

## ENSINO DE QUÍMICA: PROPOSIÇÃO E TESTAGEM DE MATERIAIS PARA CEGOS

### CHEMICAL TEACHING: DEVELOPMENT AND TESTING OF INSTRUCTIONAL MATERIAL FOR STUDENTS WITH VISUAL IMPAIRMENT

Ilza Mara Barros Lourenço<sup>1</sup>

Liliana Marzorati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade de São Paulo/Faculdade de Educação, ilzamara@terra.com.br

<sup>2</sup>Universidade de São Paulo/Instituto de Química/QFL, lmarzora@iq.usp.br

#### Resumo

Consideramos que o processo de inclusão social do aluno portador de deficiência visual é facilitado pela adoção de estratégias pedagógicas, e pela utilização de materiais didáticos adequados. Nossa intenção é narrar, resumidamente, a confecção e testagem de um material didático desenvolvido durante o mestrado (Lourenço, 2003), constituído por uma tabela periódica, com inscrições em Braille, contendo legenda texturizada e por um conjunto de bolas texturizadas que representam átomos de elementos químicos. O material citado permite ao aluno, através do tato e sob a orientação de um professor, simular o estabelecimento de ligações químicas entre átomos, representar espacialmente moléculas e cadeias orgânicas e identificar casos de Isomeria. Desta forma, a tridimensionalidade molecular pode ser melhor compreendida. Também foi pesquisada a relação que os alunos estabeleciam com modelos bidimensionais. Para isso, modificamos e transcrevemos para a Grafia Química Braille uma atividade sobre equilíbrio químico, que foi ilustrada com modelos texturizados em folha de papel.

**Palavras-chave:** modelo texturizado, ensino de química, tridimensionalidade

#### Abstract

In this work, we present our results on the development and testing of a new instructional material (Lourenço, 2003), composed of a specially designed Periodic Table of elements in which the name of each element is written according to the Braille system, and some elements are represented by texturized balls. The tactile recognition of elements and names were very helpful in developing basic concept on chemical bonding and chemical properties of elements and compounds. Using texturized ball and stick models, High School students with visual impairment were also able to construct physical representations of organic and inorganic molecules, as well as of some hydrocarbon molecular chains.

Besides exploring the three dimension nature of chemical matter, equilibrium concepts, as for example the effect of temperature on concentration, could be successfully illustrated using a two dimension texturized paper representation of molecules such as  $\text{NO}_2$  and  $\text{N}_2\text{O}_4$ .

**Keywords:** texturized models, chemical teaching, tridimensionality

## INTRODUÇÃO

### Objetivos e Justificativas

Diante de todo o amparo legal disponível para que estudantes portadores de deficiência visual tenham direito à educação, num processo de inclusão social, e acreditando que esse é o melhor caminho para a eliminação de discriminações e um meio propício para o exercício da cidadania, direcionamos nossa pesquisa tendo como objetivo básico “desenvolver e testar um material didático para o ensino de Química a estudantes portadores de deficiência visual, inseridos em classes comuns, que participam de aulas nas quais são discutidas idéias associadas ao espaço tridimensional”. Como objetivos secundários podemos citar: “verificar se os alunos estabelecem, através do tato, relações entre modelos espaciais texturizados, e se conseguem, também, interpretar exercícios com modelos bidimensionais”.

Queremos esclarecer que o cerne de nosso trabalho trata da proposição e testagem de material didático e não do desenvolvimento de uma metodologia, o que consideramos de suma importância para o ensino da Química, mas que entendemos pertencer a uma etapa posterior, que exige um aprofundamento da compreensão de como se encontra organizado o equipamento sensorial de estudantes cegos congênitos e de portadores de cegueira adquirida.

É justificativa fundamental da nossa pesquisa o processo de inclusão social. Para isso pretendemos contribuir com um recurso didático que facilite o ensino de Química nesse contexto.

Segundo Ribeiro e Baumel (2003):

“A perspectiva da inclusão exige o repensar das condições da prática docente e de suas dimensões, bem como de suas repercussões na organização curricular e na avaliação”

O trabalho em equipe, o planejamento e a pesquisa de metodologias e recursos serão parte da formação continuada desse novo professor que tem que adequar sua prática no sentido de acolher e saber como tratar a diversidade que a ele se apresenta.

Os cidadãos portadores de deficiência visual têm que ter acesso ao conhecimento instituído para poder crescer em seu grau de escolaridade. Para que isso seja possível, muitas decisões e atitudes deverão ser implementadas e revistas, entre as quais os procedimentos de ensino que, além de recursos humanos, requerem o uso de materiais didáticos adequados.

Segundo Vasconcellos (1993):

“O canal visual é o mais importante para o homem, tem um caráter abrangente e sintético e é, sem dúvida, o mais eficaz na transmissão das idéias. Os demais sentidos, tátil, auditivo, olfativo e gustativo, são complementares”.

“A percepção do espaço e as relações espaciais são parte integrante da vida do homem e dependem basicamente do sentido visual. O olho consiste no único canal de comunicação da informação visual. A imagem espacial não pode ser transcrita e comunicada pela linguagem convencional e por essa razão necessita uma linguagem gráfica própria passível de ser percebida pelo tato”.

As idéias contidas no texto acima também parecem justificar o emprego de modelos espaciais texturizados para o ensino de Química, quando são discutidas idéias relacionadas ao espaço tridimensional.

## A QUÍMICA E OS MODELOS MOLECULARES

O emprego de modelos moleculares para elucidar vários conceitos químicos vem de longa data, pois Petersen (1970), ao discorrer sobre a cronologia e história do uso de modelos moleculares, recorda que, no ano de 1808, Wallaston já sugeriu que:

“Quando um grupo de partículas está na proporção de quatro para um, pode acontecer um equilíbrio estável se as quatro partículas estão situadas nos ângulos dos quatro triângulos equiláteros que compõem um tetraedro regular”.

De acordo com Ferreira e Toma (1982):

“No ensino, como na pesquisa, freqüentemente nos deparamos com problemas cuja solução poderia ser bastante facilitada pela utilização de modelos tridimensionais. Particularmente na Química e na Biologia Molecular, são incontáveis os exemplos onde avanços significativos têm sido alcançados através de modelos estruturais, permitindo a visualização da geometria dos compostos e auxiliando na previsão do comportamento em função de sua configuração espacial”.

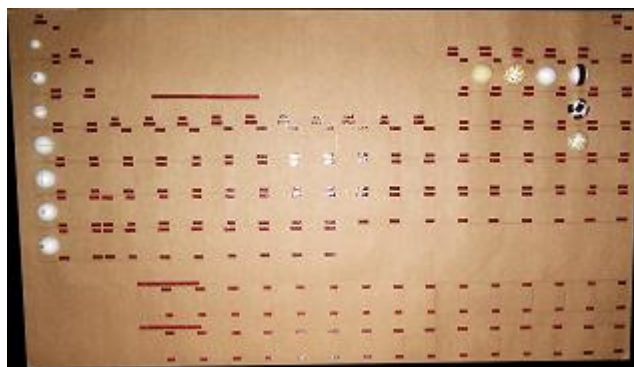
Consideramos que colocar o aprender em primeiro plano é ter ferramentas de ensino adequadas como, por exemplo o uso de modelos no ensino de Química, que permitem o emprego e desenvolvimento de habilidades adequadas tais como: identificar, comparar, relacionar, interpretar e outras, importantes para que o aluno consiga atingir as competências almejadas. É evidente que um aluno cresce em atividade e dinamismo quando é submetido a uma variedade de situações que consiga superar e, a partir delas, estabelecer novas relações.

## DESENVOLVIMENTO E CONSTRUÇÃO DO MATERIAL DIDÁTICO

### A Confecção da Tabela Periódica e dos Modelos Tridimensionais

Para criar modelos moleculares com ligações covalentes, tínhamos três opções iniciais: Modelo de varetas, Modelo de espaço preenchido e Modelo de pau e bola. Optamos pelo último, após fazermos um teste de manuseio com modelos convencionais, mas com bolas de tamanhos diferentes, que foram identificadas pelos alunos portadores de deficiência visual, apesar de apresentarem a mesma textura. As conexões entre as bolas, visando representar possíveis moléculas, foram estabelecidas com relativa facilidade.

Ao longo do ano de 2002 foram desenvolvidas três versões do material didático, cada uma com uma classificação periódica com notações em Braille, acompanhada de um conjunto de bolas de isopor texturizadas. A primeira tabela desenvolvida apresentava um excessivo número de texturas, colocadas na maioria dos lugares reservados a elementos das antigas famílias A, o que revelou, através da testagem com os alunos, que havia uma poluição tátil, e por isso foi descartada. A segunda tabela apresentava texturas bem diferenciadas apresentando um número considerável de modelos de átomos representativos de elementos, porém era incompleta, pois não apresentava os grupos 3 a 12, ou seja as antigas famílias B.



**Fotografia 1**

A versão definitiva é constituída por uma tabela periódica confeccionada em papel cartão, com dimensão 150 x 87 cm (Fotografia 1). Os quadrados reservados a cada elemento químico foram delimitados por tiras de papel, de modo a formar um alto relevo. As notações do símbolo químico e do número atômico de cada elemento foram feitas em Braille. Em cada um dos quadrados referentes a alguns dos elementos mais conhecidos, foi colada meia bola de isopor texturizada artesanalmente com material de fácil aquisição. Fazendo conjunto com esta tabela, há duas caixas com bolas de isopor, com as mesmas texturas legendadas na tabela. Na primeira caixa, as bolas têm pinos de madeira, permitindo, convencionalmente, o estabelecimento de ligações covalentes por meio de tubos de plástico. Na segunda caixa, há bolas com ímãs, permitindo, convencionalmente, o estabelecimento de ligações iônicas por meio da atração magnética, simulando uma atração eletrostática.

As bolas que foram texturizadas com grãos (arroz, milho de pipoca, feijão...) receberam o novo material e, logo após, uma camada de cola a base de PVA, a fim de que tivessem também um acabamento mais resistente.

Os pinos de madeira foram feitos com palitos de churrasco lixados com lixas de madeira de diferentes espessuras, para evitar acidentes no manuseio dos modelos.



**Fotografia 2**

Foi desenvolvido um dispositivo de alumínio para demarcar nas bolas as posições dos pinos, com ângulos muito próximos dos recomendados pela teoria (Fotografia 2).



**Fotografia 3**

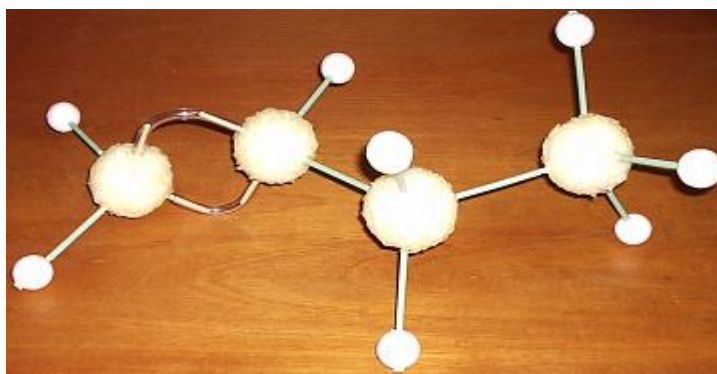
Exemplos de modelos de átomo representativo de um elemento químico:

**Cl** (cloro) = Bola de isopor com 5,0 cm de diâmetro, impermeabilizada com uma camada de cola a base de PVA e recoberta com retângulos de veludo de 1,5 x 2,0 cm. Este modelo é apresentado em duas versões: a) com pino de madeira para simular ligação covalente, por exemplo, HCl; b) com a incrustação de um pequeno imã para simular a ligação iônica, por exemplo NaCl (Fotografia 3).



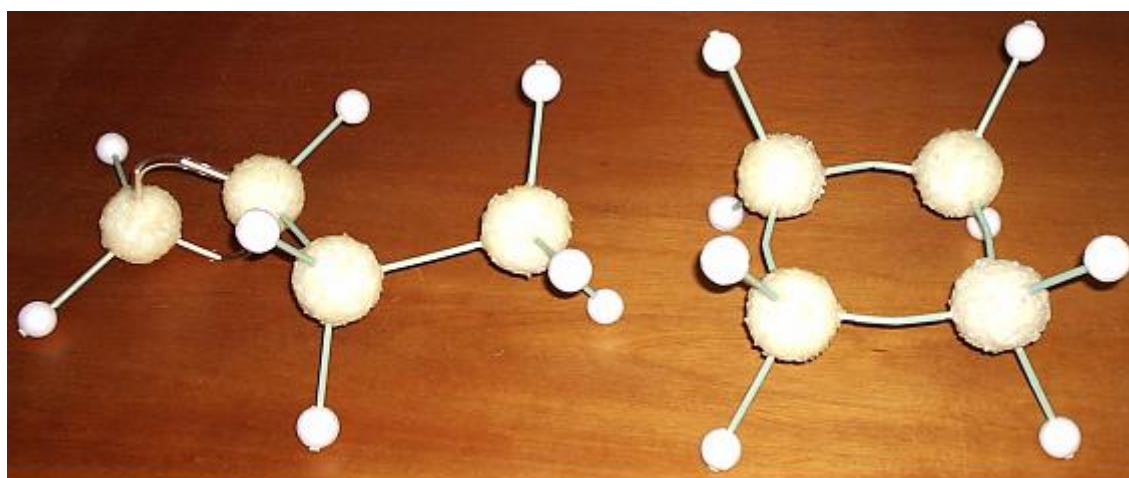
**Fotografia 4**

**C** (carbono) = Bola de isopor com 5,0 cm de diâmetro, recoberta com grãos de arroz e com uma camada de cola a base de PVA para protegê-los. Este modelo apresenta quatro pinos de madeira, com ângulos de aproximadamente  $109,5^\circ$ , para simular quatro ligações covalentes (Fotografia 4).



**Fotografia 5**

As bolas texturizadas permitem a simulação de uma molécula que apresente dupla ligação. A dupla ligação pode ser estabelecida com dois pedaços de mangueira de plástico flexível (fotografia 5).



### Fotografia 6

As montagens de modelos moleculares também favorecem a identificação de casos de isomeria (fotografia 6).

#### TRANSCRIÇÃO DO EXERCÍCIO COM MODELO BIDIMENSIONAL

Para melhor compreensão da pesquisa com modelos bidimensionais citaremos um trecho de uma explicação e um exercício segundo Marcondes e Pitombo (1995).



#### “TRANSFORMAÇÃO ENVOLVENDO OS GASES $\text{NO}_2$ E $\text{N}_2\text{O}_4$

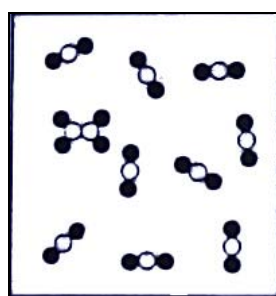
O gás dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ) é castanho-avermelhado e o gás tetróxido de dinitrogênio ( $\text{N}_2\text{O}_4$ ) é praticamente incolor. Sabe-se que o gás  $\text{NO}_2$  pode transformar-se no gás  $\text{N}_2\text{O}_4$  e este em  $\text{NO}_2$ , dependendo das condições de pressão e/ou temperatura.

Sendo o  $\text{NO}_2$  um composto colorido, pode-se estimar sua concentração e acompanhar as transformações de que participa observando-se diretamente a intensidade de sua cor. Assim, quando  $\text{NO}_2$  se transforma em  $\text{N}_2\text{O}_4$ , a cor castanho-avermelhada torna-se menos intensa. Quando  $\text{N}_2\text{O}_4$  se transforma em  $\text{NO}_2$  a cor castanho-avermelhada se intensifica

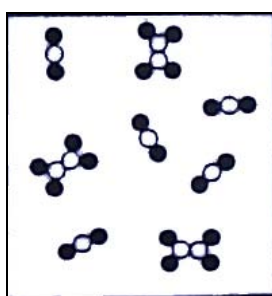
#### EXERCÍCIO:

Procure explicar:

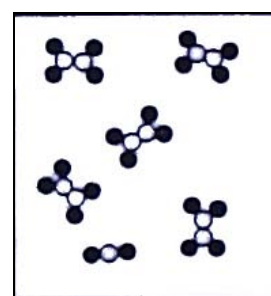
A constância da cor do gás no tubo de  $\text{NO}_2$  nas temperaturas de  $0^\circ\text{C}$ ,  $25^\circ\text{C}$  e  $100^\circ\text{C}$ . Para isso, utilize as representações que seguem, em que  indica  $\text{NO}_2$  e   $\text{N}_2\text{O}_4$ .”



$100^\circ\text{C}$   
marrom-avermelhado  
intenso



$25^\circ\text{C}$   
marrom-avermelhado  
menos intenso



$0^\circ\text{C}$   
leve coloração  
marrom-avermelhada

A atividade acima foi reformulada com a afirmação de que, quanto mais alta a temperatura, o sistema em equilíbrio conterá maior concentração de  $\text{NO}_2$  em mol/L. O aluno deverá relacionar os sistemas com modelos texturizados com colagem de discos de veludo e tela no papel, com as temperaturas de  $0^\circ\text{C}$ ,  $25^\circ\text{C}$  e  $100^\circ\text{C}$ .

## OS SUJEITOS

Participaram das atividades de testagem do material didático, desenvolvido e das aulas de reforço em período complementar que ocorreram na Sala de Recursos da Escola Caetano de Campos, na cidade de São Paulo durante as terças-feiras letivas ao longo do ano de 2002, alunos portadores de deficiência visual integrantes da 8ª série do Ensino Fundamental até a 3ª série do Ensino Médio, principalmente estes últimos. Esses alunos, com os quais mantivemos mais contato, eram muito interessados e participavam de diversas atividades extra curriculares tais como grupo de teatro que ensaiava na própria escola. Dois meninos faziam um curso de fotografia e algumas meninas, que cursaram o fundamental no Instituto Padre Chico, continuavam as aulas de balé iniciadas quando lá estudaram. Uma das meninas que mais contribuiu para a testagem do material participava de um curso de culinária.

Este trabalho, tão desafiador para nós, realizado numa Escola Estadual de grande porte, situada na metrópole, revelou adolescentes integrados na maneira de vestir e de falar (gírias comuns à idade). A maioria destes alunos tomava ônibus e metrô para dirigirem-se, sozinhos em grande parte do percurso, até a escola.

## A TESTAGEM DO MATERIAL

Todas as demonstrações e discussões que serão narradas nesse item, são relativas a testagem do material e não são uma investigação sobre o conteúdo ou sobre a metodologia utilizados nas aulas convencionais de Química Orgânica e que ocorrem num processo de inclusão social.

A princípio, os testes de utilização do material definitivo foram inicialmente realizados para verificar as habilidades de manuseio. Por exemplo, para um aluno representar uma molécula de  $\text{NH}_3$ , ele deveria consultar, na tabela, as texturas estabelecidas para os elementos nitrogênio e hidrogênio. A seguir, deveria procurar, na primeira caixa, os átomos correspondentes e estabelecer as ligações químicas. Se o estudante quisesse estabelecer uma ligação iônica entre um átomo de sódio e um átomo de cloro, ele deveria consultar a legenda da textura de ambos os elementos e procurar os átomos na segunda caixa “bolas com ímãs” e estabelecer a ligação.

O material foi inicialmente utilizado para que os alunos identificassem o número de átomos e de elementos em uma molécula, ou para que fizessem a diferenciação entre composto molecular e iônico. Os alunos perceberam que átomos de um mesmo elemento poderiam estabelecer ligações entre si, ou que átomos de diferentes elementos poderiam estabelecer ligações, desde que obedecessem a certas condições. Por exemplo: Constataram que pode haver substâncias com dois átomos de cloro, com hidrogênio e cloro e com sódio e cloro.

Alguns alunos da terceira série estavam tendo aulas regulares de química orgânica e pediram aulas de acompanhamento à tarde. Os estudantes estavam aprendendo conteúdos relacionados a hidrocarbonetos, tais como classificação de cadeia carbônica, nomenclatura e formulação de alcanos, alcenos, alcinos, haletos orgânicos, algumas funções oxigenadas e alguns casos de isomeria.

Para esclarecer esses conceitos, foram utilizados os modelos espaciais. Durante todo o processo, através das perguntas e colocações dos alunos, procuramos elucidar as idéias com a utilização de modelos espaciais. Por exemplo, três alunos questionaram a respeito do significado de cadeia aberta, cíclica e ramificada. Explicamos que em uma cadeia aberta a seqüência de átomos de carbono tinha duas extremidades e que na cadeia cíclica, a seqüência era fechada, formando uma espécie de anel, sem extremidades e que a cadeia ramificada poderia apresentar seqüências menores de átomos de carbono, mais ou menos como galhos que partem do tronco de uma árvore. Ao fazer estas analogias, sentimos um certo desconforto devido à simplicidade das explicações. Percebemos que o que foi dito poderia não ter, para eles, o significado que tinha

para nós (isso aconteceu várias vezes, durante as aulas de reforço, em atendimento às suas solicitações).

A seguir foram montados modelos de moléculas do butano, ciclo butano, pentano e 3-metil-pentano para complementar as explicações e, neste momento, constatamos que uma aluna não havia compreendido o que havíamos explicado, porque ao comparar os modelos da molécula do butano com a molécula do ciclo butano ela exclamou “agora eu compreendo o que é cadeia carbônica aberta e cadeia carbônica fechada”. Porém, os três alunos passaram a apontar a ramificação e a cadeia carbônica no modelo da molécula do 3-metil-pentano em comparação com a molécula de pentano.

Foram apresentados dois modelos espaciais representativos da molécula de etano apresentando a conformação dispersa, e outro com a molécula do etano apresentando a conformação eclipsada. Obviamente, não foram apresentados esses nomes classificatórios, mas foi mencionada a estrutura mais estável, já que de acordo com Fieser (1967):

“Observe um modelo do etano com seis bolas pequenas que representam os átomos de hidrogênio. Note que os dois átomos de carbono podem girar facilmente em torno da ligação que os une. A livre rotação é possível na molécula verdadeira, que desta maneira poderá assumir a conformação mais estável. Qual é a conformação mais estável? Bem, átomos que não estão ligados diretamente, mas que estão próximos uns dos outros em uma molécula sofrem repulsão. A força de repulsão aumenta com a diminuição da distância entre os dois átomos. Desta maneira, no etano, o estado mais estável será aquele onde os átomos de hidrogênio de um átomo de carbono estejam tão distanciados quanto possível dos átomos de hidrogênio do outro átomo de carbono”.

Durante as aulas de acompanhamento ainda usamos os modelos tridimensionais para representar uma molécula de propano e uma molécula de eteno para a identificação de alcenos. A função álcool, alguns haletos de metila e alguns casos de isomeria foram também representados tridimensionalmente de maneira a enriquecer explicações.

## CONCLUSÕES

Verificamos que os alunos portadores de deficiência visual, com os quais trabalhamos, apresentam habilidade no manuseio de modelos espaciais texturizados. Concluimos que tais modelos são imprescindíveis para o ensino de conceitos de Química ligados a idéias de espaço tridimensional. Os nossos alunos também interpretaram com facilidade um exercício com modelos bidimensionais.

Desenvolvemos um material para alunos portadores de deficiência visual devido ao fato de as nossas aulas de reforço e testagem do material terem ocorrido no período vespertino e nunca com os referidos alunos incluídos na sala comum. No entanto, concluimos que é possível que o mesmo material poderá também ser manuseado pelo aluno portador de visão normal, desde que haja diferenças visuais perceptíveis nas texturas e que as informações, em Braille, apresentadas na tabela, venham acompanhadas por informações na grafia comum.

Observamos que a inclusão social é uma forma saudável para o desenvolvimento global do aluno portador de deficiência visual, mas para que tal processo seja bem sucedido, tendo como conseqüência a integração social, serão necessários recursos didáticos disponíveis para o ensino e, sobretudo, uma articulação entre o professor especialista da Sala de Recursos e o professor da sala comum.

As atividades com esses alunos, ao longo do ano de 2002, evidenciaram que no processo de ensino para alunos cegos deve-se tomar muito cuidado com as analogias e associações, porque elas podem repercutir no indivíduo de maneiras variadas e, portanto comprometer o aprendizado.

O uso de modelos, inicialmente foi muito controverso, mas ao longo da história é inegável que esse procedimento contribuiu e contribui para o avanço da Química como ciência, e como importante ferramenta de ensino para esclarecer idéias ligadas ao espaço tridimensional. Deve ficar claro, no entanto, que são meros modelos, ou seja, representações de uma suposta realidade que, a qualquer momento, podem ser modificados.

Queremos também reforçar que, antes de optar pelo uso de modelos, o professor deverá selecionar os conteúdos da Química que deverão ser trabalhados para o desenvolvimento das habilidades almejadas. Para isso, deverá levar em consideração as expectativas do próprio aluno, de seus familiares e as suas, enquanto profissional consciente.

Consideramos, também, que a pesquisa aponta na direção da possibilidade de desenvolvimento de novos materiais e metodologias para o ensino de vários tópicos da Química para portadores de deficiência visual, constatando-se uma carência de estudos nessa área.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FERREIRA, A. M. da C.; TOMA, H. E. Desenvolvendo a Percepção Tridimensional através de Modelos Moleculares Acessíveis e Versáteis, *Química Nova*. v. 5, nº 4, p. 131-134, out. 1982.
- FIESER, L. F. Química em três dimensões. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1967.
- LOURENÇO, I. M. B. Ensino de Química: Proposição e Testagem de Materiais para Cegos. Dissertação de Mestrado. Orientadora: Profa. Dra. Liliana Marzorati. IQ\IF\FE – USP, 2003.
- MARCONDES, M. E. R.; PITOMBO, L. R. de M. (coordenadores). Interações e Transformações II: Reelaborando Conceitos sobre Transformações Químicas (Cinética e Equilíbrio). GEPEQ. São Paulo: Edusp, 1995.
- PETERSEN, Q. R. Some Reflections on the use and Abuse of Molecular Models, *Journal of Chemical Education*. v. 47, nº 1, p.24-29, Jan., 1970.
- RIBEIRO, M. L. S.; BAUMEL, R. C. R. de C. Educação Especial: Do Querer ao Fazer. São Paulo: Editora AVERCAMP Ltda, 2003.
- VASCONCELLOS, R. *A Cartografia Tátil e o Deficiente Visual: Uma avaliação das etapas de produção e uso do mapa*. Tese de Doutorado. Orientador: Prof. Dr. José Roberto Tarifa. FFLCH – USP, 1993.