

A EDUCAÇÃO INCLUSIVA DE ALUNOS CEGOS OU COM BAIXA VISÃO: REVISÃO DA LITERATURA – DESAFIOS E PANORAMA DE POSSIBILIDADES PARA AULAS DE QUÍMICA

E. M. ARICO; O. ANTUNES JUNIOR e P. MIRANDA JUNIOR

Instituto Federal de São Paulo – Campus São Paulo

elianaarico@ifsp.edu.br

RESUMO

O PNE para as décadas de 2014 a 2024, aprovado pela lei no. 13.005 de 25/06/2014 traz para os cursos de licenciatura em química no Brasil uma demanda premente de solução: a formação de professores para educação inclusiva. Neste contexto, o ensino de alunos cegos representa um desafio especial para os professores de química, pois muitos dos conceitos são ensinados por meio de representações, figuras e experimentos de laboratório. Com intuito de conhecer o estado da arte, quanto ao desenvolvimento de estratégias inovadoras para o ensino de química, visando atender alunos com deficiência visual, realizou-se uma revisão das publicações no periódico Journal of Chemical Education, da American Chemical Society com as palavras-chave: visually impaired students; blind; visual impairment. Totalizaram-se 61 publicações, a primeira em 1972, com resultados que apresentam um leque de possibilidades para atividades em aulas de química, especificamente para este público alvo. Ressaltam-se que algumas adaptações de materiais de laboratório empregam dispositivos e interfaces eletrônicas, mas muitas outras utilizam materiais de baixo custo e construções simples, portanto, perfeitamente possíveis de serem executadas nas condições de infra-estrutura das escolas públicas brasileiras. No presente trabalho são apresentadas algumas opções de ferramentas didáticas para aulas de química que viabilizem a participação do alunato com deficiência visual tanto em atividades em aulas teóricas expositivas como na execução de experimentos no laboratório de química. Conclui-se, que a participação do aluno cego é factível de várias formas em aulas teóricas práticas de química, o que possibilitará o êxito na educação inclusiva desta disciplina.

Palavras Chave: educação inclusiva, ensino de química, deficiência de visão, formação docente.

ABSTRACT

The PNE for decades from 2014 to 2024, approved by Law no. 13,005 of 25/06/2014 brings to chemistry courses in Brazil a pressing demand solution: the graduation of teachers for inclusive education. In this context, teaching blind students is a special challenge for chemistry teachers because many of the concepts are taught through representations, figures and laboratory experiments. In order to know the state of the art for the development of innovative strategies for teaching chemistry, to achieve students with visual impairment, a review of the publications in the Journal of Chemical Education of the American Chemical Society was done under keywords:

visually impaired students; blind; visual impairment. They amounted to 61 publications, the first in 1972, with results that show a range of possibilities for activities in chemistry classes, specifically for this target audience. They emphasize that some laboratory materials adaptations employ devices and electronic interfaces, but many others have low-cost materials and simple construction therefore perfectly possible to be performed in the conditions of the infrastructure of Brazilian public schools. In this paper we present some didactic tool options to chemical classes that enable the participation visually impaired students in activities in lectures and experiments in chemistry lab. We conclude that the participation of the blind student is feasible in various forms in theoretical and practices of chemistry, which will enable the success of inclusive education in this discipline.

Keyword: inclusive education, chemistry, visual impairment, undergraduation chemistry.course.

INTRODUÇÃO

Hoje em dia, a educação inclusiva é um tema debatido no mundo todo. Ela deriva da educação especial que, no Brasil teve origem no período imperial com a fundação, em 1854, do Imperial Instituto de Meninos Cegos, que atualmente tem o nome Instituto Benjamin Constant (FIGUEIRA, 2011). A Conferência Mundial de Educação para Todos, Jomtien/1990 (BRASIL,1990) chamou a atenção para os altos índices de crianças, adolescentes e jovens sem escolarização, constatando a necessidade de se promover transformações nos sistemas de ensino para assegurar o acesso e a permanência de todos na escola. Na década de 1990, documentos como a Declaração Mundial de Educação para Todos e a Declaração de Salamanca em 1994 foram determinantes na formulação das políticas públicas da educação inclusiva. Atualmente, no Brasil, a garantia do ensino inclusivo é amparada pela lei 13.005 de junho de 2014 e é uma das metas do Plano Nacional de Educação (PNE), 2014-2024.

A política de educação especial adotada pelo Ministério da Educação estabelece que a educação inclusiva seja prioridade. Essa iniciativa trouxe consigo mudanças que permitiram a oferta de vagas na educação básica, valorizando as diferenças e atendendo às necessidades educacionais de cada aluno. É crescente o número de alunos com deficiência que entram no ensino regular e frequentam as turmas em salas de aula inclusivas. A análise do censo escolar de 2013 (INEP, 2014) revela que no Brasil este número chega a 648 mil alunos distribuídos entre ensino infantil, fundamental e médio, incluindo-se também o ensino profissionalizante e de jovens e adultos, fundamentando a educação especial na perspectiva da integração. Constata-se um aumento de 2,8% no número de matrículas nessa modalidade de ensino, que passou de 820.433 matrículas em 2012 para 843.342 em 2013, Tabela 1. Os importantes avanços alcançados pela atual política são refletidos em números: 62,7% das matrículas da educação especial em 2007 estavam nas escolas públicas e 37,3% nas escolas privadas. Em 2013, esses números alcançaram 78,8% nas públicas e



21,2% nas escolas privadas, mostrando a efetivação da educação inclusiva e o empenho das redes de ensino em envidar esforços para organizar uma política pública universal e acessível às pessoas com deficiência, figura 1.

Tabela 1 – Número de Matrículas na Educação Especial por Etapa de Ensino – Brasil – 2007-2013

Ano	Total Geral	Classes Especiais e Escolas Exclusivas						Classes Comuns (Alunos Incluídos)					
		Total	Ed. Infantil	Fundamental	Médio	EJA	Ed. Profissional	Total	Ed. Infantil	Fundamental	Médio	EJA	Ed. Profissional
2007	654.606	348.470	64.501	224.350	2.806	49.268	7.545	306.136	24.634	239.506	13.306	28.295	395
2008	695.699	319.924	65.694	202.126	2.768	44.384	4.952	375.775	27.603	297.986	17.344	32.296	546
2009	639.718	252.687	47.748	162.644	1.263	39.913	1.119	387.031	27.031	303.383	21.465	34.434	718
2010	702.603	218.271	35.397	142.866	972	38.353	683	484.332	34.044	380.112	27.695	41.385	1.096
2011	752.305	193.882	23.750	131.836	1.140	36.359	797	558.423	39.367	437.132	33.138	47.425	1.361
2012	820.433	199.656	18.652	124.129	1.090	55.048	737	620.777	40.456	485.965	42.499	50.198	1.659
2013	843.342	194.421	16.977	118.321	1.233	57.537	353	648.921	42.982	505.505	47.356	51.074	2.004
Δ% 2012/2013	2,8	-2,6	-9,0	-4,7	13,1	4,5	-52,1	4,5	6,2	4,0	11,4	1,7	20,8

Fonte: MEC/Inep/Deed.

Nota: 1) Não inclui matrículas em turmas de atendimento complementar e atendimento educacional especializado (AEE).

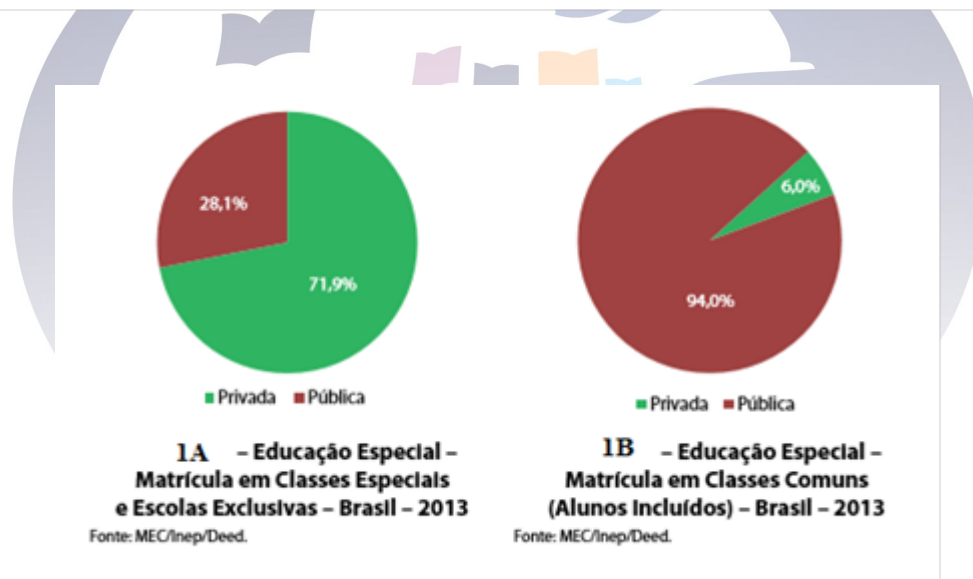


Figura 1 – Distribuição percentual dos alunos matriculados em classes especiais e em classes comuns no ano de 2013 nas escolas do Brasil. (INEP, 2014)

METODOLOGIA

Para a execução deste estudo tomou-se como base uma pesquisa exploratório-descritiva de relatos da literatura científica exclusivamente voltada para ensino de química. Adotou-se a metodologia descrita por Lima e Miotto (2007), que se baseia no estabelecimento dos critérios de parâmetros temático e cronológico seguido por leitura reflexiva e crítica para reconhecimento do material bibliográfico publicado em revistas acadêmicas e científicas específicas da área escolhida.

Para realização da pesquisa bibliográfica escolheu-se como base o periódico Journal of Chemical Education que é a revista de ensino de química da American Chemical Society. Esta é a mais antiga e relevante publicação mundial nesta área, existe desde 1924, e divulga trabalhos de grupos de estudo em ensino de química de todo o mundo.

Foram empregadas as palavras chave em inglês: visual impairment; blind students; visually impaired students.

A busca foi realizada no endereço eletrônico da revista científica, <http://pubs.acs.org/journal/jceda8>, as palavras chaves foram selecionadas para os títulos e para os resumos (abstracts). Os resultados foram organizados em ordem cronológica reversa. Foi delimitado o período do ano de 2016 até a primeira publicação que contemplava os termos das palavras chaves e datava do ano de 1972.

Para a categorização dos artigos encontrados foi utilizada a análise de conteúdo dos trabalhos de acordo com Bardim, 2000, que recomenda “a classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, após, por reagrupamento segundo gênero com os critérios previamente definidos”. De acordo com o que sugere este autor, a análise dos trabalhos publicados no tema explorado foi organizada em três partes: pré-análise, exploração do material e interpretação.

No presente trabalho será apresentada a classificação dos resultados da revisão bibliográfica e uma discussão dos resultados de sua exploração.

Dentre as publicações encontradas sob as palavras chaves descritas para a busca foram selecionadas, para serem descritas no presente trabalho, aquelas que descrevem ações e estratégias didáticas possíveis de serem empregadas nas escolas públicas brasileiras, levando-se em conta a infraestrutura existente e a carência de recursos materiais e financeiros das escolas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram encontradas 61 publicações, sendo a primeira em 1972 e as demais distribuídas no período até agosto de 2016. Na figura 2 apresenta-se um gráfico da frequência das publicações ao longo do tempo. Observou-se uma constância na frequência de publicações nas décadas de 1970/1980/1990. Entretanto, na década de 2000, especificamente no ano de 2005, houve um grande aumento no número de trabalhos publicados, que pode estar associado ao fato de cursos de graduação em química receberem alunos com deficiência visual, o que será discutido a seguir.

Na década de 2010 até a presente data, 2016, observa-se uma tendência crescente na frequência das publicações.

É importante relatar que, curiosamente 7 trabalhos publicados nos anos 2005 (1), 2008(1), 2009 (1), 2014 (3), 2016 (1) tem como autor principal ou co-autor o Professor da Purdue University, Doutor Carry Supalo, graduado Bacharel em Química pela Purdue University (1994-1999) e PhD em Química pela Penn State University (1999-2010), que é cego desde a infância (ADERLAKUN, 2014).

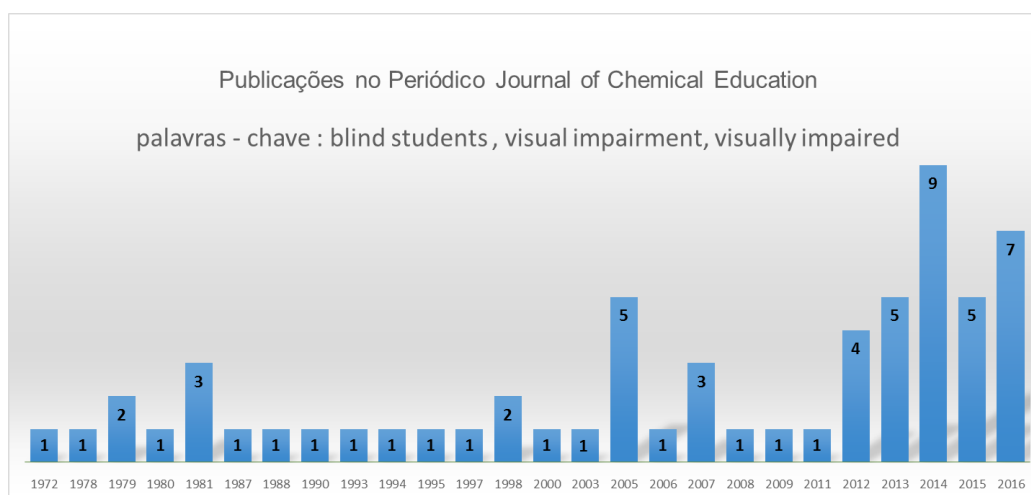


Figura 2 – Frequência das publicações resultantes da pesquisa bibliográfica.

Os trabalhos foram classificados em duas categorias que serão discutidas a seguir.

I – Relatos envolvendo emprego de tecnologia eletrônica.

Observou-se que o emprego de tecnologias é um procedimento antigo e muito frequente no ensino de química para alunos com deficiência visual. O primeiro relato foi feito por Paul C. Hiemenz e Elizabeth Pfeiffer (1972) que descrevem um experimento para aula de química geral empregando titulação condutimétrica com uso de uma adaptação que permitiu transformar o impulso elétrico em sinal sonoro, possibilitando a sua operação não visual. Em 1978 Denis Tallman (TALLAM,1978) apresentou a descrição de um equipamento para medidas de pH adaptada a um sinalizador sonoro. Publicações ao longo dos anos seguintes, na década de 1990, descreveram-se adaptações e construções de equipamentos eletrônicos para atividades didáticas com alunos cegos em laboratório de química (GUPTA ,1990; LUNNEY, 1994; RATLIFF, 1997).

Mais recentemente, nas décadas de 2000 até o presente, novas tecnologias são aplicadas ao ensino de química para alunos com deficiência visual, por exemplo com o uso de leitores de códigos digitais (QR CODE) para transcrição de informações visuais ao sistema Braille ou informação sonora (BONIFACIO, 2012; FANTIN, 2016; PEREIRA, 2013).

A tecnologia da impressão tridimensional (3D) também foi aplicada no desenvolvimento de estratégias didáticas para alunos cegos. Autores descrevem seu emprego na elaboração de modelos táteis para estudo de geometria molecular. (SCALFANI, 2014, ROSSI, 2015)

II – Relatos não envolvendo emprego de tecnologia eletrônica.

Dentre esta categoria de publicações procuraremos fazer um maior detalhamento dos conteúdos apresentados, pois consideramos sua viabilidade de emprego nas condições de infraestrutura da média das escolas brasileiras.

Anne Swanson discute em seu trabalho as condições de segurança do aluno com deficiência visual no laboratório de química (SWANSON e col 1981). Carry Supalo complementa as informações adicionando sua vivência como aluno cego e como professor no laboratório de química (SUPALO, 2005). Nestes trabalhos é ressaltada a importância de se descrever, ao alunato com deficiência visual, detalhadamente, as condições físicas quanto à disposição do mobiliário e equipamentos no laboratório, por exemplo, para que ele possa se familiarizar com as dimensões do ambiente em que está inserido. A localização dos equipamentos de proteção coletiva (chuveiro de emergência, lavador de olhos, capela e extintores de incêndio) deve ser previamente informada ao aluno cego. Recomenda-se elaborar uma planta baixa com relevo, para viabilizar esta instrução ao aluno. Os equipamentos de segurança individual, óculos de segurança e jaleco de mangas longas, são também de uso indispensável ao aluno com deficiência visual. A rotulagem de frascos de reagentes e equipamentos com letras em relevo ou etiquetas em Braille é apresentada como aspecto adicional de segurança em laboratório (TOMBAUGH, 1981).

Graybill e colaboradores (GRAYBILL, 2008) discutem diversas adaptações que permitem que o aluno cego tome parte dos experimentos de química que envolvam pesagem e medida de volume de líquidos e que são de baixo custo. As operações de pesagem podem ser feitas em uma balança de escala tríplice (balança romana) usual em laboratórios, uma vez que esta balança tem escala que pode ser facilmente adaptada para manuseio por aluno com deficiência visual. Sua adaptação consiste em afixar ao fiel da balança uma haste de polímero de baixa densidade (por exemplo EVA) para que o aluno possa identificar pelo tato a condição de equilíbrio da balança e



fazer a leitura da massa medida. A escala de massas da balança funciona com o deslocamento numa régua horizontal e por ser tátil e pode ser operada com êxito pelo aluno com deficiência visual. (figura 3).

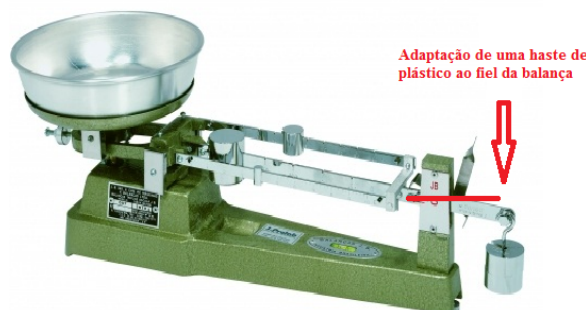


Figura 3 – Adaptação de uma balança semi-analítica para ser usada por aluno cego.

Para medida de líquidos Graybill (2008) apresenta, dentre outras, duas interessantes propostas de adaptações. Uma delas para transferência de alíquotas de líquido usando-se uma seringa descartável de plástico adaptada para o aluno cego, que controla o volume de líquido coletado pelo tato, pois devem ser feitas marcações na parte interna do êmbolo da seringa, de forma que se caracterize uma escala do volume de líquido medido, figura 4 A. O segundo dispositivo para medida de volume de líquido é aplicado para leitura do volume de líquidos de cilindros graduados (provetas) e trata-se de um sistema formado por um flutuador com haste calibrado. Este flutuador pode ser construído com uma pipeta de Pasteur de plástico e sua haste deve ser marcada com uma escala em relevo. A marcação da escala da haste pode ser realizada com uma pistola de cola quente. O funcionamento deste flutuador é semelhante ao de um aerômetro. Deve ser previamente calibrado para o líquido em que será empregado.

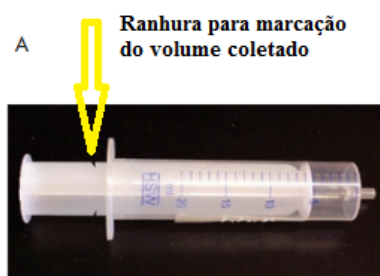


Figura 4 - Adaptações para medida de volume de líquidos. A) Seringa adaptada. B) Flutuador para medida de líquidos em provetas. (GRAYBILL, 2008).

Em diversos trabalhos são descritas adaptações para ensino de tópicos elementares de química, como propriedades periódicas (MELAKU 2016, GRAYBILL, 2008) e representações de ligações químicas (BOYD-KIMBALL 2012, GRAYBILL, 2008; GARRIDO-ESCUADERO, 2013)

Para o ensino de propriedades periódicas são propostos gráficos táteis tridimensionais, que podem ser construídos com blocos de construção, tipo LEGO®, figura 5A, ou com materiais recicláveis, como canudinhos para líquido, figura 5C. Modelos em argila ou isopor podem ser confeccionados como o apresentado na figura 5B, para representação da variação do raio atômico ou iônico na tabela periódica. Com estas construções é possível a comparação de propriedades como raio atômico e iônico, energia de ionização, eletronegatividade, etc, nas famílias de elementos e nos períodos. A identificação das legendas dos objetos confeccionados deve ser feita com etiquetas escritas em Braille. Vale ressaltar que os modelos tridimensionais são ferramentas didáticas úteis a todos os alunos da classe, o que possibilita que a aula de química seja inclusiva no strictu sensu do termo, pois a educação inclusiva compreende ações pedagógicas que permita acesso igualitário à informação e aos conteúdos (FIGUEIRA, 2011).

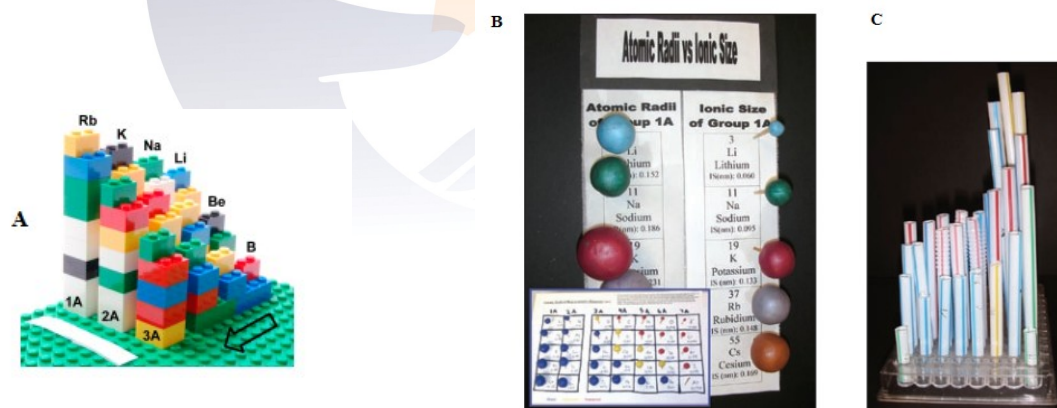


Figura 5 – Gráficos tridimensionais táteis para representação de propriedades periódicas. A) com blocos de construção. B) com esferas de argila ou isopor. C) Com canudos usados em bebidas líquidas. (BOYD-KIMBALL 2012, GRAYBILL, 2008)

A elaboração de estratégias para a representação das valências de cátions e ânions, ligações químicas e geometria molecular foram descritas por Graybill (2008), Boyd-Kimball (2012), Garrido-Escudero (2013). Em seus trabalhos são relatadas atividades realizadas em sala de aula com turmas mistas de alunos cegos e videntes, sendo a viabilidade dos usos destes modelos, para ensino



de química, foi comprovada por meio de avaliações do aprendizado dos alunos. Como mencionamos acima, os modelos adaptados para as atividades foram construídos em diversos materiais de baixo custo, como papel, figura 6, polímero EVA, figura 7, e quadros magnéticos, figura 8. Os modelos são bidimensionais e identificados com legenda em Braille.

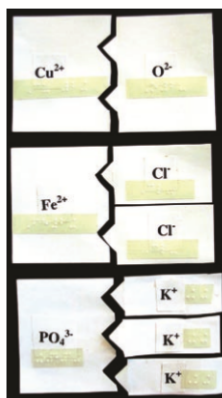


Figura 6 – Representação das valências em íons nos compostos iônicos. (GRAYBILL, 2008).

Garrido-Escudero (2013) elaborou um modelo bidimensional com formatos de polígonos regulares para representação da formação da ligação química. Em seu modelo, ele estabeleceu um código para a representação do átomo central da estrutura química. A quantidade de lados do polígono regular equivale à numeração da família do átomo central na tabela periódica, figura 7 – I. Por exemplo, o nitrogênio é representado por uma placa plana de forma pentagonal, pois pertence à família 5A (15 na regra vigente da IUPAC). Entretanto o átomo central pode ter valência variável, dependendo do composto formado, como por exemplo, o átomo central nitrogênio no íon nitrito (NO_2^-) tem valência 3+ enquanto que no íon nitrato (NO_3^-) tem valência 5+, figura 7 – II e III.

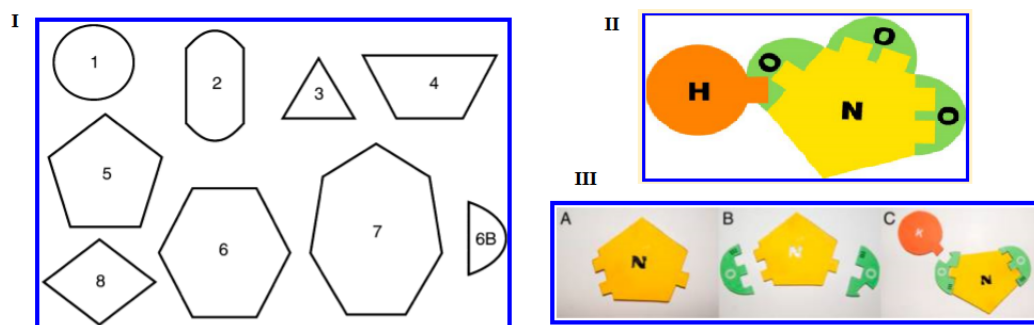


Figura 7 – I) Representação dos formatos dos átomos centrais e a relação com a numeração de suas famílias na tabela periódica. II) Representação das ligações químicas no HNO_3 . III) Representação das ligações no composto KNO_2 (GARRIDO-ESCUADERO, 2013)

Verifica-se que com a criatividade combinada com material de baixo custo é possível viabilizar a abordagem de vários conceitos fundamentais da química para alunos com deficiência visual e que podem ser extensivos também a alunos sem esta deficiência, pois um dos aspectos que os autores destacam é a grande dificuldade que os alunos, de forma geral, apresentam quando se transita do aspecto fenomenológico para o representacional ou microscópico na química (JOHNSTONE, 1993).

Com o emprego de uma placa de aço, de ímãs maleáveis e cola quente Boyd-Kimball (2012) confeccionou kits para ensino de química orgânica com componentes representando átomos, ligações químicas e elétrons, que possibilitaram a representação tátil de estruturas químicas em três formas: modelo de Lewis, estrutura de linhas e ângulos e modelo tridimensional de moléculas, figura 8 A e B. Os modelos tridimensionais podem ser construídos com hastes de aço e bolinhas de isopor ou argila.

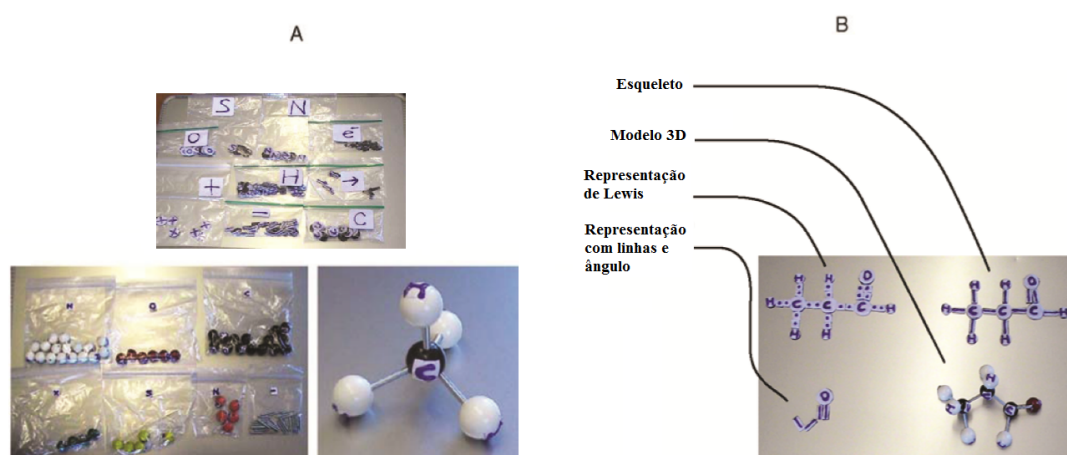


Figura 8- A) Kit de peças em polímero magnético e esferas e hastes para modelo molecular. B) Representação das notações químicas usando peças magnéticas e base de aço. (BOYD-KIMBALL, 2012)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se por meio da pesquisa bibliográfica realizada que o ensino de química para alunos com deficiência visual é uma atividade usual nas escolas americanas de nível médio e de graduação, o que se constata pela frequência com que este tema ocorre nas publicações do Journal

of Chemical Education e também pelo fato de um dos pesquisadores e autor de trabalhos desta área do ensino de química ser cego e ter se graduado e doutorado nesta área da ciência.

Embora a tecnologia seja uma grande aliada para a elaboração de estratégias para ensino de química a alunos com deficiência visual, constata-se que podem ser feitas adaptações de instrumentos com materiais simples e de baixo custo.

Conclui-se que a participação do aluno cego ou com baixa visão é factível de várias formas em aulas teóricas práticas de química, o que possibilitará o êxito na educação inclusiva desta disciplina.

BIBLIOGRAFIA

ADERLAKUN, Sariat. Inspirations from Scientists and Engineers Who Are Blind and Visually Impaired - Lessons to Initiate New Direction for Science Education of Blind Students in Nigeria (2014) disponível em <http://conference.pixel-online.net/NPSE/files/npse/ed0003/FP/0344-SEDP230-FP-NPSE3.pdf>

BONIFACIO, Vasco DB. QR-coded audio periodic table of the elements: A mobile-learning tool. *Journal of Chemical Education*, v. 89, n. 4, p. 552-554, 2012.

BOYD-KIMBALL, Debra. Adaptive instructional aids for teaching a blind student in a nonmajors college chemistry course. *Journal of Chemical Education*, v. 89, n. 11, p. 1395-1399, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. Política Nacional de Educação Especial. Brasília: MEC/SEESP, 1994. acesso. em 06/08/2016.

BRASIL. Declaração Mundial sobre Educação para Todos: plano de ação para satisfazer as necessidades básicas de aprendizagem. UNESCO, Jomtiem/Tailândia, 1990.

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2014/lei/113005.htm . acesso. em 06/08/2016.

http://pne.mec.gov.br/images/pdf/pne_conhecendo_20_metas.pdf . acesso. em 06/08/2016.

CADY, Susan G. A 3D model of double-helical DNA showing variable chemical details. *Journal of Chemical Education*, v. 82, n. 1, p. 79, 2005.

FANTIN, Dennis et al. Evaluation of Existing and New Periodic Tables of the Elements for the Chemistry Education of Blind Students. *Journal of Chemical Education*, 2016.

FIGUEIRA, Emílio. O que é educação inclusiva. São Paulo: Brasiliense, 2011.

GARRIDO-ESCUADERO, Amalio. Using a Hands-On Method To Help Students Learn Inorganic Chemistry Nomenclature via Assembly of Two-Dimensional Shapes. *Journal of Chemical Education*, v. 90, n. 9, p. 1196-1199, 2013.

GUPTA, H. O.; SINGH, Rakshpal. Low Cost Science Teaching Equipment for Visually Impaired Children. *Journal of Chemical Education*, v. 75, n. 5, p. 610, 1998.

HIEMENZ, Paul C.; PFEIFFER, Elizabeth. A general chemistry experiment for the blind. *Journal of Chemical Education*, v. 49, n. 4, p. 263, 1972.

INPI, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira Censo Escolar da Educação Básica 2013: resumo técnico / Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. – Brasília, 2014.

JOHNSTONE, Alex H. The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, v. 70, n. 9, p. 701, 1993.

LIMA, Telma Cristiane Sasso de., MIOTO, Regina Célia Tamasso. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. In: Rev. Katál. Florianópolis v. 10 n. esp. p. 37-45, 2007.

LUNNEY, David. Development of a data acquisition and data analysis system for visually impaired chemistry students. *Journal of Chemical Education*, v. 71, n. 4, p. 308, 1994.

MELAKU, Samuel et al. Interlocking Toy Building Blocks as Hands-On Learning Modules for Blind and Visually Impaired Chemistry Students. *Journal of Chemical Education*, 2016.

PEREIRA, Florbela et al. Sonified Infrared Spectra and Their Interpretation by Blind and Visually Impaired Students. *Journal of Chemical Education*, v. 90, n. 8, p. 1028-1031, 2013.

ROSSI, Sergio et al. Three Dimensional (3D) Printing: A Straightforward, User-Friendly Protocol To Convert Virtual Chemical Models to Real-Life Objects. *Journal of Chemical Education* v. 92, n. 8, p. 1398-1401, 2015.

SCALFANI, Vincent F.; VAID, Thomas P. 3D printed molecules and extended solid models for teaching symmetry and point groups. *Journal of Chemical Education*, v. 91, n. 8, p. 1174-1180, 2014.

SUPALO, Cary. Techniques to enhance instructors' teaching effectiveness with chemistry students who are blind or visually impaired. *Journal of Chemical Education*, v. 82, n. 10, p. 1513, 2005.

TALLMAN, Dennis E. pH titration apparatus for the blind student. *Journal of Chemical Education*, v. 55, n. 9, p. 605, 1978.

TOMBAUGH, Dorothy. Chemistry and the visually impaired: Available teaching aids. *Journal of Chemical Education*, v. 58, n. 3, p. 222, 1981.