

## DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS ASSISTIVAS DE BAIXO CUSTO PARA AUXILIAR NAS MEDIDAS DE VOLUME POR DEFICIENTES VISUAIS

**Felipe dos Santos Lima** – lima.felipe@acad.ifma.edu.br

**Daniela Carvalho Ferraz Nolasco Neves** – daniela.czarref@gmail.com

**Maira Silva Ferreira** – maira.ferreira@ufma.br

Universidade Federal do Maranhão, Coordenação de Ciência e Tecnologia

Avenida dos Portugueses, 1966, Bacanga

65080-805 – São Luís – Maranhão

**Paulo Rogério de Almeida Ribeiro** – paulo.rogerio@ecp.ufma.br

Universidade Federal do Maranhão, Coordenação de Engenharia da Computação

Avenida dos Portugueses, 1966, Bacanga

65080-805 – São Luís – Maranhão

**Resumo:** A discussão a cerca do tema exclusão e inclusão educacional vem merecendo destaque em pesquisas e mencionado em leis. Desta forma, necessita-se do preparo da sociedade e das instituições de ensino, de modo a proporcionar a igualdade, qualidade de vida e educação as pessoas com deficiência. O desenvolvimento de um material didático para auxiliar na determinação do volume torna-se uma nova ferramenta de aprendizagem e proporcionará a inserção dos alunos com deficiência visual de forma participativa nas aulas práticas de Química. Assim, o presente artigo tem como objetivo propor um equipamento que poderá auxiliar pessoas com deficiência visual na medição de volume em experimentos químicos. O aluno com deficiência visual deve, quase sempre, colocar ou determinar um volume durante um experimento químico. Entretanto, como a medida do volume é uma escala visual e o mesmo não pode enxergar, possivelmente colocará mais ou menos volume do que o solicitado. Duas soluções de baixo custo, menos que R\$ 100,00, foram propostas e implementadas, uma delas com sensor de fluxo e Arduino (custo total de R\$ 95,40) enquanto que a outra abordagem utiliza equipamentos que imitam uma boia e podem ser reciclados, tais como isopor, papel alumínio, etc (custo total de R\$ 10,40). Ambas as soluções emitem um alerta sonoro (bipe) indicando que o volume necessário foi atingido. Dessa forma, espera-se que as soluções propostas venham a ser utilizadas nos laboratórios de química das universidades e escolas visando inserir alunos com deficiência visual em práticas laboratoriais que exijam a medição do volume.

**Palavras-chave:** Volume. Química. Inclusão. Deficiência visual. Baixo custo

### 1 INTRODUÇÃO

No que se refere à educação, a inclusão de pessoas com deficiência há décadas vêm sendo discutida em pesquisas e citadas em leis no Brasil. A preocupação em se ter uma educação igual e de qualidade para todos é barrada quando diversas desigualdades (sociais, étnicas, raciais e de gênero) são observadas. O termo “exclusão” indiscutivelmente tem mais

evidência e está mais presente quando se trata da educação de pessoas com deficiência. Observa-se, desta forma, a necessidade do preparo da sociedade e das instituições de ensino, de modo a proporcionar a igualdade e qualidade de vida e educação a estas pessoas.

A Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, no seu Art. 35, Inciso IV, diz: “É essencial a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina” (BRASIL, 1996). Desta forma, mostra que as escolas de ensino médio devem proporcionar ao aluno oportunidades de união entre a teoria e a prática em cada disciplina. Do mesmo modo, a Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015 que Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência), no seu Capítulo IV- Do Direito à Educação, Art. 28, Inciso I diz: “Incumbe ao poder público assegurar, criar, desenvolver, implementar, incentivar, acompanhar e avaliar o sistema educacional inclusivo em todos os níveis e modalidades, bem como o aprendizado ao longo de toda a vida” e no Inciso XIII diz: “acesso à educação superior e à educação profissional e tecnológica em igualdade de oportunidades e condições com as demais pessoas” (BRASIL, 2015). Durante muito tempo estas pessoas com “deficiência” foram marginalizadas quanto à educação, estes alunos eram atendidos separados dos demais ou simplesmente excluídos do processo educativo e a iniciativa de mudança só ocorre quando estas Leis passam a vigorar (BRASIL, 2001).

A inserção de pessoas com deficiência na educação básica (educação infantil, ensino fundamental e ensino médio) é algo bem discutido na literatura (SILVA, 2014; KAFROUNI, 2001). Muitos projetos são desenvolvidos e ressalta-se um resultado positivo nas políticas de inclusão, visto que a cada ano um aumento crescente no ingresso destes alunos no ensino superior é observado (MATISKEI, 2004; MARTINS, 2015, GARCIA, 2018). O Censo da Educação Superior de 2016 mostra que 0,4% do total de matrículas registradas foram declaradas com algum tipo de deficiência, transtorno global do desenvolvimento ou altas habilidades/superdotação. Dentre estas declarações aparecem como as mais comuns a Deficiência Física (34,8%), a Baixa Visão (30,0%) e Deficiência Auditiva (13,7%). (Inep, 2018). O Núcleo de Acessibilidade – NUACE, instituído pelo Programa Incluir: acessibilidade na educação superior, da Universidade Federal do Maranhão – UFMA que tem dentre suas principais atribuições garantir o acesso, o ingresso e a permanência de pessoas com deficiências na instituição, através de suporte técnico e atendimento especializado, realizou 751 atendimentos à alunos com deficiência visual no ano de 2018, segundo o último Relatório de Gestão do Exercício. Conforme o mesmo relatório no referido ano a UFMA possuía 92 alunos com deficiência visual, sendo 44 monoculares, 16 cegos e 32 com baixa visão, regularmente matriculados em cursos nas áreas de exatas e tecnológicas, humanas e sociais (UFMA, 2018).

Encontram-se na literatura algumas pesquisas que retratam políticas de inclusão destes alunos na Universidade. A literatura também mostra as dificuldades enfrentadas pelos alunos com deficiência, não só para adentrar, mas também para permanecer no ensino superior (NOZU, 2018a-b; FERNANDES, 2016; SACHS, 2011; VICKERMAN, 2010; RYAN, 2004). Mostra ainda que poucos projetos educacionais são realizados de modo a minimizar estes problemas. No que se refere às disciplinas de laboratório, nenhum trabalho que abrange a ementa total da disciplina é realizado. Os poucos experimentos da literatura são limitados a apenas um assunto e não são especificamente desenvolvidos de forma direcionada aos alunos

com deficiência e tem como foco em sua maioria uma única disfunção, que é a visual (SUPALO, 2014, BOYD-KIMBALL, 2012; SUPALO, 2008; NEELY, 2007; SUPALO, 2005; FLAIR, 1990). Nacionalmente estes trabalhos são ainda mais raros, embora possam ser encontrados trabalhos de Pires *et al.* (2010 e 2013) e Mól *et al.* (2011), que descrevem atividades e procedimentos metodológicos específicos de um assunto que podem ser utilizados na inclusão do aluno com deficiência visual no ensino de química.

Observa-se deste modo, que o aluno com deficiência tem sua participação limitada ou ainda não participa diretamente e ativamente das aulas práticas. Assim, a necessidade de tratar de forma igual às pessoas instiga o desenvolvimento deste trabalho, visto que é observada, de forma prática, a exclusão de pessoas com deficiência, no tocante, às disciplinas que obrigatoriamente necessitam de aulas experimentais, tal como Química/Ciências. Segundo o Conselho Nacional de Educação (CNE) que instituiu as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia é obrigatória a existência de atividades de laboratório nos cursos de Engenharia oferecidos pelas instituições de ensino superior. Sabendo-se desta exigência, algo deve ser realizado de modo a não excluir os alunos com deficiência das aulas práticas e assegurar a eles o que lhes é de direito. Ainda segundo o CNE a Química deve estar inserida dentre os tópicos que compõem o núcleo de conteúdos básicos das Engenharias. A Química é uma ciência de forte cunho experimental, desta forma a sua aprendizagem sem a realização de atividades práticas no laboratório é dificultada. E mesmo sabendo que o Ministério da Educação possui uma Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva não se encontram práticas de laboratório desenvolvidas visando o uso por um público com qualquer deficiência. Outro fator que deve ser levado em consideração é que os professores que ministram tal disciplina não são suficientemente preparados e as instituições não apresentam estruturas educacionais com acessibilidade necessária para não isolar o aluno com deficiência nestas aulas práticas.

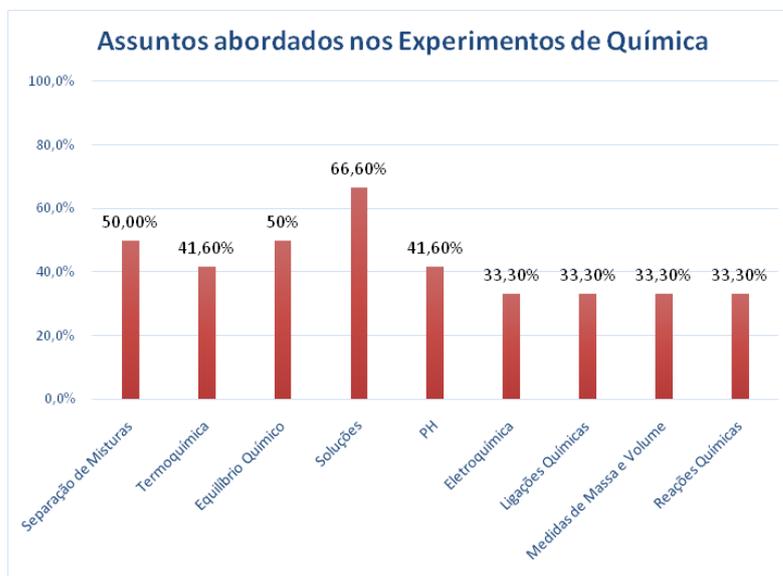
A busca em eliminar ou minimizar a exclusão perceptível dos alunos com deficiência das aulas experimentais, em especial, na disciplina de Química é um dos motivos para a execução deste trabalho. Destaca-se que a medição de volume – propriedade física extensiva da matéria – é importante e rotineira para realização de experimentos de química. No entanto, um discente com deficiência visual, por exemplo, para preparar uma solução, deve colocar um determinado volume do líquido até chegar a concentração da solução desejada, este volume deve ser exato. Entretanto, esse aluno de forma independente não possui nenhuma orientação sobre o volume atual colocado. Poucos trabalhos na literatura referem-se ao objetivo (relacionado a medidas de volume em aulas práticas de química) deste projeto o que demonstra que a criação de dispositivos, que auxiliem o aluno nessa medição, darão suporte e serão uma inovação nas práticas de ensino, podendo ainda ser utilizados como uma nova ferramenta de aprendizagem. Assim, o presente artigo tem como objetivo desenvolver um equipamento de baixo custo, sendo que duas soluções são propostas e implementadas, para auxiliar pessoas com deficiência visual na medição de volume em experimentos químicos.

## 2 RELEVÂNCIA DA MEDIÇÃO DO VOLUME EM QUÍMICA

Como etapa inicial deste trabalho realizou-se uma busca para verificar os conteúdos abordados nos cursos de graduação de 11 Universidades Federais da Região Nordeste. Com base nas ementas foi elaborada a Figura 1. Esta coleta de dados foi realizada para avaliar a

relevância do volume nos experimentos abordados no laboratório de química, pois 80% dos temas que compõe o gráfico necessitam da medida exata de volume para chegar a um resultado satisfatório.

Figura 1 - Experimentos químicos realizados nas universidades de Região Nordeste



Fonte: Próprio autor

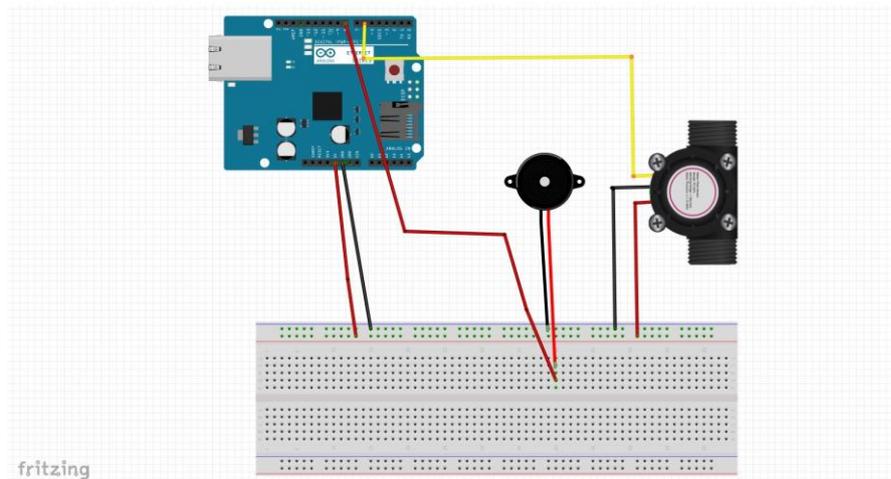
Os primeiros assuntos listados nas ementas, em sua maioria, consistem em normas de segurança laboratorial, manuseio correto de substâncias nocivas à saúde, vidrarias e conceitos iniciais. Estes são necessários para a realização dos experimentos seguintes, como por exemplo, o experimento de “Medidas de Massa e Volume”, que expõe conceitos essenciais para todos os demais experimentos presentes na Figura 01. Deste modo, a realização da medida de massa e no caso deste trabalho, a medida do volume é de extrema importância para os experimentos realizados no laboratório de Química. Ressalta-se que alunos com deficiência visual são impossibilitados de realizar tais medidas, pois tanto a massa quanto o volume são medidas que apresentam escalas visuais.

### 3 DISPOSITIVOS PROPOSTOS

O objetivo principal do trabalho é desenvolver um dispositivo que auxilie os discentes com deficiência visual na realização de experimentos de química que exijam a medição de volume. Adicionalmente, o equipamento deve ser de baixo custo visando atender mais alunos, uma vez que escolas e universidades podem ter dificuldades em adquirir um dispositivo caro. Até o presente momento, tem-se o conhecimento de apenas um equipamento que pode ser utilizado para medir volume por deficientes visuais, nomeadamente *Drop Counter* (INDEPENDENCE SCIENCE, 2018), entretanto, esse equipamento tem um elevado custo \$99,00. Adicionalmente a este dispositivo precisa-se do equipamento *Sci-Voice Talking LabQuest*, que custa \$2.195,00, pois o *Drop Counter* não tem nenhum dispositivo para emitir áudio, ou seja, os dados deste serão enviados para o *Talking LabQuest* que vocalizará o volume. Portanto, uma solução completa requer \$2.294,00, o que inviabiliza o acesso a muitos dos alunos/instituições que precisam realizar medidas de volume.

Nesse contexto, resalta-se o uso do Arduino para soluções de baixo custo (GORDON MCCOMB, 2013). Deste modo, o primeiro passo foi determinar o volume necessário para o experimento, por exemplo, 90 mL, realizar uma abertura para atuar como mecanismo de remoção do excesso de líquido, e colocar uma mangueira nessa abertura. Essa mangueira é conectada a um sensor de fluxo (YF-S201). O fluxo atual passando pelo sensor é enviado para o Arduino que caso seja maior que zero aciona um *buzzer* que indica ao aluno que o volume desejado foi obtido, assim como que existe um excesso que já está sendo removido. A Figura 2 ilustra a ligação dos componentes.

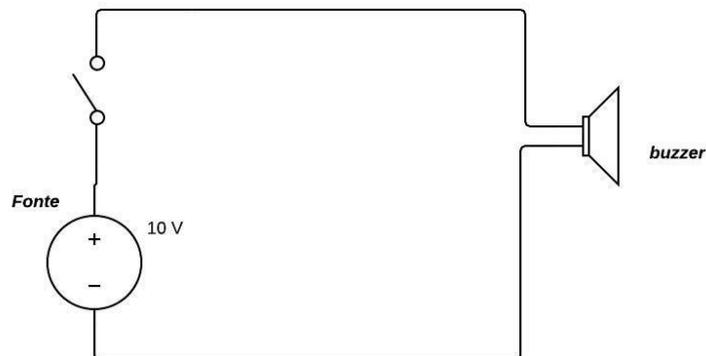
Figura 2 – Ligação dos componentes para medir o fluxo e emitir um aviso sonoro.



Fonte: Próprio autor

Posteriormente, visando minimizar ainda mais o custo do equipamento criou-se um mecanismo similar ao de uma boia utilizando elementos que podem ser reciclados, tais como isopor, papel alumínio, fios e um *buzzer*. Um material de isopor coberto com papel alumínio fica imerso no líquido e quando este atinge o volume desejado ele fecha o contato, ou seja, toca um fio metálico, para emitir um aviso sonoro ao aluno. A Figura 3 ilustra a ligação desses componentes.

Figura 3 - Diagrama esquemático da proposta de boia.

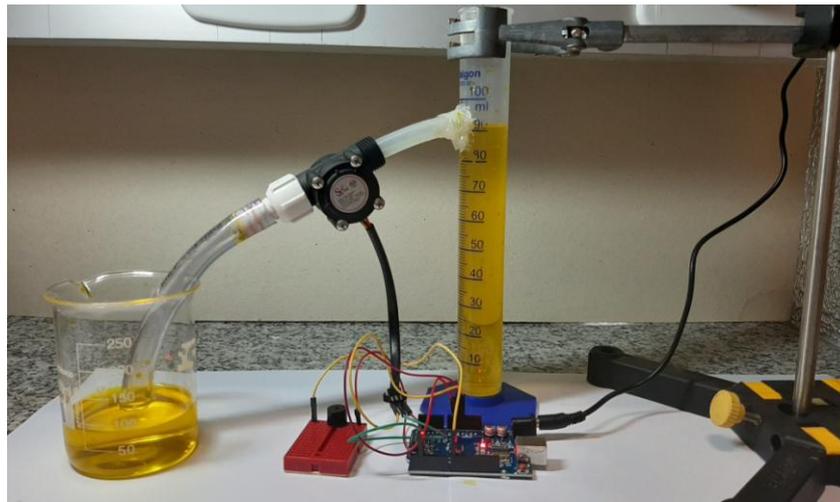


Fonte: Próprio autor

## 4 RESULTADOS

A Figura 4 mostra a solução que utiliza o Arduino e um sensor de fluxo. Quando existe um excesso de líquido, nesse exemplo o volume solicitado é 90mL, na proveta esse gera um fluxo que é um dado de entrada para o Arduino que aciona o *buzzer*. O excesso de líquido é despejado em outro recipiente<sup>1</sup>.

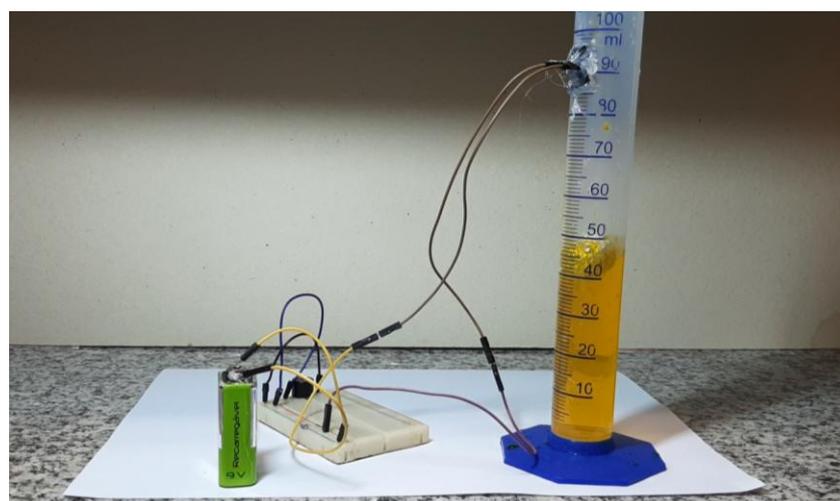
Figura 4 - Solução para detecção de volume utilizando o Arduino e um sensor de fluxo.



Fonte: próprio autor

A Figura 5 mostra a proposta com elementos recicláveis. A solução consiste em um material de isopor revestido com papel alumínio, ilustrado na Figura 6, que quando atinge determinada altura, equivalente ao nível do volume desejado, faz contato com um metal acionando o circuito que ativa o *buzzer*<sup>2</sup>.

Figura 5 - Solução com elementos recicláveis. Material coberto com papel alumínio imerso no líquido



Fonte: Próprio autor

<sup>1</sup> [http://www.ecp.ufma.br/wp-content/uploads/2019/07/Solucao\\_Arduino.mp4](http://www.ecp.ufma.br/wp-content/uploads/2019/07/Solucao_Arduino.mp4)

<sup>2</sup> [http://www.ecp.ufma.br/wp-content/uploads/2019/07/Solucao\\_Reciclaveis.mp4](http://www.ecp.ufma.br/wp-content/uploads/2019/07/Solucao_Reciclaveis.mp4)

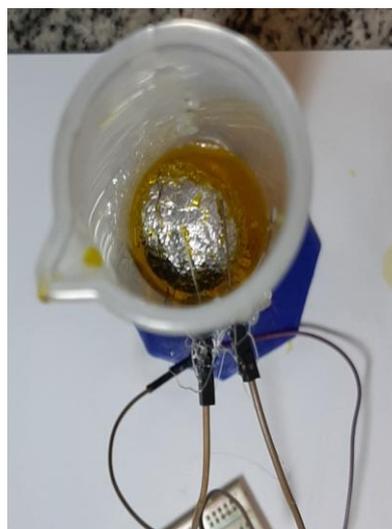
A otimização no tempo de resposta do dispositivo sonoro (ver vídeo), em especial, no sistema em que se usa o Arduino e o sensor de fluxo, pode ser melhorado em função da menor distância entre o sensor de fluxo e o recipiente, visto que o buzzer só é acionado quando o líquido passa pelo sensor. Estudos mais detalhados estão sendo realizados e serão apresentados em trabalhos futuros. No entanto, o tempo mencionado acima não compromete o resultado deste sistema, visto que o aluno com deficiência visual é informado através do som que deve cessar a adição de líquido e o que estiver em excesso, por exemplo, acima de 90mL, não permanecerá no recipiente, como mostrado no vídeo.

Figura 6 - Detecção do volume, neste exemplo o desejado é 90mL: (a) por material de isopor revestido com papel alumínio fechando contato para o buzzer e (b) vista superior do sistema.

(a)



(b)



Fonte: Próprio autor

O Quadro 1 contém o custo dos componentes, sendo que despreza itens como mangueira, fios, papel alumínio, etc. Destaca-se que ambas as soluções são de baixo custo. A solução com itens recicláveis possui Protoboard e Buzzer, totalizando, R\$ 10,40, enquanto a outra solução tem esses dois elementos mais Arduino Uno e Sensor de fluxo (YF-S201), totalizando R\$ 95,40.

Quadro 1 – Custo das duas soluções propostas

Solução de Itens Recicláveis	
Item	Valor Unitário (R\$)
Protoboard 400 pontos	8,50
Buzzer ativo 5V	1,50
<b>Total</b>	10,40
Solução com Arduino	
Item	Valor Unitário (R\$)
Protoboard 400 pontos	8,90
Buzzer ativo 5V	1,50
Arduino Uno	50,00
Sensor de fluxo 9YF-S201)	35,00
<b>Total</b>	95,40

Fonte: Próprio Autor

## 5 CONCLUSÃO

O presente trabalho demonstrou duas soluções de baixo custo para medição de volume em experimentos químicos para pessoas com deficiência visual. Ambas as soluções atendem as necessidades do projeto, ou seja, são de baixo custo (ambas por menos de R\$ 100,00), sendo que a solução que utilizada componentes que podem ser reciclados de eletroeletrônicos antigos ou quebrados possui um custo menor e podem facilmente serem implementadas em escolas e universidades com restrições financeiras, uma vez que seu custo total é de R\$ 10,40.

Destaca-se que a proposta comercial destes dispositivos pode ser interessante, entretanto, a contribuição no processo educacional é algo inquestionável. A oportunidade, a possibilidade e a facilidade na realização de experimentos de modo a familiarizá-los com ambiente do laboratório elimina o processo de exclusão. Assim sendo, com esses dispositivos permite-se aos alunos com NEEs que façam a relação entre a prática e a teoria, a possibilidade de utilizar o seu sentido mais aguçado, por exemplo, para deficientes visuais a audição, com o som produzido pelo dispositivo.

### *Agradecimentos*

À Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) pelo apoio financeiro nos projetos: “*Robótica Educacional como ferramenta para transcender a educação no Maranhão*” (Processo TIAC-06585/16); e “*QuiKits - Desenvolvimento de Kits para a Inclusão de Portadores de Necessidades Educacionais Especiais em Aulas Práticas de Química*” (Processo UNIVERSAL-01269/17).

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 dez. 1996.
- \_\_\_\_\_. Lei Brasileira de Inclusão nº 13.146, de 6 de julho de 2015, Estatuto da Pessoa com Deficiência. Senado Federal, Brasília, DF, 06 jun. 2015.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Especial. Diretrizes nacionais para a educação especial na educação básica. Brasília: MEC, 2001.
- BOYD-KIMBALL, D. 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.
- FERNANDES, A. C. R.; OLIVEIRA, M, C, S, L.; ALMEIDA, L. S. Inclusão de estudantes com deficiências na universidade: Estudo em uma universidade portuguesa, **Psicologia Escolar e Educacional**, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 483-492, 2016.
- FLAIR, Mark N. e SETZER, William N. An olfactory indicator for acid base titrations: a laboratory technique for the visually impaired. **Journal of Chemical Education**, 67, 9, 795-796, 1990.
- GARCIA, R. A. B.; BACARIN, A. P. S.; LEONARDO, N. S. T. Acessibilidade e permanência na educação superior: percepção de estudantes com deficiência. **Psicologia Escolar e Educacional**, São Paulo, Número Especial, p.33-40, 2018.
- GORDON MCCOMB. Arduino Robot Bonanza. **McGraw-Hill Education**. 2013.
- INDEPENDENCE SCIENCE. 2018 Disponível em: <<http://independencescience.com/product/drop-counter/>>. Acesso em 09.05.2019.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. Sinopse Estatística da Educação Superior 2017. Brasília: Inep, 2018. Disponível em: <[HTTP://portal.inep.gov.br/basica-censo-escolar-sinopse-sinopse](http://portal.inep.gov.br/basica-censo-escolar-sinopse-sinopse)>. Acesso em 08.05.2019.

KAFROUNI, R., PAN, M. A. G. de S. A inclusão de alunos com necessidades educativas especiais e os impasses frente à capacitação dos profissionais da educação básica: um estudo de caso, **InterAÇÃO**, Curitiba, n.5, p. 31-46, 2001.

MARTINS, D. A.; LEITE, L. P.; LACERDA, C. B. F. Políticas públicas para acesso de pessoas com deficiência ao ensino superior brasileiro: uma análise de indicadores educacionais, **Ensaio: Aval. Pol. Públ. Educ.**, Rio de Janeiro, v.23, n. 89, p. 984-1014, 2015.

MATISKEI, A. C. R. M. **Educar**, Políticas públicas de inclusão educacional: desafios e perspectivas, Curitiba, n. 23, p.185-202, 2004.

MÓL, Gerson de Souza; RAPOSO, Patrícia Neves, PIRES, Rejane Ferreira Machado. Desenvolvimento de estratégias para o ensino de química a alunos com deficiência visual. In: SALLES, S.B.A. e GAUCHE, R. (Orgs.). Educação científica, inclusão social e acessibilidade. Goiânia: Cãnone, 2011. p. 127-154.

NEELY, M. B. Using Technology and Other Assistive Strategies To Aid Students with Disabilities in Performing Chemistry Lab Tasks, **Journal of Chemical Education**, v. 84, n. 10, p 1697, 2007.

NOZU, W. C. S.; BRUNO, M. M. G.; Cabral, L. S. A. Inclusão no Ensino Superior: políticas e práticas na Universidade Federal da Grande Dourados, **Psicologia Escolar e Educacional**, São Paulo, Número Especial, p.105-113, 2018.

NOZU, W. C. S.; SILVA, A. M.; ANACHE, A. A. Permanência Do Aluno Com Deficiência No Ensino Superior: Dados Censitários Sobre As Universidades Federais Da Região Centro-Oeste, **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 13. n. esp. 2, p. 1421-1435, 2018.

PIRES, L. A., MÓL, Gerson de Souza; RAPOSO, Patrícia Neves. O Projeto “Ensino de Química a Alunos com Deficiência Visual” da UnB: 8 anos Depois. Universidade de Brasília, Instituto de Química, 2013.

PIRES, Rejane Ferreira Machado, MÓL, Gerson de Souza; RAPOSO, Patrícia Neves. Proposta de Guia para Apoiar a Prática Pedagógica de Professores de Química em Sala de Aula Inclusiva com Alunos que Apresentam Deficiência Visual. 2010. Dissertação - Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

RYAN, J.; STRUHS, J. University education for all? Barriers to full inclusion of students with disabilities in Australian universities, **International Journal of Inclusive Education**, v. 8, n.1, p. 73-90, 2004.

SACHS, D.; SCHREUER, N. Inclusion of Students with Disabilities in Higher Education: Performance and participation in student's experiences, **Disability Studies Quarterly**, v. 31, n. 2, p. 1561-1593, 2011.

SILVA, M. C. V.; MELETTI, S. M. F. Estudantes com Necessidades Educacionais Especiais nas Avaliações em Larga Escala: Prova Brasil e ENEM. **Rev. Bras. Ed. Esp.**, Marília, v. 20, n. 1, p. 53-68, 2014.

SUPALO, C. A. Techniques to enhance instructors' teaching effectiveness with chemistry students who are blind or visually impaired. **Journal of Chemical Education**, v. 82, n. 10, p. 1513-1518, 2005.

SUPALO, C. A.; MALLOUCK, T. E.; RANKEL, L.; AMOROSI, C., GRAYBILL, C. M. Low-cost laboratory adaptations for precollege students who are blind or visually impaired. **Journal of Chemical Education**, v. 85, n. 2, p. 243-248, 2008.

SUPALO, C. A.;KENNEDY, S. H. Using Commercially Available Techniques To Make Organic Chemistry Representations Tactile and More Accessible to Students with Blindness or Low Vision. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 10, p. 1745–1747, 2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO. Relatório de Gestão do Exercício, p.26-27, 2018.

VICKERMAN, P.; BLUNDELL, M. Hearing the voices of disabled students in higher education, **Disability & Society**, v. 25, n. 1, p. 21-32,2010.

## DEVELOPMENT OF LOW-COST ASSISTANCE DEVICE TO AID VOLUME MEASURES FOR VISUAL IMPAIRMENT

**Abstract:** *The discussion about the subject educational exclusion and inclusion has been highlighted in research as well as mentioned in laws. In this way, the preparation of society and educational institutions is needed in order to provide people with equality, quality of life and education. The development of didactic material to assist in volume determination becomes a new learning tool and may provide the insertion of students with visual impairment in a participatory manner. Thus, the present work aims to propose equipment that can be used by visually impaired to aid in the measurement of volume in chemical experiments. The student with visual impairment should almost always place or determine a volume during a chemical experiment. However, since the measure of volume is a visual scale and it cannot be seen by the student, he/she may put more or less volume than requested. Two low-cost solutions, less than R\$ 100.00, were proposed and implemented, one of them with flow sensor and Arduino (total cost of R\$ 95.40), whereas the other approach uses equipment that mimics a floater and its construction may be done using recycled elements, such as styrofoam, aluminum foil and so on (total cost of R\$ 10.40). Both solutions emit an audible alert (beep) indicating that the required volume has been reached. Thus, it is expected that the proposed solutions may be used in chemistry laboratories of universities and schools to introduce students with visual impairment into laboratory practices that require volume measurement.*

**Key-words:** *Volume. Chemistry. Inclusion. Visual impairment. Low cost*