descrição das etapas do desenvolvimento desta pesquisa.

### 4.1 Etapas do trabalho desenvolvido

Este trabalho propõe uma sequência de atividades práticas investigativas (anexo I), como ferramenta para auxiliar na construção do conhecimento científico de Química, mais especificamente, no ensino de Modelo Cinético Molecular e sua execução em sala de aula. Posteriormente, fizemos a análise dos resultados alcançados. O objetivo deste trabalho é analisar de forma qualitativa e quantitativa a motivação e a aprendizagem do Modelo Cinético Molecular por meio de observação, registro, análise e interpretação de atividades experimentais, atividades demonstrativas, simulações e aplicação de questionários.

O estudo foi desenvolvido em três turmas de 1º ano do ensino médio de uma escola da rede estadual de ensino de Minas Gerais na cidade de Capim Branco do turno matutino, cada uma delas contendo cerca de 40 alunos, sob supervisão da professora da turma, autora deste trabalho.

Foi elaborada e aplicada uma sequência didática com atividades que contemplavam vários aspectos do modelo cinético molecular com o objetivo de possibilitar a elaboração de um modelo de partículas para explicar os estados físicos e as transformações dos materiais, particularmente as mudanças de estados, as dissoluções e o comportamento dos materiais sólidos, líquidos e gasosos, com o intuito de que os alunos compreendam que existe espaço vazio entre as partículas de matéria, que as partículas possuem movimento intrínseco, que as partículas têm dimensões infinitamente pequenas e que as partículas não se dilatam e não se fundem. Esta estrutura básica do modelo de partículas também permite que os alunos entendam outros modelos mais sofisticados da Química.

Quadro 1: Etapas do desenvolvimento do trabalho

Sequência de ensino	Atividade
Etapa 1: Análise dos livros didáticos	<p>Foi realizada uma análise de cinco livros didáticos de Química do 1º ano:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Química na Abordagem do Cotidiano, dos autores Eduardo Leite do Canto e Francisco Miragaia Peruzzo, Editora Moderna.</li> <li>2. Química - Meio Ambiente – Cidadania – Tecnologia, da autora Martha Reis, Editora FTD.</li> <li>3. Química, dos autores Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado, Editora Scipione.</li> <li>4. Química para a nova geração – Química Cidadã, dos autores Wildson Santos e Gerson Mól, Editora Nova Geração.</li> <li>5. Ser Protagonista Química, do autor Julio Cesar Foschini Lisboa, Editora SM.</li> </ol> <p>A finalidade desta análise foi verificar como os autores destes livros abordam em seu conteúdo o ensino de modelo cinético molecular.</p>
<p>Etapa 2: Aplicação da Sequência Didática (Foram necessárias 7 aulas).</p>	<p>Aula 1: O que são modelos? Atividade 1: Imaginando o invisível Objetivo: Ajudar os alunos a entender o que são modelos e a importância deles para a ciência.</p> <hr/> <p>Aula 2: Caracterizar o modelo cinético-molecular. Atividade 2: Modelos explicativos para a constituição das substâncias Objetivo: Compreender que os materiais são constituídos por partículas muito pequenas e que se movimentam pelos espaços vazios existentes nos materiais. Usar um modelo concreto para ajudar aos alunos a imaginar um mundo abstrato.</p>

	<p>Aula 3: Propondo um modelo para os materiais gasosos</p> <p>Atividade 3: Percebendo um gás</p> <p>Objetivo: Abordar a teoria cinética dos gases através da leitura de um texto e de uma atividade experimental.</p> <p>Atividade 4: Como um gás se comporta quando é aquecido?</p> <p>Objetivo: Observar durante a prática de um experimento o que ocorre com um gás quando é aquecido.</p>
	<p>Aula 4: Entendendo a dilatação dos líquidos</p> <p>Atividade 5: Como construir um termômetro de água</p> <p>Objetivo: Observar a dilatação de um líquido durante uma prática experimental.</p>
	<p>Aula 5: A energia cinética de um gás</p> <p>Atividade 6: Simulação da energia cinética dos gases através de uma animação</p> <p>Objetivo: Mostrar através de uma simulação que o movimento das partículas aumenta à medida em que a temperatura do sistema é elevada.</p>
	<p>Aula 6: Construindo modelos</p> <p>Atividade 7: O mundo muito pequeno</p> <p>Objetivos: Explicar fenômenos diversos usando o modelo cinético de partículas.</p>
	<p>Aula 7: Utilizando a demonstração de uma reação química para compreender a teoria cinética molecular</p> <p>Atividade 8: Experimento</p> <p>Objetivo: Entender através da realização de uma atividade experimental, que as partículas que possuem maior massa possuem menor velocidade.</p>
Etapa 3: Aplicação e análise da sequência	As atividades elaboradas foram aplicadas em

didática proposta	diferentes aulas, onde algum fenômeno foi demonstrado, discutido ou simulado. Os alunos realizaram o que lhes era solicitado em cada atividade utilizando os seus conhecimentos prévios e em seguida a professora realizou o fechamento das discussões utilizando um discurso de autoridade considerando o ponto de vista da Ciência a fim de fixar os conhecimentos.
Etapa 4:Elaboração e Aplicação do questionário	Realização de um conjunto de atividades em forma de questionário, que preveem que os alunos expliquem as conclusões alcançadas ao longo da realização das atividades propostas.
Etapa 5: Análise e discussão dos questionários	Apresentação dos resultados alcançados com a pesquisa por meio da análise das respostas fornecidas pelos alunos nos questionários.

## 4.2 Análise dos livros didáticos

Foi realizada uma pesquisa em cinco livros didáticos de Química do utilizados no Ensino Médio a fim de averiguar com que frequência o estudo de Modelo Cinético Molecular é abordado explicitamente.

O critério para a escolha dos livros a serem analisados foram os livros que fazem parte do PNDL (Programa Nacional do Livro Didático) do ano de 2012. Foram analisados os seguintes livros:

**Livro 1:** Química na Abordagem do Cotidiano, dos autores Eduardo Leite do Canto e Francisco Miragaia Peruzzo, Editora Moderna.

**Livro 2:** Química - Meio Ambiente – Cidadania – Tecnologia, da autora Martha Reis, Editora FTD.

**Livro 3:** Química, dos autores Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado, Editora Scipione.

**Livro 4:** Química para a nova geração – Química Cidadã, dos autores Wildson Santos e Gerson Mól, Editora Nova Geração.

**Livro 5:** Ser Protagonista Química, do autor Julio Cesar Foschini Lisboa, Editora SM.

### 4.3 Aplicação da sequência didática proposta

A sequência didática foi elaborada com base nos resultados da análise dos livros didáticos, de forma a dar ênfase aos aspectos não abordados na maioria dos livros didáticos analisados. Procurou-se contemplar os vários aspectos do Modelo Cinético Molecular nas atividades desta sequência.

Nesta sequência didática foram identificadas quatro partes distintas:

**a) Apresentação da proposta:**

A proposta foi apresentada aos alunos com o intuito de informá-los sobre a sequência de atividades que seriam iniciadas nas aulas seguintes e o objetivo deste trabalho. Esta apresentação aconteceu durante a aula de número 1.

**b) Problematização Inicial:**

Discussão de situações do cotidiano sob a perspectiva dos conhecimentos científicos utilizando a contextualização como ponto de partida para o desenvolvimento de um conteúdo científico e levando em consideração as concepções prévias dos alunos ao longo das discussões das atividades. A problematização inicial foi um recurso utilizado no início de cada um das aulas.

**c) Desenvolvimento das discussões:**

Durante o desenvolvimento das discussões foram identificados três tipos de discurso: interativo dialógico, não interativo dialógico e interativo de autoridade.

**d) Fechamento das discussões:**

O fechamento das discussões foi realizado de forma dialogada com os alunos ao final de cada atividades onde a professora lançou mão um discurso Interativo de autoridade ou Não-interativo de autoridade.

**e) Aquisição do conhecimento científico:**

Após o fechamento das discussões e realização de cada atividade o professor utilizou um discurso de autoridade considerando o ponto de vista de vista da Ciência, com o objetivo de fixar e produzir significados estáveis.

#### 4.4 Elaboração e Aplicação do questionário

Foi elaborado um questionário com cinco questões para os alunos respondessem com o objetivo de avaliar e validar a sequência didática proposta. Para a elaboração deste questionário, a professora levou em consideração os vários aspectos e características do Modelo Cinético Molecular que foram abordados durante a aplicação da sequência didática, bem como as discussões desencadeadas ao longo das aulas.

#### 4.5 O questionário para análise de resultados alcançados

Após a aplicação da sequência didática foi elaborado um questionário (Anexo X) para avaliação e validação dos resultados alcançados com este trabalho.

O questionário continha cinco questões que abordavam de modo geral todo o conteúdo proposto nas atividades realizadas nas aulas anteriores durante a aplicação da sequência didática, como a difusão dos gases, o espalhamento das partículas de um gás no ambiente, o aquecimento de um gás e a expansão das partículas, o aquecimento de um líquido e a expansão das partículas, o aquecimento de um sólido e a expansão das partículas, a diminuição da densidade explicada através do modelo de partículas e por último a dissolução de um sólido em líquido explicada pelo modelo de partículas.

## 5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, pretendemos apresentar de forma qualitativa e quantitativa as conclusões e resultados desta pesquisa e validar a forma de avaliação utilizada.

### 5.1 Análise dos livros didáticos

O quadro abaixo mostra o resumo do resultado da análise dos livros didáticos, bem como as particularidades do Modelo Cinético Molecular investigadas:

Quadro 2: Análise dos livros didáticos.

Particularidades do Modelo Cinético Molecular	Livro Didático	É abordado	Não é abordado
Propriedade dos gases (compressibilidade, expansibilidade, difusão e efusão).	1	X	
	2	X	
	3	X	
	4	X	
	5	X	
Teoria Cinética dos Gases	1	X	
	2	X	
	3	X	
	4	X	
	5	X	
Utilização do modelo de partículas para representar os sólidos, líquidos e gases e a energia envolvida nos	1		X
	2		X
	3	X	
	4	X	
	5		X

processos de mudança de fase.			
Dilatação dos materiais líquidos	1		X
	2		X
	3	X	
	4		X
	5		X
Utilização do modelo de partículas para explicar os fenômenos de dissolução, pressão e densidade.	1		X
	2		X
	3	X	
	4		X
	5		X

De um modo geral os livros 1,2, 4 e 5 apresentam as propriedades do estado gasoso, mas se limitam a abordar apenas o estado gasoso deixando de lado os aspectos relacionados aos demais estados de agregação da matéria, sólido e líquido, além de não utilizar o modelo de partículas para explicar as mudanças de estado, a energia envolvida nestes processos e dissolução dos materiais e a densidade. Os livros falam sobre a Teoria Cinética dos Gases e as Propriedade Gerais dos Gases, Transformações Isobárica, Isocórica e Isotérmica e Leis de Boyle, Charles e Gay-Lussac, Gás real e Gás ideal, Misturas Gasosas e Densidade dos Gases. Os autores propõem a leitura de pequenos textos e alguns experimentos. Os livros são bem ilustrados, mas a abordagem do tema se restringe à aplicação de fórmulas matemáticas e memorização de conceitos e definições, o que impede o aluno de exercer autonomia no processo de processo de ensino e aprendizagem e afasta da ciência escolar da ciência dos cientistas.

Já o livro 3 traz uma base explicativa simples e a ao mesmo tempo abrangente. Ele apresenta uma abordagem investigativa trazendo para o aluno situações-problema para que o próprio aluno mobilize seus conhecimentos e vá em

busca de novos para resolvê-la, aproximando forma, a ciência escolar da ciência dos cientistas.

Este livro traz ainda a ideia de os alunos proporem seus próprios modelos para explicar a constituição dos materiais e entender as propriedades dos sólidos, líquidos e gases e os fenômenos da natureza, afim de que as ideias dos alunos sejam confrontadas com os conceitos científicos.

## 5.2 Análise qualitativa da sequência didática proposta

### **Atividade 1: Imaginando o invisível**

Nesta primeira atividade o objetivo foi mostrar aos alunos que evidências indiretas podem ser imprescindíveis para a descoberta de propriedades e características do que não se pode ver nem pegar. Através da realização desta atividade os alunos foram capazes de entender como foi possível que os cientistas tivessem certeza da existência do átomo, sendo que nem mesmo é possível vê-lo, nem tocá-lo.

Durante a realização desta atividade foi previamente preparada uma caixa de sapatos que continha 3 cliques de metal, a caixa foi lacrada e entregue aos alunos para que descobrissem qual era o objeto que estava dentro da caixa sem que os alunos abrissem a caixa. Esta atividade foi realizada nas três turmas de 1º ano diferentes e em todas as três turmas os alunos conseguiram descobrir que havia cliques de metal dentro das caixas, inclusive quantos eram apenas pelo barulho que os cliques faziam ao balançar a caixa. Os alunos acharam a atividade interessante e pediram para que ela fosse repetida usando outros objetos diferentes na caixa.

De acordo com os conteúdos abordados na disciplina FEC (AGUIAR JUNIOR, CASTRO LIMA, PAULA, 2014) é preciso, criar contextos de uso e aplicação para o desenvolvimento dos conceitos por parte dos estudantes. Aprender um conceito científico implica em relacioná-lo com outros conceitos, sejam científicos (relacionados às teorias das ciências) ou cotidianos (relacionados às práticas sociais dos estudantes). Através desta atividade os alunos podem compreender como são propostos modelos pelos cientistas por meio dos resultados de seus experimentos, e como foi possível deduzir aspectos sobre a constituição da matéria mesmo sem poder vê-la ou tocá-la. Outro ponto a ser abordado é o fato de que eles usaram das

ideias dos colegas e das informações fornecidas pelo grupo oposto para chegarem a um consenso. De maneira similar, os cientistas usaram as informações descobertas por outros cientistas para evoluírem com respeito aos modelos adotados para representação da matéria.

### **Atividade 2: Modelos explicativos para a constituição das substâncias**

Nesta aula o objetivo foi utilizar uma atividade demonstrativa para ajudar os alunos a compreenderem que os materiais são constituídos por partículas muito pequenas e que se movimentam pelos espaços vazios existentes nos materiais. Durante esta atividade foi utilizado um modelo concreto para que os alunos pudessem imaginar um mundo abstrato, ou seja, utilizamos a visão da matéria da forma macroscópica para conseguir compreendê-la da forma microscópica.

### **Atividade 3: Percebendo um gás**

O objetivo desta aula foi abordar as propriedades dos materiais gasosos, expansão e compressibilidade e a teoria cinética dos gases. A atividade consistiu na demonstração de dois experimentos. No primeiro experimento o professor utilizou uma seringa com o êmbolo puxado e a ponta tampada pelo dedo, em seguida o professor pedia que os alunos aprestassem o êmbolo e os alunos perceberam que o êmbolo da seringa se moveu muito pouco, com isto eles concluíram que o ar que ocupava o interior da seringa ofereceu resistência, não se deixando esmagar tão facilmente. No segundo experimento a professora acoplou um balão de aniversário no gargalo de uma garrafa PET de água mineral vazia, em seguida colocou a garrafa na água quente e observou-se que o balão inflou. O objetivo desta demonstração foi mostrar ao aluno que o volume do balão aumentou devido ao aumento da energia cinética do gás presente dentro do sistema composto pela garrafa e o balão que fez com que o gás sofresse expansão do seu volume pois agora as partículas estão mais afastadas umas das outras ocupando agora um volume maior.

**Atividade 4: Como construir um termômetro de água**

Nesta atividade o professor propõe a construção de um termômetro caseiro utilizando água, uma garrafa PET pequena, um canudo e massa de modelar. Após a confecção do termômetro, ele foi colocado dentro de uma vasilha com água quente (na sequência didática foi proposto levar os alunos ao pátio da escola para observar o que ocorreria com o termômetro quando colocado no sol, mas como o dia estava nublado, utilizou-se uma vasilha de água quente para que o fenômeno pudesse ser observado) e os alunos observaram o líquido do interior da garrafa subir no canudo até ser entornado e quando a garrafa era retirada da água quente o líquido descia novamente. O objetivo desta atividade foi demonstrar a dilatação dos materiais líquidos sob aquecimento, para que o aluno possa visualizar que assim como no gás quando submetido ao aquecimento ocorre o afastamento das partículas, isto também ocorre nos materiais líquidos. Em seguida foi pedido aos alunos que fizessem uma representação em forma de desenho das partículas do líquido antes e depois do aquecimento.

**Atividade 5: Simulação da energia cinética dos gases através de uma animação**

Nesta atividade foi mostrado aos alunos dois vídeos. O primeiro simulava a energia cinética das partículas antes e depois do aquecimento e o segundo demonstrava a difusão do vapor de bromo no ar e no vácuo, para que os alunos pudessem perceber a diferença na velocidade do espalhamento do gás que ocorreu mais rapidamente no vácuo, pois na ausência de matéria as partículas de gás bromo não tiveram que enfrentar nenhum obstáculo para se espalharem. Este processo foi comparado ao espalhamento de um perfume em um ambiente. Foi questionado aos alunos em que situação um perfume se espalharia mais facilmente, no inverno ou no verão.

**Atividade 6: O mundo muito pequeno**

Nesta atividade foi feita a demonstração da dissolução do permanganato de potássio em água gelada e água à temperatura ambiente sem agitação. O objetivo desta atividade foi mostrar aos alunos que mesmo um líquido estando em repouso, as suas partículas estão em movimento constante e ao entrar em contato com as partículas de sólido, contribuem para que elas se espalhem por todo líquido.

### **Atividade 7: Utilizando a demonstração de uma reação química para compreender a teoria cinética molecular**

Nesta última atividade proposta aos alunos foi exibido um vídeo onde foi realizado um experimento utilizando Nitrato de chumbo (II),  $Pb(NO_3)_2$ , e Iodeto de Potássio, KI, que são incolores e solúveis em água, mas, ao reagirem entre si, levam a formação de iodeto de chumbo (II),  $PbI_2$ , amarelo e insolúvel em água, como um dos produtos da reação.

O experimento foi realizado da seguinte forma: acrescentou-se simultaneamente, usando espátulas, pitadas dos dois reagentes sólidos em uma placa de Petri –, em que foi colocada água em quantidade apenas suficiente para cobrir o fundo do recipiente, formando uma película muito fina de líquido. Os reagentes foram colocados separados e em lugares diametralmente opostos.

Depois de algum tempo, houve a formação de uma fina linha amarela de precipitado, mais próxima do lugar original, onde foi colocado o nitrato de chumbo (II) sólido.

Após os alunos terem assistido a exibição do vídeo a professora explicou que o vídeo se tratava de uma reação química entre os dois reagentes sólidos que formavam um precipitado amarelo chamado iodeto de chumbo e perguntou aos alunos por que a linha amarela foi formada mais próxima ao lugar onde foi colocado o nitrato de chumbo (II). Os alunos responderam que havia “uma força parecida com a força de um ímã” que atraiu o precipitado para o nitrato de chumbo. Então a professora explicou que a energia cinética dos íons iodeto é maior que a energia cinética dos íons chumbo, pois a velocidade com que as partículas se movem pode ser influenciada pelo peso molecular da substância. No caso em estudo os íons de chumbo tinham peso molecular maior do que os íons de iodeto e por isso eles se deslocaram menos do que os íons iodeto.

Os alunos receberam um questionário com duas perguntas. A primeira indagava se a energia cinética dos íons chumbo era menor, igual ou maior que a dos íons iodeto. A segunda questão pedia que os alunos explicassem por que a linha do precipitado se forma mais próximo ao lugar onde foi colocado o nitrato de chumbo. Os alunos registraram suas respostas com o auxílio da professora.

### 5.3 Análise quantitativa da sequência didática proposta

De um modo geral, a participação dos alunos nas atividades foi um pouco reduzida devido a taxa de infrequência elevada na escola. Isto se deve ao fato de que grande parte da clientela reside em zona rural e depende de transporte coletivo para chegar à escola. No período chuvoso é ainda mais difícil, pois os não conseguem chegar até a escola porque no trecho onde estes alunos residem não possui asfalto.

#### **Atividade 2: Modelos explicativos para a constituição das substâncias**

Nesta atividade, houve participação de um total de 51 alunos das três turmas diferentes.

Quadro 3: Atividade 2

Aspectos do MCM representados pelos alunos	Turma A 14 alunos		Turma B 16 alunos		Turma C 20 alunos	
	Frequência	Percentual	Frequência	Percentual	Frequência	Percentual
Representação de aspectos macroscópicos junto à aspectos microscópicos.	11	61%	16	94%	17	85%
Desconsiderou o sal como partículas (representou a matéria de forma continua).	3	17%	0	0%	0	0%
Desconsiderou a água como partículas (representou a matéria de forma continua).	7	39%	15	88%	15	75%
Desconsiderou	7	39%	16	94%	18	90%

que existem espaços vazios entre as partículas.						
Representou que houve reação química entre o sal e a água.	2	11%	3	18%	5	25%
Representou a água ou o sal com maior densidade.	7	39%	2	12%	4	20%
Considerou espaços vazios entre as partículas.	11	61%	1	6%	1	5%
Representou a dissociação do sal na água.	1	5,5%	0	0%	0	0%

**Atividade 3: Propondo um modelo para os materiais gasosos**

Nesta atividade, houve participação de um total de 50 alunos das três turmas A, B e C.

Quadro 5: Atividade 3

Aspectos do MCM representados pelos alunos	Turma A 14 alunos		Turma B 16 alunos		Turma C 20 alunos	
	Frequência	Percentual	Frequência	Percentual	Frequência	Percentual
Representação macroscópica junto à micro.	5	35,7%	1	6,2%	0	0%
Partículas aumentam de tamanho	4	28,6%	5	31,2%	8	40%
Não considera a conservação da matéria	9	64,3%	5	31,2%	6	30%
Ignora que inicialmente existe ar no balão	8	57,2%	12	75%	17	85%
Desconsidera que o ar ocupa todo recipiente	5	35,7%	15	93,7%	13	65%
Ignorou o ar como partícula	2	14,3%	0	0%	2	10%
Gás uniformemente distribuído no sistema	4	28,6%	0	0%	3	15%
Partículas se mantém iguais antes e depois	10	71,4%	11	68,8%	12	60%

#### Atividade 4: Como um gás se comporta quando é aquecido?

Nesta atividade, houve participação de um total de 60 alunos das três turmas A, B e C.

Quadro 7: Atividade 4

Aspectos do MCM representados incorretamente pelos alunos	Turma A 17 alunos		Turma B 20 alunos		Turma C 23 alunos	
	Frequência	Percentual	Frequência	Percentual	Frequência	Percentual
Representação macroscópica junto à micro.	2	11,8%	9	45%	0	0%
Partículas aumentam de tamanho	10	59%	3	15%	14	61%
Desconsidera que o líquido se distribui uniformemente na cânula do termômetro	9	53%	6	30%	4	17,3%
Ignora o líquido como partículas	2	12%	3	15%	0	0%
Desconsidera a conservação da massa	6	35,3%	7	35%	11	48%
Considera que as partículas se afastam umas das outras, provocando a expansão do volume do líquido.	7	41,2%	9	45%	21	91,3%
Partículas se mantém do mesmo tamanho	5	29,4%	14	70%	11	48%

Partículas se mantém do mesmo tamanho antes e depois	5	29,4%	14	70%	11	48%
------------------------------------------------------	---	-------	----	-----	----	-----

Os quadros 3, 4, 5, 6, 7 e 8 referentes às atividade de número 2, 3 e 4 respectivamente, nos mostra resultados bastante heterogêneos no que diz respeito às concepções prévias apresentadas pelos alunos ao longo das realização desta atividade. E podemos perceber um maior número de conceitos errados do que corretos representados pelos alunos das três turmas em análise.

Durante a realização da atividade de número 1, foi feita a apresentação da proposta pela professora, e durante o decorrer da aula foi possível aos alunos refletir e discutir sobre como os cientistas podiam inferir sobre a existência de átomos mesmo sem poder vê-los ou mesmo tocá-los.

Durante a realização da atividade 5, 6 e 7 onde ocorreram respectivamente a simulação do comportamento das partículas através de vídeos, um experimento realizado na sala de aula e a simulação de outro experimento foi possível fazer um fechamento das discussões levantadas anteriormente nas atividades 1, 2, 3 e 4 a respeito do aspecto microscópico dos fenômenos observados durante os experimentos, estas discussões ocorreram de forma aberta, interativa, onde o professor utilizou um discurso de autoridade afirmando o ponto de vista da ciência em uma linguagem técnica a fim de consolidar as ideias, estruturar o pensamento dos alunos e promover internalização do conhecimento científico.

#### 5.4 Análise quantitativa do questionário pós-testes

Durante a aplicação do questionário, houve a participação de um total de 78 alunos, das três turmas A, B e C.

Quadro 9: Análise quantitativa do questionário pós-testes

Aspectos do MCM abordado em cada questão	Turma A 22 alunos			Turma B 33 alunos			Turma C 23 alunos		
	S*	I*	NS*	S*	I*	NS*	S*	I*	NS*
Questão 1. Comportamento das partículas de ar durante o aquecimento ou resfriamento.	95,5%	4,5%	0%	96,7%	3,3%	0%	91,3%	8,7%	0%
Questão 2. Espalhamento das partículas de um gás durante o aquecimento.	63,7%	4,5%	31,8%	39,4%	27,3%	30,3%	43,5%	43,5%	13,0%
Questão 3. Comportamento das partículas de um líquido sob aquecimento.	95,5%	4,5%	0%	93,9%	6,1%	0%	87,0%	8,7%	4,3%
Questão 4. Comportamento das partículas de um sólido metálico sob aquecimento.	95,5%	0%	4,5%	96,9%	3,1%	0%	87,0%	8,7%	4,3%

Questão 5. Discussão sobre a dissolução espontânea de um sólido em água e a representação deste fenômeno em forma de um desenho.	77,3%	18,2%	4,5%	100%	0%	0%	65,2%	34,8%	0%
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------	-------	------	------	----	----	-------	-------	----

**S\* (Satisfatório)** - Alunos que responderam à questão de forma satisfatória).

**I\* (Insuficiente)** - Alunos que responderam à questão de forma insuficiente).

**SN\* (Não Satisfatória)** - Alunos que responderam à questão de forma não satisfatória).

Após análise, identificamos que de um modo geral grande parte dos alunos responderam às questões do questionário de forma satisfatória, isto nos revela que houve um grande progresso se compararmos o quadro 9 que apresenta os resultados da aplicação do questionário com os quadros 3, 4, 5, 6, 7 e 8 que apresentam a análise do desenvolvimento da sequência didática bem como as concepções prévias dos alunos.

Ao final do trabalho os alunos se mostraram mais motivados e propuseram à professora que desse sequência nas aulas seguintes utilizando a mesma linha de trabalho, eles disseram que as aulas ficaram mais agradáveis e prazerosas. Os alunos chegavam até mesmo a reclamar quando a aula terminava dizendo que não perceberam o tempo passar.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na história da educação escolar, cada época se caracteriza pelo surgimento de novas questões e novos problemas, em função de mudanças no entendimento dos desafios a serem enfrentados. Desta forma, entendemos que este trabalho veio como resposta a uma situação problema que é a valorização da sala de aula e dos discursos que nela circulam.

A aplicação da sequência didática com base nos conteúdos de Modelo Cinético Molecular demonstrou resultados satisfatórios. Desse modo, concluímos que a sequência de ensino contemplou um ensino por investigação e isto nos leva a acreditar que, a interação dialógica utilizada no espaço da sala de aula representa um processo construção do conhecimento, bem como a utilização de atividades investigativas e argumentativas. Todo este conjunto possibilitou a tomada de consciência das ideias individuais dos alunos, permitindo que os mesmos possam utilizar os conceitos aprendidos em outras ocasiões, assim os alunos se sentem inseridos nos processos de ensino aprendizagem na sala de aula de ciências e isto intensifica a ideia de que a ciência é construída, e não encontrada pronta.

Os aspectos discursivos abordados nesse trabalho mostraram-se visíveis entre a professora e os alunos ao longo da realização das atividades propostas. Acreditamos que as atividades e as discussões promovidas pela professora conseguiram que esses alunos avançassem nos significados de suas concepções e favoreceram a internalização do conhecimento, já que ao final do desenvolvimento da sequência proposta houve uma melhora significativa da utilização dos conceitos utilizando o Modelo Cinético Molecular.

A realização desse trabalho e os conteúdos aprendidos nas disciplinas do curso ENCI foram para a autora principal do trabalho como holofotes, possibilitando uma mudança de postura profissional e uma nova visão sobre o ensino de ciências, que ganhou um novo significado em minhas práticas pedagógicas. A partir de então, considero que consigo perceber de forma mais clara a importância e o papel do ensino de ciências na educação básica e que o ensino de ciências em uma abordagem investigativa é capaz de aproximar a ciência escolar da ciência dos cientistas.

*“O ensino de Ciências deve permitir à criança se abrir para o real, interrogá-lo, chocar-se com ele.” (La Main à la Pâte - A mão na massa)*

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACHELARD, Gaston. A formação do espírito científico. **Rio de Janeiro: Contraponto**, p. 7-37, 1996.

BORGES, A. Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

DE CASTRO LIMA, Maria Emília Caixeta; DE AGUIAR JUNIOR, Orlando Gomes; PAULA, Helder de Figueiredo. Formação e Evolução dos Conceitos. **Apostila ENCI**, 2014.

Energia Cinética de um gás (animação)

Disponível em: <http://youtu.be/oP7LjGgCxls>

FERREIRA, Poliana Flávia Maia; JUSTI, Rosária da Silva. Modelagem e o “fazer ciência”. **Química Nova na Escola**, v. 28, p. 32-36, 2008.

Formação de  $PbI_2$  a partir de  $Pb(NO_3)_2$  e KI

Disponível em: [http://youtu.be/gIPEXP\\_8FK4](http://youtu.be/gIPEXP_8FK4)

FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa / Paulo Freire. – São Paulo: Paz e Terra, 1996. – (Coleção leitura).

GILBERT, J. K.; BOULTER, C. J. Stretching models too far. In: **Annual conference of the american educational research association, San Francisco**. 1995. p. 18-22.

GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química nova na escola**, v. 10, n. 10, p. 43-49, 1999.

LISBOA, Júlio Cezar Foschini. **Ser Protagonista–Química**. SM. São Paulo, v. 1, 2010.

MORTIMER, Eduardo Fleury; 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.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. **Química**. Scipione, v.1, 2014.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. **Química Manual do Professor**. Scipione, v.1, 2014.

NACIONAIS, Curriculares. PCN+ Ensino Médio. **Brasília: MEC, SEMTEC**, 2002.

NACIONAIS, Parâmetros Curriculares. ensino médio. **Brasília: Ministério da Educação**, p. 538-545, 1999.

PERUZZO, Francisco Miragaia; DO CANTO, Eduardo Leite. **Química na abordagem do cotidiano**. Moderna, v. 1, 2010.

PIAGET, Jean; BRAGA, Ivette. **Para onde vai a educação?** José Olympio, 1973.

Piaget for chemists. Explaining what "good" students cannot understand. **Journal of Chemical Education**, v. 52, n. 3, p. 146, 1975.

PIAGET, J. (1978a). **A Tomada de Consciência**. Trad. Edson Braga de Souza. Ed. Melhoramentos, São Paulo (original publicado em 1974).

REIS, Martha. **Química: meio ambiente, cidadania, tecnologia**. São Paulo: FTD, v.1, 2010.

SANTOS, Wilson Luiz Pereira; MÓL, Gerson de Souza. **Química cidadã**. São Paulo: Nova Geração, v. 1, 2010.

SÁ, EF de. **Discursos de professores sobre ensino de ciências por investigação**. 2009. Tese de Doutorado. Tese de doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.

Teoria molecular de la matéria

Disponível em: <http://youtu.be/vLGjOga0ctQ>

## 8. ANEXOS

### **Anexo I – Sequência Didática**

#### **SEQUÊNCIA DIDÁTICA – MODELO CINÉTICO MOLECULAR**

Maria Cecília da Silva Soares Pereira

Todas as substâncias são constituídas de moléculas que representam a menor parte da matéria capaz de conservar as mesmas propriedades químicas. Tais moléculas estão em contínuo movimento caótico ou desordenado estas moléculas interagem entre si. Com base nestes pressupostos os alunos deverão chegar a uma abstração conceitual e elaborar um modelo mental que permita uma visão microscópica da matéria.

#### **Aula 1: O que são modelos?**

##### **Atividade 1: Imaginando o invisível**

Objetivo: Ajudar os alunos a entender o que são modelos e a importância deles para a ciência.

Materiais:

Uma caixa de papelão pequena ou média (pode ser uma caixa de sapato),  
Três objetos diferentes que só devem ser conhecidos pelos componentes do grupo.  
Esses objetos podem ser: uma esfera, um dado uma borracha ou outro qualquer. A caixa deverá estar bem lacrada.

Procedimento:

Esta atividade será realizada em grupo na própria sala de aula. Cada equipe vai preparar um kit com uma caixa de papelão. A atividade consiste em analisar as caixas dos outros grupos e tentar descobrir o que há dentro delas sem abri-las. Para isso, os alunos deverão procurar descrever possíveis propriedades dos objetos contidos nas caixas, como: dureza, textura da superfície, tipos de material, propriedades magnéticas, densidades, formas, tamanhos, etc.

1. Os alunos deverão completar a tabela abaixo:

Nº da Caixa	Nº do Objeto	Características que possibilitam identificar as propriedades do objeto:	Propriedades do objeto:
Caixa 1	Objeto 1		
Caixa 2	Objeto2		
Caixa 3	Objeto3		

2. Depois de completar a tabela os alunos deverão fazer um desenho (modelo representativo) que melhor represente os objetos identificados em cada caixa.

3. Depois de elaborado um modelo para os objetos de uma caixa o grupo trocará de caixa com outro grupo, até que sejam analisadas todas elas.

4. Após as observações realizadas com todas as caixas os alunos deverão discutir conclusões de cada grupo a respeito dos objetos e vejam o que há em comum, confrontando os modelos propostos para os objetos de cada caixa, discutindo os critérios que levaram a sua elaboração.

5. O professor abrirá as caixas revelando o que tem em cada uma.

6. Os objetos elaborados correspondem às características reais dos objetos? Por quê?

**Aula 2: Caracterizar o modelo cinético-molecular.****Atividade 2: Modelos explicativos para a constituição das substâncias**

Objetivo: Compreender que os materiais são constituídos por partículas muito pequenas e que se movimentam pelos espaços vazios existentes nos materiais. Usar um modelo concreto para ajudar aos alunos a imaginar um mundo abstrato.

**Materiais:**

3 copos de vidro

Feijão suficiente para encher os copos

Areia fina

Água

Sal de cozinha

**Desenvolvimento:**

O professor deverá deixar os materiais longe da visão dos alunos.

Apresentar dois copos cheios de feijão e perguntar para os alunos se cabe mais feijão nos copos. Ouvir as respostas e, em seguida, adicionar o feijão de um dos copos no outro. Colocar a seguinte questão: Não há espaço para colocar mais feijão. Mas seria possível colocar outra coisa nos copos? Depois de ouvir as respostas dos alunos, pegue a areia fina e coloque no copo vazio até enchê-lo. E, lentamente, vá adicionando areia sobre o outro copo com feijão. Dê algumas batidinhas no copo para caber mais areia. Discutir com os alunos a seguinte questão: apresentar os dois copos para os alunos e perguntar se é possível colocar mais areia.

Após as discussões, perguntar: Cabe outro material que não seja a areia? Em seguida adicionar água nos dois copos. Encher um copo com água e perguntar: Cabe mais água? E feijão? E areia? E sal de cozinha? Por que o sal desaparece?

Questão:

Pedir aos alunos que façam um desenho que o ajude a explicar o que foi observado nesta aula.

### Aula 3: Propondo um modelo para os materiais gasosos

#### Atividade 3: Percebendo um gás

Objetivo: Abordar a teoria cinética dos gases através da leitura do texto abaixo e das atividades experimentais apresentadas a seguir.

Perceber um objeto sólido ou um corpo líquido é uma cognição imediata: quando nossas mãos tocam uma pedra ou são mergulhadas na água, imediatamente percebemos aquilo que tocamos. Isso não ocorre com os gases. O ar, certamente o primeiro dos gases com que temos contato, não é percebido imediatamente. Somos imersos nele, mas não necessariamente o percebemos. Também tomamos consciência de sua existência por meio de experiências sensoriais, como o vento batendo no nosso rosto ou empurrando a vela de um barco, ou ainda, quando ele nos falta. O ar é necessário, mas fugidio, leve, invisível, inodoro. “Passa aquele copo, aquele que está vazio...”. Quase nunca passa na nossa cabeça que o copo está cheio... de ar. Pastel de vento, cabeça de vento, ar parece ser igual a vazio. Portanto, natural do que nos surpreendermos diante do estudo dos gases. Pegue uma seringa, tampe bem a ponta com o dedo e aperte o êmbolo, conforme mostrado na Figura 1:

Por mais que você faça força, o êmbolo da seringa se move muito pouco. O ar que ocupa o interior da seringa oferece resistência, não se deixa esmagar assim tão fácil. Outra experiência interessante é tentar emborcar uma garrafa em uma bacia cheia d'água, conforme mostrado na Figura 2:



Fig.1



Fig.2

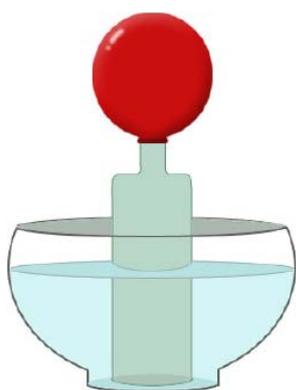
A água não entra na garrafa. Agora, vamos exagerar. Quanto pesa um caminhão? Cinco toneladas? Dez? Todas essas toneladas estão sustentadas pelos pneus, que estão cheios de ar.

Tire (só imaginando) o ar dos pneus e imagine o que acontece. Vamos lá, pense de novo sobre o caminhão, com atenção. Todas aquelas toneladas estão suspensas por pneus cheios de ar e que não se deixam esmagar pelo peso do caminhão! Não é incrível? Como pode o ar, algo que mal percebemos a existência, sustentar tanto peso?

#### **Atividade 4: Como um gás se comporta quando é aquecido?**

Objetivo: Observar na prática o que ocorre com um gás quando é aquecido.

Encha um balão de ar, desses de aniversário, e mantenha-o cheio por uns dois minutos. Repita a operação de encher e esvaziar algumas vezes até perceber que a borracha ficou mais mole, fato que será observado cada vez mais, pois o balão oferecerá menos resistência para ser cheio. Agora, encaixe a abertura do balão na boca de uma garrafa, conforme mostrado na Figura 3 e coloque o conjunto em uma cuba cheia de água bem quente.



O que acontece com o balão? Ele “enche”! Ou seja, ao colocarmos a garrafa dentro da água quente, o ar que está no interior da garrafa se aquece (você concorda com isso?) e, aquecido, expande-se, enchendo a bola. Se você agora trocar, colocando a garrafa em um recipiente com água gelada, o balão murcha.

Fig.3



#### **Aula 4: Entendendo a dilatação dos líquidos**

##### **Atividade 5: Como construir um termômetro de água**

Material necessário: Garrafa PET de 1 litro, massa de modelar, canudo transparente, água, caneta que escreva em plástico.

Primeiro, encha completamente a garrafa com água. Depois faça uma tira (cerca de 20 cm de comprimento, 4 cm de largura e alguns milímetros de espessura) com massa de modelar.

Enrole a massa em volta do canudo (a aproximadamente 5 cm de uma das pontas). Essa massa será usada como uma rolha. Portanto, deverá ter o mesmo diâmetro que a parte interna do gargalo da garrafa.

Coloque o canudo na garrafa e vede bem com a massa de modelar.

Cuide para que não fique nenhuma bolha de ar na parte interna da garrafa e para que uma das pontas do canudo fique totalmente imersa na água. Nessa etapa, o nível da água dentro do canudo deve estar pouco acima da borda da garrafa. Se não estiver, aperte a garrafa para que a água suba. Enquanto isso despeje mais água dentro do canudo, ao mesmo tempo em que for soltando a garrafa. Quando o nível da água no canudo estiver um pouco acima da boca da garrafa, o termômetro finalmente estará pronto para ser utilizado.

Com a caneta, faça uma marca no canudo, na altura do nível da água.

Leve a garrafa ao pátio do colégio e coloque-a ao sol durante algum tempo. Observe que o nível da água dentro do canudo subirá.

Quando a água estiver perto da ponta superior do canudo, leve a garrafa para a sombra e faça uma marca no nível da água.

Faça novas marcas a cada 2 minutos, enquanto a água da garrafa for esfriando. Aconselha-se fazer medições durante 20 minutos.

A altura da água do canudo é proporcional à temperatura da água do termômetro, ou seja, quanto maior a temperatura, maior será o nível da água no canudo; à medida que a água for esfriando, o nível também diminuirá.

## **Aula 5: A energia cinética de um gás**

### **Atividade 6: Simulação da energia cinética dos gases através de uma animação**

A atividade consiste em levar os alunos para a sala de vídeo e com o auxílio de um data show, exibir dois vídeos de simulação, o primeiro com duração de um minuto e o segundo vídeo com cerca de dez minutos de duração. Durante a exibição dos vídeos o professor faria as observações necessárias em momentos oportunos. Os vídeos mostram exatamente como seria o comportamento de um gás na presença de matéria e no vácuo, mostra o movimento das partículas à medida que a temperatura do sistema aumenta e, além disso, revela também a interação entre as partículas no estado sólido, líquido e gasoso e a relação existente entre a distância e a organização das partículas nos três estados físicos.

## **Aula 6: Construindo modelos**

### **Atividade 7: O mundo muito pequeno**

Objetivos: Explicar fenômenos diversos usando o modelo cinético de partículas

Materiais necessários:

Dois copos de água e cristais de permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ ).

A atividade pretende apresentar evidências para a ideia, implausível a princípio, de que a matéria se movimenta sem cessar. Essa é uma ideia contra intuitiva, pois os objetos macroscópicos com os quais convivemos se movimentam por um tempo, mas acabam voltando ao repouso, devido ao atrito e a colisões inelásticas, com perda de energia na forma de calor. As partículas do mundo submicroscópico se comportam de maneira distinta: suas colisões são sempre completamente elásticas e não há atrito entre elas. Os estudantes têm dificuldades em imaginar tal modelo e precisamos apontar e reconhecer as rupturas que a ciência introduz enquanto forma de conhecer o mundo.

Descrição dos procedimentos:

1. Coloque grãos de  $\text{KMnO}_4$  na água dos dois copos, tomando cuidado para não agitar a água.
2. Mantendo o copo com água em repouso sobre a mesa, observe e descreva o que acontece com a coloração violeta dos dois copos com o passar do tempo.
3. O permanganato foi colocado no fundo do copo e ali foi se dissolvendo em água. O copo não foi agitado. Imaginando as partículas de água e de permanganato de potássio dissolvidas em água, como se explica o espalhamento da coloração violeta no copo?
4. Usando o modelo cinético de partículas, como você explica a diferença na velocidade da difusão do permanganato nos dois sistemas (água a temperatura ambiente e água gelada)?
5. É possível que a água no copo esteja em repouso e as partículas que constituem a água estejam em constante movimento? Explique.
6. Quais as semelhanças e as diferenças entre esse fenômeno (difusão de permanganato em água) e o espalhamento do cheiro de um perfume em uma sala?

Trabalhar com os alunos os significados das expressões:

Dissolução: fenômeno que consiste na disseminação de uma substância sólida, líquida ou gasosa, na massa de outra, constituindo com ela uma mistura homogênea (solução). Ocorre quando a atração das partículas do solvente sobre as do soluto for maior que a atração entre as partículas do soluto.

Difusão: o processo segundo o qual diferentes substâncias (sólidos, líquidos ou gases) se misturam como resultado do movimento aleatório dos seus componentes: átomos, moléculas ou íons.

## Aula 7: Utilizando a demonstração de uma reação química para compreender a teoria cinética molecular

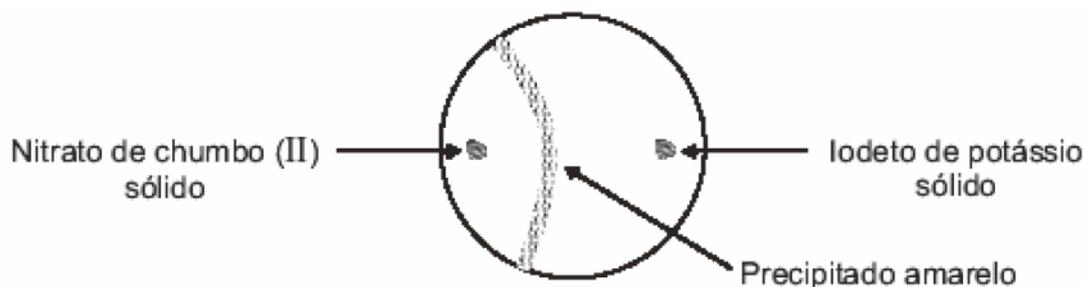
### Atividade 8: Experimento

Nitrato de chumbo (II),  $Pb(NO_3)_2$ , e iodeto de potássio,  $KI$ , são incolores e solúveis em água, mas, ao reagirem entre si, levam a formação de iodeto de chumbo (II),  $PbI_2$ , amarelo e insolúvel em água, como um dos produtos da reação.

Uma forma interessante de se fazer essa reação e acrescentar, simultaneamente, usando espátulas, pitadas dos dois reagentes sólidos a um recipiente cilíndrico raso – por exemplo, uma placa de Petri –, em que foi colocada água em quantidade apenas suficiente para cobrir o fundo do recipiente, formando uma película muito fina de líquido.

Os reagentes são colocados separados e em lugares diametralmente opostos.

Inicialmente, ocorre a dissolução dos dois sólidos incolores. Depois de algum tempo, nota-se a formação de uma fina linha amarela de precipitado, mais próxima do lugar original, onde foi colocado o nitrato de chumbo (II) sólido.



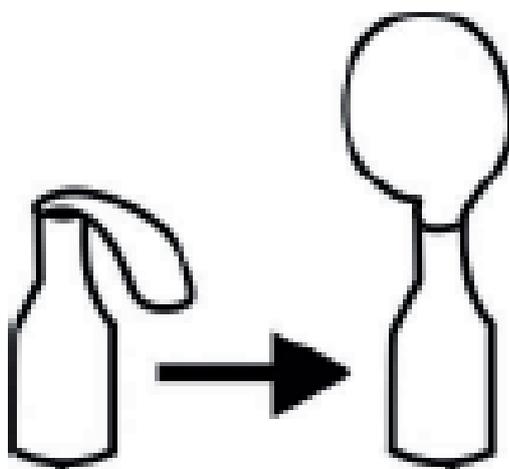
### Questões para discussão:

1. Assim sendo, **INDIQUE** se a energia cinética média dos íons chumbo (II) é menor, igual ou maior que a dos íons iodeto. Considere que a temperatura de todo o sistema – água e sais – é constante. Em termos da teoria cinético molecular, **JUSTIFIQUE** sua resposta.
2. Em termos da teoria cinético molecular, **EXPLIQUE** por que a linha do precipitado se forma mais próxima ao lugar onde, no início do experimento, foi colocado o nitrato de chumbo (II).

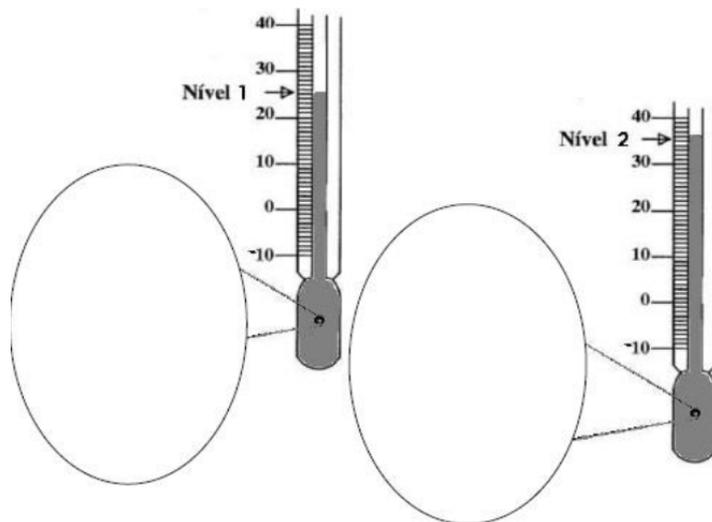
## Anexo II- Questionário pós-testes

Questão 1) Um estudante de uma escola mas costumava ficar no colégio até mais tarde, estudando na biblioteca. Quando sentia o cheiro de pipoca, que vinha do carrinho de pipoca que chegava à porta do colégio às 18 horas, sabia que tinha que ir embora. Mas no inverno ele costumava se atrasar. Considerando o caso acima, EXPLIQUE, a partir do modelo de partículas, o motivo de o cheiro da pipoca ser sentido de longe pelo estudante e o motivo pelo qual no tempo frio ele se atrasava.

Questão 2) Um balão foi colocado na boca de um recipiente de vidro limpo e seco, e em seguida o recipiente foi colocado sobre uma chapa quente. Durante o aquecimento pôde-se observar que o balão inflou. UTILIZANDO o modelo cinético molecular, EXPLIQUE o fenômeno observado e represente as partículas de ar dentro do sistema antes e depois do aquecimento.



Questão 3) Um termômetro é um instrumento que mede quantitativamente a temperatura de um sistema. O mercúrio e etanol (álcool) podem ser utilizados na construção de termômetros. REPRESENTE um modelo de partículas de etanol quando a coluna de etanol atinge o nível 1 e 2 indicado na figura.



Questão 4) Leia a tirinha abaixo, em que um homem forte tem dificuldade de retirar uma tampa de metal de uma garrafa de vidro:



EXPLIQUE como a garota foi capaz de retirar a tampa com tamanha facilidade.

Questão 5) Ao colocarmos um cristal de permanganato de potássio em água, mesmo sem agitação, ou seja, com o copo de água em repouso, percebemos que o cristal vai se dissolvendo espontaneamente pelo líquido.

- a) Proponha um modelo que represente a água, outro que represente os cristais de permanganato e outro que represente a dissolução do permanganato na água:



Água



Cristais de Permanganato



Dissolução dos cristais de permanganato na água.

- b) Proponha uma explicação para o fato da dissolução do permanganato ocorrer de forma espontânea, ou seja, sem que seja necessário haver agitação.

**Anexo III – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) - PAIS E/OU RESPONSÁVEIS POR ALUNOS (AS)**

Caro pai, mãe ou responsável pelo (a) aluno (a)

\_\_\_\_\_

Eu, Professora Maria Cecília da Silva Soares Pereira, aluna da Especialização em Ensino de Ciências por Investigação da Universidade Federal de Minas Gerais, gostaria de convidar seu (sua) filho (a) a participar da pesquisa “MODELO CINÉTICO MOLECULAR: DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA”. Estive em contato com a Direção da Escola e com os Professores de seu (sua) filho (a) e obtive a colaboração e o consentimento de ambos para a realização deste estudo. Esta pesquisa tem por objetivo investigar como ocorre a aprendizagem do conceito de Modelo Cinético quando aplicamos a experimentação e o uso de modelos na sala de aula. Acreditamos que a Pesquisa será importante pois contribuirá ainda mais para a aprendizagem de seu (sua) filho (filha). As aulas ocorrerão nos horários habituais no ano letivo de 2014. Participarão deste trabalho os (as) alunos (as) que, voluntariamente, assim o decidirem e contarem com o consentimento dos senhores pais ou responsáveis. O (a) aluno (a) terá seu anonimato garantido, pois serão utilizados pseudônimos no lugar dos nomes e, assim, as informações que fornecerem não serão associadas ao nome em nenhum documento. A participação do (a) aluno (a) não envolverá qualquer natureza de gastos. Sentindo-se esclarecido (a) em relação à proposta e concordando em participar voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), assinado em duas vias, sendo que uma das vias ficará com o (a) senhor (a) e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução 466/2012.

Desde já agradecemos a sua colaboração.

\_\_\_\_\_  
Maria Cecília da Silva Soares Pereira/ MG 12290893

Pesquisadora Principal

mceciliassp@yahoo.com.br - (31) 36621693

Universidade Federal de Minas Gerais

---

Angélica Oliveira de Araújo  
Orientador da Pesquisa  
angelicaaraujo@gmail.com - (3198074621  
Universidade Federal de Minas Gerais

### **A U T O R I Z A Ç Ã O**

Após a leitura do documento acima (**CARTA CONVITE DE PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA E TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**), declaro que estou suficientemente esclarecido (a) sobre a pesquisa: “MODELO CINÉTICO MOLECULAR: DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA”; seus objetivos e metodologia e que concordo com a participação do (a) aluno (a) abaixo identificado (a).

Nome do(a) aluno(a): \_\_\_\_\_

Nome do(a) responsável: \_\_\_\_\_

Assinatura do(a) responsável: \_\_\_\_\_

C.I.: \_\_\_\_\_ CPF \_\_\_\_\_

#### **Anexo IV- AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA**

Eu, Francisco Sérgio, RG M3982029, diretor da Escola Estadual Francisco Sales, recebi a visita da professora Maria Cecília da Silva Soares Pereira, aluna da Especialização em Ensino de Ciências por Investigação, da Universidade Federal de Minas Gerais, que solicitou permissão para realizar, nessa Instituição de Ensino, sua pesquisa. A pesquisadora me apresentou o projeto intitulado MODELO CINÉTICO MOLECULAR: DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA, que tem por objetivo investigar como ocorre a aprendizagem do conceito de modelo Cinético Molecular quando aplicamos a experimentação e o uso de modelos na sala de aula. O projeto ocorrerá no segundo semestre do ano de 2014. Estou ciente de que o trabalho envolverá a participação ativa dos alunos no desenvolvimento das atividades propostas pelo professor e o pesquisador. Segundo o pesquisador, eu e minha equipe pedagógica poderemos participar de todas as instâncias do planejamento das aulas, incluindo implementação e análise. O pesquisador esclareceu que não haverá nenhum tipo de pagamento ou gratificação financeira pela participação dos sujeitos. Assegurou a privacidade quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa. Estou ciente de que os nomes dos alunos, do professor, de funcionários ou da escola não serão citados em nenhum documento produzido no processo, pois o pesquisador resguardará pelo sigilo e anonimato. Comunicou que os resultados da pesquisa serão divulgados para todos os participantes do projeto e demais interessados, em dia e local que eu definir.

Sinto-me esclarecido em relação à proposta e concordo em participar voluntariamente desta pesquisa. Reconheço sua importância e as possíveis contribuições que poderá trazer ao processo de ensino e aprendizagem de Ciências. Sendo assim, autorizo a realização da pesquisa nesta Instituição.

Belo Horizonte, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

---

Francisco Sérgio Santos- M3982029: \_\_\_\_\_

Diretor da E. E. Francisco Sales- rua Antônio Dias, 41, Centro, Capim Branco-MG