

Química além da visão: uma proposta de material didático para ensinar química para deficientes visuais

*Cássia Cristina Campos Duarte¹, Laís Cristina Suemi Oshiro²,
Ludmila Pereira de Carvalho³, Edeemar Benedetti Filho⁴, James Alves de Souza⁵*

Resumo: *A Química é o ramo da ciência que estuda a matéria e suas propriedades. Os Parâmetros Curriculares ressaltam que o Ensino de Química não pode se resumir apenas à transmissão de conhecimento, mas também fazer referência com o cotidiano do aluno de modo a facilitar a assimilação dos conteúdos. Para isso, faz-se uso de representações como materiais macroscópicos, gráficos e experimentos, para que fenômenos sejam percebidos por meio de alteração de cores, precipitações etc. Estes procedimentos geralmente são baseados na percepção visual. Mas e no caso de alunos portadores de deficiência visual? Estes ficariam privados de um Ensino de Química mais dinâmico e lúdico? Neste trabalho nós apresentamos uma proposta de elaboração de materiais alternativos para levar conteúdos da Química de uma forma mais envolvente para estes alunos. A partir da adaptação de imagens, gráficos e ilustrações do capítulo de um livro didático de Química, mostramos que é possível os alunos assimilarem conceitos científicos diversos, que a princípio só poderiam ser ensinados a partir da percepção visual. Também apresentamos uma sugestão de sequência didática para uso do material desenvolvido baseada em nosso relato de experiência com uma turma de sete alunos portadores de deficiência visual.*

Palavras-chave: *Química. Materiais Alternativos. Deficiência Visual. Inclusão Escolar.*

Área Temática: *Educação.*

Chemistry Beyond Vision: A Teaching Material Proposal to Teach Chemistry to the Visually Impaired

Abstract: *Chemistry is a branch of science that studies matter and its properties. The guidelines for chemistry teaching emphasize that it should not be restricted to the transmission of knowledge. It has to make references to the daily life of students in order to facilitate the assimilation of content. Representations are used for that purpose, such as microscopic teaching materials, graphics and experiments so that one can understand phenomena through color changing, precipitate formation, etc. These procedures are generally based on the visual perception of students. What about students with visual impairment? They would be deprived of a more dynamic and playful chemistry teaching? In this work we present a proposal to develop an alternative teaching material for bringing the content of chemistry in a winsome and engaging way for such students. From the adaptation of images, graphics and illustrations of chapter of a chemistry textbook, we show that it is possible for students to assimilate several scientific concepts, which at first could be taught only from the visual perception. We also provide a suggestion of educational sequence for the use of the developed material based on our experience with a group of 7 students with visual impairment.*

Keywords: *Chemistry. Alternative Teaching Material. Visual Impairment. Educational Inclusion.*

¹ Mestre em Educação pela UNICAMP, Campinas - SP, Brasil.

² Graduanda do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, Sorocaba -SP, Brasil.

³ Graduanda do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, Sorocaba -SP, Brasil.

⁴ Professor Doutor do Departamento de Física, Química e Matemática da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, Campus Sorocaba, Sorocaba - SP, Brasil. Rodovia João Leme dos Santos, km 110, Bairro do Itinga, CEP: 18052-780, Brasil. Tel. (15) 3229 6132. E-mail: edemar@ufscar.br

⁵ Professor Doutor do Departamento de Física, Química e Matemática da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, Campus Sorocaba, Sorocaba - SP, Brasil.

Química más allá de la visión: Una propuesta de material didáctico para enseñar química para deficientes visuales

Resumen: *La química es la rama de la ciencia que estudia la materia y sus propiedades. Los parámetros curriculares resaltan que la enseñanza de química no puede resumirse sólo a la transmisión de conocimiento, sino también hacer referencia con el cotidiano del alumno de modo a facilitar la asimilación de los contenidos. Para ello, se hace uso de representaciones como materiales macroscópicos, gráficos y experimentos para que fenómenos sean percibidos por medio de alteración de colores, precipitaciones, etc. Estos procedimientos generalmente se basan en la percepción visual. Pero, en el caso de los alumnos con discapacidad visual? ¿Se quedarían privados de una enseñanza de química más dinámica y lúdica? En este trabajo presentamos una propuesta de elaboración de materiales alternativos para llevar contenidos de la química de una forma más envolvente para estos alumnos. A partir de la adaptación de imágenes, gráficos e ilustraciones del capítulo de un libro didáctico de química, mostramos que es posible que los alumnos asimilar conceptos científicos diversos, que al principio sólo podrían ser enseñados a partir de la percepción visual. También presentamos una sugerencia de secuencia didáctica para el uso del material desarrollado basado en nuestro relato de experiencia con una clase de 7 alumnos portadores de deficiencia visual.*

Palabras clave: *Química. Materiales alternativos. Deficiencia visual. Inclusión Escolar.*

Introdução

A deficiência está presente na humanidade desde a pré-história, pois faz parte da condição humana. Em todos os períodos da história as pessoas portadoras de alguma deficiência enfrentaram grandes dificuldades, que vão desde a discriminação social a barreiras físicas, como as dificuldades de locomoção e a interação com o meio em que vivem devido à falta de adaptação adequada (BICKENBACH *et al.*, 2011). O esforço e o reconhecimento do potencial dessas pessoas têm se tornado cada vez mais evidentes por meio da divulgação pela mídia de suas capacidades; por exemplo, podemos citar os eventos esportivos, como as paraolimpíadas.

Muitos indivíduos portadores de deficiência visual (PDV) ainda são vítimas de estereótipos e de discriminações, sendo rotulados por não serem considerados os padrões da normalidade para os seres humanos (BRUMER *et al.*, 2004). Citando Ventura (2001), há corriqueiramente expressões como: “tão bonitinho e cego”, “pobrezinho, coitado”; uma muito comum: “é cego, coitado”. Não conseguem disfarçar a fala de superioridade, mesmo sendo pronunciadas de forma involuntária, muitas vezes sendo tratadas por piedade social, sem a verdadeira inclusão social. Um ponto importante já era descrito por Ventura (2001),

[...] o preconceito e a discriminação não se corrigem só pelo uso bem-comportado da linguagem, por mais importante que ela seja como portadora de clichês e estereótipos. Não adianta evitar palavras e expressões como “denegrir”, “judiar”, “cego de raiva”, sem mudar a cabeça. Assim, como retórica, o politicamente correto serve apenas para disfarçar o preconceito e tornar o nosso racismo mais cordial. (VENTURA, 2001, p. 12).

Um avanço social ocorreu com a concessão de direitos como a Lei nº 8.213/91 que estabelece que as empresas com mais de 100 empregados devam reservar, pelo menos, o número de 2% das vagas para as pessoas portadoras de alguma deficiência. A inserção das pessoas com deficiência está, felizmente, cada vez mais inserida na sociedade, e assim está se tornando mais comum encontrarmos esses indivíduos socializados. Apesar dos preconceitos e injustiças ainda existirem, a solução que tem se mostrado mais eficiente para as pessoas com deficiências não é a criação de instituições de abrigo ou escolas especiais, mas sim a sua aceitação e adaptação em todos os meios, pois são cidadãos como qualquer pessoa brasileira.

Nas escolas e universidades o cenário não é diferente. A carência de materiais didáticos adequados e a falta de preparo dos professores para lidar com os diferentes tipos de deficiência são problemas que devem ser discutidos amplamente na esfera acadêmica. Segundo Guimarães e Aragão (2010), a inclusão de PDV na educação superior é uma realidade que apresenta os mesmos problemas que envolvem a inclusão para outros níveis educacionais, tais como: a falta de recursos humanos especializados e capacitados; a indisponibilidade da instituição educacional para desenvolver um trabalho pedagógico

que atenda às necessidades específicas dos alunos; a ausência de materiais adequados; a presença de barreiras arquitetônicas; a existência de preconceito e indiferença por parte de alunos e professores.

A necessidade de melhorar a qualidade da preparação de nossos professores merece central importância nos debates sobre a interface entre a educação e a inclusão social, pois tudo depende das habilidades e da intencionalidade do professor em aceitar as novas propostas metodológicas voltadas para os PDVs. O desenvolvimento de materiais didáticos adequados pode ser essencial para o sucesso da inclusão de alunos com deficiências em qualquer sistema educacional.

O emprego de materiais alternativos no processo de ensino e de aprendizagem para os alunos do Ensino Médio é importante para poderem propiciar momentos de discussões e melhorar a interação entre os próprios alunos presentes na atividade. O sistema tradicional de ensino, muitas vezes, não é capaz por si só de atender esta demanda de aprendizagem, e o fator é agravado para indivíduos PDVs. As metodologias que favorecem as interações entre os indivíduos podem contribuir significativamente para melhorar as habilidades dos alunos que outrora não são comumente trabalhadas, principalmente quando se refere ao Ensino Tradicional (ALMEIDA *et al.*, 2007).

Visando atender ao direito universal de educação para todos, cujo destaque é a inclusão escolar, estabelecido pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional 9394/96 (LDBEN), e fornecer materiais alternativos ao professor, desenvolvemos neste trabalho uma amostra de material didático para deficientes visuais originado da adaptação de um capítulo do livro “Química” de Usberco e Salvador (USBERCO; SALVADOR, 2002) para o Ensino de Química no Ensino Médio. A aplicação do material junto à Associação Sorocabana de Atividades para Deficientes Visuais (ASAC, 1969) mostra o potencial e a possibilidade de se realizar adaptações de imagens, gráficos e diagramas de livros didáticos para o ensino de ciências para deficientes visuais com materiais simples e de baixo custo.

Desenvolvimento e Aplicação

De acordo com o Secretariado Nacional de Reabilitação (PORTUGAL, 1989), uma deficiência é caracterizada pela perda ou anormalidade de estrutura ou função psicológica, fisiológica ou anatômica, temporária ou permanente. A deficiência visual é definida de acordo com o nível de acuidade visual, podendo ser total ou parcial, congênita ou adquirida.

O projeto foi desenvolvido para um grupo de sete alunos incluídos como PDV com idades entre 15 e 17 anos, sendo quatro com cegueira (perda total da visão) e três com baixa visão. A proposta de material deste trabalho foi desenvolvida para atender os dois grupos de deficiência.

O material didático consiste de adaptações de imagens, de figuras e para os diagramas contidos na unidade 2, referentes às páginas de 29 a 40, no livro de Usberco e Salvador (2002), que trata sobre os conceitos da matéria. A escolha deste livro didático foi devido ao fato de ele ser amplamente utilizado para o Ensino de Química no Ensino Médio em que estes indivíduos estão inseridos.

As adaptações gráficas foram realizadas através do emprego de materiais com baixo custo e facilmente encontrados no comércio local, como folhas de papel cartão A4 e em alto relevo, tinta relevo, papel camurça, papel micro-ondulado, placa de EVA atalhada, cubo de isopor de 50 mm, bolas de gude e de isopor (15 mm e 35 mm), purpurina, flocos de isopor e lixa d’água.

É importante salientar que todos os materiais utilizados na transposição das imagens podem ser diferenciados por meio da sua textura, da geometria e de seu tamanho espacial. Para o PDV esse tipo de diferenciação é essencial, uma vez que o contato com os materiais é a única forma de poder construir mentalmente as imagens. Este é um fator determinante para a elaboração da metodologia para que a definição dos conceitos químicos abordados seja realizada com maior clareza.

O conteúdo didático desenvolvido foi elaborado envolvendo o conceito de matéria. Este tópico foi interessante porque se discutiu toda a ideia de átomo como partícula constituinte da matéria e as suas definições espaciais, sendo um assunto com elevada abstração mental. Dessa forma, os modelos visuais são importantes para melhor interpretação da teoria e compreensão do conteúdo. Dentro desse contexto, transmitir tais imagens para os alunos PDV é fundamental para que eles possam construir os modelos mentais da teoria a ser estudada.

A teoria atômica de Dalton apresenta conceitos muito importantes na consolidação da Química como Ciência, os quais puderam ser elaborados para os alunos com PDV; como exemplo, temos a representação do átomo como uma esfera maciça. Isso possibilitou ao grupo de extensão definir

elementos químicos e suas diferenças utilizando as bolinhas de gude de diferentes tamanhos e recortes em lixa d'água, papel micro-ondulado e cartão para definir substâncias simples, como o gás atômico Hélio (He) e o fósforo (P_4), e também a combinação de átomos de elementos químicos diferentes para a formação de substâncias compostas, como no caso do gás cianídrico (HCN).

Conforme a Figura 1, é possível ilustrar as ligações químicas no fósforo empregando tinta relevo. Adicionalmente, mostramos que os rearranjos geométricos dos elementos químicos e as suas combinações podem se originar em novas substâncias químicas, como por exemplo, as moléculas de água (H_2O), de ozônio (O_3) e suas estruturas cristalinas, como demonstradas na Figura 2.

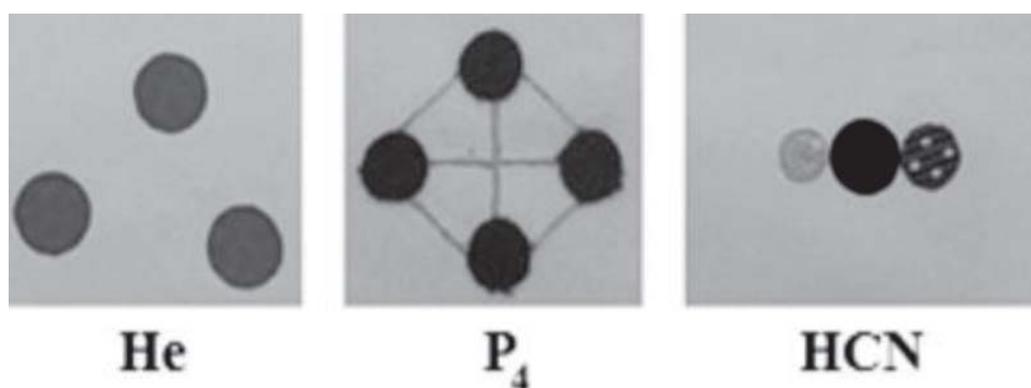


Figura 1 - Representação em relevo de substâncias puras simples, que são aquelas formadas por um ou mais átomos de um mesmo elemento químico, como o gás atômico Hélio (He) e o fósforo (P_4), e substâncias puras compostas, formadas por dois ou mais elementos químicos, como o gás cianídrico (HCN). Este material foi feito com tinta relevo, lixa d'água, papel micro-ondulado e cartão.

Fonte: Próprios autores.

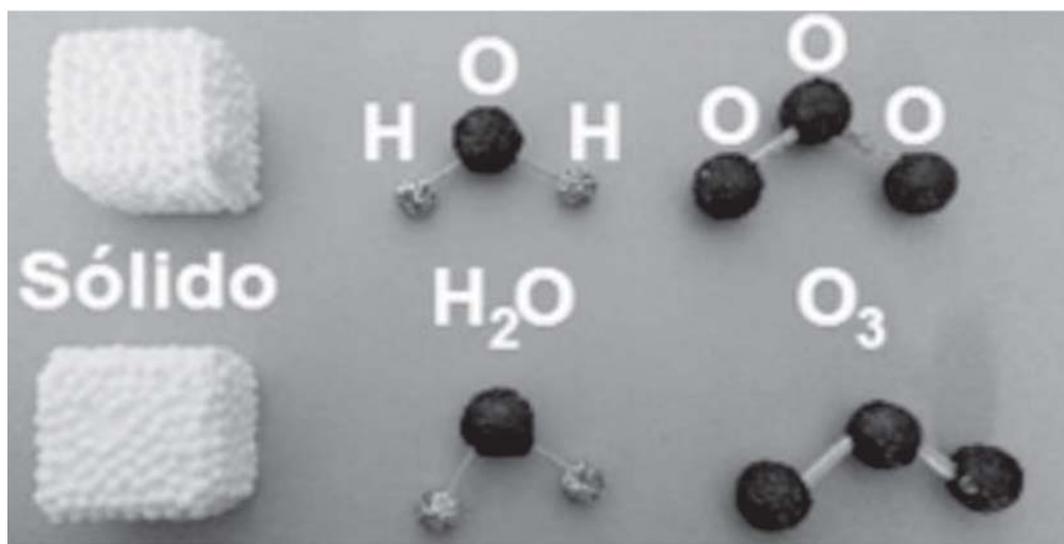


Figura 1 - Figura 2 - Da esquerda para direita: modelos de matéria no estado sólido, moléculas de água (H_2O) e moléculas de ozônio (O_3).

Fonte: Próprios autores.

Note como exploramos a disposição geométrica dos átomos de hidrogênio e oxigênio nas moléculas de água e ozônio representando cada elemento químico com bolinhas de diferentes tamanhos. Conceitos mais avançados também podem ser trabalhados, como arranjos cristalinos, materiais amorfos como o vidro, ilustrando porque os materiais possuem diferentes propriedades físicas, como dureza, maior ou menor resistência à aplicação de pressão, dentre outros.

Todos os conceitos envolvendo a teoria atômica foram trabalhados com os materiais utilizados a partir do toque de uma ou duas mãos, como na leitura Braille, ou seja, sem a necessidade de enxergá-los. Note que estamos fornecendo a oportunidade para os alunos com deficiência visual, uma representação da ideia do sistema atômico de Dalton da mesma forma que um aluno que enxerga, pois este também não pode ver o átomo, ele faz uso de representações, como a aqui proposta.

O professor pode ir muito além dos conceitos listados acima e tratar a matéria com maior riqueza de detalhes a partir do simples toque nestes materiais. Na Figura 2, por exemplo, mostramos um cubo de isopor com flocos do próprio isopor (bolinhas menores) colados em sua superfície para ilustrar a matéria no estado sólido, exemplificando as possíveis ligações iônicas entre os átomos presentes na constituição do cristal.

Através desta metodologia podem ser discutidas as estruturas cristalinas de sólidos. As bolinhas de isopor proporcionam diferentes arranjos regulares e assim formam as geometrias tridimensionais de sólidos, por exemplo, as cúbicas, as tetragonais ou as hexagonais. Os modelos tridimensionais propostos podem ilustrar o porquê de uma mesma substância realizar uma cristalização em diversas formas diferentes. Um exemplo muito comum utilizado para exemplificar estas explicações teóricas é demonstrar como o arranjo espacial para os átomos de carbono difere na estrutura do diamante e do grafite. Como o conceito é abstrato, é importante uma representação visual para exemplificar como ocorrem os arranjos atômicos na formação da estrutura cristalina, e os alunos PDV podem assim assimilar melhor a compreensão das explicações sobre as diferenças das propriedades físicas destes compostos a partir dos modelos tridimensionais propostos.

Outro exemplo que pode ser explorado com esta metodologia é a discussão para a compactação do cloreto de sódio (NaCl) em sal grosso ou refinado. Estes são exemplos que podem ser levados para a sala de aula. Isso permite ao professor estabelecer relações importantes do ponto de vista da aprendizagem para demonstrar as estruturas e os conceitos mais complexos de estruturas cristalinas maiores, como por exemplo, os açúcares, as proteínas, os DNAs e inclusive para os sistemas amorfos, em que a estrutura do vidro está inserida.

Empregando a metodologia da exemplificação tridimensional foi verificada sua aplicabilidade para o conceito de misturas de soluções. Fator este importante para que os alunos possam entender alguns fenômenos químicos teóricos e abstratos, como a constituição do ar que respiramos ou como as substâncias podem ser dissolvidas na água formando as soluções homogêneas ou heterogêneas.

A Figura 3 ilustra uma representação em relevo para os digramas apresentados na página 31 do livro de Usberco e Salvador (2002), no qual introduz o conceito de fases para uma mistura. A ideia de homogeneidade da mistura foi evidenciada pela disposição uniforme do material utilizado, enquanto o aspecto visual descontínuo de uma mistura heterogênea é demonstrado por uma interface criada com materiais de diferentes texturas. Com isso foi possível discutir misturas com uma única fase, como o açúcar dissolvido em água, e com duas fases, fornecendo uma boa ideia ao aluno PDV de como seria o aspecto segregado de uma mistura de água e óleo, por exemplo.

Também na Figura 3 é ilustrado como foi elaborada a adaptação para a mudança dos estados físicos básicos da matéria. Com os conceitos de átomo foi possível discutir de maneira mais efetiva aos alunos os três estados básicos da matéria, o sólido, o líquido e o gasoso. Observa-se, na Figura 3, que o tamanho das bolinhas de isopor foi preservado nos três estados para demonstrar que, apesar das alterações nas características macroscópicas, como a forma, o volume, etc., e microscópicas, como as evidenciadas pela mudança no arranjo e distância entre as partículas, não há alteração na composição da substância em estudo.

As mudanças de estados, como as curvas de aquecimento de uma substância, foram também adaptadas para alunos PDV, pois é importante demonstrar como a temperatura varia com o tempo para uma substância simples (água) e uma mistura (água e açúcar), para tornar perceptível algumas diferenças no comportamento de ambas as substâncias (Figura 4). A partir dessas figuras foi possível desenvolver as explicações para o comportamento de misturas eutéticas e azeotrópicas mais facilmente para os alunos PDV. No material apresentado na Figura 4 é possível identificar de maneira tátil o patamar na curva de aquecimento, dado pela temperatura de fusão para a substância simples, e pela temperatura de ebulição para a solução água e açúcar.

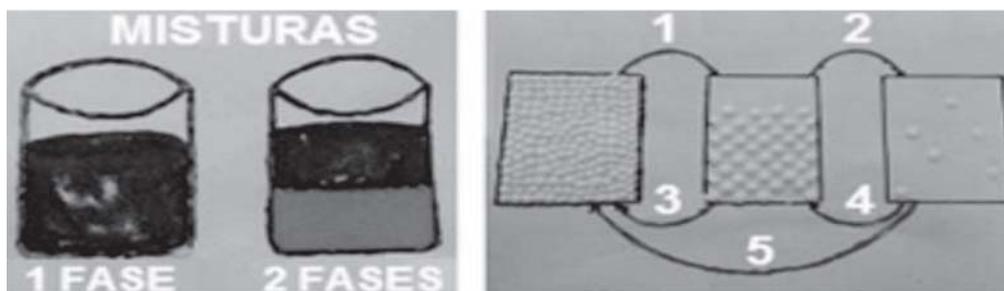


Figura 3 - Representação em relevo de misturas homogêneas (1 fase) e heterogêneas (2 fases). O diagrama à direita mostra os diferentes estados de agregação da matéria decorrentes dos processos de aquecimento para uma substância simples.

Fonte: Próprios autores.

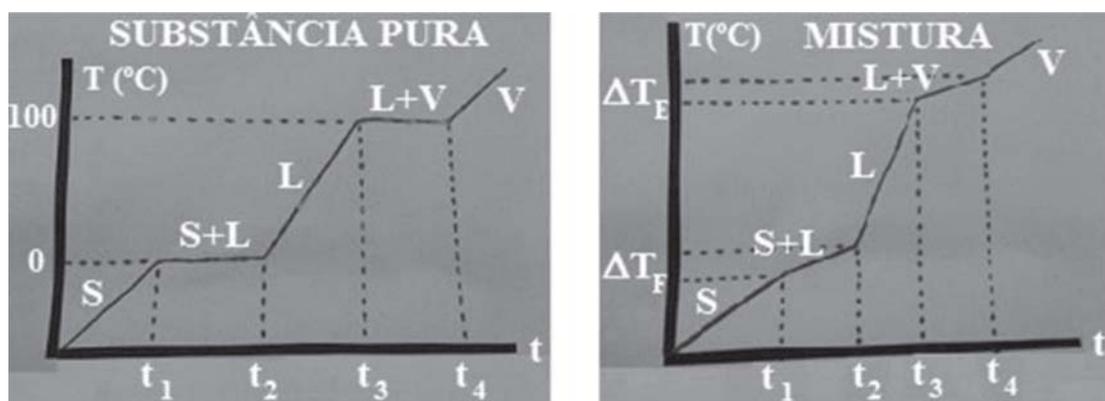


Figura 4 - Representação em relevo da curva de aquecimento da água, ilustrando como a temperatura (T) de uma substância pura varia com o tempo (t), e à direita mostramos a mesma curva para uma mistura com o objetivo de comparar ambas as curvas. As letras nos gráficos representam os estados sólido (S), líquido (L), vapor (V) e a coexistência de estados, sólido - líquido (S+L) e líquido - vapor (L+V). Para a mistura mostramos que as temperaturas de fusão e ebulição da mistura não permanecem constantes durante as mudanças de estado, sendo ΔT_F e ΔT_E suas respectivas variações de temperatura. Os intervalos de tempo de t₁ a t₂ e de t₃ a t₄ mostram o início e o final da fusão e ebulição dos sistemas, respectivamente. Os gráficos foram feitos em papel cartão, tinta relevo (curvas) e lixa d'água (eixos).

Fonte: Próprios autores.

Resultados e Discussão

Para a aplicação do material didático desenvolvido neste trabalho foi necessária a preparação das aulas nas quais o professor utiliza o livro como a principal ferramenta pedagógica para a disseminação do conhecimento. A aplicação da metodologia proposta contou com o apoio da equipe de profissionais da instituição Associação Sorocabana de Atividades para Deficientes Visuais (ASAC) da cidade de Sorocaba.

As análises dos dados receberam uma abordagem qualitativa pelo número pequeno de indivíduos. Assim, foram seguidas as recomendações propostas de Bogdam e Biklen (2000) para este universo amostral. Como o levantamento dos dados foi conduzido para um pequeno grupo de pessoas, utilizou-se assim uma investigação por meio de observação, elaborando o "diário de campo" pelo grupo de extensionistas que realizaram a aplicação da metodologia proposta.

A sequência didática elaborada consistiu do desenvolvimento teórico dos seguintes tópicos:

1. O que é matéria?
2. História de Leucipo e Demócrito.
3. John Dalton - Modelo Atômico.

4. Representação de Moléculas de água (H₂O) e Ozônio (O₃).
5. Classificação da Matéria.
6. Substâncias Simples e Compostas.
7. Misturas.
8. Estados Físicos da Matéria.
9. Diagramas de Mudança de Estado Físico.

Os materiais alternativos foram utilizados como exemplos e demonstrações destes tópicos, em consonância com o representacional proposto no livro didático utilizado pelo professor. Ao final das atividades algumas questões avaliativas foram aplicadas individual e oralmente, como:

1. O Ozônio (O₃) é uma substância simples ou composta? Por quê?
2. A água (H₂O) é uma substância pura simples ou composta? Por quê?
3. A água do mar é uma substância pura ou uma mistura?
4. O gelo num copo com água (sem sais minerais) é uma substância pura ou uma mistura? O sistema é heterogêneo ou homogêneo?

Como as propriedades da matéria estão por toda parte de forma explícita e podem ser percebidas até mesmo pelos deficientes visuais, pois não é necessário enxergar para percebermos as diferenças da água no estado sólido (gelo), no líquido ou no vapor saindo do bico de uma panela de pressão. Devido à facilidade nas explanações experimentais desses fenômenos para as mudanças de fases aos alunos PDV, decidiu-se que esses fenômenos seriam discutidos como a forma introdutória à primeira relação entre a Química e a Física. A Química não era um assunto completamente novo para o grupo de alunos que participaram da atividade. Eles demonstraram apresentar um conhecimento básico sobre a composição da matéria no meio ambiente, e logo no início das discussões os alunos começaram a perguntar sobre como o fogo está contido neste sistema. Este fato foi intrigante para os extensionistas, pois gerou no grupo um desafio, e nos surpreendeu positivamente.

Apesar de os extensionistas enxergarem o fogo, foi muito difícil criar representações para a descrição do fenômeno. Isso nos indica que os questionamentos científicos podem ser universais, independentemente da condição do aluno, sempre nos levando a desafios. Afinal de contas, grande parte da descrição microscópica da matéria foi desenvolvida através de medidas indiretas, ou seja, sem enxergarmos explicitamente o que estava acontecendo, como a modelagem da estrutura dos átomos, a descrição do elétron ou do fóton. Os cientistas criaram representações para diversos sistemas como estes e observaram seus efeitos ao interagir com outros sistemas. De forma semelhante ao que fizemos ao desenvolver os materiais alternativos, foi observar as representações macroscópicas e fornecer uma representação tátil para ilustrar o universo microscópico da ciência. Dessa forma foi possível trabalhar de forma mais lúdica e significativa o desenvolvimento dos conceitos em questão, levando para os alunos PDV uma melhor aprendizagem para a Ciência.

A representação do modelo atômico de Dalton foi realizada com uma bolinha de gude, que é uma comparação feita pelos próprios autores do livro que trabalhamos (USBERCO; SALVADOR, 2002) e transmitiu muito bem a ideia de que o átomo era representado por uma esfera maciça e indivisível. Segundo Crozara e Sampaio (2017), é importante a utilização do tátil para o aprendizado para alunos PDV.

Para que a criança cega consiga compreender de forma real as informações que são transmitidas por meio do mapa é preciso desenvolver, nas séries iniciais, as habilidades tátil espaciais. O tato deve ser treinado extensivamente na discriminação de diferentes materiais e de diferentes aspectos desses materiais, tais como forma, textura e peso. (CROZARA; SAMPAIO, 2017, p. 4).

As atividades desenvolvidas foram bastante interessantes aos extensionistas, devido à realização de inúmeras perguntas por parte dos alunos PDV, demonstrando a importância da parceria da Universidade e a Escola para uma formação sólida dos licenciandos. Ocorreu também aumento significativo no entusiasmo dos alunos PDV ao realizarem as comparações do que estava sendo discutido pelo professor, através de exemplos relacionados com o seu cotidiano, como a relação entre o oxigênio e a respiração, a função da molécula de ozônio sobre a camada de ozônio, a presença do

dióxido de carbono e do ácido fosfórico nos refrigerantes, a formação de uma única fase para a mistura do café com leite, dentre outras inúmeras contextualizações.

Segundo o pensador Paulo Freire (1988, p. 88), que realizou um estudo semântico sobre a palavra extensão, “na acepção que nos interessa aqui indica a ação de estender”. Suas observações refletem sobre o equívoco gnosiológico da extensão e fazem uma relação com a educação quando ocorre uma prática da domesticação, em que a extensão, neste sentido, apresenta um objetivo de substituir uma forma de conhecimento por outra e se torna uma ação indiscutivelmente mecanicista.

[...] o conhecimento não se estende do que se julga sabedor até aqueles que se julga não saberem; o conhecimento se constitui nas relações homem-mundo, relações de transformação, e se aperfeiçoa na problematização crítica destas relações. (FREIRE, 2006, p.36).

Ainda de acordo com Freire (2006), o conhecimento dos educandos só é adquirido através de uma dialogicidade na relação entre os participantes das atividades extensionistas propostas e com a participação de todos os indivíduos, ou seja, ocorre por meio da “comunicação”, onde todos os indivíduos na aprendizagem se tornam sujeitos de transformação da sociedade. Nesse sentido, a integração total dos alunos PDV é importante para que a interação entre os indivíduos seja plena, para atingir uma aprendizagem significativa para as fundamentações teóricas.

As diferentes texturas dos materiais utilizados foram muito bem recebidas pelos alunos, pois eles conseguiram assimilar os conceitos e diferenciar as substâncias entre si, as particularidades das misturas heterogêneas e das homogêneas, assim como realizar o reconhecimento dos eixos das curvas de aquecimento para as substâncias e as diferenças apresentadas nos gráficos para substâncias puras e misturas. Na Figura 5 é apresentada uma interação dos alunos com o material desenvolvido.

Ao final das atividades foi aplicado um questionário aos alunos que participaram da atividade, no qual foram abordados os assuntos discutidos individual e oralmente. Pela análise dos dados foi possível observar que o resultado foi positivo, pois 70% dos alunos responderam o questionário de forma correta. Além da observação estatística das respostas do questionário apresentar um bom nível de acerto, as anotações no “diário de campo” demonstraram aumento significativo dos diálogos entre os alunos PDV e os extensionistas. Nesses momentos, outros assuntos relacionados com o conteúdo teórico foram discutidos com os alunos PDV, reforçando a necessidade de um processo dialógico para diminuir as barreiras entre os alunos e o professor, para poderem expor seus pensamentos e dúvidas nos momentos de discussões. A interação com os materiais táteis propostos trouxe para os alunos PDV um momento lúdico de aprendizagem e fez com que ocorresse aumento da confiança nos mesmos, acarretando assim em maiores e melhores momentos de discussões e diálogos em sala de aula. No final do processo foi observado aumento significativo da aprendizagem e interesse dos alunos PDV pelo assunto.

Conclusões

O material didático desenvolvido para alunos com deficiência visual mostrou-se muito eficaz para o desenvolvimento dos conceitos sobre a constituição da matéria. A adaptação da Unidade 2 do livro “Química” (USBERCO; SALVADOR, 2002), em que imagens, gráficos e diagramas foram integralmente adaptados para a deficiência dos alunos em questão mostrou-se eficaz para a sua aprendizagem. Esta é apenas uma pequena amostra de como uma infinidade de materiais didáticos podem ser adaptados para atender alunos com deficiência visual e assim melhorar a aprendizagem e gerar aumento na sua autoestima, para o desenvolvimento da prática dialógica em sala de aula.

Foi possível verificar que os alunos se apropriaram de forma ativa e autônoma dos conhecimentos trabalhados durante as atividades. As limitações físicas desses alunos não foram em nenhum momento impeditivas para o desenvolvimento das atividades e nas respostas aos questionários e às perguntas promovidas pela atividade lúdica. Vale ressaltar que o material didático por si só não é suficiente para o sucesso na aquisição de conhecimento e desenvolvimento de habilidades, pois o processo de ensino é efetivado pelo trabalho correto e coerente do docente. A vontade do professor em promover uma aprendizagem efetiva a seus alunos é facilitada quando está munido de um bom material didático. Assim, é fundamental tê-los, para auxiliá-los junto ao processo de ensino e de aprendizagem para seus alunos.

Esperamos que nosso trabalho funcione como um incentivo para a comunidade escolar e universitária de forma a encorajar outros professores a desenvolverem materiais alternativos para fornecer melhores condições didáticas para alunos PDV. Isso poderá proporcionar avanços consideráveis no processo de inclusão escolar e social destes alunos. Os materiais sugeridos são simples e de fácil aquisição, sendo facilmente comprados no comércio local.

Agradecimentos

Os autores gostariam de expressar seus agradecimentos à instituição ASAC de Sorocaba, por permitir o acesso à instituição e pelo apoio profissional fundamental para a aplicação do material. Agradecemos também aos senhores Marciel R. Freitas e Victor C. de Carvalho pelas frutíferas discussões e dicas na elaboração do material didático, e aos alunos, pelo carinho e dedicação durante o desenvolvimento das atividades.

Referências

ALMEIDA, M. V. M.; ALVES, J. M.; JARDIM, J. J. S.; SALES, E. R. O ambiente logo como elemento facilitador na releitura de significados em uma atividade de ciências com alunos surdos. In: *Anais do VII Encontro latino-americano de pós-graduação*. São José dos Campos, UNIVAP, 2007.

ASAC - Associação Sorocabana de Atividades para Deficientes Visuais. Disponível em: <http://www.asac.org.br/>. Acesso em: 09 ago. 2018.

BICKENBACH, J.; DEGENER, T.; MELVIN, J.; QUINN, G.; POSARAC, A.; SCHULZE, M.; SHAKESPEARE, T.; WATSON, N. *Entendendo a deficiência*. Relatório Mundial Sobre a Deficiência. Secretaria de Estado dos Direitos da Pessoa com Deficiência - SEDPCD, São Paulo, 2011.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora, 2000.

BRUMER, A.; PAVEI, K.; MOCELIN, D. G. Saindo da "escuridão": perspectivas da inclusão social, econômica, cultural e política dos portadores de deficiência visual em Porto Alegre. *Sociologias*, v. 6, n.11, p.300-327, 2004.

CROZARA, T. F.; SAMPAIO, A. A. M. Construção de material didático tátil e o ensino de geografia na perspectiva da inclusão. In: *Anais XII Seminário de Iniciação Científica*. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

FREIRE, P. *Entre o Grego e o Semita: Educação Filosofia e Comunhão*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1988.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 34ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 2006.

GUIMARÃES, C. F.; ARAGÃO, A. L. A. Reflexões sobre as políticas e ações institucionais: a caminho da inclusão de pessoas com deficiência no ensino superior de Natal RN. In: *Anais do IV Seminário Nacional sobre Educação e Inclusão Social de Pessoas com Necessidades Especiais*, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

PORTUGAL. Secretariado Nacional de Reabilitação. *Classificação Internacional das Deficiências, Incapacidades e Desvantagens (Handicaps): Um manual de classificação das consequências das doenças (CIDID)*. Lisboa: SNR/OMS; 1989.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. "Química", Volume Único, 5ª Edição Reformulada. São Paulo: Saraiva, 2002.

VENTURA, Z. Conversa de cego. *O Globo - Segundo caderno matutino*, v. 2, n. 3, p. 12, 2001.

Recebido para publicação em 26/03/2019 e aprovado em 03/05/2019.