

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

Faculdade de Educação - FaE

Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais - CECIMIG

Especialização em Ensino de Ciências por Investigação - ENCI

**MIÇANGAS COLORIDAS: UMA PROPOSTA INVESTIGATIVA PARA EXPLORAR  
O CONCEITO DE ATOMÍSTICA**

Cristiane Moreira Bretas

Governador Valadares

Fevereiro de 2013

Cristiane Moreira Bretas

**MIÇANGAS COLORIDAS: UMA PROPOSTA INVESTIGATIVA PARA EXPLORAR  
O CONCEITO DE ATOMÍSTICA**

Monografia apresentada no curso de especialização em Ensino de Ciências por Investigação do Centro de Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Minas Gerais.

Orientadora: Mestre Adriana Barbosa Salviano

Governador Valadares

2013

Cristiane Moreira Bretas

**MIÇANGAS COLORIDAS: UMA PROPOSTA INVESTIGATIVA PARA EXPLORAR  
O CONCEITO DE ATOMÍSTICA**

Monografia apresentada no curso de especialização em Ensino de Ciências por Investigação do Centro de Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Minas Gerais.

APROVADA EM: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2013

---

Mestre Adriana Barbosa Salviano - Orientadora - FaE - UFMG

---

Prof.

---

Prof.

## **DEDICATÓRIA**

Ao meu esposo Afonso, cujo apoio incondicional foi fundamental para a conclusão desta etapa de aperfeiçoamento profissional.

Aos meus filhos, fonte de inspiração e razão de minha vida.

À minha mãe, Ismar, e à minha irmã, Lília, pelo apoio e incentivo que tornaram possível a realização do curso.

## **AGRADECIMENTOS**

À Mestre Adriana Barbosa Salviano, pela paciência, disponibilidade e acima de tudo pelas sábias orientações.

À leitora crítica Mestre Jucélia Marize Pio Venancio, por tornar este estudo livre de imperfeições e capaz de servir de consulta para futuras pesquisas.

Aos professores por compartilhar seus conhecimentos.

Aos colegas, pela experiência compartilhada.

À minha sogra D. Iracy, por tornar minhas ausências mais amenas juntos aos meus filhos.

À minha tia Iara pelo acolhimento em Belo Horizonte, quando precisei ausentar-me de G. Valadares.

*[...] e não esquecer que a estrutura do átomo não é vista, mas sabe-se dela. Sei de muita coisa que não vi. E vós também. Não se pode dar uma prova da existência do que é mais verdadeiro, o jeito é acreditar.*

**(Clarice Lispector)**

## RESUMO

É cada vez mais necessária a reflexão e a mudança de atitude para procurar soluções diante dos muitos problemas enfrentados na atuação profissional. Para que essas mudanças ocorram deve-se experimentar estratégias alternativas nas aulas de Química. O presente trabalho propõe uma sequência didática investigativa, inspirada na metodologia proposta por Cavicchioli e Rocha (2005), baseada no uso de miçangas coloridas para desenvolver o conteúdo de atomística, a partir dos conceitos de átomo, elemento químico, molécula, substâncias simples e composta. A proposta foi realizada com 21 estudantes do nono ano do Ensino Fundamental e 24 estudantes do primeiro ano do Ensino Médio da Escola Estadual Raimundo Soares de Albergaria Filho, situada em Governador Valadares/MG. Para investigar e diagnosticar os conhecimentos prévios desses estudantes sobre atomística foram propostas algumas questões para serem respondidas individualmente. Para a verificação da aprendizagem, foi aplicado, também de forma individual, um pós-teste. As informações coletadas foram analisadas, servindo de base para comparação da aprendizagem antes e após a aplicação da sequência didática. Tal sequência foi desenvolvida com os estudantes na tentativa de transformar o ensino de Química em algo mais prazeroso, bem como facilitar a aprendizagem desses conceitos tão abstratos e de difícil compreensão por parte dos estudantes que iniciam o estudo da química. A aplicação dessa sequência didática possibilitou a reflexão e análise das potencialidades do ensino por investigação sobre atomística. Consideramos que aprendizagens, a partir de atividades investigativas, que levam em conta as vivências, questionamentos e contribuições dos estudantes, são efetivas.

**Palavras-chave:** Atomística. Ensino por investigação. Sequência didática.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Estruturas feitas de miçangas .....	14
FIGURA 2	Pré-teste.....	26
FIGURA 3	Kit de estruturas de miçangas .....	27
FIGURA 4	Peças (estruturas de miçangas).....	27
FIGURA 5	Substituição da cor das miçangas por símbolos.....	29
FIGURA 6	Entidades químicas .....	30

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	Identificação e classificação das espécies químicas .....	30
QUADRO 2	Conclusão dos alunos do nono ano sobre o tamanho e as cores das miçangas.....	32
QUADRO 3	Conclusão dos alunos do primeiro ano sobre o tamanho e as cores das miçangas.....	32
QUADRO 4	Identificação e classificação das espécies químicas (Grupo X do nono ano) .....	33
QUADRO 5	Identificação e classificação das espécies químicas (Grupo Y do primeiro ano) .....	33
QUADRO 6	Opinião dos alunos do nono ano sobre a contribuição da metodologia utilizada.....	34
QUADRO 7	Opinião dos alunos do primeiro ano sobre a contribuição da metodologia utilizada.....	35

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO1	Resultado das notas obtidas no pré-teste por um grupo de alunos do primeiro ano.....	35
GRÁFICO 2	Resultado das notas obtidas no pós-teste por um grupo de alunos do primeiro ano.....	35
GRÁFICO 3	Resultado das notas obtidas no pré-teste por um grupo de alunos do nono ano.....	36
GRÁFICO 4	Resultado das notas obtidas no pós-teste por um grupo de alunos do nono ano.....	36

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1	Atividade investigativa.....	17
2.2	Características e objetivos das atividades investigativas .....	18
2.3	Tipos de atividades investigativas.....	18
2.4	O processo investigativo.....	20
3	OBJETIVOS .....	22
4	JUSTIFICATIVA .....	23
5	METODOLOGIA .....	25
5.1	Primeiro momento.....	26
5.2	Segundo momento.....	28
5.3	Terceiro momento.....	29
5.4	Quarto momento .....	30
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	31
6.1	Resultados.....	31
6.2	Reflexão sobre as potencialidades investigativas da sequência didática.....	37
6.2.1	Análise e reflexão sobre as potencialidades investigativas da sequência didática sobre o conceito de atomística com o viés no ensino por investigação.....	37
6.2.2	Características investigativas presentes no desenvolvimento da sequência didática.....	38
6.2.3	Reflexão sobre os pontos positivos e os que precisam ser melhorados em relação à sequência didática para torná-la mais investigativa .....	39

7	CONCLUSÃO.....	41
	REFERÊNCIA.....	42
	ANEXO A - Artigo que serviu de modelo para a metodologia.....	45
	ANEXO B - Representação gráfica das estruturas químicas pelos estudantes .....	50

## 1 INTRODUÇÃO

A escola é o lugar eleito socialmente para a construção de tipos específicos de conhecimento, e é aí que a ação docente se configura como uma atividade humana transformadora (ROMANELLI, 1996, p.27).

Várias pesquisas têm sido realizadas para investigar os problemas relacionados ao ensino de Química. A ênfase está no nível do Ensino Médio, quando são abordados conceitos de átomo que envolve noções abstratas e que requerem a concepção de modelo.

No artigo *“O Papel Mediador do Professor no Processo de Ensino-Aprendizagem do Conceito de Átomo”*, Romanelli (1992) apresenta os resultados de pesquisa, realizada durante o curso de doutoramento na Universidade Estadual de Campinas, sobre o interesse que se estabelece entre aluno, professor e objeto de conhecimento no processo de ensino e aprendizagem de química. Os resultados dessa pesquisa revelam que a maioria dos professores não se preocupa com a maneira como os alunos aprendem, nem com o porquê desse aprendizado. E que, além disso, a riqueza das relações emergentes do encontro entre professor, aluno e objeto de conhecimento depende do modo como o professor vai atribuir significado à ação do aluno e à sua própria.

A aprendizagem do conceito de átomo, por escapar à esfera das percepções, passa a demandar da palavra um papel diferenciado. Na experiência intuitiva, no cotidiano, a palavra aparece mediando a relação das pessoas com a experiência empírica - concreta. Não é mais assim a construção de conceitos científicos, em especial conceitos que envolvem modelos, pois em relação a esses o trabalho em nível de proposições de linguagem substitui a experimentação sensorial (VYGOTSKY, 1989, p.71-101). Será que o ensino leva em conta essa complexa dimensão das funções da linguagem na construção do conhecimento? O processo de formação de conceitos no adolescente é caracterizado por um movimento contínuo de idas e vindas de um estágio primitivo de pensamento (acesso ao objeto de conhecimento pelas sensações e experimentação) para um mais amadurecido (acesso ao objeto

de conhecimento por formulação de hipóteses ou especulações que podem independem da experimentação).

A aprendizagem dos conceitos científicos envolve os estudantes na construção de modelos mentais para entidades que não são percebidas diretamente. Um dos aspectos das ideias dos estudantes que tem grandes implicações na aprendizagem de conceitos científicos é a de que o ato de perceber (compreender o significado de algo através da inteligência) domina o ato de pensar (raciocinar, refletir, argumentar, explicar acerca de questões ou um problema). Portanto, torna-se urgente promover mudanças no ensino das Ciências, o professor deve tomar consciência do seu papel de mediador do processo de construção do conhecimento científico, baseando-se em como este se dá por parte dos estudantes, principalmente com conceitos que demandam alto grau de abstração (DRIVER et al., 1985).

A educação em ciências não pode mais priorizar apenas o verbalismo do professor, a exposição de conteúdos e o cumprimento de um programa, paradigma presente entre os educadores atuais. No atual contexto histórico da educação no país é importante, mais do que nunca, formar cidadãos, conforme muito bem indicado nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Considerando a nova visão de cidadão torna-se fundamental criar estratégias diferenciadas que permitam desenvolver nos estudantes as habilidades necessárias para o cidadão do século XXI (GRISA et al., 2008).

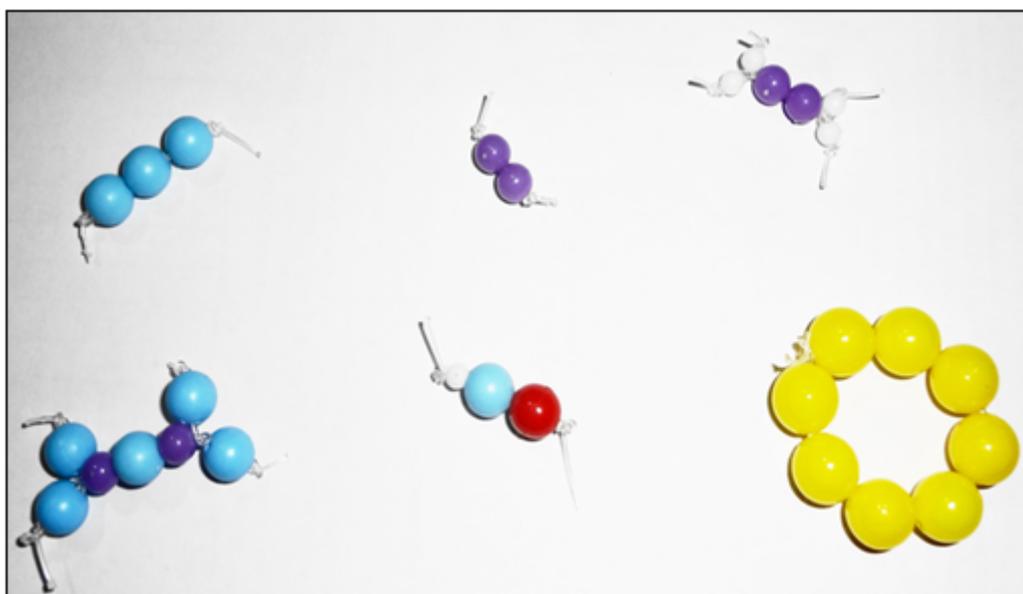
Como professora do nono ano do Ensino Fundamental e do primeiro ano do Ensino Médio pude perceber que os estudantes que iniciam o estudo de Química, apresentam dificuldade em compreender os conceitos de átomo, elemento químico, molécula, substância simples e composta.

Há uma limitação na capacidade destes de reconhecer, em nível microscópico, o caráter descontínuo da matéria e suas entidades constituintes devido à ausência de referências que os ajudem nesse esforço de abstração (ROCHA-FILHO *et al.*, 1988).

Segundo Mortimer (1995), os estudantes do Ensino Fundamental e Médio costumam chegar às aulas de Química trazendo sobre a natureza atômica da matéria, ideias bem diferente daquelas aceitas cientificamente. Tais ideias influenciam a aprendizagem de um modelo científico sobre a constituição da matéria.

Tais dificuldades apresentadas pelos estudantes fizeram-me questionar sobre uma abordagem alternativa de ensino, e propor uma atividade investigativa, a partir de um material concreto com estruturas feitas de miçangas (FIG. 1).

FIGURA 1 - Estruturas feitas de miçangas



De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2000), a aquisição do conhecimento, mais do que a simples memorização, pressupõe habilidades cognitivas lógico-empíricas e lógico-formais. Estudantes com diferentes histórias de vida podem desenvolver e apresentar diferentes leituras ou perfis conceituais sobre fatos químicos, que poderão interferir nas habilidades cognitivas. O aprendizado deve ser conduzido levando-se em conta essas diferenças. No processo coletivo da construção do conhecimento em sala de aula, valores como respeito pela opinião dos colegas, pelo trabalho em grupo, responsabilidade, lealdade e tolerância têm que ser enfatizados, de forma a tornar o ensino de Química mais significativo, assim

como para contribuir para o desenvolvimento dos valores humanos que são objetivos concomitantes do processo educativo.

O processo de ensino-aprendizagem é sempre um processo de constante transformação sendo por isso constituído por uma série de etapas que tem por objetivos a construção do conhecimento e o desenvolvimento de competências e habilidades nos estudantes. Saviani (2000, p.41) afirma que o caminho para o conhecimento passa pela cotidianidade do estudante e na sua cultura; mais que ensinar e aprender um conhecimento, é preciso concretizá-lo no dia a dia, questionando, respondendo e avaliando, num trabalho desenvolvido por grupos de indivíduos que constroem o seu mundo e o fazem por si mesmos.

Os conceitos relacionados a entidades constituintes da matéria (átomo, elemento químico, molécula, substância) não são percebidos diretamente pelos estudantes, pois requerem noções abstratas e a concepção de modelo. Em minha prática docente pude perceber que as definições encontradas nos livros didáticos não são suficientes para a assimilação de tais conceitos, pois a natureza abstrata e não intuitiva dos conceitos envolvidos é incompatível com o desenvolvimento cognitivo dos estudantes nessa faixa etária (14 a 15 anos).

Ao longo dos meus 15 anos como professora de química pude perceber que os estudantes, por não conseguirem visualizar o mundo microscópico, apresentam dificuldades em compreendê-lo. Isso me levou a buscar recursos didáticos alternativos para facilitar a aprendizagem de conceitos abstratos.

O compromisso de desenvolver o presente estudo, como um trabalho de conclusão de curso, proporcionou-me a oportunidade de tomar conhecimento de vasta literatura sobre o ensino de química, optando prontamente pelos conceitos de atomística, assunto que sempre me fascinou. Dentre os vários artigos consultados um deles se destacou pela metodologia proposta: *Uma abordagem alternativa para o aprendizado dos conceitos de átomo, molécula, elemento químico, substância simples e substância composta, nos ensinamentos fundamental e médio*, de Cavicchioli e Rocha (2005). Os autores propõem o uso de miçangas, de cores e tamanhos

diferentes, montadas em estruturas para representar as entidades constituintes das substâncias. Considerei tal proposta como uma possível estratégia de ensino por investigação, uma vez que os estudantes teriam a oportunidade de realizar vários procedimentos (sequência didática), participando da construção do conhecimento, tendo apoio do professor mediador. O referido artigo encontra-se no Anexo A.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Atividade investigativa

Uma atividade investigativa é, sem dúvida, uma importante estratégia no ensino de Ciências. De acordo com Hodson (1992) os estudantes aprendem mais sobre a ciência e desenvolvem melhor seus conhecimentos conceituais quando participam de investigações científicas, semelhantes às feitas nos laboratórios de pesquisa.

É cada vez mais necessária a reflexão e a mudança de atitude para procurar soluções diante dos muitos problemas enfrentados em nossa atuação profissional. Para que essas “mudanças didáticas” ocorram podemos experimentar imagens alternativas nas aulas de Ciências, que por sua vez conduzem a uma (re) elaboração dos processos de ensino-aprendizagem que vai desde uma mudança dos papéis: de professor (transmissor) e o aluno (receptor), até a utilização de novas metodologias que possibilitem o aluno a construir seu próprio conhecimento tendo o professor como mediador do processo (WILSEK; TOSIN, 2009, p.1).

A criação de atividades investigativas na construção de conceitos possibilita ao estudante participar de seu processo de aprendizagem, mobilizando-os para a solução de um problema e a partir dessa necessidade, produzir seu conhecimento por meio da interação entre pensar, sentir, discutir, explicar, relatar e fazer (WILSEK; TOSIN, 2009).

Uma atividade pode ser considerada investigativa quando a ação do estudante não se restringe apenas ao trabalho de manipulação ou observação e apresenta as características intrínsecas do trabalho científico (MOREIRA, 1983 citado por Azevedo, 2004). Bachelard (1996) assinala que todo conhecimento é resposta a uma questão, o questionamento e a curiosidade são condições necessárias para a aprendizagem em Ciências. Uma investigação só faz sentido quando explicita algo que se quer conhecer. O sujeito que aprende é aquele que se dispõe a atribuir significados ao mundo e a confrontar suas explicações com a dos outros. Essa disposição é da ordem do saber ser e estar no mundo, do se relacionar com os outros, com as próprias ideias e com as alheias.

## **2.2 Características e objetivos das atividades investigativas**

De acordo com Carvalho et al. (2004), as atividades de caráter investigativo apresentam algumas características consideradas importantes, podendo-se destacar:

- a. apresentar um problema, pois ele é, na sua essência, uma pergunta que se faz sobre a natureza. Não existe investigação sem problema. A primeira preocupação do professor deve ser formular um problema que estimule e oriente o trabalho a ser desenvolvido com os estudantes;
- b. serem generativas, sempre que possível, desencadeando debates, discussões, outras atividades experimentais ou não;
- c. tornar possível o desenvolvimento de argumentos, por meio de organização de enunciados teóricos e evidências, e considerar os vários pontos de vista em disputa ou a serem coordenados;
- d. motivar e mobilizar os estudantes, promover o engajamento destes com o tema em investigação;
- e. tornar possível a extensão dos resultados encontrados a todos os estudantes da turma.

De acordo com Blosser (1988), os objetivos pedagógicos a serem atingidos com as atividades investigativas são: habilidades de comunicar, conceitos, habilidades cognitivas, compreensão da natureza da ciência e atitudes.

## **2.3 Tipos de atividades investigativas**

As atividades investigativas podem apresentar diferentes graus de abertura e direcionamento do trabalho a ser realizado pelos estudantes. De acordo com esse critério, podem-se distinguir três tipos de investigação: a estruturada, a semi-estruturada e a aberta (MUNFORD; LIMA, 2007).

Em uma investigação estruturada, o professor, oralmente ou por meio de um roteiro, propõe aos estudantes um problema experimental para eles investigarem, fornece os materiais, indica os procedimentos a serem utilizados e propõe questões para orientá-los em direção a uma conclusão. Os estudantes devem descobrir relações entre variáveis, cuja importância foi apresentada pelo professor, ou produzir generalizações a partir dos dados coletados (SÁ et al. 2008a).

Em uma investigação semiestruturada, o professor apresenta o problema, sem fornecer, explicitamente, as questões a serem investigadas, especifica os materiais que poderão ser utilizados e auxilia os estudantes a conceber os procedimentos para resolver o problema. Os estudantes, por outro lado, devem produzir conclusões para a atividade, sem uma intervenção constante e diretiva do professor (SÁ et al. 2008a).

Em uma investigação aberta, o estudante tem ampla autonomia para a realização da atividade. A partir de um contexto problemático proposto pelo professor ou por seus colegas de turma, o estudante deve formular, ou reformular, o problema, ao conceber questões a ele relacionadas. Para investigar essas questões, ou responder a elas, o estudante e seus colegas precisam conceber ou escolher os procedimentos de investigação (SÁ et al. 2008a)..

Ensinar ciências por investigação significa inovar, mudar o foco da dinâmica da aula deixando de ser uma mera transmissão de conteúdo e assumir uma nova postura com um novo direcionamento no sentir, agir, refletir sobre as estratégias metodológicas utilizadas em sala e também, rever os pressupostos teóricos que orientam a prática docente bem como o planejamento do trabalho. Schnetzler e Aragão (1995) afirmam que o professor precisa identificar as concepções prévias de seus alunos e em função dessas concepções, planejar, desenvolver, avaliar atividades e procedimentos de ensino que promovam a evolução conceitual nos alunos em direção às ideias cientificamente aceitas.

Dentro dessa concepção, para que ocorra aprendizagem é preciso que haja envolvimento dos estudantes durante todas as etapas do processo de ensino. A resolução de problemas por meio da investigação possibilita aos estudantes, aprender de maneira participativa, dialogada, num processo no qual cada um expõe as suas ideias em um ambiente favorável a apropriação dos conceitos e fenômenos. Em uma sala de aula tradicional, o professor procura valorizar as suas ideias, não permitindo um diálogo hipotético-dedutivo com a presença de hipóteses concorrentes, que servirá de ancoradouro para o processo de aquisição do objeto do conhecimento. Já, em um ambiente onde ocorrem debates acerca do fenômeno em questão, as hipóteses vão surgindo e sendo discutidas e até eliminadas no decorrer da própria aula. Tal debate é um avanço na questão das relações sociais, pois traz para a sala de aula a oportunidade de um confronto entre as mais diferentes opiniões a respeito do objeto de ensino (ROSA; ROSA, 2007).

#### **2.4 O processo investigativo**

O ensino de ciências por investigação é quase senso comum em países da América do Norte e Europa. No Brasil, entretanto, essa abordagem não é muito difundida e é pouco discutida. Mesmo assim, aqui, o interesse vem crescendo, e alguns pesquisadores e educadores voltam-se para a questão (BORGES; RODRIGUES, 2004; AZEVEDO, 2004; CARVALHO et al., 2005).

O ensino por investigação cumpre os pré-requisitos propostos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), pois proporciona ao estudante situações problematizadoras, questionadoras e de diálogo, envolvendo a resolução de problemas e levando à introdução de conceitos para que os estudantes possam construir seu conhecimento (CARVALHO et al., 1995).

A sequência didática proposta por Cavicchioli e Rocha (2005), se desenvolve em quatro momentos distintos:

- a) 1º momento: pré-teste; problematização; descrição das estruturas das miçangas e familiarização com suas características;

- b) 2º momento: representação das miçangas através de símbolos (substituição da cor das miçangas por símbolos de elementos químicos nas representações de cada estrutura de miçangas “peças”);
- c) 3º momento: representação das estruturas de miçangas “peças” através de fórmulas (substituição de cada miçanga como sendo um átomo);
- d) 4º momento: associação com os conceitos de átomo, elemento químico, entidade constituinte, substância simples e composta; pós-teste; avaliação da estratégia de ensino.

Consideramos que a atividade proposta possui caráter investigativo uma vez que os estudantes são motivados a discutirem entre si para responderem aos questionamentos propostos inicialmente pelo professor com relação às estruturas feitas de miçangas e estimulados a participarem ativamente do processo de aprendizagem na construção dos conceitos de atomística.

As potencialidades investigativas dessa sequência didática irão depender do grau de estruturação que o professor escolherá para aplicar em sua sala de aula, considerando-se as diferentes realidades em que os estudantes se encontram em momentos distintos do processo de ensino-aprendizagem.

### 3 OBJETIVOS

Nesta pesquisa pretende-se:

- a. analisar e refletir sobre as potencialidades investigativas de uma sequência didática sobre o conceito de atomística, proposta por Cavicchioli e Rocha (2005);
- b. evidenciar as características investigativas presentes no desenvolvimento da sequência didática;
- c. refletir sobre os pontos positivos e os que precisam ser melhorados em relação à sequência didática para torná-la mais investigativa.

#### 4 JUSTIFICATIVA

Como a estrutura cognitiva é um fator preponderante que interfere na aprendizagem, é necessário que o ensino proporcione a reorganização dos conhecimentos dos estudantes, visando uma maior proximidade com o conhecimento científico. Neste sentido, as atividades de ensino têm por finalidade fazer os estudantes construírem representações coerentes com o conhecimento científico. Assim, a metodologia utilizada pelo professor poderá ou não favorecer essa construção.

Gil-Perez (1996); Borges (2002); Azevedo (2006); Carvalho (2006); Sá (2009), Tropa (2009) são a favor do uso de atividades investigativas que partem de um problema, pois promovem o raciocínio e as habilidades cognitivas dos mesmos, bem como possibilitam a cooperação entre os estudantes. Fundamentalmente a utilização de atividades investigativas requer do aluno uma atividade intelectual mais ativa, contrapondo-se ao ensino transmissivo, no qual o aluno apresenta atividade intelectual mais passiva, recebendo as informações prontas do professor.

O problema de aprendizado do conteúdo de atomística se deve à dificuldade, por parte dos estudantes, de visualizar corretamente o mundo microscópico e à ausência de referenciais que os ajudem nesse esforço de abstração. As consequências, que incluem problemas em entender os conceitos de átomo e elemento químico e em distinguir corretamente entre substâncias simples e compostas, se arrastam durante as séries seguintes do Ensino Médio. Com o intuito de buscar soluções que facilitassem a compreensão integrada dos conceitos químicos nos três níveis (macroscópico, microscópico e simbólico), várias pesquisas, tais como Wu *et al.* (2001), foram realizadas e propostas diversas abordagens, inclusive o uso de meios informáticos e de modelos concretos, ambos com resultados muito satisfatórios. O uso de estruturas simples e de baixo custo feitas de miçangas pode representar um recurso valioso para superar esse impasse.

No presente trabalho, baseado na metodologia de Cavicchioli e Rocha (2005), propõe-se o uso de miçangas de cores e tamanhos diferentes montadas em estruturas para representar as entidades constituintes das substâncias. Trata-se de

um recurso de baixo custo e facilmente acessível além da vantagem de trazer para a sala de aula o elemento lúdico – cujo valor está bem destacado nos trabalhos de Dewey (1952), Claparède (1973), Piaget (1973) e Leif e Brunelle (1978). O uso de miçangas na abordagem da atomística é uma oportunidade para diversificar a atividade didática, o que, na experiência da relatora, é fundamental para um maior envolvimento dos alunos no processo de aprendizagem.

Acredita-se que a sequência didática com caráter investigativo proposta neste trabalho auxiliará professores e alunos nos processos de ensino e aprendizagem sobre atomística nas aulas de Química.

Espera-se que essa metodologia não se restrinja à aprendizagem de fatos e teorias científicas, mas sim à introdução dos alunos à cultura científica, por meio da qual o aluno possa tomar contato com a sua natureza e a prática do conhecimento científico (MATTHEWS, 1994).

## 5 METODOLOGIA

Esta sequência didática investigativa foi desenvolvida, em duas turmas (nono ano do Ensino Fundamental e primeiro ano do Ensino Médio), da Escola Estadual Raimundo Soares de Albergaria Filho, em Governador Valadares, Minas Gerais, onde atuo como docente. Na turma do nono ano 21 alunos participaram e na turma de primeiro ano, 24 alunos, a faixa etária destes alunos era entre 15 e 18 anos. A sequência didática foi desenvolvida segundo a metodologia proposta por Cavicchioli e Rocha (2005) e foi realizada em cada turma separadamente, em duas aulas geminadas (100 minutos).

Antes de iniciar o desenvolvimento da sequência didática, apliquei aos alunos, de forma individual, um pré-teste constituído por questões abertas, para levantar os conhecimentos prévios em relação aos conceitos de átomo, elemento químico, molécula e substância. Os alunos dispuseram de 20 minutos para a realização do pré-teste. A FIG. 2 mostra o pré-teste que foi aplicado aos estudantes.

A sequência didática foi desenvolvida em quatro momentos distintos, em cada momento foram gastos aproximadamente 20 minutos.

FIGURA 2 - Pré-teste

Centro Interescolar Dr. Raimundo Soares de Albergaria Filho			
	NOME: _____	Nº: _____	DATA: _____
	DISCIPLINA: _____	TURMA: _____	PONTOS: _____
	PROFESSOR(A): _____	NOTA: _____	

1) Preencha corretamente os espaços vazios da tabela abaixo, indicando o número de átomos e o número de elementos existentes em cada uma das substâncias relacionadas.

Substância	N. Átomos	N. Elementos
HCl		
P <sub>4</sub>		
H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub>		
O <sub>3</sub>		
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>		

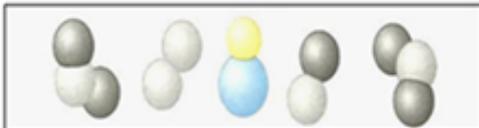
2) Indique o que são:

- Átomos
- Moléculas
- Substâncias compostas

3) Observe as seguintes substâncias: P<sub>4</sub>, HCl, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, SO<sub>3</sub>, S<sub>8</sub>, H<sub>2</sub> e NaCl. Quais dessas substâncias são simples e quais são substâncias compostas?

4) Diferencie substância simples de substância composta.

5) Qual o número de elementos, de átomos, de substâncias e de moléculas representados no sistema abaixo?



### 5.1 Primeiro momento

Os alunos do nono ano foram divididos em oito grupos de três ou quatro membros, e os alunos do primeiro ano foram divididos em seis grupos, de quatro ou cinco membros. Cada grupo recebeu um kit (FIG. 3) com seis estruturas de miçangas, designadas simplesmente de “peças” (FIG. 4).

FIGURA 3 - Kit de estruturas de miçangas

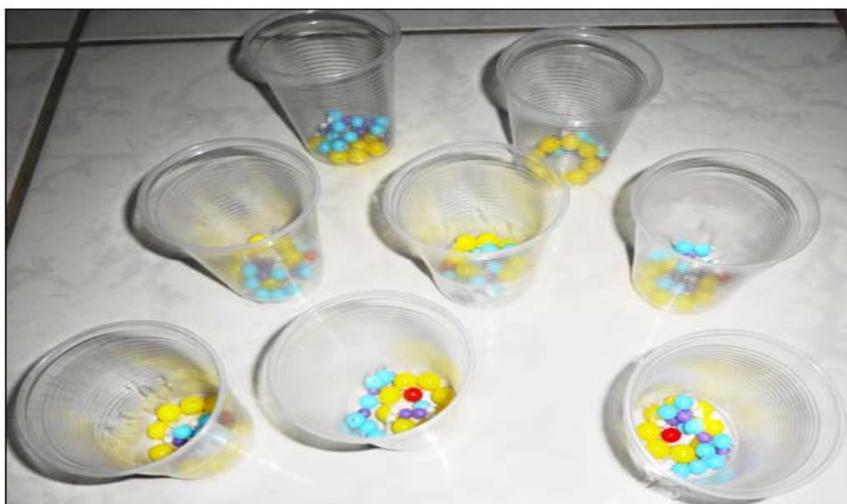
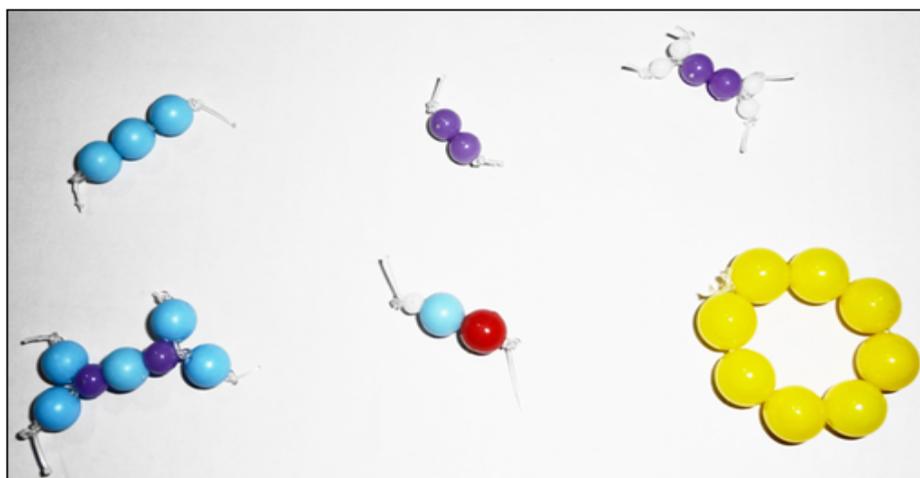


FIGURA 4 - Peças (estruturas de miçangas)



Miçangas de cores e tamanhos diferentes foram usadas na confecção de cada peça. As peças (estruturas de miçangas) foram confeccionadas por mim, os alunos receberam os arranjos atômicos prontos das espécies  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{N}_2\text{H}_4$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{S}_8$  e  $\text{NaOH}$ .

Essas entidades químicas foram escolhidas por serem normalmente encontradas durante o curso inicial de Química. Olhou-se para o conceito de entidade constituinte da matéria, independentemente do fato de se tratar de entidades moleculares ou não. De acordo com Rocha-Filho *et al.* (1988) a expressão entidade constituinte da matéria, abrange tanto as moléculas (agregados de átomos que têm existência

independente), quanto as entidades que, na substância, são indistinguíveis e são definidas por uma relação mínima entre átomos e/ou grupos de átomos.

Foi solicitado aos estudantes que observassem as estruturas de miçangas e respondessem as seguintes questões problema:

- a. Qual o número de peças que receberam?
- b. Qual o número de miçangas existente em cada peça?
- c. Qual o número de miçangas por cor existente em cada peça?

Além de responderem as questões, os alunos desenharam e coloriram as estruturas de miçangas, o que acabou facilitando o desenvolvimento da atividade (ANEXO B).

Em seguida, os alunos foram estimulados a discutirem e concluírem especificamente sobre o tamanho e as cores das miçangas.

A situação problema proposta pelo professor deve orientar os estudantes no desenvolvimento do trabalho investigativo.

## 5.2 Segundo momento

Os alunos foram informados de que cada miçanga teria um símbolo e que eles deveriam substituir a cor das miçangas pelo símbolo nas representações dessas peças (FIG. 5). A associação entre cores e símbolos que deveria ser feita é mostrada abaixo:

Amarelo (S), Vermelho (Na), Azul (O), Branco (H), Lilás (N)
---

Os alunos foram orientados a colocar os símbolos na sequência da escala de eletronegatividade de Pauling (FIG. 5).

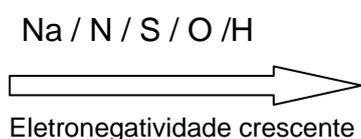
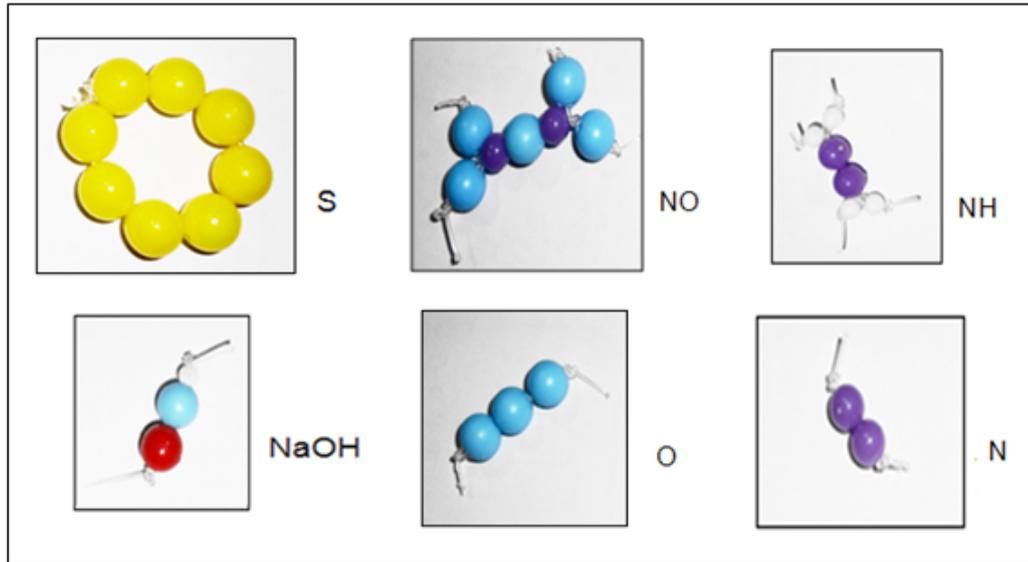


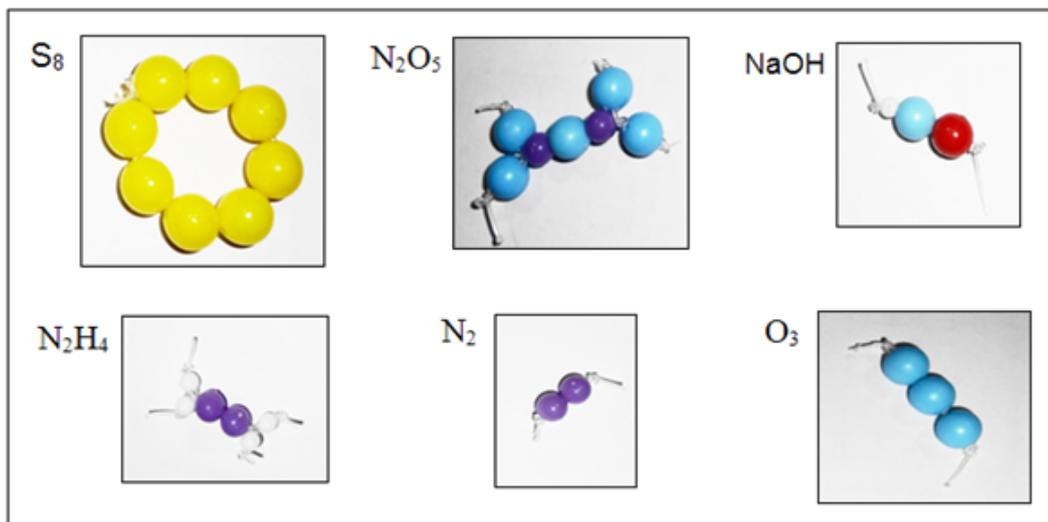
FIGURA 5 - Substituição da cor das miçangas por símbolos



### 5.3 Terceiro momento

Neste momento os alunos foram levados a associar cada miçanga como sendo um átomo. Pedi aos estudantes que verificassem a quantidade de átomos existentes em cada entidade química (estrutura de miçangas). Cada uma das estruturas (peça) de miçangas representava uma entidade química, cada peça com miçangas iguais uma substância simples e cada peça com miçangas diferentes uma substância composta (FIG. 6).

FIGURA 6 - Entidades químicas



#### 5.4 Quarto momento

Para que os alunos pudessem demonstrar o que haviam aprendido durante todas as etapas da sequência didática, foi proposto que preenchessem um quadro (Quadro 1) com as fórmulas obtidas referentes a cada entidade (“peça”), o número de átomos e elementos em cada uma delas, bem como classificá-las como substâncias simples (SS) ou compostas (SC).

QUADRO 1 - Identificação e classificação das espécies químicas

FÓRMULAS	ÁTOMOS	ELEMENTOS	CLASSIFICAÇÃO
S <sub>8</sub>			
O <sub>3</sub>			
N <sub>2</sub>			
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			
N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>			
NaOH			

Solicitei aos estudantes que respondessem em voz alta as respostas dadas por eles ao preencherem o quadro 1. Para finalizar a atividade, os alunos receberam novamente o mesmo teste dado inicialmente para verificação da aprendizagem e para comparação dos resultados de antes e depois da aplicação da sequência didática. Por fim foi proposta a seguinte questão: vocês acham que a metodologia utilizada contribuiu para melhorar o processo de ensino e aprendizagem? Justifique. A análise dos testes será apresentada no tópico resultados e discussões.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Resultados

A estratégia utilizada no presente trabalho apresentou resultados além das expectativas, os alunos se mostraram interessados, motivados e participativos ao longo de todo o processo. Acredita-se que a mediação do professor foi imprescindível em todas as etapas e possibilitou a obtenção de bons resultados.

A estratégia também chama a atenção para o ensino voltado para a troca de ideias entre os integrantes da classe (professora e alunos), baseado no diálogo, na participação coletiva, oportunizando aos alunos a exposição de suas ideias e contribuindo, dessa forma para a construção coletiva de conhecimento. As atividades de aprendizagem realizadas desta maneira priorizam a aquisição do conhecimento como um processo cognitivo e não mecânico. Esse, talvez, seja o maior avanço no ensino de Química, isto é, deixar de ter um ensino voltado para a simples transmissão dos conteúdos, no qual o professor assume a postura de ditador do conhecimento. O diálogo caminha na direção da valorização da realidade histórico-cultural e social do educando (ROSA; ROSA, 2007).

A atividade com o uso de miçangas para representar átomos, elementos, entidades químicas e substâncias, foi uma atividade inovadora tanto para mim quanto para os alunos. Durante a aplicação dessa estratégia metodológica, quase que, obrigatoriamente, foi necessário adotar posturas não habituais à minha prática pedagógica, mudar atitudes e rituais tradicionais de que estava acomodada / acostumada. Sem dúvida, o desenvolvimento dessa sequência didática representou um grande desafio para os meus 15 anos de magistério.

A seguir (Quadros 2 e 3) são apresentadas as respostas dos alunos do nono e primeiro ano para as questões propostas no primeiro momento.

QUADRO 2 - Conclusão dos alunos do nono ano sobre o tamanho e as cores das miçangas

<b>Grupo</b>	<b>Respostas</b>
Grupo 1	Concluimos que os tamanhos das miçangas são diferentes, pois há miçangas grandes e pequenas e concluimos que as cores são diferentes, pois há cinco tipos de cores.
Grupo 2	Cada peça tem tamanhos e cores diferentes de miçangas.
Grupo 3	Observamos que o tamanho das miçangas e as cores não são iguais.
Grupo 4	Elas têm tamanhos diferentes e também tem cores diferentes.
Grupo 5	Cada peça apresenta tamanhos e cores diferentes.
Grupo 6	Nenhuma peça é igual à outra, mesmo tendo as mesmas cores, nenhum modelo é igual ao outro.
Grupo 7	Elas apresentam variações de cores e tamanho em cada peça.
Grupo 8	Não responderam.

QUADRO 3 - Conclusão dos alunos do primeiro ano sobre o tamanho e as cores das miçangas

<b>Grupo</b>	<b>Respostas</b>
Grupo 1	Que elas têm cores e tamanhos diferentes
Grupo 2	Não responderam.
Grupo 3	Cada peça tem tamanho e cor diferente de miçangas.
Grupo 4	A cor e os tamanhos são diferentes.
Grupo 5	Cada peça apresenta tamanho e cor diferentes.
Grupo 6	A cor e o tamanho diferenciam umas das outras.

Nos quadros 4 e 5 são apresentadas as respostas dos alunos dos grupos X e Y do nono e primeiro ano para o quadro proposto no quarto momento.

QUADRO 4 - Identificação e classificação das espécies químicas (Grupo X do nono ano)

FÓRMULAS	ÁTOMOS	ELEMENTOS	CLASSIFICAÇÃO
S <sub>8</sub>	8	1	ss
O <sub>3</sub>	3	1	ss
N <sub>2</sub>	2	1	ss
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7	2	sc
N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	6	2	sc
NaOH	3	3	sc

QUADRO 5 - Identificação e classificação das espécies químicas (Grupo Y do primeiro ano)

FÓRMULAS	ÁTOMOS	ELEMENTOS	CLASSIFICAÇÃO
S <sub>8</sub>	8	1	ss
O <sub>3</sub>	3	1	ss
N <sub>2</sub>	2	1	ss
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7	2	sc
N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	6	2	sc
NaOH	3	3	sc

Os quadros 6 e 7 apresentam os enunciados dos estudantes do nono e primeiro ano sobre a contribuição da metodologia utilizada no processo de ensino aprendizagem, questão proposta no quarto momento.

QUADRO 6 - Opinião dos alunos do nono ano sobre a contribuição da metodologia utilizada

<b>Grupo</b>	<b>Respostas</b>
Grupo 1	Sim, porque desta forma o aprendizado fica mais fácil, é uma forma mais descontraída de aprender.
Grupo 2	Sim, pois você fez de forma mais detalhada e entrou mais em contato com a gente e vice-versa. E assim meu grupo aprendeu melhor sobre o conteúdo.
Grupo 3	Não responderam.
Grupo 4	Sim, pois deste jeito é muito melhor para se entender a matéria.
Grupo 5	Sim, porque essa foi uma maneira mais fácil de aprender a matéria.
Grupo 6	Na prática é melhor para entender, pois pegando, sentindo, vendo o aprendizado fica mais fácil. O desenho no quadro não chama a atenção tanto quanto as miçangas coloridas.
Grupo 7	Sim, pois deste jeito aprendemos mais e melhor.
Grupo 8	Sim, pois desta forma foi mais explicativo.

QUADRO 7 - Opinião dos alunos do primeiro ano sobre a contribuição da metodologia utilizada

<b>Grupo</b>	<b>Respostas</b>
Grupo 1	A metodologia utilizada foi boa, pois estimulou as atividades em grupo facilitando a aprendizagem.
Grupo 2	Não responderam.
Grupo 3	Interessante, pois ficou mais fácil de compreender a matéria.
Grupo 4	Sim, faz com que a gente entenda melhor.
Grupo 5	Sim, contribuiu muito.
Grupo 6	Achamos que contribuiu no ensino da turma e ajudou muito.

Os gráficos 1 e 2 apresentam o resultado obtido no pré-teste pelos alunos do primeiro ano do Ensino Médio antes e após a aplicação da sequência didática.

GRÁFICO1- Resultado das notas obtidas no pré-teste por um grupo de alunos do primeiro ano

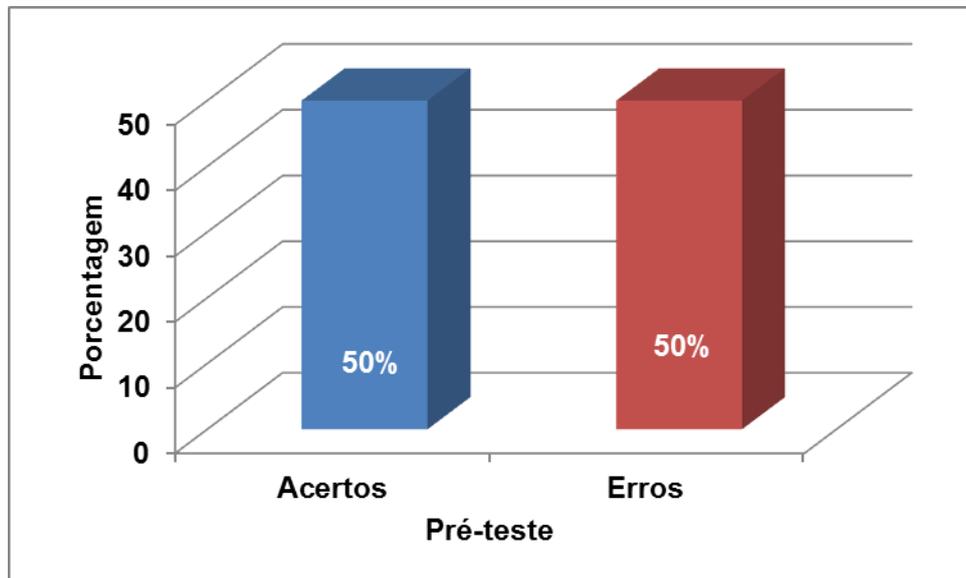
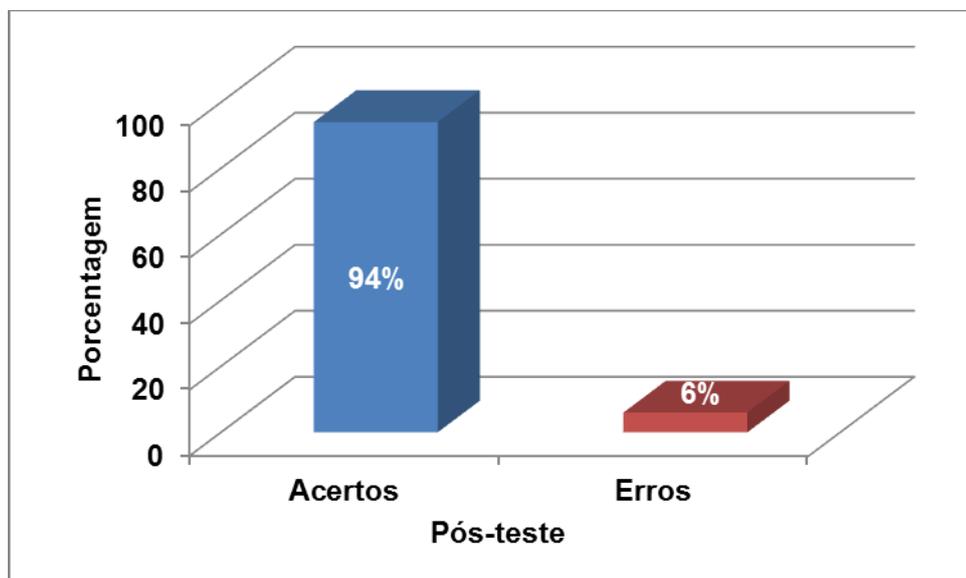


GRÁFICO 2 - Resultado das notas obtidas no pós-teste por um grupo de alunos do primeiro ano



Os gráficos 3 e 4 apresentam o resultado obtido no pré-teste pelos alunos do nono ano do Ensino Fundamental antes e após a aplicação da sequência didática.

GRÁFICO 3 - Resultado das notas obtidas no pré-teste por um grupo de alunos do nono ano

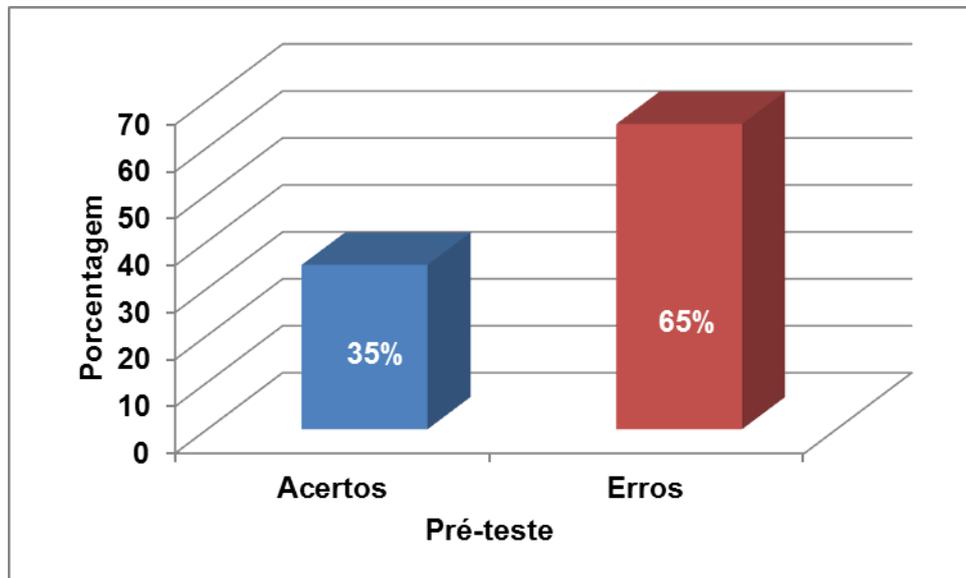
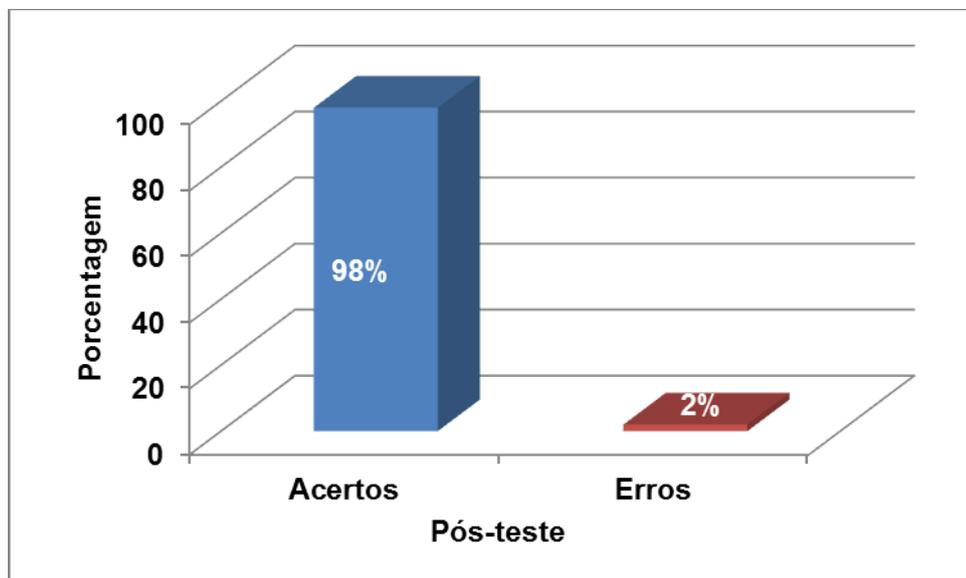


GRÁFICO 4 - Resultado das notas obtidas no pós-teste por um grupo de alunos do nono ano



Para construção dos gráficos 1, 2, 3 e 4 foram escolhidos aleatoriamente um grupo de alunos, do primeiro ano, com cinco membros e um grupo de alunos, do nono ano, com quatro membros para a comparação de resultados obtidos no pré e pós-teste. Os dados utilizados foram as médias das notas obtidas nos pré e pós-teste dos membros de cada grupo escolhido.

Ao comparar os resultados alcançados antes e após a aplicação da sequência didática, pode-se afirmar que a metodologia utilizada para a introdução dos conceitos de atomística contribuiu para facilitar a aprendizagem.

## **6.2 Reflexão sobre as potencialidades investigativas da sequência didática**

Conceber o currículo não como um conjunto de conhecimentos e habilidades, mas como um programa de atividades através das quais esses conhecimentos e habilidades possam ser construídos e adquiridos (DRIVER; OLDHAM, 1986).

A partir da análise realizada após a aplicação da sequência didática construiu-se três categorias que permitiram refletir acerca dos objetivos dessa pesquisa. A seguir serão apresentadas essas categorias, bem como a análise acerca de cada uma delas.

### **6.2.1 Análise e reflexão sobre as potencialidades investigativas da sequência didática sobre o conceito de atomística**

No ensino por investigação o professor desempenha o papel de orientador das atividades, é ele que propõe e discute questões, contribui para o planejamento da investigação, orienta o levantamento de explicações teóricas, possibilita a discussão e a argumentação entre os estudantes, introduz conceitos e promove a sistematização do conhecimento. As atividades de caráter investigativo implicam, inicialmente, na proposição de situações-problema, que orientam e acompanham todo o processo de investigação (SÁ et al. 2008b).

Os alunos ao receberem os kits contendo as “peças” de miçangas ficaram intrigados e curiosos para descobrirem o que significava ou representava cada estrutura. A situação-problema proposta pela sequência didática é de que os alunos deveriam descobrir o significado de cada miçanga na peça, das diferentes cores de miçanga, e qual a diferença entre peças que apresentavam miçangas de cores iguais e as que apresentavam miçangas de cores diferentes.

Durante todas as etapas da aplicação da sequência didática, desempenhei o papel de mediadora, apresentando aos estudantes cada procedimento a ser desenvolvido, orientando-os sempre que necessário, dando-lhes a oportunidade de vivenciarem uma experiência nova, introduzindo os conceitos de atomística de uma maneira inovadora e permitindo-lhes, assim a construção de novos conhecimentos acerca do que estava sendo investigado. Segundo Maués e Lima (2006), na investigação os estudantes devem interagir, explorar e experimentar o mundo natural, mas não devem ser abandonados à sua própria sorte, e nem ficarem restritos a uma manipulação ativista e puramente lúdica.

Ao longo do desenvolvimento da sequência didática os alunos estiveram bastante engajados. Pôde-se perceber o quanto ficaram satisfeitos com o resultado da aprendizagem, quando todos os grupos responderam, em sua grande maioria que a metodologia utilizada facilitou a assimilação dos conceitos de atomística e tornou o aprendizado de Química mais descontraído e prazeroso.

### **6.2.2 Características investigativas presentes no desenvolvimento da sequência didática**

A sequência didática proposta apresentou características de atividade investigativa, pois os alunos foram levados a construir o conhecimento ao longo de todas as etapas do processo de ensino. Desempenhei o papel de mediadora, propondo as questões problema, conduzindo os estudantes na busca das respostas das mesmas, fazendo intervenções sempre que necessário, não apresentando respostas prontas e deixando que os alunos construíssem os conceitos de átomo, molécula, elemento químico e substância.

As discussões realizadas entre os estudantes não deu margem para apresentação de diferentes pontos de vista, pois todos deveriam chegar às mesmas conclusões, em relação às questões problema. A formação de grupo possibilitou interação/discussões entre os seus membros e também entre professor - aluno. No decorrer do desenvolvimento da sequência didática a maioria dos estudantes

demonstrou interesse em participar, satisfação, responsabilidade, consenso e colaboração.

Considerando a lista de cinco grupos citados por Blosser (1988) os objetivos pedagógicos atingidos com essa abordagem foram:

- a. habilidades – de manipular, questionar, investigar, organizar, comunicar;
- b. habilidades cognitivas – pensamento crítico, solução de problemas, aplicação e síntese;
- c. atitudes – por exemplo: curiosidade, interesse, correr risco, objetividade, precisão, perseverança, satisfação, responsabilidade, consenso, colaboração, gostar de ciência.

Na sequência didática investigativa sobre atomística, os alunos foram levados a manipular e observar as “peças” de miçangas, dialogarem entre si para responderem aos questionamentos levantados relativos à quantidade de peças, de miçangas em cada peça, a cor e o tamanho das miçangas, bem como organizar as ideias para fazerem as suas anotações. Os estudantes se mostraram motivados durante todos os momentos da sequência didática. No momento final da sequência didática (quarto momento), os alunos demonstraram que haviam construído o conhecimento em relação ao que representava uma molécula “cada peça”, um elemento (cada cor diferente de miçanga), um átomo (cada miçanga), substâncias simples (peças com miçangas iguais) e compostas (peças com miçangas diferentes), pois não apresentaram dificuldade em preencher a atividade proposta no (quadro 1).

### **6.2.3 Reflexão sobre os pontos positivos e os que precisam ser melhorados em relação à sequência didática para torná-la mais investigativa**

Em relação ao grau de estruturação, esta sequência didática pode ser classificada como atividade investigativa estruturada, pois, todos os procedimentos realizados pelos estudantes, durante o processo de investigação, foram orientados por mim, norteados por um roteiro. Foram dadas orientações orais e escritas, bem como o material utilizado (os Kits das estruturas de miçangas).

Optou-se por elaborar uma tarefa investigativa mais dirigida - mais estruturada, numa tentativa de permitir que o aluno não acostumado a uma postura mais ativa em sala de aula iniciasse sua atividade enquanto se ambientava. Em turmas mais experientes, com alunos mais seguros, acostumados a trabalhar de forma mais autônoma é possível trabalhar de maneira mais livre (semi-estruturada ou aberta). A graduação na estruturação das tarefas a serem propostas aos estudantes – de experiências guiadas para experiências livres – pode ser um auxílio na construção de sua autoconfiança.

Para tornar a atividade menos estruturada e mais investigativa, as estruturas de miçangas “peças” poderiam ser confeccionadas pelos estudantes. A criação de hipóteses, para responder as questões problema, também poderia ficar a cargo destes, assim como a associação de miçangas com átomos. Dessa forma a participação do professor seria mais discreta, com menos intervenções, e os alunos participariam de forma ainda mais ativa do processo de ensino-aprendizagem.

Por fim, consideramos que os processos de aprendizagem e criação pelos quais o aluno passa, quando está investigando, são tão ricos que merecem ser mais explorados por professores e pesquisadores.

## 7 CONCLUSÃO

No que se refere ao ensino de ciências baseado na construção do conhecimento, o papel do professor sempre será o ponto de partida para que as mudanças necessárias ocorram. O professor deve se preparar para levar o aluno a construir o conhecimento científico baseando-se em como este se dá por parte dos alunos. É necessário que os alunos entendam o sentido em aprender ciências para que possam mudar seus conceitos e aplicar estes conhecimentos no cotidiano.

Esta proposta de Ensino por Investigação para introdução dos conceitos de atomística possibilitou a participação ativa dos alunos na aquisição de conhecimentos, fazendo com que estes abandonassem as antigas repetições para aprender o conteúdo e a construíssem seus próprios conceitos. É possível verificar que o uso de uma estratégia de trabalho diferenciada pode resultar em construção de conhecimento que vai além da simples transmissão dos mesmos, desenvolve as potencialidades dos alunos no sentido de torná-los cidadãos, estimulando o raciocínio, o desenvolvimento do senso crítico e os valores humanos, além de incentivar o gosto pela Ciência, que por muitas vezes encontra-se distanciada da sua realidade.

Os estudos relacionados à educação, sempre têm como foco, alunos, professores, prática pedagógica versus aprendizagem e buscam maneiras de sanar as “falhas” observadas neste processo de ensino aprendizagem. Se o objetivo é ensinar, é necessário encontrar soluções eficazes para que os alunos de fato aprendam.

Ao desenvolver a presente pesquisa concluímos que a metodologia de ensino com uso de miçangas, com o viés do ensino por investigação, superou as expectativas, pois transformou o ensino de Química em algo mais prazeroso, bem como facilitou a aprendizagem dos conceitos de atomística considerados tão abstratos e de difícil compreensão por parte dos estudantes que iniciam o estudo da química.

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Thomson, 2004. Cap. 2, p.19-33.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. 3. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BLOSSER, P. E. O papel do laboratório no ensino de ciências. Tradução de M. A. Moreira. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.5, n.2, p.74-78, 1988.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 9, n. 3, p. 291-313, 2002.
- BORGES, A. T.; RODRIGUES, B. A.; **Aprendendo a planejar investigações**. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, IX, 2004, Jaboticatubas. Anais... Minas Gerais: SBF, 2004.
- BRASIL. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias: **Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000.
- CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thompson, 2004.
- CARVALHO, A. M. P. Las practicas experimentales en el proceso de enculturación científica. In: GATICA, M. Q.; ADÚRIZ-BRAVO, A. (Eds.). **Ensenar ciencias en el nuevo milenio: retos e propuestas**. Santiago: Universidade Católica de Chile, 2006.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez. Coleção questões da nossa época, 1995. 120p.
- CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. (Orgs.). **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez. 2005.
- CARVALHO, A. M. P., et al. **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Editora Thompson, 2004.
- CAVICCHIOLI, A.; CAETANO, J. Abordagem alternativa no aprendizado de conceitos químicos. **Química Nova na Escola**, n.21, 2005. Disponível em: <http://qnesc.sbjq.org.br/online/qnesc21/v21a06.pdf>. Acesso em: 12 out. 2011.
- CAVICCHIOLI, A.; ROCHA, J. R. C. Uma abordagem alternativa para o aprendizado dos conceitos de átomo, molécula, elemento químico, substância simples e substância composta, nos Ensino Fundamental e Médio. **Química Nova na Escola**, n. 21, p. 29-33, 2005.

CLAPARÈDE, E. **A escola sob medida**. 3.ed. Trad. M. L. E. Silva. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1973.

DEWEY, J. **Vida e educação**. 3.ed. Trad. A. S. Teixeira. São Paulo: Melhoramentos, 1952.

DRIVER, R.; GUESNE, E.; TIBERGHIE, A. (Eds.). **Ideias científicas en la infancia y la adolescencia**. Madri: Morata, 1985.

GIL-PÉREZ, D. Newtrends in science education. **International Journal of Science Education**, v.18, n.8, p.888-901, 1996.

GRISA, A. M. C.; PACHECO, M. A. R.; ROCHEFORT, O. I.; VILLAS BOAS, Valquíria. Atomística; uma experiência interativa. **International Journal on Hands-on Science**, online, p.1-8, 2008.

HODSON, D. In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. **International Journal of Science Education**, v.14, n.5, p.541-562, 1992 apud AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Thomson, 2004. Cap. 2, p.19-33.

LEIF, J. E.; BRUNELLE, L. **O jogo pelo jogo**. Trad. J.C.C. Guimarães. Rio de Janeiro: Zahar, 1978.

MATTHEWS, M. R. **Science teaching: The role of history and philosophy of Science**. New York: Routledge, 1994

MOREIRA, M. A. **Uma abordagem cognitivista ao ensino de física**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1983 apud AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Thomson, 2004. Cap. 2, p.19-33.

MORTIMER, E. F. Conceptual change or conceptual profile change? **Science & Education**, v. 4, n. 3, pp. 265-287, 1995.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.9, n.1, p.72-89, 2007.

PIAGET, J. **Formação do símbolo na criança**. Trad. A. Cabral e C. M. Oiticica. Rio de Janeiro: Zahar, 1973.

ROCHA-FILHO, R. C.; TOLENTINO, M.; SILVA, R. R.; TUNES, E.; SOUZA, E. C. P. Ensino de conceitos em Química. III. Sobre o conceito de substância. **Química Nova**, v. 11, p. 417-419, 1988.

ROMANELLI, L. I. **Concepções do professor sobre seu papel mediador na construção do conhecimento do conceito átomo**. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, 1992.

SÁ, E. F.; PAULA, H. F.; MUNFORD, D. Ensino de ciências com caráter investigativo II. In: LIMA, M. E. C. C.; MARTINS, C. M. De C.; MUNFORD, D. (Orgs.). **Ensino de ciências por investigação**. (ENCI). Volume II. Belo Horizonte: UFMG/FAE/CECIMIG, 2008a. 109 p. Cap. 3: p.71-82.

SÁ, E. F.; MAUÉS, E. R. C.; MUNFORD, D. Ensino de ciências com caráter investigativo I. In: LIMA, M. E. C. C.; MARTINS, C. M. De C.; MUNFORD, D. (Orgs.). **Ensino de ciências por investigação** (ENCI). Volume I. Belo Horizonte: UFMG/FAE/CECIMIG, 2008b. 109 p. Coleção ENCI. Cap. 4, p.83-108.

SÁ, E. F. **Discursos de professores sobre ensino de ciências por investigação**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

SAVIANI, D. **Saber escolar, currículo e didática**. 3.ed.Campinas: Autores Associados, 2000.

SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, n.1, p. 27-31,1995.

TROPIA, G. **Relações dos alunos com o aprender no ensino de Biologia por atividades investigativas**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

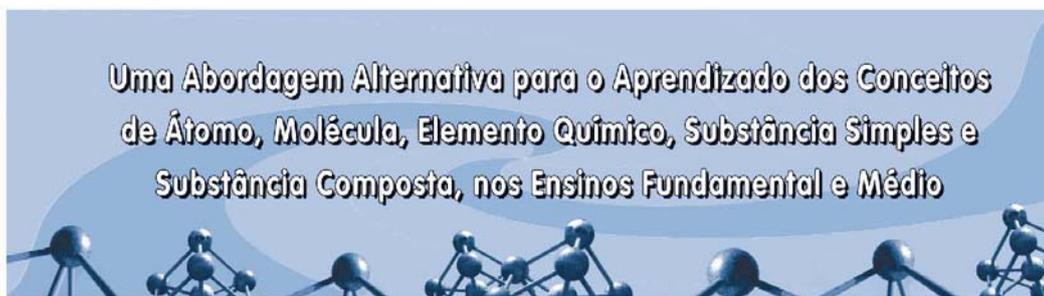
VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

WU, H.K.; KRAJCIK J.S. e SOLOWAY E. Promoting understanding of chemical representations: students' use of a visualization tool in the classroom. **J. Research Science Teaching**, v.38, p.821-842, 2001.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.9, n.1, p.72-89, 2007.

ROSA, C. T. W.; ROSA, A. B. A teoria histórico-cultural e o ensino da física. **Revista Iberoamericana de Educación**, n.43, p.133-146, 2007.

## ANEXO A - Artigo que serviu de modelo para a metodologia utilizada



José Roberto Caetano da Rocha e Andrea Cavicchioli

Este trabalho apresenta uma alternativa de procedimento pedagógico para trabalhar os conceitos: átomo, molécula, elemento químico, substância simples e substância composta. Esse procedimento foi realizado para turmas da primeira série do Ensino Médio de uma escola pública paulistana. Também são comentados os resultados das avaliações realizadas para quantificar o grau de conhecimento que os alunos conseguiram reter após a utilização do referido procedimento pedagógico.

► ensino de Química, procedimento pedagógico, motivação do aprendizado no Ensino Médio ◀

Recebido em 12/9/03; aceito em 27/4/05

Existe uma limitação objetiva na capacidade dos alunos que iniciam o estudo de Química nos ensinos Fundamental e Médio em reconhecer, em nível microscópico, o caráter descontínuo da matéria e de suas entidades constituintes. Neste sentido, a expressão *entidade constituinte* abrange tanto as moléculas, ou seja, *agregados de átomos que têm existência independente*, quanto as entidades que, na substância, são indistinguíveis e são definidas por uma relação mínima entre átomos e/ou grupos de átomos (Rocha-Filho *et al.*, 1988).

Esse problema de aprendizado se deve à dificuldade, por parte dos estudantes, de visualizar corretamente o mundo microscópico e à ausência de referenciais que os ajudem nesse esforço de abstração. As conseqüências, que incluem problemas em entender os conceitos de átomo e elemento químico e em distinguir corretamente entre substâncias simples e compostas, se arrastam durante as séries seguintes do Ensino Médio. O uso de estruturas simples e de baixo custo feitas de miçangas de cores e tamanhos diferentes pode representar um recurso valioso para superar esse impasse.

Via de regra, a constituição da matéria é abordada no final do Ensino Fundamental e no começo do Ensino Médio, a partir da observação e da descrição de fenômenos associados à ocorrência de reações químicas.

Inevitavelmente, porém, o enfoque acaba por ser transferido, mais ou menos rapidamente, para o nível microscópico, e o aprendizado é logo construído em cima de um formalismo e de uma linguagem simbólica e matemática, com amplo uso de fórmulas, estruturas, números e equações.

Essa prática constitui um problema sério na possibilidade efetiva dos discentes de acompanhar esta disciplina, devido às seguintes razões (Bem-Zvi *et al.*, 1987): a natureza abstrata e não intuitiva dos conceitos envolvidos, incompatível com o caráter eminentemente sensorial do aprendizado dos estudantes nessa faixa etária; a necessidade de interligar os diferentes níveis de visão da realidade examinada, a saber, mi-

croscópico e macroscópico; e, por fim, a linguagem e a simbologia utilizadas que, desenvolvidas por (e para) profissionais já familiarizados com tais conceitos, demandam muitas vezes um esforço comple-

mentar na aquisição de códigos de leitura cuja ignorância bloqueia o fluxo de comunicação entre o discente e suas fontes (livros, professores).

Foi observado (Gabel *et al.*, 1987) que a fraca percepção da natureza corpuscular e descontínua da matéria se

arrasta ao longo do percurso educacional, prejudicando a compreensão de noções subseqüentes (reações químicas, mudanças de estado e leis dos gases, relações estequiométricas e as propriedades das soluções).

Por essa razão, a pretensão de aproximar os alunos dos conceitos relacionados às entidades constituintes da matéria, através das definições encontradas nos livros didáticos do Ensino Médio, esbarra com a dificul-

Os alunos que se iniciam no estudo da Química têm dificuldade em reconhecer, em nível microscópico, o caráter descontínuo da matéria. Isso se deve à dificuldade deles de visualizar corretamente o mundo microscópico e à ausência de referenciais que os ajudem nesse esforço de abstração

dade de realizar a transição entre os níveis macro e microscópicos no primeiro contato com a disciplina. Afirmações como as de que molécula é “[...] a menor partícula que mantém as propriedades características da substância química [...]” ou “a unidade fundamental das substâncias”, independentemente do fato de serem ou não conceitos corretos, podem induzir a visualizar a molécula como uma amostra em miniatura do material eventualmente usado como exemplo (uma microgota de mercúrio ou um microgrão de metal – Bem-Zvi *et al.*, 1986). Além disso, deixam de destacar a efetiva estrutura das moléculas que, como foi visto, é imprescindível para promover, numa fase sucessiva do curso, o entendimento das transformações físicas e químicas da matéria. Pior ainda é o caso das definições de átomo, que deveria ser figurado como um “tijolo” da estrutura molecular e é, em vez disso, definido ambiguamente como “a menor partícula que caracteriza um elemento químico” (mesmos autores), sendo que depois o elemento químico é definido como “conjunto de todos os átomos que possuem o mesmo número atômico” ou “conjunto de átomos quimicamente iguais”.

Com o intuito de buscar soluções que facilitassem a compreensão integrada dos conceitos químicos nos três níveis (macroscópico, microscópico e simbólico), várias pesquisas foram realizadas, como sumarizado por Wu *et al.* (2001), e diversas abordagens propostas, inclusive o uso de meios informáticos e de modelos concretos, ambos com resultados muito satisfatórios.

De maneira análoga, no trabalho aqui apresentado, propôs-se o uso de miçangas de cores e tamanhos diferentes montadas em estruturas para representar as entidades constituintes das substâncias. Trata-se de um recurso de baixo custo e facilmente acessível que foi utilizado em um programa-piloto para preparar os alunos do primeiro ano do Ensino Médio para os conceitos básicos do estudo da matéria. Essa abordagem, que também parece apropriada para os estudantes do último ano do

Ensino Fundamental, tem, além do mais, a vantagem de trazer para a sala de aula o elemento lúdico – cujo valor está bem destacado, por exemplo, em trabalhos de Dewey (1952), Claparède (1973), Piaget (1973) e Leif e Brunelle (1978) –, além de ser uma oportunidade para diversificar a atividade didática, o que, na nossa experiência, é fundamental para um maior envolvimento dos alunos no processo de aprendizagem.

### Metodologia

Utilizando miçangas de cores e tamanhos diferentes (na faixa de 1 a 12 mm de diâmetro), foram montados os arranjos atômicos de  $N_2O_5$ ,  $N_2H_4$ ,  $H_2SO_4$ ,  $NaOH$ ,  $Na_2CrO_4$  e  $Na_2Cr_2O_7$  (Figura 1), escolhidos por serem normalmente encontrados durante o curso inicial de Química. Nesta etapa, olhou-se para o conceito de entidade constituinte da matéria, como definido no início deste texto, independentemente do fato de se tratar de entidades moleculares (os sete primeiros arranjos) ou não (os três últimos). De qualquer forma, zelou-se por diferenciar entre ligações covalentes simples, duplas (p. ex., em  $O_3$ ) e triplas ( $N_2$ ) e ligações de caráter iônico (p. ex., em  $NaOH$ ) ou coordenada ( $H_2SO_4$ ).

As miçangas foram unidas por um fio de nylon do mesmo tipo usado em equipamentos de pesca e, para impedir que escorressem

livremente pelo comprimento da linha (10 mm), cada uma delas era amarrada ao fio por uma volta externa que terminava com um nó. Em particular para os três tipos de ligações covalentes, um fio incolor foi feito passar uma, duas ou três vezes, ao passo que as ligações iônica e coordenada foram sinalizadas mediante fio colorido ou entrelaçado, respectivamente. No presente trabalho, a seleção do diâmetro das miçangas foi feita com base na ordem relativa de número atômico dos elementos por elas representados, isto é,  $H < N < O < Na < S < Cr$ . Essa escolha, que evidentemente não reflete o efetivo tamanho dos átomos, qualquer que seja o critério

para definir este tamanho, foi pensada para fornecer, como parâmetro de ordenação, a posição dos elementos na Tabela Periódica, ou seja, uma característica (o número de prótons) que logo os alunos iriam aprender e utilizar com certa frequência.

A oportunidade dessa opção pode ser questionada em virtude da observação de que os estudantes seriam assim levados a entender que o número atômico se reflete sempre no tamanho. De qualquer forma, nada impediria que a atribuição das miçangas fosse feita em função do tamanho relativo dos raios covalentes dos elementos por elas representados, isto é,  $H < N < O < S < Cr < Na$ .

**Miçangas de cores e tamanhos diferentes montadas em estruturas foram usadas para representar as entidades constituintes das substâncias. Trata-se de um recurso de baixo custo e facilmente acessível**

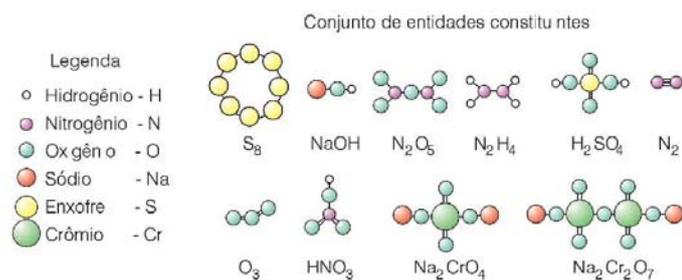


Figura 1: Entidades constituintes utilizadas na atividade.

Evidentemente, as peças montadas da maneira descrita eram flexíveis e sua estrutura somente podia ser evidenciada depois que fossem esticadas, o que envolvia a participação ativa dos alunos e um certo grau de manuseio.

As atividades foram realizadas sequencialmente segundo o esquema que segue.

#### Passo 1

Os alunos de uma mesma sala foram divididos em grupos de três ou quatro componentes e, em seguida, cada grupo recebeu um kit com as 10 estruturas de miçangas (nesta fase, designadas simplesmente de "peças").

#### Passo 2

Escreveu-se no quadro-negro estas questões:

1. Quantas peças vocês receberam?
2. Indique quantas miçangas existem em cada peça.
3. Indique, por cor, a quantidade de miçangas existente em cada peça.
4. Faça um esquema, utilizando cores, para mostrar cada peça.

A seguir, os alunos foram informados de que dispunham de cinco minutos para propor uma resposta para esses quesitos.

#### Passo 3

Com base nas respostas ao questionário, estimulou-se uma discussão especificamente sobre os tamanhos e as cores das miçangas. As informações que os grupos levantaram foram cruzadas e finalmente anotadas na lousa. Mediante giz colorido, reproduziu-se as mesmas cores das miçangas, sendo que em nenhum momento foram utilizados os termos molécula, entidade constituinte, átomo, elemento químico, substância simples ou substância composta.

#### Passo 4

Na fase sucessiva, os grupos foram informados que cada miçanga teria um símbolo e que eles deveriam substituir a cor das miçangas pelo

símbolo nas representações dessas peças. Concedeu-se cinco minutos para realizar esta tarefa e, em seguida, a mesma transposição foi feita nas estruturas desenhadas na lousa.

#### Passo 5

A esta altura, as miçangas começaram a ser denominadas de átomos e as peças de entidades constituintes, indicando que em alguns casos esses constituintes são denominados de moléculas. Em uma etapa posterior, poderá se apontar para a diferença entre unidades que tenham existência independente e aquelas que na estrutura da substância são indistinguíveis (eventualmente pedindo para os alunos montarem arranjos reproduzindo retículos cristalinos). Pediu-se para os alunos verificarem a quantidade de átomos existentes em cada um desses constituintes (oito átomos no caso da entidade n. 1; três átomos no caso da entidade n. 2 etc.). Chamou-se agora a atenção para o fato de que todas as entidades constituintes eram formadas por átomos (miçangas) e que, como se podia observar, havia tipos diferentes de átomos. Assim, pediu-se para que os alunos calculassem quantos átomos existiam em cada um dos constituintes, evidenciando que uma determinada entidade constituinte contém certa quantidade de átomos, podendo não ser igual ao número de tipos de átomos. Desta forma, foi apresentado o conceito de elemento químico como tipo de átomo caracterizado por um número atômico específico (cor e tamanho no caso das miçangas) (Tunes *et al.*, 1989). Contudo, apontou-se que os átomos, apesar de apresentarem efetivamente tamanhos diferentes, não têm cor. A assimilação dessas idéias foi reforçada repetindo as duas perguntas anteriores de uma só vez: "Quantos átomos e quantos elementos tem cada entidade constituinte?", o que fazia os alunos perceberem a diferença entre esses dois conceitos. Esta etapa conclui-se com a introdução das fórmulas sintéticas NaOH, O<sub>3</sub> etc. em lugar das fórmulas estru-

turais. No futuro, poderia se buscar um meio para mostrar que, até dentro de uma tipologia de átomos, existem diferenças entre nuclídeos, através de miçangas da mesma cor, mas diferentes, por exemplo, na textura (peças lisas e rugosas), ou ainda no tamanho, apontando para a diferença em massa atômica.

#### Passo 6

Com a ajuda de diagramas desenhados em cartolinas e de substâncias puras sólidas disponíveis no laboratório de Química (como enxofre, K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> e K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>), estimulou-se a passagem do nível macroscópico para o nível microscópico, induzindo os alunos a imaginar a miniaturização e a multiplicação das moléculas assim representadas, frisando que suas dimensões infinitesimais (tais a impossibilitar sua visão mesmo com os mais poderosos microscópios) e o fato de que conjuntos enormes dessas minúsculas partículas dão origem às substâncias como as que conhecemos, como por exemplo enxofre, K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> e K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>. A este respeito, seria útil fornecer já alguma indicação numérica da ordem de grandeza, por exemplo o conjunto de bilhões de trilhões de partículas. Esse processo poderia ser efetuado com a confiança de que os estudantes já conheciam, por assim dizer, a "cara" desses constituintes.

#### Passo 7

Por último, mostrou-se a diferença existente entre substância simples e substância composta:

*— Quando os átomos de uma entidade constituinte são do mesmo elemento químico, por ex. S<sub>8</sub>, N<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>, se diz que a substância é simples, ao passo que se a entidade constituinte contiver átomos de elementos químicos diferentes, a substância se denomina composta, por ex. NaOH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> etc.*

#### Discussão

Pode-se ver que a atividade desenrolou-se em três momentos

distintos:

- *descrição* das estruturas das miçangas e familiarização com suas características (passos 1 a 3);
- *representação*, inicialmente esquemática e depois formal, passando das fórmulas de estrutura às sintéticas (passo 4);
- *associação* com os conceitos de átomo, elemento químico, entidade constituinte, substância simples e composta (passos 5 a 7).

Esta proposta visava fornecer recursos de referência para alunos que iniciam o curso de Química no Ensino Médio com nenhuma ou pouquíssima familiaridade com os conceitos fundamentais da disciplina, introduzindo-os à estrutura descontínua desses constituintes. Acharmos esta abordagem mais vantajosa que o ponto de partida convencional dos livros didáticos de Ensino Médio, que principiam pela idéia das moléculas como unidades fundamentais da matéria. Isto porque o problema do aprendizado dos alunos, nesta fase de seu curso de estudos, nos parecia não ser o de reconhecer de forma correta a teoria atomista, isto é, a natureza intimamente corpuscular da matéria, mas sim o de aceitar seu caráter descontínuo. Perceber que, para além da descontinuidade entre as entidades constituintes, existe uma descontinuidade dentro de tais entidades, em suas estruturas, entre átomo e átomo. De fato, a respeito das concepções atomistas dos estudantes, Mortimer (1995) confirma a tendência a assumir uma visão baseada no "atomismo substancialista" em que "propriedades macroscópicas das substâncias [...] são atribuídas aos átomos e às moléculas". O autor comenta sobre a "dificuldade em aceitar [por parte da maioria dos estudantes de 14 a 15 anos] que entre essas partículas possam existir espaços vazios". No entanto, ao nosso ver, eles têm uma dificuldade ainda maior em reconhecer o vazio dentro dessas mesmas entidades.

Percebeu-se o primeiro resultado positivo da abordagem logo após o desenvolvimento da atividade, quando se aplicou uma avaliação disserta-

tiva (apresentada no Quadro 1) para sondar se e como efetivamente os alunos tinham compreendido as idéias que se tentou comunicar através do trabalho com as miçangas. A quase totalidade dos alunos (95%) atingiu conceito A, nenhum conceito B e 5% conceito C. Os testes, portanto, mostraram que os objetivos foram alcançados no mínimo satisfatoriamente pela totalidade dos alunos, ao contrário do que acontece normalmente em que somente 75% dos alunos demonstram desempenho satisfatório (A, B e C) nesta fase do curso. Como se pode ver, na avaliação dissertativa fez-se amplo uso, para representar as entidades constituintes, de fórmulas sintéticas que os estudantes conseguiram utilizar com naturalidade, sendo que o acerto às perguntas 1, 3 e 5 foi praticamente total. Isto faz pensar também que conceitos um tanto quanto capciosos para eles, como os de elemento químico, substância simples e substância composta, foram compreendidos, ao menos intuitivamente. Evidentemente, as questões discursivas (2 e 4) resultaram um pouco mais árduas, mas isto está ligado – ao que parece – mais a uma dificuldade de síntese e verbalização, capacidades que somente podem ser esperadas num estágio mais avançado do curso.

Uma nova avaliação sobre os mesmos tópicos foi aplicada, sem aviso prévio, cerca de três meses depois. Desta vez mais ampla e baseada em questões de múltipla escolha, mostrou um desempenho particularmente elevado (91%, destes 77% dos estudantes obtiveram A, 9% B e 5% C), demonstrando a boa assimilação dos conceitos trabalhados nesta aula (e, evidentemente, desenvolvidos ao longo

### E.E. Fernão Dias Paes

Aluno: \_\_\_\_\_ N. 1<sup>a</sup>

Avaliação de Química - 1<sup>o</sup> Bimestre

- 1) Preencha corretamente os espaços vazios da tabela abaixo, indicando o número de átomos e o número de elementos existentes em cada uma das substâncias relacionadas.

Substância	N. Átomos	N. Elementos
HCl		
P <sub>4</sub>		
H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub>		
O <sub>3</sub>		
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>		

- 2) Indique o que são:  
a) Átomos  
b) Moléculas  
c) Substâncias compostas
- 3) Observe as seguintes substâncias: P<sub>4</sub>, HCl, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, SO<sub>3</sub>, S<sub>8</sub>, H<sub>2</sub> e NaCl. Quais dessas substâncias são simples e quais são substâncias compostas?
- 4) Diferencie substância simples de substância composta.
- 5) Preencha corretamente a tabela abaixo, assinando se a substância é simples ou composta.

Substância	N. Átomos	N. Elementos
HNO <sub>3</sub>		
I <sub>2</sub>		
H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub>		
O <sub>3</sub>		
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>		

Quadro 1: Avaliação aplicada após a atividade.

do curso).

### Conclusões

Durante o período de aplicação da atividade descrita, os grupos demonstraram interesse em realizá-la e a aula ocorreu num clima prazeroso e descontraído. O primeiro objetivo, que foi de despertar atenção e estimular envolvimento, foi alcançado, o que fez com que alguns alunos conseguissem estabelecer uma associação com os conceitos químicos aprendidos na oitava série do Ensino Fundamental, indicando que agora sim estavam entendendo o que tentaram lhes transmitir na série anterior.

Os conceitos trabalhados foram adquiridos e assimilados de maneira muito satisfatória e, de qualquer modo, bem mais do que se espera no primeiro ano do Ensino Médio.

A abordagem está evidentemente

restrita aos objetivos apontados, não parecendo útil para tratar adequadamente de aspectos relacionados à geometria tridimensional das moléculas e às ligações químicas, mas de toda maneira servindo indiretamente de suporte para o professor quando esses conceitos forem discutidos durante o curso.

### Agradecimentos

À Profa. Emília Ribas Plaza Lisboa, ex-diretora da E.E. Fernão Dias Paes, pela confiança demonstrada em todos os trabalhos realizados.

**José Roberto Caetano da Rocha** (jrrocha@iq.usp.br), bacharel e licenciado em Ciências com habilitação em Química pelas Faculdades Os-

waldo Cruz, mestre em Ciências (Química Analítica) e atualmente cursando doutorado em Química (Química Analítica) no Instituto de Química da USP (IQ-USP), é professor da E.E. Fernão Dias Paes, em São Paulo - SP. **Andrea Cavicchioli**, bacharel pela Univ. de Milão, mestre pela Universidade de Londres e doutor pela USP, trabalhou como professor de Química de Ensino Médio na Itália e atualmente é pesquisador pós-doutorando no IQ-USP.

### Bibliografia

- BEM-ZVI R.; EYLON B.S. e SILBERSTEIN J. Is an atom of copper malleable? *Journal of Chemical Education*, v. 63, p. 64-67, 1986.
- BEM-ZVI R.; EYLON B.S. e SILBERSTEIN J. Students' visualization of chemical reactions. *Education in Chemistry*, v. 24, n. 4, p. 117-120, 1987.
- CLAPARÈDE, E. *A escola sob medida*. 3ª ed. Trad. M.L.E. Silva. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1973.
- DEWEY, J. *Vida e educação*. 3ª ed. Trad. A.S. Teixeira. São Paulo: Melhoramentos, 1952.
- GABEL D.L.; SAMUEL K.V. e HUNN D. Understanding the particulate nature of matter. *Journal of Chemical Education*, v. 64, p. 695-697, 1987.
- LEIF, J.E. e BRUNELLE, L. *O jogo pelo jogo*. Trad. J.C.C. Guimarães. Rio de Janeiro: Zahar, 1978.
- MORTIMER, E.F. Concepções atomis-

tas dos estudantes. *Química Nova na Escola*, n. 1, p. 23-26, 1995.

PIAGET, J. *Formação do símbolo na criança*. Trad. A. Cabral e C.M. Otílica. Rio de Janeiro: Zahar, 1973.

ROCHA-FILHO, R. C.; TOLENTINO, M.; SILVA, R.R. da; TUNES, E. e SOUZA, E.C.P. de. Ensino de conceitos em Química. III. Sobre o conceito de substância. *Química Nova*, v. 11, p. 417-419, 1988.

TUNES, E.; TOLENTINO, M.; SILVA, R.R. da; SOUZA, E.C.P. de e ROCHA-FILHO, R.C. Ensino de conceitos em Química. IV. Sobre a estrutura elementar da matéria. *Química Nova*, v. 12, p. 199-202, 1989.

WALLON, H. *A evolução psicológica da criança*. Trad. A.M. Bessa. Lisboa: Edições 70, 1978.

WU, H.K.; KRAJCIK J.S. e SOLOWAY E. Promoting understanding of chemical representations: Students' use of a visualization tool in the classroom. *J. Research Science Teaching*, v. 38, p. 821-842, 2001.

### Para saber mais

LOPES, A.R.C. Livros didáticos: Obstáculos ao aprendizado da Ciência Química. *Química Nova*, v. 15, p. 254-261, 1992.

MORTIMER, E.F. e MACHADO, A.H. *Química para o Ensino Médio*. São Paulo: Editora Scipione, 2003.

OKI, M.C.M. O conceito de elemento da Antiguidade à Modernidade. *Química Nova na Escola*, n. 16, p. 21-25, 2002.

OLIVEIRA, R.J. O mito da substância. *Química Nova na Escola*, n. 1, p. 8-11, 1995.

SILVA, R.R. da; ROCHA-FILHO, R.C.; TUNES, E. e TOLENTINO, M. Ensino de conceitos em Química. II. Matéria: Um sistema conceitual quanto à sua forma de apresentação. *Ciência e Cultura*, v. 38, p. 2028-2030, 1986.

TOLENTINO, M.; SILVA, R.R. da; ROCHA-FILHO, R.C. e TUNES, E. Ensino de conceitos em Química. I. Matéria: Exemplo de um sistema de conceitos científicos. *Ciência e Cultura*, v. 38, p. 1721-1724, 1986.

33

**Abstract:** An Alternative Approach for the Learning of the Concepts of Atom, Molecule, Chemical Element, Simple Substance and Compound, in Junior and High-School Education – This work presents an alternative pedagogical procedure to work out the concepts: atom, molecule, chemical element, simple substance and compound. This procedure was carried out for first-year classrooms of a public high school in the city of São Paulo. The results of the evaluations done to quantify the degree of knowledge that the students managed to retain after the referred pedagogical procedure are also commented.

**Keywords:** chemistry teaching, pedagogical procedure, motivation for learning in high school

### Nota

#### Assessores QNESC - 2004

Gostaríamos de agradecer aos assessores que colaboraram, ao longo de 2004, emitindo pareceres sobre os artigos submetidos para publicação em *Química Nova na Escola*:

Aécio P. Chagas – UNICAMP  
Alice Casimiro Lopes – UERJ / UFRJ  
Andréa H. Machado – UFMG  
Antonio Carlos Amorim – UNICAMP  
Arnaldo A. Cardoso – UNESP  
Attico Chassot – UNISINOS  
Carlos Alberto Figueiras – UFRJ  
Carol H. Collins – UNICAMP  
Charbel El-Hani – UFBA

Claudio José de A. Mota – UFRJ  
Clélia M. de P. Marques – UFSCar  
Edgar D. Zanotto – UFSCar  
Eduardo B. Azevedo – UERJ  
Eduardo F. Mortimer – UFMG  
Elizabeth Tunes – UnB  
Fátima K. D. de Lacerda – UERJ  
Gerson de S. Mol – UnB  
Glaura G. Silva – UFMG  
Heloisa Beraldo – UFMG  
Hilary C. de Menezes – UNICAMP  
Isabel Martins – UFRJ  
Joana Mara Santos – UERJ  
José Claudio Del Pino – UFRGS  
Julio C. F. Lisboa – FSA  
Lenir B. Zanon – Unijuí  
Luiz Henrique Ferreira – UFSCar

Marcelo Giordan – USP  
Marco T. Grassi – UFPR  
Maria do Socorro A.N. Macedo – UFSJ  
Maria Inês P. Rosa – UNICAMP  
Mauro M. Braga – UFMG  
Orlando Fatibello Filho – UFSCar  
Otávio A. Maldaner – UNIJUÍ  
Paulo A. Porto – USP  
Per Christian Braathen – UFV  
Renato J. de Oliveira – UFRJ  
Roberto Ribeiro da Silva – UnB  
Rochel M. Lago – UFMG  
Rosária Justi – UFMG  
Romeu C. Rocha-Filho – UFSCar  
Sandra Selles – UFF  
Wildson L. P. Santos – UnB

## ANEXO B - Representação gráfica das estruturas químicas pelos estudantes

- Observação das peças  
- Anotações em uma folha

1) Qual o número de peças? 6 peças.  
2) Qual o n.º de miçangas existentes em cada peça. (desenhar as peças no caderno).

(8 miçangas) (7 miçangas) (4 miçangas) (3 miçangas) (3 miçangas)  
(2 miçangas)

3) Indicar por cor a quantidade de miçanga existentes em cada peça.

1 - 8 miçangas amarelas  
2 - 5 miçangas azuis; 2 miçangas lilás  
3 - 4 miçangas brancas; 2 miçangas lilás  
4 - 3 miçangas azuis  
5 - 1 miçanga branca; 1 miçanga azul; 1 miçanga vermelha  
6 - 2 miçangas lilás

4) Discutir sobre o tamanho e cores das miçangas.  
Cada peça tem tamanhos e cores diferentes.

5) Cada miçanga terá um símbolo

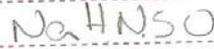
Ex: amarelo (S)

Vermelho (Na)

azul (O)

branco (H)

lilas (N)



6) substituir a cor das miçangas pelo símbolo

1 - S

2 - NO

3 - HN

4 - O

5 - NaHO

6 - N

7) Cada miçanga - um átomo

Cada cor - um elemento

Cada peça estrutural - molécula

peça com miçanga igual - substância simples

peça com miçanga diferentes - substância composta

8) Escreva as fórmulas das moléculas:

1 - S<sub>8</sub>

2 - N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

3 - H<sub>4</sub>Na

4 - O<sub>3</sub>

5 - NaHO

6 - N<sub>2</sub>

9) conclusão:

Fórmulas	átomos	elementos	S.S. ou S.C
$S_8$	8	1	S.S
$O_3$	3	1	S.S
$Na$	2	1	S.S
$Na_2O_5$	7	2	S.C
$NaOH$	3	3	S.C
$H_4N_2$	6	2	S.C

10) Vocês acham que esta forma utilizada (Didática) contribuiu para melhorar o processo de ensino e aprendizagem? Justifique ou argumente.

Sim. Pois essa foi mais detalhada e entrou mais em contato com o teste e usou esse. E assim, meu grupo aprendeu melhor sobre o conteúdo.