**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE QUÍMICA
INSTITUTO DE FÍSICA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO**

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

**ILZA MARA BARROS LOURENÇO
ORIENTADORA: Prof^a Dra. LILIANA MARZORATI**

**SÃO PAULO
2003**

(Nota da BCQ: Não foi possível capturar fielmente a imagem das figuras desta dissertação)

(As páginas 53 à 57 estão escritas em Braille, portanto, não foi possível capturar fielmente estas páginas)

DEDALUS - Acervo - CQ

30100005791

B I B L I O T E C A
INSTITUTO DE QUÍMICA
Universidade de São Paulo

Esta dissertação é
dedicada a Edison,
Ricardo e Maíra que
sempre me incentivaram
e apoiaram.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE QUÍMICA \ INSTITUTO DE FÍSICA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

ENSINO DE QUÍMICA: PROPOSIÇÃO E TESTAGEM DE MATERIAIS PARA CEGOS

ILZA MARA BARROS LOURENÇO

ORIENTADORA: Prof^a Dra. LILIANA MARZORATI

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
INTERUNIDADES DE ENSINO DE
CIÊNCIAS (INSTITUTO DE QUÍMICA,
INSTITUTO DE FÍSICA E FACULDADE DE
EDUCAÇÃO) DA UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
MESTRE NA MODALIDADE ENSINO DE
QUÍMICA.

Banca Examinadora

Prof^a. Dr^a. Liliana Marzorati (IQUSP – Orientadora)

Prof^a. Dr^a. Roseli C. R. de Carvalho Baumel (FEUSP)

Prof^a. Dr^a. Regina Araújo de Almeida (FFLCHUSP)

SÃO PAULO
2003

Prof^a. Dra. Maria Eunice Ribeiro Mar
Presidente da Comissão de
Pós-Graduação Interunidades

FICHA CATALOGRÁFICA INTERUNIDADES
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Lourenço, Ilza Mara Barros

Ensino de Química: Proposição e Testagem de
Materiais para Cegos. São Paulo, 2003

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo
Instituto de Física - Instituto de Química
Faculdade de Educação

Orientador: Profa. Dra. Liliana Marzorati
Área de Concentração: Ensino e Aprendizagem

Unitermos: 1. Modelos Moleculares;
2. Espaço Tridimensional;
3. Deficiente Visual;
4. Inclusão Social.

USP/IF/SBI-079/2003

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, professora doutora Liliana Marzorati, pela competência, sensibilidade e dedicação durante toda a pesquisa.

Às professoras doutoras Roseli Baumel e Adelaide Faljoni-Alário pelas contribuições durante o Exame de Qualificação.

À professora doutora Maria Eunice Ribeiro Marcondes pela competência e rigor com que conduz o programa de pós-graduação em Ensino de Química.

Ao Sr. Luiz Bargmann, Rose e Clara da VídeoFAU pela inestimável colaboração.

A todos os professores das disciplinas que cursei na pós-graduação pela contribuição a uma ampliação de horizontes.

À minha mãe, Marina, pelo apoio à distância.

À memória de meu pai, João Nepomuceno, sempre zeloso com relação à educação.

Às minhas irmãs, Iândora, Izalda, Irani e Iandaira pelo incentivo.

Às novas amigas professoras, Auta, Célia, Francisca, Tânia Regina e Genny com as quais troquei muitas idéias.

Aos alunos da Escola Estadual Caetano de Campos, que muito me ensinaram.

Resumo

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. Neste trabalho, com o objetivo de facilitar a compreensão de conceitos químicos básicos, desenvolvemos um material didático, constituído de bolas texturizadas, que representam elementos químicos freqüentemente citados em aulas de Química de nível introdutório. Este material permite que o aluno, por meio do toque, e com o uso de uma legenda escrita em Braille, reconheça os elementos químicos em uma Tabela Periódica, especialmente montada para tal fim. Utilizando este modelo texturizado, o aluno pode, também, estabelecer ligações entre átomos, montar moléculas e cadeias de compostos orgânicos. Desta forma, a tridimensionalidade molecular pode ser melhor compreendida.

O material instrucional foi testado com alunos de classes variadas, pertencentes à oitava série do ensino fundamental ou a uma das séries do ensino médio, sendo demonstrada sua eficiência. Além disso, em paralelo, procurou-se conhecer as idéias de professores, diretamente envolvidos com a educação especial, com relação à inclusão social de alunos deficientes visuais.

Abstract

Special educational strategies and specific instructional material are needed in order to promote School and Social inclusion of students with visual impairment.

In this work, we present our results on the development and testing of a new instructional material, 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. These three dimension structural models allowed for a proper insight on the space orientation of simple molecules.

Some teachers' ideas on the process of Social inclusion of students with visual impairment are also presented and discussed.

SUMÁRIO

I. INTRODUÇÃO: objetivos, justificativas	1
II. MARCO TEÓRICO	5
1. O Ensino de Química	5
1.1.Desenvolvimento dos Modelos Moleculares ao Longo da História	5
1.2.Algumas Considerações Sobre o Uso de Modelos Moleculares no Ensino de Química	9
2. A Deficiência Visual	12
2.1.A Deficiência Visual – caracterização	12
2.2.Questionamentos Sobre o Desenvolvimento Intelectual da Criança Portadora de Deficiência Visual	14
2.3.Diagnóstico da Realidade do Ensino de Química para Alunos Portadores de Deficiência Visual	23
2.3.1.Materiais e Recursos de Ensino para Alunos Cegos	24
III. O MÉTODO	26
1. O Contexto da Pesquisa	26
2. Os Sujeitos	28
3. O Material	31
3.1. Desenvolvimento e Construção do Material Didático Definitivo	31
3.2. A Testagem do Material	43
IV. ANÁLISE E TRATAMENTO DOS DADOS	58
V. CONCLUSÕES	67
VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

I. INTRODUÇÃO: objetivos, justificativas

A verdadeira viagem seria não partir em busca de novas paisagens, mas ter outros olhos, ver o universo com os olhos de outra pessoa, de cem pessoas, e ver os cem universos que cada uma vê, que cada uma é.

Marcel Proust

Segundo Ranieri (2000):

*“A Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. O Art. 4º, do Título III, da referida lei estabelece que **O dever do Estado com educação escolar pública será efetivado mediante a garantia de :***

[...] atendimento educacional especializado gratuito aos educandos com necessidades especiais, preferencialmente na rede regular de ensino;[...] (p. 298).

As palavras acima demonstram que a lei contempla a inclusão social.

De acordo com as Orientações Gerais e os Marcos Legais para atender as Necessidades Educacionais Especiais **MEC/SEESP** (2001), em parte do item “Construindo a Inclusão na Área Educacional” temos:

*“Por **educação especial**, modalidade de educação escolar – conforme especificado na Lei nº9.394/96, de 20 de dezembro de 1996 e no Decreto nº3.298, de 20 de dezembro de 1999, ‘entende-se um processo educacional definido em uma proposta pedagógica que assegure recursos e serviços educacionais especiais, organizados institucionalmente para apoiar, complementar, suplementar e, em alguns casos , substituir os serviços educacionais comuns, de modo a garantir a educação escolar e promover o desenvolvimento das potencialidades dos educandos que apresentam necessidades educacionais especiais, em todas as etapas e modalidades da educação básica’.*

A educação especial, portanto, insere-se nos diferentes níveis da educação escolar: Educação Básica – abrangendo educação infantil, educação fundamental e ensino médio – e Educação Superior, bem como na interação com as demais modalidades da educação escolar, como a educação de jovens e adultos, a educação profissional e a educação indígena.

A política de inclusão de alunos que apresentam necessidades educacionais especiais na rede regular de ensino não consiste apenas na permanência física desses alunos junto aos demais educandos, mas representa a ousadia de rever concepções e paradigmas, bem como desenvolver o potencial dessas pessoas, respeitando suas diferenças e atendendo suas necessidades” (p.30 e 31).

Diante de todo o aparato 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 essa 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” e como objetivos secundários “verificar se os alunos estabelecem, através do tato, relações entre modelos espaciais texturizados já manipulados, com modelos planos texturizados, isto é, se conseguem também interpretar exercícios com modelos bidimensionais” e “identificar as concepções, em relação à inclusão social, dos professores diretamente envolvidos com a educação especial.”

Queremos esclarecer que o cerne dessa dissertação 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, por isso queremos contribuir com um recurso didático que facilite o ensino de Química nesse contexto.

Consideramos de grande validade dialogarmos com trechos do livro “Educação Especial Do Querer ao Fazer” organizado por Ribeiro e Baumel (2003). É nossa intenção fazermos algumas citações que poderão ser sucedidas por algumas reflexões que nos levem a entender melhor o tema.

Segundo Rodrigues (2003):

“Um dos traços característicos do nosso tempo é o fenômeno da globalização, cujas manifestações se estendem a todas as dimensões da vida humana: política, economia, sociedade, cultura, educação... Mas, concomitantemente, nunca como hoje as minorias, os grupos, as regiões ou as mais diminutas comunidades tiveram tão grande visibilidade, afirmação e reconhecimento. A par de um movimento avassalador de homogeneização e normalização, outro se está processando, não menos dinâmico, de defesa da diferença, da heterogeneidade e da diversidade” (p.13).

Podemos interpretar no texto acima, a homogeneização como presente em uma escola tradicional que visa uniformidade objetivando a educação das massas de acordo com os interesses das classes dominantes e a heterogeneidade como uma valorização da diversidade que humaniza o indivíduo, colocando-o como ser participante, no seu ritmo, da construção de um mundo mais justo para todos.

Segundo Ribeiro (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” (p.42).

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.

São também afirmações de Ribeiro (op. cit.)

“Do ponto de vista da escola regular, esta se vê incapaz de resolver toda a problemática, que antes se eximia de cuidar, apenas com os recursos de que dispõe, porque simplesmente podia encaminhá-la a outras instâncias”(p.48).

“Os sistemas de ensino, não estando preparados para acolher todos, acabam realmente excluindo os casos que, por sua complexidade, não têm no momento, condições de atender, eximindo-se, a escola e os professores, do trabalho de pesquisa e de soluções mais apropriadas” (p.47).

“Não se trata de eliminar todos os auxílios e serviços especiais, pois essa seria uma forma ainda mais violenta de discriminação contra as pessoas com necessidades especiais , que necessitam desses recursos como garantia de acesso aos modelos de escolaridade comum” (p.48).

Para que a integração social em uma Escola seja bem sucedida, seus alunos portadores de deficiência visual deverão ser inscritos em Sala de Recursos, deverão conhecer a Grafia Braille, e dispor de materiais didáticos adequados para o seu aprendizado. É indispensável um bom entrosamento entre os professores das classes comuns e o professor especialista da Classe de Recursos, todos num esforço para trocas de idéias e com pesquisas acrescidas do apoio da Direção respaldada por políticas públicas adequadas. Em resumo, a integração social será benéfica, se todos os envolvidos estiverem com um mesmo objetivo que é compreender e valorizar a diversidade.

Segundo Moreira (2003):

"[...] um levantamento efetuado pela Secretaria de Educação do Estado do Paraná – Departamento de Educação Especial, que revela um total de 176 alunos com necessidades educativas especiais (deficiência física, visual, auditiva e outras), que se inscreveram nas bancas especiais de vestibular das universidades paranaenses de 1994 a 1998. Ao analisarmos esses dados, percebemos que o número de candidatos tem aumentado significativamente, se considerarmos que no ano de 1994 houve apenas dois e em 1998 o número subiu para 83 alunos.

Outro dado relevante é que, conforme mapeamento da Comissão Central do Concurso Vestibular da UFPR, 65 alunos inscreveram-se nas bancas especiais para o concurso vestibular de 2000. Cumpre salientar que quando dizemos que o número de inscrições desses alunos para os concursos vestibulares tem aumentado, não significa ignorarmos que esses dados também demonstram claramente o processo de exclusão que perpassa a vida escolar desses alunos.

Essa situação nos mostra o compromisso da universidade em organizar e implementar respostas educativas que respeitem as diferenças individuais. É preciso intervir não só nas barreiras arquitetônicas e atitudinais, mas também no desenvolvimento de recursos humanos e na revisão dos procedimentos de ensino e avaliação" (p 91).

As afirmações acima apontam para o direito que os cidadãos portadores de deficiência têm em relação ao conhecimento formal para que possam crescer em seu grau de escolaridade. Para que isso seja possível, muitas decisões e atitudes deverão ser implementadas ou revistas, entre as quais os procedimentos de ensino que além de recursos humanos requerem uso de materiais didáticos adequados.

São palavras de Vasconcellos (1993) em parte das justificativas de sua tese de doutorado versando sobre cartografia tátil:

"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" (p.9 e 10).

As palavras acima também podem justificar o emprego de modelos espaciais texturizados para o ensino de Química, quando são discutidas idéias relacionadas ao espaço tridimensional.

II. MARCO TEÓRICO:

1. O Ensino de Química

1.1. Desenvolvimento dos Modelos Moleculares ao Longo da História

Em artigo de 1970, ao discorrer sobre a cronologia e história do uso de modelos moleculares, Petersen faz uma retrospectiva crítica sobre o assunto. Assim, recorda que no mesmo ano da descoberta da luz polarizada por Malus (1808), Wollaston já sugeria 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” (p.24).

Poucos anos mais tarde, Biot (1815) observou que um número de compostos orgânicos de ocorrência natural têm a propriedade de provocar a rotação do plano de polarização da luz polarizada. Afirmou, também, que essa rotação ocorria em matéria orgânica cristalina, líquida ou em solução. Concluiu que a rotação da luz era devida a alguma propriedade específica da molécula.

De acordo com Fieser, (1966) uma das substâncias naturais na qual Biot identificou atividade óptica foi o ácido tartárico que se obtém do resíduo da indústria de vinho.

No entanto, já existiam trabalhos anteriores do próprio Biot associado a Arago, fruto de estudos com raros cristais de quartzo que apresentam formas hemiédricas com faces semelhantes, constituindo precisamente a metade das faces necessárias para

formar um cristal totalmente simétrico. Nesse caso, a propriedade de desviar a luz polarizada é consequência da estrutura cristalina.

Continuando sua revisão sobre a evolução dos conceitos estruturais, Petersen recorda que Pasteur (1848) argumentou que cristais racêmicos de tartarato de sódio e amônia ($C_4H_4O_6NaNH_4 \cdot H_2O$), quando separados a uma certa temperatura, desviavam a luz polarizada para a direita ou para a esquerda. Havia assim conseguido o desdobramento de uma substância opticamente inativa, nas substâncias opticamente ativas dextrógira e levógira. Fazendo analogia com o quartzo, ele separou os dois tipos de cristais e concluiu que eles tinham rotação da luz polarizada equivalentes, mas em direções opostas. Esse trabalho, naturalmente, não era e não podia ser interpretado a não ser em termos da quadrivalência tetraédrica do carbono, embora este conceito ainda não estivesse estabelecido.

A primeira descrição da construção de um modelo semelhante aos atuais foi a do modelo de pau e bola de Kekulé, embora não tivesse sido utilizado para explicar o comportamento do ácido tartárico estudado por Pasteur.

Wislicenus (1874) após exaustivos estudos com o ácido láctico ($CH_3CHOHCOOH$), a partir de diferentes fontes, concluiu que as moléculas podiam ser estruturalmente idênticas e ainda assim possuírem diferentes propriedades. Isto o levou a considerar que o motivo dessas diferenças poderia ser um diferente arranjo de átomos no espaço. Van't Hoff, que havia trabalhado no laboratório de Kekulé, em 1874, usou modelos moleculares para representar as idéias de Wislicenus. Suas representações consistiam de tetraedros presos pelos ápices, lados ou faces, em vários tipos de ilustrações gráficas.

Houve várias críticas por parte de cientistas renomados na época, que, entre várias idéias, destacavam que a teoria proposta para explicar os fenômenos observados por Wislicenus (hipótese de Van't Hoff) era baseada em injustificáveis suposições e na omissão de alguns fatos, os quais poderiam levar a conclusões exatamente contrárias. Havia também a sugestão para que fossem introduzidos conceitos definidos acerca da forma dos átomos e da natureza das valências, para que a especulação não fosse destituída de fundamentação precisa. Também foi argumentado que a suposição da reunião de valências, em pontos particulares do espaço vazio do átomo livre, não poderia ser feita como tal, já que tal entidade existiria apenas no papel ou em um modelo onde linhas

e arames estão no lugar de forças. Wislicenus, porém, foi um grande defensor do modelo em questão. Através de outras evidências experimentais, mostrou que o conceito de átomo tetraédrico é adequado para explicar a isomeria.

Van't Hoff, (1874) postulou que as quatro possíveis ligações do carbono estavam direcionadas para os ângulos de um tetraedro regular, o que entrava em contradição com as leis físicas aceitas na época que diziam que a direção de uma força atrativa era determinada unicamente pela posição dos corpos atraídos. Vencidas as resistências dos pesquisadores da época, o uso de modelos tornou-se aceitável na virada do século XIX para o século XX. Esses modelos iniciais não eram usados para a resolução de problemas, mas sim para expressar convicção com respeito à natureza da matéria. Somente por volta de 1920 modelos foram usados para gerar algum conhecimento ou para auxiliar no entendimento ou previsão de um fenômeno natural. Isso aconteceu quando Mohr reviveu o trabalho de Sachse, abandonado por trinta anos, que com o auxílio de modelos chegou à conclusão de que a teoria de tensão de Baeyer era inadequada e que o ciclohexano poderia existir nas formas barco e cadeira, sendo os substituintes axial e equatorial distintos e interconvertíveis por movimentação do anel. Langmuir (1929), no seu discurso de posse, na American Chemical Society, ressaltou que, a rejeição à teoria atômica era baseada no engano da tentativa de descrever a natureza de uma forma absoluta. Era a idéia de que conceitos como energia, entropia, temperatura, potencial químico, etc., tinham quase absoluta reputação em relação a conceitos de átomos e moléculas. Completava dizendo:

"[...]nós devemos reconhecer, entretanto, que todos esses conceitos são invenções humanas e não têm existência com independência absoluta na natureza[...]" (p.29).

Ligações químicas e sistemas moleculares tiveram uma melhor fundamentação teórica nas décadas iniciais do século XX com o surgimento da mecânica quântica.

Segundo Freitas, (1998) Paul A. M. Dirac (laureado com o Prêmio Nobel de Física, em 1933, juntamente com Erwin Schrödinger) emitiu a seguinte opinião:

"As leis necessárias para uma teoria matemática englobando grande parte dos fenômenos físicos e toda a química são agora completamente conhecidas.

A dificuldade para a aplicação destas leis é que elas se apóiam em equações matemáticas muito complicadas para serem solúveis” (p.3).

Assim, segundo ele, através do emprego da equação de Schrödinger seria possível obter informações sobre as propriedades moleculares de um sistema.

Kohn e Hohenberg (1964) demonstraram o seguinte teorema:

“A densidade eletrônica exata do estado fundamental de uma molécula determina, de maneira unívoca, todas as propriedades do estado fundamental dessa molécula” (p.6).

Kohn e Shan (1965) deduziram equações para determinar a densidade eletrônica do estado fundamental de uma molécula, e em decorrência disso, todas as suas propriedades (teorema de Hohenberg e Kohn). Essa metodologia foi denominada Teoria do Funcional de Densidade (TFD). A partir daí, houve um impulso no emprego de programas computacionais no estudo de propriedades moleculares.

Na década de 70, John A. Pople juntamente com sua equipe apresentam um programa computacional (Gaussian-70) para calcular propriedades moleculares.

Vários programas computacionais de Química Quântica operacionalizaram a TFD, entre os quais o programa Gaussian, versão 94. Esses trabalhos proporcionaram à Walter Kohn e John A. Pople o Prêmio Nobel de Química de 1998.

Os atuais modelos, criados por computador, demonstram a importância da modelagem para os avanços científicos da atualidade. Constituem-se, talvez, em uma versão mais avançada dos antigos modelos que auxiliavam a expressão de uma realidade imaginada para átomos e moléculas.

1.2. Algumas Considerações Sobre o Uso de Modelos Moleculares no Ensino de Química

De acordo com o que foi descrito no item “Desenvolvimento dos Modelos Moleculares ao Longo da História” fica evidente que os primeiros modelos foram criados em meio a controvérsias, mas é sensata a sua utilização como recurso que muito pode contribuir, quando são discutidas idéias ligadas ao espaço tridimensional. Isto tem validade para estudantes com visão normal e para estudantes cuja única limitação seja a deficiência visual. As notações químicas, em Braille e usadas pelos estudantes e professores, não estavam atualizadas até 2002. As novas normas emitidas pelo MEC e divulgadas pelo CAPE (Centro de Apoio Pedagógico Especializado), que é uma subdivisão da Secretaria de Educação, constituem o anexo II da presente dissertação. Isso não impedia que os alunos portadores de deficiência visual tivessem contacto com Química, embora todos os envolvidos estivessem trabalhando com as notações desatualizadas. O mais preocupante eram as limitações impostas, que impediam a escrita de fórmulas estruturais, o que dificultava o aprendizado de noções mínimas de Química Orgânica. Daí a importância do uso de modelos moleculares tridimensionais, que além de serem adequados para a compreensão de idéias ligadas ao espaço tridimensional, poderão vir a tornar-se uma importante ferramenta que associada a Grafia Química Braille atualizada trará uma melhor qualidade ao ensino de Química.

A este respeito, Ferreira e Toma (1982) afirmam:

“ No ensino de química, é muito extensa a lista de assuntos cuja abordagem pode ser enriquecida através da utilização de modelos, como por exemplo: teoria de repulsão dos pares eletrônicos de valência, hibridização, quartetos duplos de Linnett, grupos de ponto, isomeria geométrica, óptica e conformacional, retículos cristalinos, configuração de anéis quelatos, macrocíclicos e tipo gaiola, compostos clatratos e agregados moleculares. Muitos destes tópicos, como é o caso da isomeria espacial, podem ter a aprendizagem limitada pelas dificuldades de percepção e visualização por parte dos alunos , especialmente quando não se dispõe de modelos moleculares adequados” (p.131).

Obviamente, considera-se que a maioria dos itens tratados acima constitui um estudo mais aprofundado da Química, que não deve ser discutido no segundo grau. Porém de acordo com o que foi

dito anteriormente, em relação a impossibilidade da escrita de fórmulas estruturais, através da notação em Braille que vigorou até o ano de 2002, concluímos que noções introdutórias de Química Orgânica, que normalmente são tratadas no Ensino Médio, não podiam ser transmitidas a alunos portadores de deficiência visual. Nesse caso, o uso de modelos tridimensionais poderia ter sido uma importante alternativa à escrita de fórmulas estruturais e não apenas um recurso para a melhoria do ensino. A antiga grafia Braille limitava a identificação ou representação das ligações covalentes, de fórmulas estruturais de vários tipos de substâncias, em especial de hidrocarbonetos e de outras funções orgânicas, reconhecimento de cadeia carbônicas (incluindo a distinção entre cadeia aberta, fechada, normal e ramificada), casos de isomeria plana ou espacial, transformações químicas básicas, etc.

Tratando ainda da validade da utilização de modelos no ensino de Química é importante ressaltar que avanços científicos são obtidos através de modelagem molecular. Isso é alicerçado pela afirmação de Ferreira e Toma (op. cit.):

“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” (p.131).

Segundo Santos (2001):

“As transformações na Educação são relativamente lentas, possuindo um ritmo diferente, por exemplo, das grandes transformações tecnológicas dos últimos anos, da quantidade excessiva de informações divulgadas num curto intervalo de tempo e das inúmeras atualizações no mercado. Apesar de muitos caminhos traçados para se estabelecer uma educação de boa qualidade, ainda é muito forte a ênfase no acúmulo de conteúdos, nas técnicas de memorização e na recepção passiva das informações. Tais práticas não conseguem fornecer condições básicas para a formação de um sujeito criativo e dinâmico e seguem por um caminho em que o saber não assume o principal objetivo do ensino. O “passar no vestibular”, o “obter o diploma para conseguir um emprego” são objetivos constantemente manifestados na escola, enquanto o aprender, na maioria das vezes, passa a assumir um segundo plano” (p.14).

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, para que o aluno consiga atingir as competências almejadas.

É evidente que um aluno cresce em criatividade e dinamismo quando é submetido a uma variedade de situações que consiga superar, e a partir delas estabelecer novas relações.

2. A Deficiência Visual

2.1. A Deficiência Visual - caracterização

Devem ser considerados vários fatores para podermos classificar os tipos de deficiência visual, e as variáveis aumentam muito se quisermos caracterizar mais detalhadamente estudantes portadores de deficiência visual. Para o segundo caso, deveremos considerar a história de vida de cada aluno de acordo com Carrol (1968).

“A maior distinção que se deve fazer quando se trabalha com as pessoas cegas, é a que existe entre aquele que alguma vez possuiu o uso da visão, ou seja entre o portador de cegueira adquirida e o cego congênito. Todo o equipamento sensorial de um indivíduo, outrora dotado de visão, se acha organizado em termos da visão. De que maneira o de um indivíduo cego congênito está organizado é ainda um assunto de pesquisa e especulação, porém nós sabemos o suficiente para afirmar que é radicalmente diferente” (p.263).

O caderno do MEC, Série DIRETRIZES, Subsídios para organização e funcionamento de Serviços de Educação Especial, Área de Deficiência Visual (1995), apresenta algumas definições esclarecedoras:

“ Na área da deficiência visual distingue-se dois tipos de educandos: os portadores de cegueira e os portadores de visão subnormal (reduzida), a seguir caracterizados sob os enfoques médico - oftalmológico e pedagógico.

Cegueira: *Redução da acuidade visual central desde cegueira total (nenhuma percepção de luz) até acuidade visual menor que 20/400P (ou seja 0.05) em um ou ambos os olhos, ou redução do campo visual ao limite inferior a 10°.*

Visão subnormal (baixa visão): *Acuidade visual central maior que 20/400 até 20/70 (ou seja 0,3)” (p.17).*

Esse caderno do MEC tem continuidade explicando como o professor pode verificar sinais no olho e de conduta do aluno para encaminhá-lo a um diagnóstico médico a fim de concluir se ele é portador de deficiência visual. Logo após, dá sugestões de como esse aluno pode ser integrado à escola, com apoio de professor especializado, e descreve os requisitos básicos para a organização

e o funcionamento de serviços de atendimento ao educando portador de deficiência visual.

Amiralian (1992) afirma:

“Um conceito aceito há muito tempo (Lowenfeld, 1950), e aprovado pela OMS¹ em 1972, diz que cegos são aqueles que apresentam acuidade visual de 0 a 20/200 (enxergam a 20 pés² de distância aquilo que o sujeito de visão normal enxerga a 200 pés), no melhor olho, após correção máxima, ou que tenham um ângulo visual restrito a 20° de amplitude.

A restrição do campo visual, a chamada visão de túnel também é considerada cegueira independente da acuidade visual possuída pelo sujeito, porque qualquer visão nesta amplitude impede a apreensão do ambiente como um todo, uma das características fundamentais da percepção visual.

São considerados indivíduos com visão residual aqueles que apresentam acuidade visual de 20/200 pés a 20/70 pés no melhor olho, após correção máxima” (p.6).

As adaptações dos Parâmetros Curriculares Nacionais às estratégias para a educação de alunos com necessidades educacionais especiais, de 1999, apresenta a seguinte definição para cegueira:

“Perda da visão, em ambos os olhos, de menos de 0,1 no melhor olho após correção, ou um campo visual não excedente a 20 graus, no maior meridiano do melhor olho, mesmo com o uso de lentes de correção. Sob o enfoque educacional, a cegueira representa a perda total ou o resíduo mínimo da visão que leva o indivíduo a necessitar do método Braille como meio de leitura e escrita, além de outros recursos didáticos e equipamentos especiais para a sua educação” (p.26).

Sabe-se, entretanto, que as diferenças entre os estudantes portadores de deficiência visual vão além da distinção entre cegos e portadores de visão subnormal.

Amiralian (op. cit.) afirma:

“[...] foi observado que sujeitos cegos, com idêntica acuidade visual, possuíam eficiência visual diversa, ou seja, sujeitos com a mesma medida oftalmológica de visão apresentavam diferenças na utilização do resíduo visual. Essa constatação tornou necessária uma concepção educacional de cegueira, que se caracterizou, prioritariamente, pela ênfase na eficiência visual e não na acuidade” (p.6).

¹ OMS: Organização Mundial de Saúde

² Pé: Unidade de medida linear anglo-saxônica, de 12 polegadas, equivalente a cerca de 30,48 cm do sistema métrico decimal.

2.2. Questionamentos Sobre o Desenvolvimento Intelectual da Criança Portadora de Deficiência Visual

Podemos iniciar uma reflexão sobre o desenvolvimento intelectual da criança portadora de deficiência visual a partir de uma análise de parte de uma das citações mencionadas no item anterior segundo Carroll (op. cit.).

“Todo o equipamento sensorial de um indivíduo, outrora dotado de visão, se acha organizado em termos da visão. De que maneira o de um indivíduo cego congênito está organizado é ainda um assunto de pesquisa e especulação, porém nós sabemos o suficiente para afirmar que é radicalmente diferente” (p.263).

Provavelmente, os alunos portadores de cegueira adquirida que tiveram visão em grande parte de suas vidas e que foram convenientemente estimulados, não apresentam diferenças significativas na forma de aprendizagem em relação a seus colegas não portadores de deficiência. Podemos considerar que estão diferenciados apenas pela ausência da visão.

Em relação aos estudantes cegos congênitos, não podemos afirmar que há diferenças intelectuais, apenas constatamos a ausência de estudos que nos esclareçam a estruturação de seus esquemas de aprendizagem.

Sem grandes pretensões, achamos que é possível levantar alguns questionamentos sobre as condições de aprendizagem do estudante portador de deficiência visual, a partir de reflexões em relação a trechos de um livro de Chiarottino (1972) sobre Modelo e Estrutura segundo Piaget.

Estágios do desenvolvimento da inteligência do indivíduo:

“a) Período sensorial-motor (do nascimento a um ano e meio-dois anos), no curso do qual se constituem os sistemas de esquemas que prefiguram as futuras operações, mas sem nenhuma reversibilidade operatória;

b) Período do pensamento intuitivo (de dois a sete anos), onde as ações sensoriais-motoras começam a implicar representação, notando-se aqui a presença de regulações semi-reversíveis;

c) Período das “operações concretas” (de sete a doze anos), no curso do qual se alcança uma determinada reversibilidade na formação das primeiras estruturas operatórias e que comporta um aspecto implicativo ou lógico: uma operação reversível é uma operação que admite a possibilidade de uma inversa;

d) *Período das operações proposicionais, no curso do qual é finalmente alcançada uma reversibilidade completa* (p.15).

O primeiro estágio apresenta a criança com um certo número de montagens hereditárias com as quais se exercita para que haja consolidação.

"Inicialmente o recém-nascido tende a sugar tudo o que toca; depois, após as maturações necessárias, a tocar tudo o que olha, a olhar tudo o que toca e tudo o que suga etc.

Assim o "saber puxar" depende do "saber pegar" e do "saber olhar", da mesma forma que os primeiros esquemas, como o de sugar, olhar etc., dependeram de estruturas motoras hereditárias" (p. 10).

Como a falta de visão influencia no desenvolvimento do bebê? Há um atraso na instalação de novos esquemas? Um aumento dos estímulos de outros sentidos sensoriais evita ou corrige isto? De que forma?

O segundo estágio permite à criança superar um mundo centrado na percepção dando lugar a inserção de objetos e fatos num quadro conceitual, o que ocorre paralelamente ao desenvolvimento da linguagem.

Há defasagem em relação ao tempo de aquisição da linguagem por parte da criança portadora de deficiência visual? Se isto ocorre, o estímulo a um maior desenvolvimento dos outros sentidos supera isto? A extensão de seu vocabulário é semelhante a de outra criança, inserida no mesmo meio cultural, porém portadora de visão normal?

O terceiro estágio é estabelecido quando ocorrem operações concretas que revelam noções de conservação da substância, de peso e de volume, podendo estender-se dos sete aos doze anos.

Piaget observa que:

"[...] é o aparecimento de uma lógica inerente ao comportamento da criança, que se manifesta essencialmente pela capacidade de considerar as situações como um todo: a criança que até aqui se detinha num aspecto ou noutro da situação passa a considerar as partes como pertencentes a um conjunto e a estabelecer as relações possíveis entre essas partes" (p.23).

A criança portadora de deficiência visual congênita, quando bem estimulada, apresenta o estabelecimento das operações concretas na mesma faixa etária que a criança portadora de visão normal? Se houve deficiência de estímulos em uma fase anterior, esta fase será atrasada ou dificilmente estabelecida?

O quarto estágio é estabelecido como o período das operações proposicionais.

"O novo comportamento implica uma independência dos mecanismos formais e de seus conteúdos. Constata-se a presença de classificações e relações livres de seus aspectos concretos ou intuitivos, que implicam por sua vez a liberação do pensamento em relação aos objetos" (p. 30).

O número médio de adolescentes portadores de deficiência visual congênita, que foram estimulados em relação aos outros sentidos, é semelhante ao número médio de adolescentes com visão normal que dominam as operações dessa fase?

O projeto de integração social do estudante portador de deficiência, na sala de aula comum, freqüentando paralelamente uma Sala de Recursos nos parece particularmente interessante do ponto de vista da possibilidade de seu desenvolvimento pleno.

Segundo Inhelder e Piaget (1976):

"Verificamos, assim, que as principais características intelectuais da adolescência decorrem direta ou indiretamente da elaboração das estruturas formais, e que essa elaboração constitui o acontecimento central do pensamento característico dessa fase. Quanto às novidades afetivas que assinalam essa fase, podemos falar em duas novidades principais e que, como sempre, são paralelas ou correspondentes às transformações intelectuais, pois a afetividade representa o fator de energia das condutas, enquanto a estrutura define as funções cognitivas (o que não significa que a afetividade seja determinada pelo intelecto, os e nem o inverso mas, que o intelecto e a afetividade estão indissoluvelmente unidos no funcionamento da pessoa).

Se a adolescência é a idade da integração dos indivíduos em formação no universo social adulto (e esta integração coincide ou não com a puberdade), esta adaptação social decisiva deve exigir, em correlação com o desenvolvimento das operações formais ou proposições que garantem a sua estruturação intelectual, as duas transformações fundamentais exigida pela socialização afetiva adulta: os sentimentos relativos a idéias, que se acrescentam aos sentimentos entre as pessoas, e a formação de personalidades, caracterizadas pelo papel social e a escala de valores que se atribuem (e não mais apenas pela coordenação dos intercâmbios que mantém com o meio físico e as outras pessoas) (p.258).

O estudante portador de deficiência visual que participa do sistema escolar de inclusão social deve estar inserido na série escolar condizente com sua maturidade intelectual, para que quando adequadamente assistido possa realmente construir conhecimento e aumentar a abrangência de suas relações sociais.

Baumel (1990) diz:

“A educação no sentido amplo da palavra, envolve o todo da vida do portador de deficiência visual, com vistas ao seu ajustamento e integração à realidade da qual faz parte” (p.27).

Para isso, professores e escola devem estar adequadamente preparados para recebê-lo.

Segundo Xavier (2002):

“Quando se concebe a educação inclusiva como a construção coletiva de uma boa escola para todos – alicerce para uma sociedade mais justa e solidária – está-se definindo um sentido político destinado a informar a competência do educador tanto para a mudança na relação pedagógica quanto para o exercício de seu papel de agente da transformação social” (p.18).

É interessante salientar que importantes teorias fundamentam que o desenvolvimento de crianças em geral não é um processo essencialmente interno, mas decorrente de suas interações sociais.

Isso pode ser ilustrado através de trechos do livro “A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores” que é uma seleção do pensamento de Vygotsky (1998), 6ª edição brasileira.

“Chamamos de internalização a reconstrução interna de uma operação externa. Um bom exemplo desse processo pode ser encontrado no desenvolvimento do gesto de apontar[...] A criança tenta pegar um objeto colocado além de seu alcance; suas mãos esticadas em direção àquele objeto, permanecem paradas no ar. Seus dedos fazem movimentos que lembram o pegar[...]

Quando a mãe vem em ajuda da criança, e nota que o seu movimento indica alguma coisa, a situação muda fundamentalmente[...] A tentativa malsucedida da criança engendra uma reação , não do objeto que ela procura, mas de uma outra pessoa[...] Somente mais tarde , quando a criança pode associar o seu movimento à situação objetiva como um todo, é que ela, de fato, começa a compreender esse movimento como um gesto de apontar. Nesse momento, ocorre uma mudança naquela função do movimento: de um movimento orientado pelo objeto, torna-se um movimento dirigido para uma outra pessoa, um meio de estabelecer relações[...]

O próprio movimento só se torna um gesto verdadeiro após manifestar objetivamente para os outros todas as funções do apontar, e ser entendido também pelos outros como tal gesto. Suas funções e significados são criados, a princípio, por uma situação objetiva, e depois pelas pessoas que circundam a criança” (p.74).

Como interpretar e adequar esse exemplo de Vygotsky para o desenvolvimento de uma criança portadora de deficiência visual?

Nós entendemos que pela ausência de visão, essa criança não vai apontar em direção a um objeto que não vê, mas entendemos que poderá demonstrar interesse pelo som causado por um objeto. Nos parece que cabe as pessoas que a cercam a tarefa de estimulá-la de várias formas, como por exemplo, fazer com que um determinado objeto emita som e traze-lo próximo de si para que ocorra uma identificação e associação entre forma e som. Aqui também fica evidenciada a importância da interação social dessa criança com outras pessoas para que tenha um bom desenvolvimento, embora não saibamos identificar se essa forma de aprendizado equivale exatamente a anteriormente apresentada ou se há algum atraso no tempo, para que haja essa equivalência.

Para entendermos mais a respeito do pensamento de Vygotsky (op. cit.) faremos uma síntese de suas exemplificações para falarmos conceitualmente sobre a zona de desenvolvimento proximal.

Supondo uma pesquisa com duas crianças com idade cronológica de dez anos e ambas com desenvolvimento mental (nível de desenvolvimento real, isto é, o nível de desenvolvimento das funções mentais da criança que se estabeleceram como resultados de certos ciclos de desenvolvimento já completados) referente a oito anos. Nos estudos do desenvolvimento mental das crianças, geralmente admite-se que só é indicativo da capacidade mental das crianças aquilo que elas conseguem fazer por si mesmas. Por outro lado, se a criança resolve o problema depois de fornecermos pistas ou mostrarmos como o problema pode ser solucionado, ou se o professor inicia a solução e a criança a completa, ou, ainda, se ela resolve o problema em colaboração com outras crianças em resumo, se por pouco a criança não é capaz de resolver o problema sozinha, pode ser muito mais indicativo de seu desenvolvimento mental do que aquilo que consegue fazer sozinha.

Se eu propuser a estas duas crianças várias maneiras de solucionar o problema que sozinhas solucionam com um desenvolvimento mental de oito anos, durante a minha assistência elas podem revelar desempenhos diferentes, a primeira criança pode lidar com problemas até o nível de doze anos de idade, a segunda até o nível de nove anos de idade.

São palavras de Vygotsky (op. cit.):

“Quando se demonstrou que a capacidade de crianças com iguais níveis de desenvolvimento mental, para aprender sob a orientação de um professor, variava enormemente, tornou-se evidente que o curso subsequente de seu

aprendizado seria obviamente, diferente. Essa diferença entre doze e oito ou entre nove e oito, é o que nós chamamos a zona de desenvolvimento proximal. Ela é a distância entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes.” (p.112).

Podemos ter algumas respostas sobre as necessidades de auxílios específicos para o desenvolvimento da criança portadora de deficiência visual em relação à criança provida de visão tendo como base resumos e transcrições de estudos de Halliday (1975).

Quando a criança limitada visualmente torna-se um adulto que apresenta dependência para os cuidados pessoais e dificuldades para compartilhar tarefas caseiras, passa a idéia de que a sua inadequação às simples atividades rotineiras é resultado de sua limitação visual, mas na maioria das vezes é devido a falta de orientação e de experiências durante o seu desenvolvimento. As exigências de atenção requerem muita perseverança por parte de quem educa a criança portadora de deficiência. É necessário carinho e habilidade em ensinar para que aos poucos a criança tenha independência para concretizar algumas tarefas.

O apoio e a boa vontade dos adultos agindo de forma integrada e construtiva pode proporcionar um ótimo desenvolvimento da criança portadora de deficiência, pois não há um limite definido de aprendizado a chegar.

Caiado (2002) discorre sobre como a sociedade ou os educadores concebem o cego ao longo da história. No período místico, a pessoa portadora de deficiência visual era abandonada às forças sobrenaturais; no período biológico ingênuo que é contemplado por alguns profissionais até os dias atuais, há um projeto de educação centralizado no desenvolvimento dos sentidos intactos, e no período científico há um projeto de educação bastante abrangente que situa o indivíduo como ser social e histórico.

Caiado (op. cit.) diz:

[...] é muito comum ouvirmos profissionais defenderem que a educação da pessoa cega deve priorizar a estimulação e integração dos canais sensoriais remanescentes. Nessa perspectiva, o homem é concebido como indivíduo biológico e está, no desenvolvimento da audição, do olfato, do paladar e, principalmente, do tato, a possibilidade da pessoa cega conhecer o mundo. A partir desses fundamentos, a educação, muitas vezes, se circunscreve a treinamento sensorial, cognitivo, comportamental, articulatório,

treinamento das atividades da vida diária, da escrita, treinamento para o mundo do trabalho” (p. 68).

Há o reforço de que existe um grande avanço entre os dois primeiros períodos, pois do abandono, o indivíduo passa a ser educado, e a partir disso resultam estudos e reflexões que passam a contribuir para um melhor entendimento da deficiência visual.

Caiado também cita palavras de Vygotsky (1995) para melhor entendermos as concepções mais atuais do período científico.

[...] esse é o salto que o período científico traz para a reflexão sobre a educação da pessoa cega. Numa nova abordagem teórica, o homem não é mais concebido como indivíduo biológico. Ele, agora, é concebido como indivíduo social e histórico e é a partir das relações entre os homens e da ação dos homens sobre a natureza, pelo trabalho, que o indivíduo internaliza conhecimentos” (p.69).

Considera-se ainda segundo Vygotsky (op. cit.) que:

“[...]as fontes de compensação da cegueira se constituem na palavra, na apropriação dos significados sociais, no convívio social, e não, no desenvolvimento do tato ou no refinamento da audição” (p.71).

Segundo as palavras acima, o indivíduo portador de deficiência visual terá suas potencialidades desenvolvidas e sua cegueira compensada para uma vida com qualidade, quando estiver integrado socialmente.

A interação social com pessoas da família, coleguinhas de escola e com outras crianças contribui muito para a aquisição da linguagem de acordo com Halliday (op. cit.).

“A linguagem, para a criança visualmente limitada é ainda mais importante do que para outras crianças. Depois que a linguagem básica é aprendida, ela poderá vir a substituir a visão, transformando em pensamento, as experiências da criança, desde que as mesmas sejam realmente importantes” (p. 65 e 66).

Durante o aprendizado de uma tarefa, por exemplo, muitas vezes a criança vai errar e não apresentar as atitudes esperadas. Isso poderá ser consequência de falta de habilidades de quem está ensinando.

“[...]se os adultos aprendem tudo a respeito de uma determinada criança e pensam e várias maneiras de ensiná-la, esta criança progredirá mais do que se sua incapacidade visual fosse usada como uma barreira arbitrária ao desenvolvimento e à aprendizagem” (p.80).

Tendo como referência uma coletânea de textos da CENP³ (1996) continuaremos fazendo algumas transcrições e comentários sobre a necessidade de auxílio para o desenvolvimento pleno do bebê portador de deficiência visual.

Tudo indica a possibilidade de um desenvolvimento integral, porém com pequenos atrasos em relação a algumas etapas mais relacionadas à percepção visual.

“Não se pode prever exatamente como e quando uma criança com distúrbio visual será capaz de desenvolver determinadas habilidades[...]

O contato olho a olho é muito importante em nossas interações e relacionamentos sociais, já que utilizamos o olhar como indicador de atenção[...]” (p.63).

A impossibilidade deste contato dificulta estas interações iniciais que deverão ser intensificadas através dos outros órgãos dos sentidos. Aos pais, cabe ter como iniciativa outras formas de estímulos para despertar a atenção e reação da criança.

Quanto a ensinar a criança a sorrir é acrescentado que:

“O movimento físico e a estimulação tátil constituem importantes suportes ou pistas para fazer a criança sorrir. Apesar dos inúmeros desafios, pais e filhos acabam descobrindo ótimas estratégias para brincadeiras, risos e vivências em conjunto. Os pais aprendem a ler “sinais” sutis e engajar seus filhos em atividades divertidas e satisfatórias” (p.64).

A assistência à criança portadora de deficiência deve ser intensificada para que haja interação e correspondência aos estímulos, assim em maior ou menor tempo as etapas de seu desenvolvimento serão alcançadas.

“Atualmente os estudiosos são unânimes em aceitar que as interações sociais precoces, os jogos entre pais e filhos ou as “conversas” pré-verbais, ajudam ou servem de suporte ao desenvolvimento da linguagem. Quando brincam com os pais, os bebês exercitam a atenção, a troca de papéis e a maneira de iniciar uma conversa” (p.64).

As brincadeiras com conversas pré-verbais, além de dar origem à linguagem (fala), traduzem os contatos e movimentos que representam uma linguagem afetiva.

³ CENP: Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas (Secretaria de Estado da Educação – SP)

“Alcançar um objeto que se enxerga e tentar agarrá-lo é uma atividade que geralmente se inicia por volta do 4º mês de idade. Bebês totalmente cegos alcançam e pegam objetos que lhes tocam as mãos, mas só procuram alcançar objetos que produzem sons a partir dos 6 meses e meio até os 12 meses de idade. Alcançar o “que-se-ouve” é mais complicado do que alcançar o que “se sente” ou o “que se vê”. As crianças não alcançam consistentemente pistas sonoras antes dos 10 meses de idade” (p.64).

Percebemos aqui, um atraso de desenvolvimento, que possivelmente será corrigido com atenção e carinho em tempo adequado.

“Crianças cegas desenvolvem o conceito do objeto seguindo o caminho indireto: precisam antes entender que os objetos existem além do seu alcance e que um som indica a existência de um objeto. Pelo fato de precisarem de mais tempo para desenvolver o conceito de objeto através da informação tátil e auditiva, estas crianças podem levar mais tempo do que as crianças videntes da mesma faixa etária para superar certas etapas cognitivas” (p. 65).

O bebê portador de deficiência visual necessita, para o seu desenvolvimento, a presença do adulto por mais tempo, porque requer mais estímulos para suprir sua limitação e para agir de acordo com suas potencialidades.

2.3. Diagnóstico da Realidade do Ensino de Química para Alunos Portadores de Deficiência Visual

Segundo dados do Centro de Apoio Pedagógico Especializado da Secretaria de Estado da Educação de São Paulo, recebidos em 24 de abril de 2003, temos o seguinte panorama para o número de professores especializados e de escolas com salas de recursos destinados ao ensino de alunos portadores de deficiência visual, inseridos num processo de inclusão social:

Número de professores especializados	
Capital COGSP ⁴	37
CEI ⁵	49
Total	86

Número de escolas com salas de recursos	
Capital COGSP	27
CEI	35
Total	62

Obs.: Até 15 alunos podem ser inscritos em uma Sala de Recursos. Esses alunos devem ser matriculados em classes comuns num processo de inclusão social. Os alunos de uma determinada escola podem freqüentar a sala de recursos de uma outra escola, em um máximo de 10 horas semanais.

Encontraremos, no anexo I, entrevistas com quatro professores de Salas de Recursos, especialistas em Braille, e com um professor de Química que dá aulas para alunos portadores de deficiência visual inseridos em classes comuns.

O estudo e categorização dessas entrevistas encontram-se no item IV, "Análise e Tratamento dos Dados".

⁴ COGSP: Coordenadoria da Grande São Paulo

⁵ CEI: Coordenadoria de Ensino do Interior

2.3.1. Materiais e Recursos de Ensino para Alunos Cegos

Castro (2002) classifica como materiais destinados a alunos cegos, os materiais para o desenvolvimento da função tátil, materiais para discriminação auditiva e materiais/recursos eletrônicos entre outros.

Como materiais específicos para o desenvolvimento da função tátil, apresenta a seguinte listagem com a explicação do seu uso específico.

- *Braille – cuja finalidade é a comunicação. Exige prancheta, comum ou portátil, e a punção, para imprimir a escrita.*
- *Máquina de escrever Braille – com operação manual, resulta em rapidez e economia para o registro em Braille.*
- *Suportes para registro em alto relevo – alguns materiais disponíveis e acessíveis, como a borracha cirúrgica, pranchas montadas com tela de arame, em diversas texturas. São adequados para, com uso de canetas já usadas, ou objetos pontiagudos, registrar um desenho, forma e gráficos, por exemplo.*
- *Cubarítimo – permite relacionar a matemática com os caracteres em Braille. Os cubos, a serem encaixados em uma armação, permitem o ensino básico da matemática nos primeiros anos do Ensino Fundamental.*
- *Sorobã adaptado – corresponde ao ábaco, tendo a finalidade de desenvolver rapidez de raciocínio matemático.*
- *Jogos para a cognição / construção de conceitos – esses materiais, voltados à seriação e encaixes, podem trabalhar, além do tato, os sentidos do olfato e audição (p.114 e 115).*

Castro (op. cit.) ainda inclui entre os materiais de sala de aula e da escola os materiais em relevo, embora não faça delamentos sobre eles. Em suas Considerações Finais, em relação aos recursos e materiais da escola, destaca como um dos pontos norteadores para a educação escolar dos deficientes visuais, cegos ou com visão subnormal:

“Incentivar e contemplar ações dos professores na criação, adaptação, utilização e dissiminação de materiais, recursos e práticas inovadoras que, além de favorecer o desenvolvimento dos deficientes visuais, beneficiam a todos os alunos nas aprendizagens” (p.118 e 119).

Em nossas pesquisas bibliográficas e através de conversas que tivemos com vários professores envolvidos com a educação de estudantes portadores de deficiência visual, incluindo educadores especializados ligados ao CAPE (Centro de Apoio Pedagógico Especializado), órgão pertencente à Secretaria de Educação do

Estado de São Paulo, não encontramos indícios do uso pleno de modelos moleculares no ensino de algum tópico da Química, apenas foi verificado o uso para alguma exemplificação isolada. Apesar disso, constatamos que, dentro do projeto de inclusão social, os alunos portadores de deficiência visual participam de aulas onde são discutidos conceitos de Química Orgânica ligados à hidrocarbonetos, cadeias orgânicas, funções oxigenadas, funções nitrogenadas e isomeria, assuntos estes que poderiam ser melhor assimilados caso fossem utilizados modelos moleculares.

Caiado (op. cit.) discorre sobre as atribuições do professor especialista:

“As atribuições desse professor são muitas. Primeiramente, pode-se citar em três esferas: no atendimento direto ao aluno; na produção e adaptação de material didático; no atendimento da comunidade escolar, professores, alunos e funcionários, para orientação e esclarecimento sobre a especificidade de seu trabalho e as necessidades do aluno com deficiência. Pode-se, ainda, ampliar as atribuições desse professor, se incluirmos a relevância desses serviços como campo de estágio na formação de novos professores e a necessidade do professor especializado produzir conhecimento nessa área de atuação” (p.163).

Nós particularmente achamos que a produção de recursos didáticos específicos para disciplinas como Química, Física, Biologia e outras, só poderá ser efetuada pelo professor da própria disciplina ou através de uma parceria deste com o professor especialista.

III. O MÉTODO

1. O Contexto da Pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida na Sala de Recursos⁶ para Deficientes Visuais da Escola Estadual Caetano de Campos situada na rua Pires da Mota, nº 99, bairro Aclimação, na cidade de São Paulo. As atividades ocorreram durante as aulas de reforço, portanto extra-curriculares, que ocorreram as terças feiras das 13:30 às 16:30 de março a junho e de agosto a novembro de 2002.

A Sala de Recursos conta, em cada período, com a presença de uma professora especialista em Grafia Braille, prancheta e punção e máquinas de escrever Braille. Há também um pequeno acervo de livros de Literatura e de diversas disciplinas, em Braille, embora um pouco antigos, porém incluindo conteúdos tratados no Ensino Médio. Estão incluídos livros de Química com explicações referentes aos elementos químicos e com uma classificação periódica fragmentada apresentada em várias páginas. Há um computador com uma lente de aumento no monitor, o que possibilita a leitura por parte de alunos com baixa visão e também uma classificação periódica confeccionada com a grafia convencional apresentando letras e números em relevo.

Além de retomarmos e discutirmos alguns assuntos que estavam sendo abordados nas aulas convencionais do período matutino, paralelamente através do intercâmbio com os alunos, desenvolvemos e aprimoramos um material didático que pode auxiliar na compreensão de idéias associadas ao espaço tridimensional.

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, para representar possíveis moléculas foram estabelecidas com relativa facilidade.

A representação de compostos iônicos foi feita com bolas unidas através ímãs.

⁶ Sala de Recursos: Local com equipamentos, materiais e recursos pedagógicos específicos à natureza das necessidades especiais do educando, onde se oferece a complementação do atendimento educacional realizado em classe comum, por professor especializado. MEC, Série Diretrizes (1995).

Foram desenvolvidas três versões do material didático, cada uma com uma classificação periódica com notações em Braille acompanhadas de um conjunto de bolas texturizadas que permitiriam através do tato a montagem de modelos moleculares ou a estrutura de compostos iônicos. Os materiais foram desenvolvidos ao longo de 2002.

A primeira tabela apresentava um grande número de meias bolas de isopor texturizadas, coladas 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 menor de modelos de átomos representativos de elementos, porém não apresentava os grupos 3 a 12, ou seja as antigas famílias B. Devido a não poder ser manuseada em sua plenitude, pois os alunos não identificavam a classificação periódica dos elementos com a ausência das colunas centrais foi também rejeitada. O material didático definitivo foi testado com aprovação de manuseio por parte dos estudantes, e encontra-se com explicações detalhadas no item 3 “O Material”, que também contém algumas fotos do próprio material e da sua testagem.

2. Os Sujeitos

Participaram das aulas de reforço desenvolvidas todas as terças feiras, alunos portadores de deficiência visual integrantes da 8ª série do Ensino Fundamental até a 3ª série do Ensino Médio. Os alunos que ficavam a tarde demonstravam muito interesse na disciplina, freqüentemente falavam de seus sonhos, entre os quais passar no vestibular e no futuro exercer determinada profissão. Esses alunos com os quais tivemos mais contato, participavam de outras atividades não relacionadas ao currículo escolar. Muitas meninas que cursaram o fundamental no Instituto Padre Chico, participam aulas de balé desde a época que lá estudaram. Uma das meninas que mais compareceu as minhas aulas, a tarde, fazia um curso de culinária. Algumas delas participam de jogos em alguns campeonatos esportivos com bolas com guisos. E no presente momento, quando o material didático proposto nessa dissertação já está desenvolvido e testado, ainda ocasionalmente, quando alguns alunos solicitam explicações sobre algum assunto relacionado à Química, nos dirigimos ao Caetano de Campos para instaurar a discussão, na tentativa de que algumas idéias sejam melhor compreendidas.

Na última vez que comparecemos na escola, no primeiro semestre de 2003, alguns alunos falaram com grande entusiasmo, que estavam fazendo um curso de fotografia, e que já sabiam enquadrar o objeto a ser fotografado. Isso levou-nos a refletir o quão importante seria para um adolescente que um dia enxergou seres e objetos, poder registra-los para que outros possam ver. E aquele menino que nunca enxergou? O que poderá significar registrar um momento importante para si com a finalidade que pessoas queridas vejam depois?

Este trabalho, tão desafiador para nós, realizado numa Escola Estadual de grande porte, situada na metrópole, revelou adolescentes integrados na maneira de vestir, de falar (gírias comuns à idade) e principalmente nos sonhos de progredir. Pudemos confrontar isso com outros alunos da mesma faixa etária com os quais trabalhamos na rede particular. Não poderia deixar de mencionar o espírito crítico revelado pela maioria dos estudantes portadores de deficiência visual. Um grande número desses alunos toma dois ônibus e um metrô para dirigirem-se sozinhos à escola. Isso significa que acordam muito cedo e muitas vezes ficam a tarde para as aulas de reforço ou para outras atividades de seu interesse.

Tivemos a impressão que como não são super protegidos pelos professores, e enfrentam algumas dificuldades diárias, muitos deles apresentam um bom grau de maturidade e até de senso de humor durante as atividades diárias.

Os professores ligados à Educação Especial com os quais nos relacionamos dentro da escola e fora dela contribuíram com uma troca de idéias. Foram relacionamentos muito ricos que com muitos deles resultaram em amizades. Em nossas conversas detectamos pessoas comprometidas, mas nem todas com o mesmo modo de pensar. Percebemos que alguma coisa falhava no planejamento daqueles que trabalhavam juntos.

Criamos um questionário com três questões abrangentes, com a finalidade de analisarmos as respostas e a partir disso melhor entendermos a dinâmica real da inclusão social.

O grupo de professores entrevistados não corresponde exatamente ao grupo de professores com os quais tivemos um relacionamento mais freqüente. Tivemos cuidado na preservação de suas identidades durante as entrevistas.

Uma breve descrição dos professores entrevistados

A professora Ni

Ni é professora de Classe de Recursos para Deficientes Visuais, trabalha em uma Escola Estadual no período da manhã. Segundo os alunos tem muitos anos de experiência, é muito competente e exigente, principalmente em relação ao Português.

A professora De

No período matutino trabalha em um Instituto para alunos portadores de Deficiência Visual e a tarde trabalha na Classe de Recursos de uma Escola Estadual. Segundo os alunos é muito competente e humana. Transparece uma relação de confiança entre os alunos e esta professora.

A professora Lia

É uma pedagoga com especialização em ensino de deficientes visuais. Atualmente ocupa dois cargos de grande importância ligados à educação dos portadores de deficiência visual. Demonstra larga experiência e competência.

O professor No

Apresenta sólida formação em Química em Universidade Pública, incluindo mestrado e doutorado. Trabalha na rede estadual de ensino no projeto de inclusão Social. Demonstra ser uma pessoa com grande idealismo.

A professora Gi

Trabalha em um período em Classe de Recursos de Escola Estadual e em outro período trabalha em órgão do governo onde participa de pesquisas para o desenvolvimento de recursos e de metodologias voltadas para o ensino dos portadores de deficiência.

3. O Material

3.1. Desenvolvimento e Construção do Material Didático Definitivo

Para auxiliar na compreensão de conceitos básicos de Química, criamos um material didático com bolas texturizadas que permitem ao aluno, através do toque e com o uso de legenda, o reconhecimento de modelos de elementos químicos, e o estabelecimento de ligações químicas entre seus átomos. Inicialmente teríamos que decidir sobre qual modelo seria mais facilmente manuseado por estudantes portadores de deficiência visual.

Foi confeccionada, em papel cartão, uma tabela periódica com a dimensão 150 x 87 cm. Os quadrados reservados a cada elemento químico foram delimitados por tiras de papel de modo a formar um alto relevo. A notação do símbolo químico e o número atômico de cada elemento foram feitos 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 o estabelecimento de ligações covalentes⁷ por meio de tubos de plástico. Na segunda caixa há bolas com ímãs, permitindo, convencionalmente, o estabelecimento de ligações iônicas⁸ por meio da atração magnética, simulando uma atração eletrostática.

As bolas de isopor que não foram inteiramente revestidas por uma determinada textura, receberam uma camada de cola a base de PVA a fim de que adquirissem maior resistência. Essas bolas, inicialmente “plastificadas,” foram identificadas com dois botões ou com dois feijões colados em posições opostas. Outras, receberam a colagem de uma pequena flor de plástico, de diversos tipos de fitas, um ou mais pedaços de veludo, um pedaço de tela ou foram revestidas com brocal, arroz e milho de pipoca.

⁷ Uma ligação covalente resulta do compartilhamento de um par de elétrons entre os átomos. A força de ligação resulta da atração entre estes elétrons compartilhados e os núcleos positivos dos átomos que participam da ligação. Brady, Humiston (1986).

⁸ Uma ligação iônica ocorre quando um ou mais elétrons são transferidos da camada de valência de um átomo para a camada de valência de outro. O átomo que perde elétrons torna-se um íon positivo (cátion), enquanto o átomo que ganha elétrons torna-se negativamente carregado (um ânion). A ligação iônica resulta da atração entre os íons com cargas opostas. Brady, Humiston (1986).

As bolas que seriam totalmente texturizadas 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. Como exemplo, podemos citar as bolas revestidas com arroz, milho ou brocal e que necessitavam desta proteção para garantir sua durabilidade.

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.

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

Fotografias do Material Didático Definitivo

Fotografia 1

Fotografia 2

Fotografia 3

Fotografia 4

Fotografia 5

Fotografia 6

Fotografia 7

Fotografia 8

Fotografia 9

Fotografia 10

Fotografia 11

Fotografia 12

Fotografia 13

Fotografia 14

Fotografia 1: Classificação Periódica com símbolos químicos e números atômicos em Braille, contendo meias bolas de isopor com as texturas dos modelos representativos dos elementos alcalinos, hidrogênio, carbono, nitrogênio, oxigênio, flúor, cloro e bromo.

Convenção adotada com as bolas de isopor para representar átomos de alguns elementos químicos:

H (hidrogênio) = Bola de isopor com 2,5 cm de diâmetro identificada com a inserção de pequena flor de plástico na sua superfície.

Li (lítio) = Bola de isopor com 3,5 cm de diâmetro identificada com a inserção de um botão com quatro furos em sua superfície.

Na (sódio) = Bola de isopor com 3,5 cm de diâmetro identificada por uma volta de sianinha aderida à superfície.

K (potássio) = Bola de isopor com 5,0 cm de diâmetro, identificada por uma volta de sianinha aderida à superfície.

Rb (rubídio) = Bola de isopor com 5,0 cm de diâmetro identificada por uma volta de fita estreita de nylon sobre sua superfície.

Cs (césio) = Bola de isopor com 5,0 cm de diâmetro, identificada pela inserção de um botão de 4 furos.

Fr (frâncio) = Bola de isopor com 5,0 cm de diâmetro, identificada pela inserção de dois botões de 4 furos.

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.

N (nitrogênio) = Bola de isopor com 5,0 cm de diâmetro, recoberta com grãos de milho de pipoca e com uma camada de cola a base de PVA para protegê-los.

O (oxigênio) = Bola de isopor com 5,0 cm de diâmetro, identificada pela adesão de uma pequena tela de nylon constituindo um retângulo de 2,00 x 2,50 cm.

F (flúor) = Bola de isopor com 5,0 cm de diâmetro, identificada com uma volta de fita de veludo com 1,50 cm de largura.

Cl (cloro) = Bola de isopor com 5,0 cm de diâmetro, recoberta com retângulos de veludo de 1,50 x 2,00 cm.

Br (bromo) = Bola de isopor com 5,0 cm de diâmetro, recoberta por brocal e por uma camada de cola a base de PVA para protegê-la.

Fotografia 2: Modelos representativos de ácido fluorídrico (átomo de hidrogênio unido por ligação covalente à átomo de flúor) e de fluoreto de potássio (átomo de potássio unido por ligação iônica à átomo de flúor).

Convenção utilizada para as ligações químicas representadas nessa foto e nas posteriores:

Ligação Covalente

Pinos de madeira inseridos nas bolas de isopor unidos aos pinos de outras bolas através de pequenos tubos ou mangueiras plásticas.

Ligação Iônica

Uma bola é unida a outra através de imãs.

Fotografia 3: Modelos representativos de cloreto de sódio (átomo de sódio unido por ligação iônica à átomo de cloro) e de ácido clorídrico (átomo de hidrogênio unido por ligação covalente à átomo de cloro).

Fotografia 4: Modelos representativos de ácido bromídrico (átomo de hidrogênio unido por ligação covalente à átomo de bromo) e de brometo de sódio (átomo de sódio unido por ligação iônica à átomo de bromo).

Fotografia 5: Modelos de uma molécula de água (átomo de oxigênio unido por ligações covalentes a dois átomos de hidrogênio) e do átomo de oxigênio.

Fotografia 6: Modelos do átomo de Nitrogênio e da molécula de amônia (átomo de nitrogênio unido por ligações covalentes a três átomos de hidrogênio).

Fotografia 7: Modelos da molécula de metano (átomo de carbono unido por ligações covalentes a quatro átomos de hidrogênio) e do átomo de carbono.

Fotografia 8: Representação de uma molécula de etano (dois átomos de carbono unidos entre si por ligação covalente, e cada um ligado a três átomos de hidrogênio por ligações covalentes).

Fotografia 9: Representação de uma molécula de pentano (cinco átomos de carbono ligados entre si por ligações covalentes, todos eles ligados à átomos de hidrogênio também por ligações covalentes).

Fotografia 10: Representação de uma molécula de 3-metil-pentano (cadeia carbônica idêntica a mencionada na fotografia 9, porém com um radical metil ligado ao terceiro carbono).

Fotografia 11: Representação da molécula de eteno ou etileno (dois átomos de carbono ligados entre si por dupla ligação covalente, e cada um ligado a outros dois átomos de hidrogênio por ligações covalentes simples).

Fotografia 12: Representação da molécula de 1-buteno (seqüência de quatro átomos de carbono, os dois primeiros ligados entre si por dupla ligação covalente e o restante das ligações entre os átomos de carbono e entre estes e átomos de hidrogênio são ligações do tipo covalente simples).

Fotografia 13: Dispositivo de alumínio com demarcações de ângulos de aproximadamente $109,5^\circ$ para a colocação dos pinos de madeira na bola de isopor representativa do átomo de carbono.

Fotografia 14: Outra face do dispositivo apresentado na fotografia 17, oferecendo possibilidades de ângulos de 105° , 120° e 180° .

3.2. A Testagem do Material

Os testes de utilização do material definitivo foram inicialmente realizados para verificar as habilidades no manuseio. Por exemplo, para um aluno representar uma molécula de 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 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 e algumas funções oxigenadas. Isso se constitui em um grande problema para o aluno cego, pois até o presente momento não está sendo usada a nova Grafia Química Braille, o que impossibilita a escrita de fórmulas estruturais e particularmente de fórmulas estruturais condensadas fazendo com que os estudantes tenham dificuldades em registrar as aulas. Mesmo que isso fosse possível, provavelmente não haveria grande significado para o estudante cego.

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 apresentava seqüências em fila de carbonos menores, partindo da cadeia carbônica principal mais ou menos como galhos que partem do tronco de uma árvore.

Ao fazer essa analogia sentimos um desconforto devido à simplicidade da explicação. Percebemos que o que foi dito poderia não ter, para eles, o mesmo significado que tinha para nós (isso aconteceu várias vezes, durante as aulas de reforço em atendimento as suas solicitações).

A seguir, foram montados modelos de moléculas do butano, ciclo butano, pentano e 3-metil-pentano para complementar as explicações e, só nesse 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."* Além disso, 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. A mesma aluna que ficou surpresa com a diferença entre uma cadeia aberta e uma cadeia fechada, após manusear os modelos, disse que *"os átomos de carbono estavam formando uma fila, um atrás do outro, porém estavam tortos"*.

Nesse momento, falamos que o átomo de carbono estava representado como se estivesse no centro de um tetraedro, mas não prosseguimos com esse nível de explicação porque de imediato nos ocorreu que, provavelmente, tais alunos não saberiam identificar essa configuração espacial. Prosseguimos perguntando se eles sabiam o significado de ângulo, mais precisamente ângulo de 90° e pedimos explicações. Falaram que sim, conversamos um pouco a esse respeito, e dissemos que as quatro ligações do carbono tinham o mesmo ângulo, ou seja, que se considerássemos aleatoriamente as ligações de duas a duas, os ângulos seriam sempre os mesmos ($109,5^\circ$).

Isso foi explicado tocando no modelo do átomo de carbono, mostrando que a distância entre dois pinos era aproximadamente a mesma. Os acontecimentos dessa aula serviram para refletirmos, e em uma aula posterior, explicar que a conformação mais estável (menos reativa) do etano por exemplo, é aquela onde os átomos de hidrogênio ligados a um átomo de carbono estejam tão distanciados quanto possível dos átomos de hidrogênio do outro átomo de

carbono. Diante disso, foram apresentados dois modelos espaciais, um com a 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, diante da qualidade de observação da aluna, achamos que poderia ser mencionado algo sobre estabilidade.

Fieser (1967) diz:

“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. [...]A forma de maior estabilidade é chamada de conformação alternada ou dispersa. [...]a molécula de etano na sua forma de menor estabilidade, que é aquela onde as duas séries de átomos de hidrogênio estão o mais próximos possível e aptos a exercer a máxima interação repulsiva. [...]Esta forma de estabilidade mínima é conhecida com o nome de conformação eclipsada” (p.10 e 11).

O modelo do propano foi construído pelos alunos, mas depois por nós ajustado para demonstrar a correspondência entre os três hidrogênios em uma extremidade com três hidrogênios em outra extremidade, e a não correspondência com os hidrogênios ligados ao átomo de carbono central.

Os alcenos⁹ foram explicados a partir do modelo estrutural da molécula de eteno ou etileno. Segundo Fieser (op. cit.):

“A dupla ligação na fórmula de Kekulé representa dois pares de elétrons compartilhados. Como um par de elétrons é suficiente para manter os dois átomos de carbono reunidos, iremos esperar com este par eletrônico uma reatividade extra, não possuída pelo etano. De fato, este é o caso: o etileno é um composto reativo oferecendo interessantes oportunidades para o seu uso nas sínteses” (p. 27).

⁹ Alcenos: São também conhecidos como alquenos, olefinas ou hidrocarbonetos etilênicos. São hidrocarbonetos acíclicos, contendo uma única dupla ligação entre átomos de carbono.

Os alcinos¹⁰ não foram demonstrados concretamente através de modelos, apenas foram conceituados e discutidos em nível teórico.

Devido à impossibilidade de os alunos escreverem ou lerem fórmulas estruturais em Braille, algumas das funções orgânicas estudadas nas aulas regulares foram representadas por modelos nas aulas de reforço. Quando isso foi feito, procurou-se estabelecer um diálogo para que conversássemos sobre o uso, no cotidiano, das substâncias mais comuns e para que pudéssemos avaliar o quanto os alunos estavam entendendo do assunto.

Compostos derivados do metano, como os haletos de metila apresentam apenas uma fórmula estrutural, obtida pela substituição de apenas um átomo de hidrogênio por um halogênio, o que foi demonstrado por modelos representando moléculas de fluoreto de metila, brometo de metila e cloreto de metila.

Segundo Fieser & Fieser (1966):

“Posto que o átomo de carbono é tetraédrico e a molécula do metano tem uma completa simetria no espaço, os quatro átomos de hidrogênio são equivalentes. Se imaginarmos que um deles é substituído por cloro, resultará indiferente qual deles seja” (p.45).

Foram também discutidas algumas idéias sobre isomeria plana, tendo como recurso didático unicamente os modelos espaciais. Os alunos identificaram, com uma certa facilidade, as estruturas com mesma fórmula molecular, mas com diferentes posições de um grupo funcional (isomeria de posição). Para isso, foram usados os modelos representando o 1,1-dicloroetano e o 1,2 dicloroetano. Ao trabalharmos esses exemplos de haletos orgânicos, nos ocorreu que se fosse de interesse, essa abordagem poderia servir de subsídio para um aprofundamento futuro em que se discutiria a possibilidade de isomeria estrutural entre duas moléculas de 1,2-dicloroetano, com a conformação dispersa (mais estável) e com a conformação eclipsada (menos estável).

Segundo Fieser (op. cit.):

“[...]Se o átomo de cloro é bem maior do que o átomo de hidrogênio, dois átomos de cloro em carbonos adjacentes aproximam-se mais do que dois átomos de hidrogênio na mesma situação. Portanto, a repulsão entre estes

¹⁰ Alcinos: São também conhecidos como alquinos ou hidrocarbonetos acetilênicos. São hidrocarbonetos acíclicos, contendo uma única tripla ligação entre átomos de carbono.

dois átomos de cloro sobrepostos deverá ser bem maior do que entre dois átomos de hidrogênio sobrepostos” (p. 12).

Como exemplo de isomeria plana ainda foram apresentados modelos com a presença de um heteroátomo em diferentes posições na cadeia carbônica, o que pode ser demonstrado nas representações da molécula do éter etílico e da molécula do éter metil-propílico.

A função álcool foi também explicada através de modelos. Foram representadas moléculas de metanol, etanol e propanol, a fim de que os alunos identificassem esse grupo de compostos pela presença da hidroxila ligada à cadeia carbônica saturada (com átomos de carbono que somente apresentam ligações simples entre si).

Foram também utilizados modelos para que fosse discutida a isomeria de função. Os alunos receberam representações de uma molécula de etanol e de uma molécula de éter metílico, contaram o número de átomos de cada elemento e perceberam que tratavam-se de compostos diferentes, mas com mesma fórmula molecular.

Segundo tabelas apresentadas em Fieser & Fieser (op. cit.), ambos os compostos apresentam isomeria estrutural e têm a fórmula molecular C_2H_6O . O álcool etílico encontra-se na temperatura ambiente, no estado líquido e apresenta ponto de ebulição igual a $78,3^{\circ}C$ (p.356). O dimetil éter é um gás, a temperatura ambiente, que pode ser condensado por resfriamento em gelo seco; o líquido tem ponto de ebulição igual a $-24,9^{\circ}C$ (p. 407).

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

Algumas Fotografias da Testagem do Material

Fotografia 15

Fotografia 16

Fotografia 17

Fotografia 18

Fotografia 15: Aluno reconhece modelo representativo de uma molécula de propano (três átomos de carbono ligados entre si e com átomos de hidrogênio através de ligações covalentes).

Fotografia 16: Aluno conta átomos de carbono no modelo representativo de uma molécula de pentano (seqüência de cinco átomos de carbono ligados entre si e com átomos de hidrogênio através de ligações covalentes).

Fotografia 17: Aluna compara modelo representativo de uma molécula de butano (seqüência de quatro átomos de carbono ligados entre si e com átomos de hidrogênio através de ligações covalentes) com modelo de uma molécula de ciclobutano (seqüência de quatro átomos de carbono formando um anel, todos unidos entre si e com átomos de hidrogênio através de ligações covalentes normais).

Fotografia 18: Aluna identifica modelo representativo de éter etílico (a cadeia é representada por dois átomos de carbono, um átomo de oxigênio e dois átomos de carbono, todos unidos entre si por ligações covalentes, os átomos de carbono também estabelecem ligações covalentes com átomos de hidrogênio) após identificação do modelo representativo de éter metílico (a cadeia é representada por um átomo de carbono, um átomo de oxigênio e um átomo de carbono unidos por ligações covalentes com estabelecimento de ligações entre átomos de carbono e átomos de hidrogênio também por ligações covalentes).

Após ampla testagem da montagem e aplicação dos modelos espaciais no ensino de Química Orgânica resolvemos modificar e transcrever para a Grafia Braille uma atividade de equilíbrio químico, porém fazendo uma analogia entre modelos tridimensionais e modelos bidimensionais, ambos texturizados. Queríamos ver se os alunos seriam capazes de interpretar um exercício com modelos planos.

Inicialmente citaremos um trecho de uma explicação e um exercício segundo Marcondes e Pitombo (1995).

"TRANSFORMAÇÃO ENVOLVENDO OS GASES NO_2 E N_2O_4

O gás dióxido de nitrogênio (NO_2) é castanho-avermelhado e o gás tetróxido de dinitrogênio (N_2O_4) é praticamente incolor. Sabe-se que o gás NO_2 pode-se transformar no gás N_2O_4 e este em NO_2 , dependendo das condições de pressão e/ou temperatura.

Sendo o 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 NO_2 se transforma em N_2O_4 , a cor castanho-avermelhada torna-se menos intensa. Quando N_2O_4 se transforma em NO_2 a cor castanho-avermelhada se intensifica.

EXERCÍCIO:

Procure explicar:

A constância da cor do gás no tubo de NO_2 nas temperaturas de 0°C , 25°C e 100°C . Para isso, utilize as representações que seguem, em que $\bullet\bullet$ indica NO_2 e $\bullet\bullet\bullet\bullet$ N_2O_4 .

100 °C
marrom-avermelhado
intenso

25 °C
marrom-avermelhado
menos intenso

0 °C
leve coloração
marrom-avermelhada

A atividade acima será reelaborada com a afirmação de que quanto mais alta a temperatura, o sistema em equilíbrio conterá maior concentração de NO_2 em mol/L. O aluno deverá relacionar os

sistemas com modelos texturizados com as temperaturas de 0°C, 25°C e 100°C.

THEORY OF THE EARTH

THEORY OF THE EARTH

THEORY OF THE EARTH

THEORY OF THE EARTH

THEORY OF THE EARTH

THEORY OF THE EARTH

THEORY OF THE EARTH

THEORY OF THE EARTH

THEORY OF THE EARTH

THEORY OF THE EARTH

THEORY OF THE EARTH

THEORY OF THE EARTH

THEORY OF THE EARTH

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

IV. ANÁLISE E TRATAMENTO DOS DADOS

A maioria dos modelos, disponíveis no mercado, representam os elementos químicos por bolas que são diferenciadas por cor e tamanho. Esse seria um material didático de uso limitado numa classe com inclusão social de alunos portadores de deficiência visual. Em decorrência disto, testamos e verificamos ser útil o uso do conjunto de bolas texturizadas produzidas para substituir os modelos coloridos convencionais o que foi facilmente manuseado através de habilidade no tato.

Percebemos que é possível estudantes cegos manusearem e reconhecerem, através de legenda, um material didático texturizado independentemente da cegueira ser congênita ou adquirida, partindo do pressuposto de que todos os alunos, a quem o material está sendo destinado, sabem ler pelo método Braille e têm o sentido do tato. Documentamos em parte, a testagem do material com um filme de seis minutos de duração, no qual os alunos manuseiam o material consultando na classificação periódica as texturas das bolas representativas de alguns elementos e montando alguns modelos moleculares. Na mesma fita há a exemplificação de uma aula reforço de Química Orgânica, na qual através do diálogo podemos avaliar a compreensão de certos conceitos básicos, já que os alunos ainda não escrevem fórmulas estruturais em Braille, se isso ocorresse, suas respostas poderiam ser transcritas pela professora especialista para posterior avaliação.

O exercício de equilíbrio químico com modelos bidimensionais foi facilmente interpretado e resolvido por todos os alunos aos quais foi aplicado.

A entrevista respondida pelos professores, citado no item 2.3, "Diagnóstico da Realidade do Ensino de Química para Alunos Portadores de Deficiência Visual" teve o agrupamento de todas as respostas por questão que depois foram dispostas em quadros para uma melhor visualização. Logo após foram criadas tabelas com categorias para permitir uma melhor análise dos dados.

1ª Questão:

Quais as maiores dificuldades que o(a) senhor(a) tem detectado, em relação aos alunos portadores de deficiência visual

quanto à interpretação das questões de Química e quanto a formulação de suas respostas em Braille?

Ni:

- Falta de entrosamento entre a Sala de Recursos e o professor da matéria, que não procura apoio.
- Às vezes, falta ao professor boa vontade, ou tempo para explicações individuais ao aluno deficiente e acaba acomodando a situação, através de trabalhos escritos.
- Dificuldade na confecção de material específico, para melhor compreensão .
- Livros, em Braille, muito antigos.
- Troca constante de professores. Não se usa o mesmo material datilografado em Braille para o ano seguinte.
- O professor, muitas vezes, subestima o aluno deficiente visual na aprendizagem da matéria.

De:

- A maior dificuldade é a falta de entrosamento entre o prof. da Sala de Recursos e o prof. de Química que não procura e não aceita apoio.
- Acredita ser suficiente para explicar sua matéria e às vezes fica fora do horário tirando dúvidas dos alunos.
- São feitas provas do tipo oral, o que termina prejudicando o aluno, pois o mesmo perde o hábito de ler e entender as fórmulas em Braille.
- Os livros são muito antigos e há dificuldades na confecção de material.

Lia:

a) O desconhecimento, pelo aluno, das notações químicas transcritas para a simbologia Braille.

b) Apenas ouvir uma explanação sem ter nenhuma base concreta para entendê-la, dificulta muito a formação de conceitos. A visualização do que o professor coloca na lousa, acompanhada da devida explicação, ajuda muito o entendimento, por exemplo, dos símbolos químicos numa equação.

Exemplificando a resposta:

Se o professor, ao mesmo tempo que nomeia a água como H_2O , escrevendo este símbolo na lousa ou então escrevendo SO_4^{2-} , os alunos que enxergam percebem a relação entre os símbolos e os seus significados. O cego poderá entender H_2O ou SO_4^{2-} . Para ele, o número menor colocado à direita e um pouco abaixo da letra, como o professor provavelmente explicaria, pouco significa, pois na Grafia Braille convencional não existe “o número menor e um pouco abaixo”. A escrita Braille convencional é representada de forma linear dentro de uma cela de tamanho uniforme.

No:

Os alunos deficientes visuais são em geral interessados pela disciplina de Química, porém nas aulas normais precisam de um acompanhamento melhor, que devido aos demais alunos em sala de aula, dificulta uma atenção mais direcionada, por isso faz-se necessário atendê-los em outro horário estipulado para sanar eventuais dúvidas ou reforço para a aprendizagem.

Gi:

Muitas vezes a falta de interesse do prof. de Química em utilizar materiais concretos para o ensino da matéria. Isso leva o aluno a apenas transcrever a teoria.

Até dezembro de 2002 a transcrição da Química tinha algumas lacunas, com a nova grafia a possibilidade do aluno estudar a matéria é muito maior.

2ª Questão:

Na sua opinião, o que poderia ser feito para que os deficientes visuais tivessem um melhor aprendizado, incluindo melhores noções de Química?

Ni:

Seria necessário que o aluno pudesse consultar mais livros, em Braille, atualizados. O aluno deveria ter acesso a material específico.

De:

- Material atualizado para consultas e específico para a sua deficiência.
- Número de alunos reduzidos nas salas de aula.

Lia:

Em primeiro lugar, que o professor procurasse se interessar mais pelo aluno deficiente visual e suas dificuldades face à matéria exposta.

Em segundo lugar que houvesse mais especialistas na educação de deficientes visuais para servir de apoio tanto para o aluno como para o professor de Química. O entrosamento destes dois profissionais deveria ser o mais perto possível do perfeito para que o aluno fosse beneficiado amplamente.

Como sabemos que estas situações são ideais e não reais, poderíamos, pelo menos, imaginar uma tentativa de aproximação entre professor-aluno, formando um elo de entendimento e reciprocidade para que as dificuldades existentes sejam menores e o aproveitamento mais significativo, para ambos.

No:

Esta questão está diretamente relacionada à questão anterior, pois tal procedimento permite de fato um avanço bem maior, do que simplesmente é possível nos horários normais de aulas que eles têm.

Gi:

Na formação do professor teria que haver uma disciplina de educação especial. O número de Salas de Recursos deveria ser ampliado.

3ª Questão:

Nos parâmetros curriculares nacionais há sugestões de adaptações curriculares significativas para atender as necessidades dos estudantes portadores de deficiência visual, mas nem sempre isso se concretiza na prática. Por quê?

Ni:

Devido à falta de um trabalho simultâneo, cooperativo e participativo. Ao planejar as atividades, o professor ignora a presença de alunos com necessidades especiais.

De:

Falta de trabalho conjunto: ensino comum / ensino especial. Geralmente o professor, ao planejar suas aulas, esquece o aluno com necessidades especiais.

Lia:

A inclusão escolar significa bem mais do que apenas aceitar a matrícula de um aluno portador de deficiência visual numa escola de ensino regular, uma vez que esta é uma situação garantida pela Constituição Federal. A inclusão é bem mais do que este aspecto externo da questão, ela é alguma coisa mais intrínseca, mais particular, de aceitação interna. Para que a inclusão ocorra, é necessário, primordialmente, que o aluno deficiente visual seja reconhecido como uma pessoa que raciocina, que é sensível, que tem aspirações e procura torná-las realidade. Sendo assim, ele deve ser respeitado como tal, fazendo parte do grupo social escolar, como todos os outros alunos, não esquecendo somente que este educando é, apenas, portador de uma limitação sensorial.

Outro aspecto a ser levado em consideração, é que deixe de ser predominante, entre professores, a idéia de “ser mais fácil atribuir uma nota que aprove o aluno deficiente visual” do que, pelo menos, tentar fazer alguma coisa para que o educando entenda as noções de Química que se pretende transmitir.

Posso afirmar, sem medo de ser pessimista ou discriminatória que, a maioria dos professores agem desta forma por: desconhecimento do que é a cegueira e o que ela representa na vida social de seu aluno.

No:

Há concordância quanto a este parecer; na prática salienta-se portanto, que embora o tratamento deva ser igual, há necessidade

de uma atenção maior; considerando-se que são alunos portadores de deficiência, todavia muitos deles com confirmada eficiência; para os quais há sempre empenho e esforços para vê-los totalmente integrados, não só na aprendizagem, como também na sociedade.

Gi:

Por falta de interesse do professor.

Quadros com as incidências de respostas as três perguntas formuladas

1. Quais as maiores dificuldades detectadas em relação aos alunos portadores de deficiência visual quanto à interpretação das questões de Química e quanto a formulação de suas respostas em Braille?

Quadro 1

	Incidência de Respostas (5 professores)
Falta de entrosamento entre o professor de sala de recursos e o professor da matéria que não procura apoio.	2
Livros, em Braille, muito antigos.	2
Dificuldade no entendimento de fórmulas na grafia Braille.	2
Explicação da teoria sem uma base concreta dificulta o entendimento ou seja, a dificuldade na confecção de material específico.	3
Dificuldades de dispensar uma atenção mais direcionada aos alunos portadores de deficiência visual devido ao grande número de alunos.	1
Necessidade de atender aos alunos para sanar dúvidas em outro horário.	2
Troca constante de professores.	1
Falta de boa vontade ou tempo para explicações individuais.	1
Outras	2

2. O que poderia ser feito para que os deficientes visuais tivessem um melhor aprendizado, incluindo melhores noções de Química?

Quadro 2

	Incidência de Respostas (5 professores)
Consulta a mais livros em Braille atualizados. Acesso a material específico para a sua deficiência.	2
Número reduzido de alunos em sala de aula.	1
Que o professor procurasse se interessar mais pelo aluno deficiente visual e suas dificuldades face a matéria exposta.	1
Que houvesse mais especialistas na educação de deficientes visuais para servir de apoio tanto para o aluno como para o professor de Química ou houvesse na formação do professor uma disciplina de educação especial.	2
Aulas extras, fora dos horários normais.	1
Uma tentativa de aproximação entre professor-aluno, formando um elo de entendimento e reciprocidade para que as dificuldades existentes sejam menores e o aproveitamento mais significativos para ambos.	1

3. Nos parâmetros curriculares nacionais há sugestões adaptações curriculares significativas para atender as necessidades dos estudantes portadores de deficiência visual, mas nem sempre isso se concretiza na prática. Por quê?

Quadro 3

	Incidência de Respostas (5 professores)
Ao planejar as atividades o professor ignora a presença de alunos com necessidades especiais.	2
O professor acha mais fácil atribuir uma nota que aprove o aluno deficiente visual, muitas vezes por desconhecimento do que é a cegueira e o que ela representa na vida social de seu aluno.	1
Há necessidade de uma atenção maior considerando-se que são alunos portadores de deficiência toda via muitos deles com confirmada eficiência.	1
Por falta de interesse do professor.	1

A partir dos quadros anteriores criaremos, a seguir, outras tabelas com as incidências de respostas mais generalizadas em

categorias mais abrangentes, o que tornará mais fácil a identificação do posicionamento dos professores em relação às questões apresentadas.

Tabelas com Categorias Abrangentes

1. Quais as maiores dificuldades detectadas em relação aos alunos portadores de deficiência visual quanto à interpretação das questões de Química e quanto a formulação de suas respostas em Braille?

Tabela 1

	Incidência de Respostas (5 professores)
Dificuldades atribuídas a atuação do professor.	7
Dificuldades atribuídas à ausência de materiais didáticos adequados.	5
Outros.	4

2. O que poderia ser feito para que os deficientes visuais tivessem um melhor aprendizado, incluindo melhores noções de Química?

Tabela 2

	Incidência de Respostas (5 professores)
Atitudes por parte do professor.	4
Materiais específicos para sua deficiência, livros em Braille atualizados.	2
Número reduzido de alunos em sala de aula e aulas extras fora dos horários normais (melhor estrutura para atenção mais direcionada).	2

3. Nos parâmetros curriculares nacionais há sugestões adaptações curriculares significativas para atender as necessidades dos estudantes portadores de deficiência visual, mas nem sempre isso se concretiza na prática. Por quê?

Tabela 3

	Incidência de Respostas (5 professores)
O professor deve levar em consideração o aluno portador de deficiência visual quando planeja suas aulas, se interessar mais pela deficiência do aluno procurando compreendê-la e dar mais atenção.	5

V. CONCLUSÕES

Verificamos que os alunos portadores de deficiência visual com os quais trabalhamos, apresentam habilidade no manuseio de modelos espaciais. Concluímos 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 as nossas aulas de reforço ocorrerem no período vespertino e nunca com os referidos alunos incluídos na sala comum, devido a trabalharmos no período matutino em outras escolas, mas concluímos que é possível que o mesmo material, a ser manuseado pelo aluno portador de deficiência visual, 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 no alfabeto 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 consequência 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.

O questionário aplicado aos professores revelou que a maioria atribui a eles próprios a responsabilidade em relação às ações que levam um melhor aprendizado de Química ao aluno portador de deficiência visual, e também menciona a falta de material didático adequado.

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 controvertido, 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 pode ser modificada.

Queremos elucidar 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, devido a constatar-se uma carência de estudos nessa área.

Não poderíamos deixar de expressar, como uma das conclusões dessa pesquisa, que o conhecimento adquirido foi muito vasto, mas maior ainda, foi o ganho no aprimoramento das relações humanas.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMIRALIAN, M. L. T. M. Compreendendo o Cego através do Procedimento de Desenhos - Estórias: uma abordagem psicanalítica da influência de cegueira na organização da personalidade. Tese de Doutorado. Orientador: Prof. Dr. Walter Trinca. IPUSP, 1992.

AZEVEDO, I. B. de. O Prazer da Produção Científica. Piracicaba, Editora UNIMEP, 1996.

BARDIN, L. Análise de Conteúdo. Lisboa, Edições 70, Lda, 2000.

BAUMEL, R.C.R. de C. Habilidades dos Professores dos Portadores da Deficiência Visual – Estado do Paraná. Tese de Doutorado. Orientador: Prof. Dr. Nélío Parra. FEUSP, 1990.

BRADY, J. E. ; HUMISTON, G. E. Química Geral. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., 1987.

CAIADO, K. R. M. Lembranças da Escola: histórias de vida de pessoas deficientes visuais. Tese de Doutorado. Orientadora: Prof^a Dra. Roseli C. Rocha de C. Baumel. FEUSP, 2002.

CARROLL, T. J. Cegueira. O que ela é, o que ela faz e como viver com ela. São Paulo, Fundação para o Livro do Cego no Brasil, 1968.

CASTRO, A. M. de. A Prática Pedagógica dos professores de Ciências e a Inclusão do Aluno com Deficiência Visual na Escola Pública. Dissertação de mestrado. Orientadora: Prof^a. Dr^a. Roseli C. Rocha de C. Baumel. FEUSP, 2002.

CENP, Educação Especial, Perspectivas e Reflexões, Coletânea de Textos, Série Argumento. Secretaria de Estado da Educação. São Paulo, 1996.

CHIAROTTINO, Z. R. Piaget: Modelo e Estrutura. Rio de Janeiro, Livraria José Olympio Editora, 1972.

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, outubro 1982.

FIESER, L. F. Química em 3 dimensões. Brasília, Editora Universidade de Brasília, 1967.

FIESER, L. F. ; FIESER, M. Química Orgânica Superior. Barcelona – México, Ediciones Grijalbo, S. A., 1966.

FREITAS, L. C. G. Prêmio Nobel de Química 1968, Química Nova na Escola. Nº 8, p. 3-6, novembro 1998.

HALLIDAY, C. Crescimento, Aprendizagem e Desenvolvimento da Criança Visualmente Incapacitada do Nascimento à Idade Escolar. São Paulo, Fundação para o Livro do Cego no Brasil, 1975.

INHELDER, B; PIAGET, J. Da Lógica da Criança à Lógica do Adolescente. São Paulo, Livraria Pioneira Editora, 1976.

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.

MEC, Parâmetros Curriculares Nacionais, Adaptações Curriculares, Estratégias para a Educação de Alunos com Necessidades Educacionais Especiais. Brasília – DF, Produção Editorial da Educação Especial, 1999.

MEC, Subsídios para Organização e Funcionamento de Serviços de Educação Especial, Área de Deficiência Visual, Série DIRETRIZES. Brasília – DF, Produção Editorial da Educação Especial, 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, January, 1970.

RANIERI, N. B. S. Educação Superior , Direito e Estado: na Lei de Diretrizes e Bases. São Paulo, Edusp, 2000.

RIBEIRO, M. L. S. ; BAUMEL, R. C. R. de C. Educação Especial Do Querer ao Fazer. São Paulo, EDITORA AVERCAMP LTDA, 2003.

SANTOS, L. T. dos. O Olhar do Toque: Aprendendo com o aluno cego a tecer o ensino de Física. Dissertação de Mestrado. Orientador: Luis Carlos de Menezes. IFUSP, IQUSP e FEUSP, 2001.

SEVERINO, A. J. Metodologia do Trabalho Científico. São Paulo, Editora Cortez, 1998.

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.

VYGOTSKY, L.S. A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. organizadores Michael Cole...[et al]. tradução José Cipolla neto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. São Paulo, Livraria Martins Fontes Editora Ltda, 1998.

XAVIER, A. G. P. Ética, Técnica e Política: A Competência Docente na Proposta Inclusiva, Integração. Ano 14, nº 24, p. 18 – 21, 2002.

ANEXO I

ENTREVISTAS COM PROFESSORES

Nome: **Ni**

Função: Prof^a de Classe de Recursos para Deficientes Visuais

Local de Trabalho: Escola Estadual – São Paulo

1. Quais as maiores dificuldades que a senhora tem detectado, em relação aos alunos portadores de deficiência visual quanto à interpretação das questões de Química e quanto a formulação de suas respostas em Braille?

- Falta de entrosamento entre a Sala de Recursos e o professor da matéria, que não procura apoio.
- Às vezes, falta ao professor boa vontade, ou tempo para explicações individuais ao aluno deficiente e acaba acomodando a situação, através de trabalhos escritos.
- Dificuldade na confecção de material específico, para melhor compreensão .
- Livros, em Braille, muito antigos.
- Troca constante de professores. Não se usa o mesmo material datilografado em Braille para o ano seguinte.
- O professor, muitas vezes, subestima o aluno deficiente visual na aprendizagem da matéria.

2. Na sua opinião, o que poderia ser feito para que os deficientes visuais tivessem um melhor aprendizado, incluindo melhores noções de Química?

Seria necessário que o aluno pudesse consultar mais livros, em Braille, atualizados. O aluno deveria ter acesso a material específico.

3. Nos parâmetros curriculares nacionais há sugestões de adaptações curriculares significativas para atender as necessidades dos estudantes portadores de deficiência visual, mas nem sempre isso se concretiza na prática. Por quê?

Devido à falta de um trabalho simultâneo, cooperativo e participativo. Ao planejar as atividades, o professor ignora a presença de alunos com necessidades especiais.

Nome: **De**

Função: Profª de Classe de Recursos para Deficientes Visuais

Local de Trabalho: Escola Estadual – São Paulo

1. Quais as maiores dificuldades que a senhora tem detectado, em relação aos alunos portadores de deficiência visual quanto à interpretação das questões de Química e quanto a formulação de suas respostas em Braille?

- A maior dificuldade é a falta de entrosamento entre o prof. da Sala de Recursos e o prof. de Química que não procura e não aceita apoio.
- Acredita ser suficiente para explicar sua matéria e às vezes fica fora do horário tirando dúvidas dos alunos.
- São feitas provas do tipo oral, o que termina prejudicando o aluno, pois o mesmo perde o hábito de ler e entender as fórmulas em Braille.
- Os livros são muito antigos e há dificuldades na confecção de material.

2. Na sua opinião, o que poderia ser feito para que os deficientes visuais tivessem um melhor aprendizado, incluindo melhores noções de Química?

- Material atualizado para consultas e específico para a sua deficiência.
- Número de alunos reduzidos nas salas de aula.

3. Nos parâmetros curriculares nacionais há sugestões de adaptações curriculares significativas para atender as necessidades dos estudantes portadores de deficiência visual, mas nem sempre isso se concretiza na prática. Por quê?

Falta de trabalho conjunto: ensino comum / ensino especial.

Geralmente o professor, ao planejar suas aulas, esquece o aluno com necessidades especiais.

Nome: **Lia**

Função: Pedagoga com especialização em ensino de deficientes visuais

Local de trabalho: Biblioteca

1. Quais as maiores dificuldades que a senhora tem detectado , em relação aos alunos portadores de deficiência visual quanto à interpretação das questões de Química e quanto a formação de suas respostas em Braille?

a) O desconhecimento, pelo aluno, das notações químicas transcritas para a simbologia Braille.

b) Apenas ouvir uma explanação sem ter nenhuma base concreta para entendê-la, dificulta muito a formação de conceitos. A visualização do que o professor coloca na lousa, acompanhada da devida explicação, ajuda muito o entendimento, por exemplo, dos símbolos químicos numa equação.

Exemplificando a resposta:

Se o professor, ao mesmo tempo que nomeia a água como H_2O , escrevendo este símbolo na lousa ou então escrevendo SO_4 , os alunos que enxergam percebem a relação entre os símbolos e os seus significados. O cego poderá entender H_2O ou SO_4^{2-} . Para ele, o número menor colocado à direita e um pouco abaixo da letra, como o professor provavelmente explicaria, pouco significa, pois em Braille não existe "o número menor e um pouco abaixo". A escrita Braille convencional é representada de forma linear dentro de uma cela de tamanho uniforme.

2. Na sua opinião, o que poderia ser feito para que os deficientes visuais tivessem um melhor aprendizado incluindo melhores noções de Química?

Em primeiro lugar, que o professor procurasse se interessar mais pelo aluno deficiente visual e suas dificuldades face à matéria exposta.

Em segundo lugar que houvesse mais especialistas na educação de deficientes visuais para servir de apoio tanto para o aluno como para o professor de Química. O entrosamento destes dois profissionais deveria ser o mais perto possível do perfeito para que o aluno fosse beneficiado amplamente.

Como sabemos que estas situações são ideais e não reais, poderíamos, pelo menos, imaginar uma tentativa de aproximação entre professor-aluno, formando um elo de entendimento e reciprocidade para que as dificuldades existentes sejam menores e o aproveitamento mais significativo, para ambos.

3. Nos parâmetros curriculares nacionais há sugestões de adaptações curriculares significativas para atender as necessidades dos estudantes portadores de deficiência visual, mas nem sempre isso se concretiza na prática. Por quê?

A inclusão escolar significa bem mais do que apenas aceitar a matrícula de um aluno portador de deficiência visual numa escola de ensino regular, uma vez que esta é uma situação garantida pela Constituição Federal. A inclusão é bem mais do que este aspecto externo da questão, ela é alguma coisa mais intrínseca, mais particular, de aceitação interna. Para que a inclusão ocorra é necessário, primordialmente, que o aluno deficiente visual seja reconhecido como uma pessoa que raciocina, que é sensível, que tem aspirações e procura torná-las realidade. Sendo assim, ele deve ser respeitado como tal, fazendo parte do grupo social escolar, como todos os outros alunos, não esquecendo somente que este educando é, apenas, portador de uma limitação sensorial.

Outro aspecto a ser levado em consideração, é que deixe de ser predominante, entre professores, a idéia de “ser mais fácil atribuir uma nota que aprove o aluno deficiente visual” do que, pelo menos, tentar fazer alguma coisa para que o educando entenda as noções de Química que se pretende transmitir.

Posso afirmar, sem medo de ser pessimista ou discriminatória que, a maioria dos professores agem desta forma por: desconhecimento do que é a cegueira e o que ela representa na vida social de seu aluno.

Nome: **No**

Função: Professor de Química

Local de trabalho: Escola Estadual – São Paulo

1. Quais as maiores dificuldades que o senhor tem detectado, em relação aos alunos portadores de deficiência visual quanto a interpretação das questões de Química?

Os alunos deficientes visuais são em geral interessados pela disciplina de Química, porém nas aulas normais precisam de um acompanhamento melhor, que devido aos demais alunos em sala de aula, dificulta uma atenção mais direcionada, por isso faz-se necessário atendê-los em outro horário estipulado para sanar eventuais dúvidas ou reforço para a aprendizagem.

2. Na sua opinião o que poderia ser feito para que os deficientes visuais tivessem um melhor aprendizado, incluindo melhores noções de Química?

Esta questão está diretamente relacionada à questão anterior, pois tal procedimento permite de fato um avanço bem maior, do que simplesmente é possível nos horários normais de aulas que eles têm.

3. Nos parâmetros curriculares nacionais há sugestões de adaptações curriculares significativas para atender as necessidades dos estudantes portadores de deficiência visual, mas nem sempre isso se concretiza na prática. Por quê?

Há concordância quanto a este parecer; na prática salienta-se portanto, que embora o tratamento deva ser igual, há necessidade de uma atenção maior; considerando-se que são alunos portadores de deficiência, todavia muitos deles com confirmada eficiência; para os quais há sempre empenho e esforços para vê-los totalmente integrados, não só na aprendizagem, como também na sociedade.

Nome: **Gi**

Função: Prof^a de Sala de Recursos

Local de Trabalho: Escola Estadual – São Paulo

1. Quais as maiores dificuldades que a senhora tem detectado, em relação aos alunos portadores de deficiência visual quanto à interpretação das questões de Química e quanto a formulação de suas respostas em Braille?

Muitas vezes a falta de interesse do prof. de Química em utilizar materiais concretos para o ensino da matéria. Isso leva o aluno a apenas transcrever a teoria.

Até dezembro de 2002 a transcrição da Química tinha algumas lacunas, com a nova grafia a possibilidade do aluno estudar a matéria é muito maior.

2. Na sua opinião, o que poderia ser feito para que os deficientes visuais tivessem um melhor aprendizado, incluindo melhores noções de Química?

Na formação do professor teria que haver uma disciplina de educação especial. O número de Salas de Recursos deveria ser ampliado.

3. Nos parâmetros curriculares nacionais há sugestões de adaptações curriculares significativas para atender as necessidades dos estudantes portadores de deficiência visual, mas nem sempre isso se concretiza na prática. Por quê?

Por falta de interesse do professor.