



II CONPESQ Congresso de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação

Os novos rumos da ciência pós-pandemia

12 a 16 de abril de 2021 Universidade Federal do Cariri - UFCA

HEFESTO: SOLUÇÕES DE ACESSIBILIDADE PARA USO DE EQUIPAMENTOS LABORATORIAIS

Primeira Autoria¹

Não Preencher

Informar filiação, e-mail e financiamento obrigatoriamente nos metadados

Segunda Autoria²

Não Preencher

Informar filiação, e-mail e financiamento obrigatoriamente nos metadados

Terceira Autoria³

Não Preencher

Informar filiação, e-mail e financiamento obrigatoriamente nos metadados

Terceira Autoria⁴

Não Preencher

Informar filiação, e-mail e financiamento obrigatoriamente nos metadados

1 INTRODUÇÃO

Muitas são as dificuldades enfrentadas diariamente pela população que apresenta alguma deficiência, seja ela qual for, isso porque todo o sistema em que o ser humano vive, foi adaptado de forma a atender às necessidades convencionais humanas, geralmente fazendo-se uso da combinação dos sentidos para a realização de suas atividades.

Nas instituições de ensino também não é diferente, pois os métodos adotados para ensino fazem uso de exposições de aulas por apresentações em slides ou descrição em quadros, o que dificulta o aprendizado para o caso dos deficientes visuais, não por preconceito, mas por falta de recursos para favorecê-los.

Nascimento et al (2016), comenta que é muito recente a discussão da inserção de estudantes com deficiências em universidades e que ainda não há uma definição de quais

-
- 1 Será preenchido pela Comissão após avaliação com as informações dos metadados da submissão.
 - 2 Será preenchido pela Comissão após avaliação com as informações dos metadados da submissão.
 - 3 Será preenchido pela Comissão após avaliação com as informações dos metadados da submissão.
 - 4 Será preenchido pela Comissão após avaliação com as informações dos metadados da submissão.

práticas pedagógicas precisam ser desenvolvidas para atender esses estudantes.

Araújo e Santos (2015) em seu trabalho sobre fotografia táteis, definem um conceito mais amplo de acessibilidade e inclusão social, como o processo pelo qual a sociedade e o portador de deficiência procuram adaptar-se mutuamente tendo em vista a equiparação de oportunidades, permitindo que este possa desenvolver-se em todos os aspectos da vida. (p.2)

Dentro do ensino de química, são encontradas muitas disciplinas experimentais, em que rotineiramente faz-se uso de práticas com aferições de volumes de líquidos e pesagens de massas de substâncias para realização de determinadas reações químicas. Neste contexto, pessoas com deficiências ou limitações temporárias apresentam dificuldades, pois poucos são os instrumentos que favorecem a autonomia do usuário deficiente nesse ambiente, um exemplo de vidraria inadequadas seriam as pipetas, utilizadas para transferência de volumes específicos de líquidos, por meio de medidas visuais.

Levada em consideração a técnica laboratorial de titulação, onde utiliza-se uma bureta (vidraria calibrada e precisa para transferência de líquidos), o usuário deficiente visual apresentará dificuldades em sua utilização, uma vez em que torna-se imprescindível a transferência, gota-a-gota, de um determinado volume de uma solução necessário para que seja atingido o ponto final de uma determinada reação química, onde também configura-se como outro problema, pois muitas vezes o ponto final da reação é identificado fazendo-se uso de um indicador químico que altera a coloração do meio líquido.

De acordo com Santos *et al* (2015), as medidas de volumes e massa são as técnicas mais básicas de um laboratório de Química, e a partir delas são baseadas a maioria dos experimentos realizados em Química, e apresentando dificuldades na determinação de tais medidas básicas. O usuário deficiente apresentará ainda mais dificuldades no entendimento da técnica em si. Os autores ainda citam que a proposta de novos instrumentos ou adaptações de instrumentos de laboratórios voltados para a inclusão de deficientes visuais em laboratórios ainda é muito carente.

Diante disso, espera-se com esse artigo apresentar os resultados parciais da investigação científica em andamento.

1.1 MICROCONTROLADORES

Microcontroladores podem ser considerados como computadores integrados que formam uma tecnologia complexa incluindo conceitos inter-relacionados (FERREIRA et Al., 2005)

O uso de micro controladores como ferramentas tecnológicas de auxílio na educação, é bem vinda como mostram os estudos de Dian e Carrasqueira (2018). Muitos são suas aplicações como no ensino de arquitetura de computadores (SILVA; CHEIRAN, 2015), ensino de matemática (OLIVEIRA; PEREIRA, 2020), ensino de física (MARTINAZZO; TRENTIN; FERRARI; PIAIA, 2014).

Dos micro controladores existentes o mais comumente utilizado é o projeto Arduíno. Um micro controladores criado por Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis (2005), com o objetivo de ser um dispositivo barato, funcional e fácil de ser programado. Ter sido concebido sob o conceito de hardware livre, sua aceitação, disseminação e personalização foi bem aceita por projetistas especialistas e amadores.

Neste estudo o microcontrolador adotado é o Arduíno com alguns componentes auxiliares, especificados e justificados mais a diante.

1.2 FABRICAÇÃO DIGITAL

Definimos fabricação digital como “Os métodos de produção que se baseiam em modelos geométricos digitais são chamados genericamente de sistemas de fabricação digital (*Digital Fabrication*) e incluem diversos tipos de equipamentos CNC (*Computer Numeric Control*). Esses equipamentos fazem a transferência de dados de um programa de modelagem 3D para a fabricação direta com técnicas subtrativas, aditivas ou de conformação.” (CELANI, VAZ e PUPO, 2013, p.35)

O uso de prototipagem rápida (RP) e tecnologias de fabricação digital (DF) nos permitiu produzir muito mais rapidamente e discutir o conceito de customização em massa. A partir de uma abordagem de design paramétrico, torna-se possível desenvolver o design preciso dos elementos que compõem cada peça, bem como alterar facilmente as características desses elementos. (FILHO; MENDES, 2019)

Dentro da fabricação digital recorreremos ao uso do desenho auxiliado por computador (CAD), que teve como precursor o Ivan Sutherland quando, na década de 1960, criou o *Sketchpad* um computador com software capaz de se desenhar elementos geométrico com uso de uma caneta sensível ao toque (PONTES, 2020). E para a impressão das peças em 3D, recorreremos a técnica da impressão aditiva em impressora de filamento ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno).

Figura 1 - Ivan Sutherland operando o "sketchpad"



Fonte: Pontes, 2020.

Isto posto, para definirmos o nosso problema de investigação aduzimos os argumentos propostos por Gil (2010) que os classifica em dois grandes grupos: (i) os de razões de ordem intelectual que decorrem do desejo de conhecer pela própria satisfação de conhecer, (ii) e os de razões de ordem prática, que são os que decorrem do desejo de conhecer tendo em vista fazer algo de maneira mais eficiente ou eficaz. Neste caso específico tentou-se responder a estas duas ordens de razões na formulação do problema de investigação.

Assim sendo o nosso problema pode ser definido como a falta de equipamentos adaptados para usuários deficientes visuais total ou parcial, e/ou com dificuldades motoras, limitam seu acesso a realizarem experimentos laboratoriais.

Levantamos assim a hipótese de que o uso de equipamentos laboratoriais adaptados a usuários que apresentam alguma deficiência ou limitações temporárias, podem promover a autonomia no processo de aprendizagens e prática profissional.

O equipamento será validado com uma amostra proposital de estudantes a realizarem atividades acadêmicas laboratoriais.

2 OBJETIVOS

Este estudo pode ser justificado devido a necessidade de se adequar os ambientes de trabalho e aprendizado a todos os usuários, especialmente tratando-se do grupo de usuários que apresentam as mais diversas necessidades especiais, como deficiências visuais e motoras, criando consigo uma autonomia, que atualmente não se é facilmente encontrada, nesses ambientes e assim favorecendo o desenvolvimento de estudos relacionados às práticas laboratoriais por parte desses grupos desfavorecidos.

Outra questão que se pode levada em consideração seria a de gerar mais autonomia no dia a dia, com a geração de instrumentos capazes de auxiliar em determinadas atividades diárias, como contar o número de gotas de um determinado remédio, em que hoje, apresentam-se como grandes desafios por parte do grupo de deficientes visuais.

Assim sendo o objetivo geral deste estudo em andamento é realizar o estudo interdisciplinar para a produção de equipamentos laboratoriais acessíveis com o auxílio de microcontroladores e fabricação digital, e ainda, mais especificamente:

- Desenvolver equipamentos de laboratório de química a controlarem o fluxo de gotas de uma bureta, que auxiliem usuários deficientes visuais total ou parcial, e/ou com dificuldades motoras;
- Desenvolver equipamentos de laboratório de química a verificarem alterações de cores de indicadores químicos de reações, que auxiliem usuários deficientes visuais total ou parcial; e
- Desenvolver equipamentos de laboratório de química a transferirem volumes determinados de soluções, que auxiliem usuários deficientes visuais total ou parcial.

3 METODOLOGIA

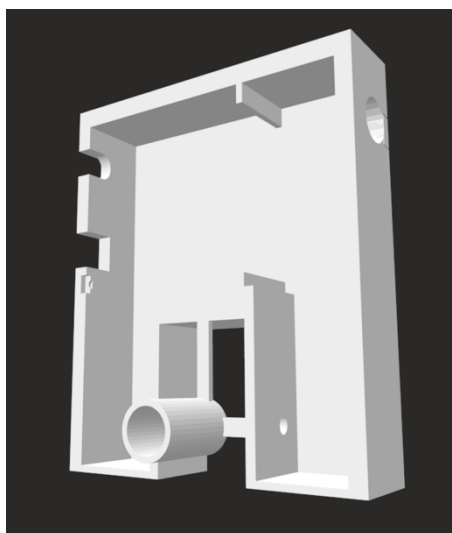
Para alcançar estes objetivos e responder ao nosso problema de investigação optamos por uma metodologia de investigação experimental de abordagem interdisciplinar com atividades científicas e tecnológicas (ACT), com pesquisa e desenvolvimento (P&D) de protótipos de equipamentos laboratoriais acessíveis, sendo realizada nos laboratórios de Física, Central Analítica e de Prototipagem Rápida e Impressão 3D (CoDe), da Universidade Federal do Cariri (UFCA).

Foram criadas 3 (três) linhas de pesquisa para o desenvolvimento deste equipamento. A linha de estudo do protótipo físico. De estudos da automação e de criação do software que se descreve a seguir.

3.1 PROTÓTIPO FÍSICO

Construiu-se um medidor de gotas de baixo custo por meio de fabricação digital, impressão 3D e automação. O protótipo segue uma estrutura retangular de 13 por 12 centímetros, com um orifício retangular de 9 centímetros por 6 centímetros, com uma altura de 3 centímetros. (ver Figura 2)

Figura 2 – Protótipo digital

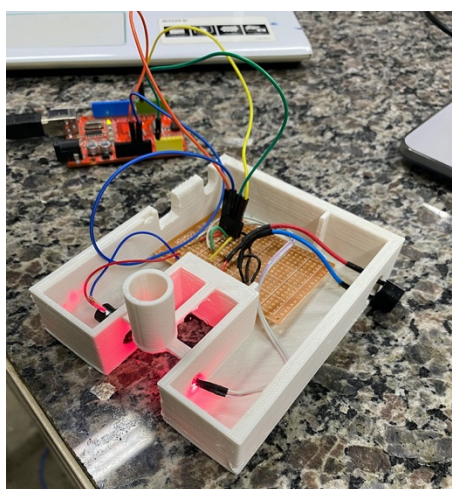


Fonte: autoria própria

Toda sua estrutura é construída por meio do copolímero ABS. Utilizou-se a impressora de modelo AE3D Plus V2 para a impressão do protótipo, e assim formar três estruturas: (i) a carcaça do medidor com espaço para o circuito elétrico; (ii) a tampa que encaixa diretamente no medidor e (iii) a base que sustenta o medidor, com espaço para um bquer.

O protótipo possui uma estrutura interna de apoio para uma placa de Arduíno Uno, que se conecta a um módulo laser, um módulo *buzzer* e um fotoresistor. O orifício do fotoresistor e do módulo laser, são calculados para que quando ativados o laser se posicione ao centro do fotoresistor, garantido melhor leitura. (ver Figura 3)

Figura 3 – Protótipo digital



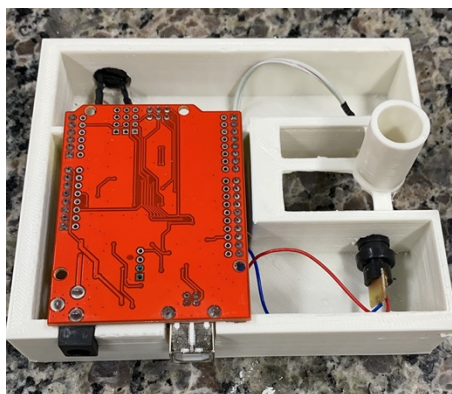
Fonte: autoria própria

Além disso o protótipo também conta com orifícios para o encaixe de entradas de alimentação do Arduíno Uno, permitindo que o mesmo seja conectado em diversas fontes de alimentação.

3.2 AUTOMAÇÃO

Utilizou-se 3 módulos: *buzzer*, laser e fotoresistor, conectados a um Arduíno Uno (Figura 4). O laser emite uma frequência para o fotoresistor que registra e armazena no controlador, caso algo interfira na linha de encontro do módulo laser ao fotoresistor, a frequência registrada pelo fotoresistor cai. Utilizando essa diferença de frequência é possível determinar o momento em que uma “gota” passa pelo contador.

Figura 4 – Protótipo digital



Fonte: autoria própria

Ao detectar essa diferença de frequência, o controlador emite um sinal para o módulo *buzzer*, que emite um som agudo e facilmente detectável pelo ouvido humano, assim uma pessoa portadora de deficiência visual total ou parcial, e/ou com dificuldades motoras; conseguiria utilizar as vidrarias de um laboratório sem a necessidade do auxílio de terceiros.

3.3 SOFTWARE

Utilizou-se da linguagem de programação C++ para programar o medidor. Após medir a frequência média recebida pelo fotoresistor, programou-se o medidor para detectar a diferença de frequência quando o feixe de luz é interrompido. Quando essa frequência é detectada um sinal é emitido e o *buzzer* emite o som a uma frequência audível, o atraso da gota é compensando por um *delay* incluído na própria programação, assim cada gota é audível e diferenciável ao ouvido humano.

4 RESULTADOS PRELIMINARES

Até o presente momento os resultados preliminares têm-se mostrado favoráveis à prática laboratorial de para usuários deficientes visuais total ou parcial, e/ou com dificuldades motoras, na prática da titulação química.

Nas próximas fases da investigação serão feitos novos estudos do design do protótipo após testes com usuário em ambiente controlado. A amostra será de conveniência e composta por usuários dos laboratórios voluntários recrutados por meio de inscrição via e-mail ou presencial no projeto, que se enquadrarem nos critérios de inclusão e exclusão da pesquisa, e que assinem o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) de participação da pesquisa com autorização do uso de imagens.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino por práticas laboratoriais para pessoas com deficiências ou limitações temporárias apresentam dificuldades, pois poucos são os instrumentos que favorecem a autonomia do usuário deficiente neste ambiente, principalmente tratando-se de vidrarias volumétricas, que são criadas, geralmente, de maneiras inacessíveis para esse grupo de usuários, como é o caso das pipetas, utilizadas para transferência de volumes específicos de líquidos.

Quando, por exemplo, levada em consideração a técnica de titulação, onde utiliza-se uma bureta (vidraria calibrada e precisa para transferência de líquidos), o usuário deficiente visual apresentará dificuldades em sua utilização, uma vez em que torna-se imprescindível a transferência, gota-a-gota, de um determinado volume de uma solução necessário para que seja atingido o ponto final de uma determinada reação química, onde também configura-se como outro problema, pois muitas vezes o ponto final da reação é identificado fazendo-se uso de um indicador químico que altera a coloração do meio líquido.

A partir deste estudo interdisciplinar para a produção de equipamentos laboratoriais acessíveis, por meio de uma investigação de metodologia experimental de abordagem interdisciplinar com atividades científicas e tecnológicas (ACT), com pesquisa e desenvolvimento (P&D) de protótipos de equipamentos laboratoriais acessíveis, espera-se desenvolver protótipos acessíveis, que auxiliem na atividade autônoma de deficientes em ambiente laboratorial, com o intuito de favorecer seu aprendizado ou mesmo sua atividade profissional neste ambiente.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a UFCA pela oportunidade de prover ensino superior de qualidade no interior do estado do Ceará, promovendo assim a interiorização das oportunidades. Agradecemos ao grupo de pesquisa CoDe/UFCA/CNPq – *Computation and Design*, e ao Laboratório de Física Experimental por nos dar suporte técnico de realizar os experimentos. Agradecemos a UFCA por financiar por meio da bolsa PIBICT o projeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, Manoel Deisson Xenofonte; SANTOS, Deborah Macedo dos. Fotografia Tátil: Desenvolvimento de modelos táteis a partir de fotografias com a utilização de impressora 3D. *InfoDesign - Revista Brasileira De Design Da Informação*, v. 12, n.1, p. 62–76, ago 2015. Disponível em: <https://www.infodesign.org.br/infodesign/article/view/311> Acesso em: 20 fev. 2021.

CELANI, Gabriela; VAZ, Carlos; PUPO, Regina. Sistemas generativos de projeto: classificação e reflexão sob o ponto de vista da representação e dos meios de produção. *Revista Brasileira de Expressão Gráfica*, v.1, n.1, 2013, p.35, 2013. Disponível em: <https://rbeg.net/artigos/artigo2.pdf> Acesso em: 20 fev. 2021.

DIAN, Mauricio Oliveira; Carrasqueira, Arthur. A importância do Arduino no processo de ensino e aprendizagem. *SIMTEC - Simpósio de Tecnologia da Fatec Taquaritinga*, v. 5, n. 1, p. 1-12, dez. 2019. Disponível em: <https://simtec.fatectq.edu.br/index.php/simtec/article/view/342> Acesso em: 20 fev. 2021.

FERREIRA, L. *et al.* MILES: A Microcontroller Learning System combining Hardware and Software tools. Proceedings Frontiers in Education 35th Annual Conference, Indianapolis, IN, USA, 2005, p. F4E-F4E. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1612141> Acesso em: 20 fev. 2021.

FILHO Jorge Alcântara; MENDES Letícia. A Digital Fabrication Experiment: Furniture Parameterization, Prototyping and Manufacturing. *In*: LIMA, Fernando; BORGES, Marcos; COSTA, Frederico Ribeiro (ed.). **Digital Techniques Applied to Design Process**. Juiz de Fora: UFJF, 2019. p. 189–207.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010. 17-20p.

MARTINAZZO, Claodomir Antonio; TRENTIN, Débora Suelen; FERRARI, Douglas; PIAIA, Matheus Matiasso. Arduíno: uma tecnologia no ensino de física. *Perspectiva*, Erechim. v. 38, n.143, p. 21-30, setembro 2014. Disponível em: https://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/143_430.pdf Acesso em: 28 fev. 2021.

NASCIMENTO Pedro Henrique Luna; FERNANDES Caroline Lins; SILVA Wélida Tamires Alves da; SILVA Géssika Cecília Carvalho da. Acessibilidade em laboratórios de química para pessoas com deficiência: Uma análise das concepções de alunos e professores de uma universidade pública da Paraíba (PB). *In*: II CONGRESSO INTERNACIONAL DA EDUCAÇÃO INCLUSIVA, II JORNADA CHILENA BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO INCLUSIVA, 2016, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande, 2016. p.2. Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/22657> Acesso em: 20 fev. 2021.

OLIVEIRA, Edvanilson Santos; PEREIRA, Patricia Sândalo. O uso de microcontroladores na formação de futuros professores de matemática: reflexões entre elos criativos. *TANGRAM - Revista de Educação Matemática*, [S.l.], v. 3, n. 4, p. 57-73, dez. 2020. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/tangram/article/view/12806> Acesso em: 28 fev. 2021.

PONTES, Thiago Bessa. **Ensino da programação informática para estudantes de arquitetura**: aplicação do modelo instrutivo 4C/ID e seus efeitos nos conhecimentos, motivação e aprendizagem autodirigida. 2020. 231f. Tese (Doutorado) – Programa de Doutorado em Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação, Universidade de Lisboa (ULISBOA), Lisboa 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10451/42864> Acesso em: 20 de fev. 2021.

SANTOS, Sérgio R. B. *et al.* Química experimental para deficientes visuais. *Latin American Journal of Science Education*. v.2, n.1, p. 1-2, 2015. Disponível em: http://www.lajse.org/may15/12015_Santos.pdf Acesso em: 20 fev. 2021.

SILVA, Vinicius Bittencourt da; CHEIRAN, Jean Felipe Patikowski. Análise do uso de microcontroladores como ferramenta de apoio ao ensino-aprendizagem de Arquitetura de Computadores. *International Journal of Computer Architecture Education (IJCAE)*, 2015. Disponível em: http://www2.sbc.org.br/ceacpad/ijcae/v4_n1_dec_2015/IJCAE_v4_n1_dec_2015_paper_1_vf.pdf Acesso em: 20 fev. 2021.