

Tecnologia Assistiva para Alunos com Deficiência Visual: Medição de Volume em Aulas Laboratoriais de Química

Felipe dos Santos Lima¹, Janyeid Karla Castro Sousa¹, Maira Silva Ferreira¹, Paulo Rogério de Almeida Ribeiro²

¹Coordenação de Ciência e Tecnologia
Universidade Federal do Maranhão (UFMA) – São Luís, MA – Brazil

²Coordenação de Engenharia da Computação
Universidade Federal do Maranhão (UFMA) – São Luís, MA – Brazil

lima.felipe@aluno.ecp.ufma.br,
{janyeid.castro,maira.ferreira,ribeiro.paulo}@ufma.br

Abstract. *A student during a chemistry experiment usually has to place or determine the volume during the class. However, as this property requires the visual system, a student with visually impaired will have great difficulty. This student almost always needs to be assisted by another person, which limits his actions, in order to succeed the volume measure. Thus, the aim of this work is to develop a new learning tool, for these students, by creating an application and a system for volume measurements using an Arduino and an ultrasonic sensor. The system interacts with the user by vibrations and sounds emitted by the smartphone. A proof of concept study showed low standard deviation for the measures.*

Resumo. *Um aluno durante um experimento de Química rotineiramente coloca ou determina o volume durante a aula. Contudo, por ser uma propriedade que requer o uso da visão, um aluno com deficiência visual terá grande dificuldade. Para que o mesmo obtenha êxito nesta medida, quase sempre, uma pessoa precisa auxiliá-lo, o que limita suas ações. Assim, o objetivo deste trabalho é desenvolver uma nova ferramenta de aprendizagem, para esses estudantes, através da criação de um aplicativo e de um sistema para medidas de volume com um Arduino e sensor ultrassônico. O sistema interage com o usuário pelas vibrações e sons emitidos por um smartphone. Um estudo de prova de conceito mostrou um baixo valor do desvio padrão para as medidas.*

1. Introdução

A temática da inclusão na educação brasileira vem sendo discutida por muitos anos por educadores e pesquisadores da área. O Ministério da Educação, desde o ano de 2003, passou a considerar a Educação Inclusiva como política educacional no Brasil, embora a ampliação do atendimento aos alunos com deficiência nas salas de aula comuns, sobretudo, nas escolas da rede pública, tenha sido efetivada somente com o lançamento da Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva [BRASIL 2008] pelo Ministério da Educação. A partir de então foi recomendado que alunos com deficiências fossem matriculados no sistema regular de ensino.

É fato que, nos últimos anos, o percentual de alunos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento ou altas habilidades matriculados em classes comuns tem

aumentado gradualmente. Os dados do Censo Escolar da Educação Básica de 2018 apontam que as matrículas no ensino médio são as que mais cresceram, tendo um aumento de 101,3% nas matrículas desse público entre os anos de 2014 e 2018 [INEP 2018]. Em se tratando do Ensino Superior, 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 XIII assegura o acesso à educação superior e à educação profissional e tecnológica em igualdade de oportunidades e condições com as demais pessoas [BRASIL 2015]. Atualmente a entrada de alunos com algum tipo de deficiência no Ensino Superior é evidente. Esse fato deve-se muito à implementação de políticas de ações afirmativas que resultam no acesso (inclusão) de grupos socialmente excluídos nas Instituições de Ensino Superior (IES) no país. O atendimento apropriado aos estudantes que notificam sua deficiência ainda na inscrição dos processos seletivos para ingresso nos cursos de graduação, caracteriza-se como uma das formas de políticas afirmativas. O reflexo dessa ação pode ser evidenciado pelo crescimento do número de matrículas desses alunos nas IES.

De acordo com os dados do Censo da Educação Superior de 2017, o número de matrículas em cursos de graduação de alunos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento ou altas habilidades/superdotação nas IES aumentou de 20.530 alunos no ano de 2009 para 38.272 alunos no ano de 2017 [INEP 2017]. Ainda de acordo com esse censo, desses alunos matriculados 10.619 apontaram deficiência por baixa visão e 2.203 apontaram ter deficiência por cegueira. Problemas na visão, que é o tipo de deficiência de foco central deste trabalho, podem englobar cegueira ou baixa visão, de acordo com o Decreto nº 5.296, de 02 de dezembro de 2004 [BRASIL 2004], sendo esta, apenas um dos tipos de tantas deficiências (física, auditiva, intelectual ou múltipla) que o aluno pode apresentar, cujas limitações naturais são inevitáveis.

Nesse processo, o grande desafio está em como fazer para que a inclusão aconteça de forma efetiva, estabelecendo a democratização do acesso e mantendo a qualidade do ensino superior. Trabalhar estrategicamente de forma que todos os estudantes possam ter suas especificidades atendidas, fornecendo o amparo necessário para o acompanhamento no processo de aprendizagem, continua sendo um grande desafio, pois o processo não deve tratar somente da entrada do aluno no ensino superior, mas também da permanência dele nas IES, como afirmam Nozu (2018a-b) e Fernandes (2016).

O aluno pode encontrar dificuldades no processo educativo, sobretudo, pelo fato de não serem oferecidos muitos recursos materiais e humanos apropriados no sistema educacional. Como consequência, não receberá estímulo para a utilização do potencial visual (quando possível), podendo estar fadado a não permanência deste no ambiente de ensino. Nesse contexto, percebe-se que ainda existe carência em pesquisa quanto ao acesso e quanto à permanência das pessoas com necessidades educacionais especiais nas Instituições de Ensino Superior, embora algumas pesquisas nesse contexto tenham sido desenvolvidas [CHAHINI 2006; VALDÉS 2006; VICKERMAN 2010; SACHS 2011; CASTRO e ALMEIDA 2014; GARCIA 2018; MARTINS *et al.* 2018]. Em se tratando de pesquisas, projetos educacionais ou objeto de ensino aprendizagem que relatem ações de cunho inclusivo em disciplinas experimentais, essas pesquisas são mais escassas ainda.

A Química é uma das ciências essencialmente experimental, assim, para que o aluno tenha todo o desenvolvimento intelectual plenamente desenvolvido nessa área, práticas laboratoriais são exigidas, além do domínio das técnicas básicas de utilização de laboratórios. Essa exigência não se dá somente ao curso de Química. 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, uma vez que essa disciplina está inserida dentre os tópicos que compõe o núcleo de conteúdos básicos das Engenharias oferecidos pelas instituições de ensino superior. Considerando essa premissa, entende-se que os laboratórios devem ter uma estrutura tanto física quanto humana preparada para garantir de fato o acesso dos alunos com deficiência, garantindo a participação desses de forma justa, visando contribuir plenamente para o seu desenvolvimento acadêmico.

Alguns trabalhos, considerando o desenvolvimento de objetos de aprendizagem para o ensino de Química envolvendo aplicativos, podem ser encontrados na literatura [FELDT *et al.* 2012; WILLIAMS e PENCE 2011; GARCIA-RUIZ *et al.* 2012], mas poucos são os trabalhos que de fato propõem o uso de ferramentas com o cunho de inclusão. Cita-se, dentre esses trabalhos, os de Pires *et al.* (2010 e 2013), que abordam atividades e procedimentos metodológicos específicos de um conteúdo que podem ser utilizados no ensino de Química visando a inclusão do aluno com deficiência visual.

O desenvolvimento desse trabalho considera uma forma de inclusão de pessoas com deficiência visual que chegam ao ensino superior e tenham que cumprir uma disciplina de laboratório de Química, considerando que o ensino de Química aos portadores de deficiência visual é dificultado pelo fato das aulas laboratoriais serem baseadas em aspectos visuais. Nesse sentido, o processo educativo do aluno com problemas de visão poderá desenvolver-se por meios sonoros, tato, olfato e paladar [NUNES e LOMÔNACO 2010], desde que utilizem auxílios específicos. Destaca-se que a medida de volume é uma das ações mais importantes e rotineiras de um laboratório de química, dela depende a maioria dos experimentos que fazem parte da grade curricular dos cursos de nível superior que têm a Química experimental como disciplina obrigatória.

Dessa forma, o presente artigo tem como objetivo desenvolver uma nova ferramenta de aprendizagem através da criação de um aplicativo e de um sistema para medidas de volume como forma de tecnologia assistiva que auxilie alunos com deficiência visual em atividades de laboratório de Química.

2. Metodologia

Para a construção do sistema foi utilizado uma placa Arduino que é responsável pela aquisições dos dados [FONSECA e VEGA, 2011], bem como processamento e envio para o aplicativo. O Arduino é uma placa de código aberto para prototipagem de circuitos eletrônicos. O controlador Arduino utiliza a linguagem C/C++. O sensor ultrassônico [TONIATE, 2015] trabalha com ondas de altas frequências (40KHz), valor este muito acima da capacidade dos ouvidos humanos que podem ouvir entre 20Hz e 20.000Hz. O sensor ultrassônico é composto por duas partes: emissor e receptor. O emissor envia uma onda em direção ao objeto, que neste estudo é um líquido, e calcula o tempo gasto pela onda para sair do emissor e retornar ao receptor. A onda viaja a uma velocidade constante (velocidade do som e igual 340 m/s). Ressalta-se que o tempo

obtido é o tempo de ir e voltar, ou seja, seu valor está dobrado e deve ser dividido por 2. Obtendo o tempo (t) necessário para onda chegar ao líquido e sabendo sua velocidade (v_s), que nesse caso é constante, obtém-se a distância do objeto (d_f), isto é, $d_f = v_s * t$

Uma vez obtida a distância do objeto, o processo de medição de volume consiste no posicionamento do sensor ultrassônico na parte superior a uma distância fixa (d_f) de 5cm da superfície do líquido contido no recipiente. A mesma metodologia de medição de volume pode ser utilizada para um recipiente com forma regular, por exemplo, um cilindro de raio fixo (r_f). O volume, neste caso, contido no mesmo, depende exclusivamente, da altura do líquido (h). A Figura 1 ilustra o processo para medir o volume.

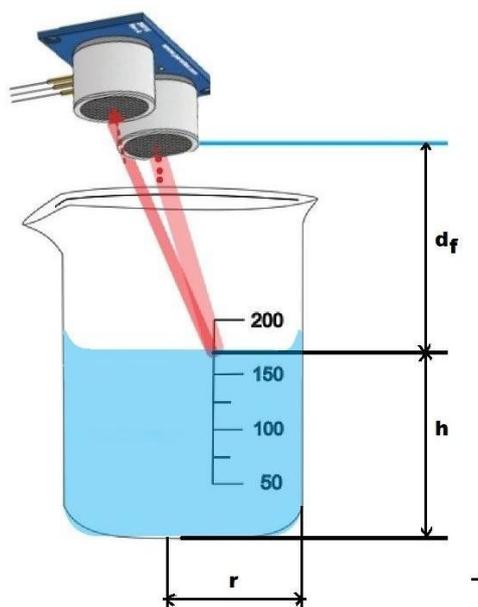


Figura 1. Representação do sistema de medida do volume.

Uma vez obtida a altura do líquido (h), esse valor é enviado para um aplicativo, usando um módulo Bluetooth modelo HC-05. A comunicação entre o Arduino e o módulo é do tipo serial, onde são usados os pinos 0(RX) e 1(TX), RX (receber) e TX (transmitir), respectivamente. A Figura 2 ilustra a ligação dos equipamentos: Arduino, sensor de distância ultrassônico HC-SR04 e módulo Bluetooth HC-05.

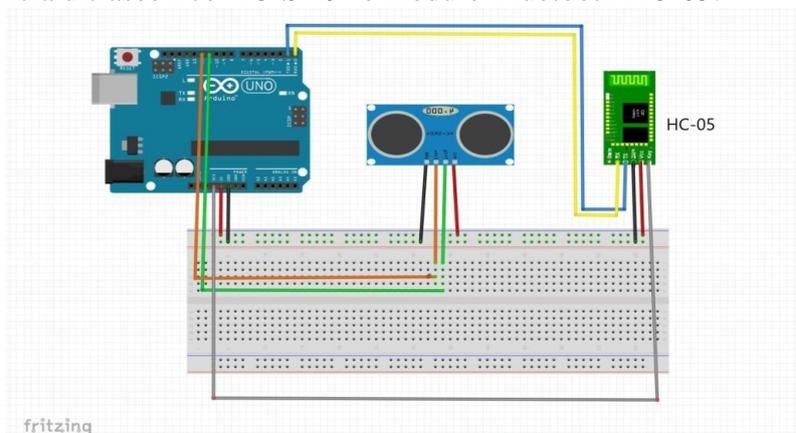


Figura 2. Ilustração da ligação dos componentes para medir a distância e enviar os dados.

Adicionalmente, foi criado um aplicativo que interage com o Arduino de modo que os dados coletados são mostrados na tela do celular, bem como o celular responde com vibrações e emite avisos sonoros referentes ao volume atual do líquido. Este aplicativo foi desenvolvido usando a plataforma MIT App Inventor 2 [LECHETA 2015; ARNOBIO e VANESSA 2010]. O aplicativo criado recebe o dado da distância e estabelece uma comparação com os parâmetros já fixados, sendo que neste caso fixou-se d_f em 5cm que é equivalente a 175ml no recipiente usado.

O aplicativo poderá responder de três maneiras distintas, conforme o valor de d_f : i) d_f igual a (5cm), equivalente a 175ml, responde com vibrações e emite um aviso sonoro com a mensagem “volume atingido”; ii) para d_f maior que 5cm, obtém-se um volume menor que 175ml, uma vez que a altura do líquido é menor, logo, emite-se a mensagem sonora “colocar mais líquido” e o som da distância atual; e iii) para o valor de d_f menor que 5cm, tem-se um volume maior, e emite-se o aviso sonoro de “ultrapassou” e o som leitura da distância atual. A interface do aplicativo, além de emitir sonoramente o valor atual, também mostra o valor de d_f , caso seja necessário para outro usuário, por exemplo, o professor da disciplina.

3. Resultados e Discussão

O experimento inicia-se com a obtenção do volume exato do líquido que será adicionado ao recipiente de uso comum em um laboratório de química, nomeadamente béquer. Essa medição será utilizada para validar o volume obtido pela solução proposta. O béquer é um recipiente com ou sem graduação, utilizado para dissolver uma substância em outra, aquecer líquidos, entre outras aplicações. Usou-se como líquido a água destilada e através da massa e da densidade, à temperatura ambiente (25°C), calculou-se a volume. O volume calculado para a massa pesada foi de 175mL e correspondeu exatamente a graduação marcada no béquer, embora o mesmo não seja um recipiente de referência para medidas de volumes exatos. Tendo estabelecido o volume de 175mL colocou-se o sensor ultrassônico na parte superior do béquer com líquido e fixou-se a sua altura (Figura 3). A altura do sensor ultrassônico está condicionada à distância fixa (d_f), ou seja, o sensor está a uma distância de 5cm da altura do líquido com o volume de 175mL.



Figura 3. Calibração de d_f

Posteriormente, esvaziou-se o béquer e com ele vazio iniciou-se o processo de enchê-lo de modo a verificar a eficácia do sistema para a medição do volume. A Figura 4a mostra o sistema completo montado¹. A medida que a distância entre o sensor e o líquido era diminuída, pela adição da água ao béquer, o aplicativo informava através da mensagem sonora e da leitura da distância, que era necessário adicionar mais líquido. Quando a altura do líquido (h) se aproxima do valor de d_f a água já pode ser adicionada mais lentamente. Com a adição de mais água, essa distância entre o líquido e o sensor alcança d_f , conseqüentemente o aplicativo indica d_f (Figura 4b) e emite outra mensagem: “*volume atingido*”.

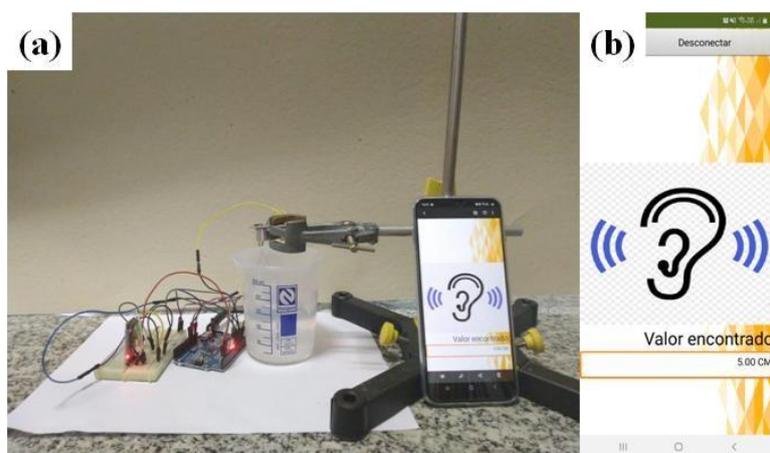


Figura 4. Imagem (a) do sistema completo e (b) interface do App que interage com o Arduino.

A confirmação do volume foi realizada utilizando a mesma metodologia para fixação do mesmo, ou seja, usou-se a massa e a densidade do líquido. Esse estudo prova de conceito repetiu o mesmo procedimento três vezes, visando obter a precisão do sistema. A partir da repetição do procedimento para determinar o volume e dos dados produzidos pelo sistema (valor de d_f), confirmou-se a precisão na realização da medida de volume. O desvio médio obtido foi de 0.5mL.

4. Conclusão

O volume é uma das medidas mais realizadas em aulas práticas de química e contribui no desenvolvimento de inúmeros experimentos. O presente trabalho desenvolveu um estudo prova de conceito para medição do volume de líquidos para pessoas com deficiência visual, de modo a incluí-los de forma ativa nas práticas que requer este procedimento.

O sistema desenvolvido interage com o usuário pelas vibrações e áudios do aparelho celular. Até o presente momento este sistema foi desenvolvido para a medição de um único volume, pois foi utilizado como recipiente para comportar o líquido um béquer. Vale ressaltar que o volume é único, mas não fixo, pois desde que seja mantido o valor de d_f , outros volumes (outras alturas, h) podem ser calibradas, assim, a mesma metodologia pode ser aplicada. Deste modo pretende-se com a realização deste trabalho possibilitar que o aluno com deficiência visual tenha autonomia na execução do

1 http://www.ecp.ufma.br/wp-content/uploads/2019/07/Tecnologia_assistiva_Quimica.mp4

experimento. Como trabalhos futuros visa-se validar esse sistema, valor do desvio médio de 0.5mL, realizando mais experimentos, bem como aplicá-lo com estudantes com problemas visuais.

Agradecimento

À UFMA e a FAPEMA pelo apoio financeiro: Processo TIAC-06585/16 e Processo UNIVERSAL-01269/17.

Referência

- Arnobio, Vanessa (2010) “Introdução ao MIT App Inventor”.
https://technovationchallenge.org/wp-content/uploads/2015/01/tutorial-construcao_app-FaleComigo-pt.pdf. Acesso em 26 de junho de 2019
- Brasil. Decreto 6.571, de 17 de setembro de 2008. Dispõe sobre o atendimento educacional especializado, regulamenta o parágrafo único do art. 60 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, e acrescenta dispositivo ao Decreto. n. 6.253, Novembro.
- Brasil, Decreto nº. 5.296 de 2 de dezembro de 2004. Brasília, DF, 2004. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5296.htm.
Abril.
- Brasil. 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.
- Chahani, T. H. C.(2006) Os Desafios do Acesso e da Permanência de Pessoas com Necessidades Educacionais Especiais nas Instituições de Educação Superior de São Luís - MA. 203f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís.
- Castro, Sabrina Fernandes de. Almeida, Maria Amelia.(2014) Ingresso e Permanência de Alunos com Deficiência em Universidades Públicas Brasileiras. Rev. Bras. Ed. Esp., Marília, v. 20, n. 2, p. 179-194,Abril
- Feldt, J.; Mata, R. A.; Dieterich, J. M. Atomdroid(2012) “A Computational Chemistry Tool for Mobile Platforms”. Journal of Chemical Information and Modeling, v.52, p. 1072-1078,
- Fernandes, A. C. R.; Oliveira, M, C, S, L.; Almeida, L.S(2016). “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.
- Fonseca, E. G. P.; Vega, A. S. (2011); “Tutorial sobre Introdução à Projetos Utilizando o Kit de Desenvolvimento” Arduino. Anais:XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Veja a. s. Cobenge Blumenau: FURB.
- García-Ruiz, M. A.; Valdez-Velazquez,L.L.; Gómez-Sandoval, Z.(2012) Estudio de usabilidade de visualización molecular educativa em um telefono inteligente. Química Nova, v.35, n.3, p. 648-653.
- Garcia, R. A. B.; Bacarin, A. P. S.; Leonardo, N. S. T.(2010)Acessibilidade e permanência na educação superior: percepção de estudantes com deficiência. Psicologia Escolar e Educacional, São Paulo, Número Especial, p.33-40, 2018.

- Inep (2017) Censo da Educação Superior de 2017. Divulgação dos principais resultados. Brasília-DF, Setembro de 2018. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/docman/setembro-2018-pdf/97041-apresentac-a-o-censo-superior-u-ltimo/file>Acesso em 24 de julho de 2019
- Inep (2018) Censo Escolar da Educação Básica 2018 Resumos Técnicos. Brasília-DF.http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/resumos_tecnicos/resumo_tecnico_censo_educacao_basica_2018.pdf.Julho
- Lecheta, R. R. (2015) “Google Android: Aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK. 4ª Edição. Novatec Editora.
- Martins, Sandra Eli Sartoreto de Oliveira. . Leitão, Lúcia Pereira. Ciantelli, Ana Paula Camilo(2018). Mapeamento e análise da matrícula de estudantes com deficiência em três Universidades públicas brasileiras. *Psicologia Escolar e Educacional*, SP. Número Especial,p.15-23
- Nunes, Sylvia. Limôca (2010), José Fernando Bitencourt. O aluno cego: preconceitos e potencialidades. *Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional*, SP. Volume 14, Número 1, JUNHO: 55-64.
- Nozu, W. C. S.; Bruno, M. M. G.; Cabral, L. S. A(2018). Inclusão no Ensino Superior: políticas e práticas na Universidade Federal da Grande Dourados, *Psicologia Escolar e Educacional*, São Paulo, Número Especial, p.105-113.
- Nozu, W. C. S.; Silva, A. M.; Anache A.(2018) 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.
- Pires, L. A., Mól, Gerson de Souza; Raposo, Patrícia Neves (2013). O Projeto “Ensino de Química a Alunos com Deficiência Visual” da UnB: 8 anos Depois. Universidade de Brasília, Instituto deQuímica.
- Pires, Rejane Ferreira Machado, Mól, Gerson de Souza; Raposo, Patrícia Neves(2010). 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.
- Sachs, D.; Schereuer, N (2011). 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.
- Tonieate, A. D. (2015). “Sistema Supervisório do Nível de uma Caixa d’água Residencial”, 15ºCongresso Nacional de Iniciação Científica. São Paulo, 2015.
- Valdés, M. T. M.(2006) Inclusão de Pessoas com Deficiência no Ensino Superior no Brasil: Caminhos e Desafios. Fortaleza: EDUECE, p. 89 – 109
- Vickerman, P.; Blundell, M. (2010). Hearing the voices of disabled students in higher education, *Disability & Society*, v. 25, n. 1, p. 21-32,
- Williams, A. J.; Pence, H. E. (2011). Smart Phones, a Powerful Tool in the Chemistry Classroom. *Journal of Chemical Education*, n.88, p. 683-686.