

INSTITUTO BENJAMIN CONSTANT
DEPARTAMENTO DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO NA TEMÁTICA DA DEFICIÊNCIA VISUAL
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO NA TEMÁTICA DA DEFICIÊNCIA
VISUAL

LUANA DA SILVA SAMPAIO

**Kit de medição e transferência de líquidos direcionado para alunos com
deficiência visual: um recurso para atividades experimentais**

Rio de Janeiro

2023

LUANA DA SILVA SAMPAIO

**Kit de medição e transferência de líquidos direcionado para alunos com
deficiência visual: um recurso para atividades experimentais**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino na Temática da Deficiência Visual do Instituto Benjamin Constant como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino na Temática da Deficiência Visual.

Orientador(a): Prof. Dr. Vagner Santos da Cruz

Rio de Janeiro

2023

Ficha catalográfica

S192 **SAMPAIO, Luana da Silva**

Kit de mediação e transferência de líquidos direcionado para alunos com deficiência visual: um recurso para atividades experimentais [recurso eletrônico] / Luana da S. Sampaio. – Rio de Janeiro : Instituto Benjamin Constant / PPGEDV, 2023.

Arquivo digital; PDF

Orientador: Prof. Dr. Vagner Santos da Cruz

1. Química. 2. Ciência. 3. Deficiência visual. 4. Material adaptado. 5. Recurso educacional. 6. Tecnologia assistiva. 7. Trabalho acadêmico. 8. Dissertação. 9. PPGEDV. I. Título.

CDD – 540.0871

LUANA DA SILVA SAMPAIO

**KIT DE MEDIÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE LÍQUIDOS DIRECIONADO PARA
ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL: UM RECURSO PARA ATIVIDADES
EXPERIMENTAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino na Temática da Deficiência Visual do Instituto Benjamin Constant como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino na Temática da Deficiência Visual.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Vagner Santos da Cruz – IBC – Orientador(a)/Presidente

Prof. Dra. Naiara Miranda Rust – IBC

Prof. Dr. Roberto Irineu da Silva – CPII

Prof. Dr. Fábio Garcia Bernardo – IBC – Suplente

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter permitido que eu tivesse essa oportunidade.

À minha família por ter me dado o suporte ao longo da vida, essencial para chegar até aqui.

Aos meus colegas de turma do mestrado em especial, Viviane e Edinéia por todos os momentos de leveza, risadas e trocas.

Ao meu amigo Allan pela colaboração na marcenaria.

A minha amiga Suellen pelo incentivo e parceria.

Ao meu orientador que guiou o meu caminho de escrita.

“There's always gonna be another mountain
I'm always gonna wanna make it move
Always gonna be an uphill battle
Sometimes I'm gonna have to lose
Ain't about how fast I get there
Ain't about what's waiting on the other side
It's the climb.”

Jessi Alexander e Jon Mabe

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CPII	Colégio Pedro II
CAT	Comitê de Ajudas Técnicas
DV	Deficiência Visual
IBC	Instituto Benjamin Constant
INES	Instituto Nacional de Educação de Surdos
LBI	Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência
LDB	Lei Nacional de Diretrizes e Bases
PE	Produto educacional
TA	Tecnologia assistiva

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Instrumentos de Medição.....	19
Figura 2 - Pipetador de borracha	20
Figura 3 – Aferição do menisco.....	21
Figura 4 - Sucção de líquido, via pipeta (visão ampla e zoom)	21
Figura 5 - Esquema de coleta de dados	26
Figura 6 - Esquema da bandeja	30
Figura 7 - Marcação dos itens na bandeja	31
Figura 8 - Corte da placa de isopor.....	32
Figura 9 - Corte final do isopor.....	32
Figura 10 - Modelagem do EVA sobre isopor	33
Figura 11 – Soprador	34
Figura 12 - Corte do fundo do EVA	34
Figura 13 - Bandeja moldada	35
Figura 14 - Sensor de nível de líquido sem contato	36
Figura 15 - Buzzer 9V	38
Figura 16 - Pinos do sensor	38
Figura 17 - Foto real dos pinos do sensor.....	38
Figura 18 - Ajuste de sensibilidade do sensor.....	39
Figura 19 - Sensor acende luz vermelha.....	39
Figura 20 - Esquema de ligação do sensor.....	40
Figura 21 - Montagem do sensor em protoboard	40
Figura 22 - Placa de circuito impresso	41
Figura 23 - Esquemas de montagem	42
Figura 24 - Placa de circuito impresso sendo soldada	42
Figura 25 - Caixa com a parte eletrônica	43
Figura 26 - Substâncias testadas.....	45
Figura 27 - Teste de condutibilidade elétrica.....	45
Figura 28 - Teste do sensor	46
Figura 29 - Pipeta Graduada.....	47
Figura 30 - Confeção da marcação na pipeta	47
Figura 31 - Corte das linhas.....	48
Figura 32 - Pipeta adaptada com velcro	48

Figura 33 - Velcro colado no sensor	49
Figura 34 - Marcação tátil no sensor	49
Figura 35 - Esquema procedimental	50
Figura 36 – Kit.....	51
Figura 37 - Kit pronto para uso.....	51
Figura 38 - Tateando o PE.....	54
Figura 39 - Reconhecendo o PE	55
Figura 40 - Encaixe da pera na pipeta	56
Figura 41 - Nivelamento do sensor	58
Figura 42 - Esquema de colagem das miçangas adesivas	58
Figura 43 - Pipetagem realizada pelos alunos	59
Figura 44 - Abafando o som do buzzer	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Busca no Portal Capes	23
Quadro 2 - Custo aproximado da bandeja	35
Quadro 3 - Custo aproximado dos itens eletrônicos.....	44

RESUMO

Ao longo do tempo vem crescendo a necessidade de estudos e materiais voltados para o aluno com deficiência visual. Publicada em 2015, a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com deficiência garante diversos direitos, dentre eles o direito à tecnologia assistiva. Este termo se refere a quaisquer recursos, ferramentas, serviços, equipamentos, metodologias, estratégias e práticas pensadas para pessoas com deficiência, idosos ou pessoas com mobilidade reduzida, com objetivo de melhorar sua qualidade de vida, independência e autonomia. Estas ferramentas são muito importantes, também, no processo de ensino, e quando pensamos nas práticas de ensino de ciências, que têm um papel de trazer dados da realidade por meio da investigação científica, a tecnologia assistiva pode contribuir para a inclusão destes alunos, além de aumentar as possibilidades da construção de uma reflexão crítica sobre o mundo. Durante as aulas experimentais pode-se observar que alunos cegos muitas vezes ficam excluídos da execução de alguns procedimentos por falta de material adaptado para eles, ou por se sentirem inseguros em um ambiente que envolve riscos de acidente. Então, esse trabalho tem como objetivo contribuir para a acessibilidade das atividades experimentais de ciências, construindo um kit de medição e transferência de líquidos voltado aos alunos com deficiência visual a fim de ampliar as possibilidades de inclusão desse aluno no ambiente escolar. É um kit que possui três partes que podem ser desenvolvidas concomitantemente ou em separado e combinadas ao final da produção. Essas partes são: uma bandeja para acomodar vidrarias, um sensor de detecção de nível de líquido sem contato e adaptações táteis. Esta pesquisa tem caráter qualitativo com elementos da pesquisa de desenvolvimento durante o desenvolvimento do produto educacional. O produto foi aplicado no Instituto Benjamin Constant com 2 (dois) alunos da Educação Profissional Técnica de Nível Médio. Foram realizadas observações, anotações em diários de campo, registros fotográficos, gravações e uma entrevista semiestruturada. Foi realizada a análise dos dados coletados e avaliou-se que os objetivos da pesquisa foram atendidos. Os participantes da pesquisa relataram a importância do produto educacional desenvolvido e conseguiram manipular as vidrarias com autonomia e segurança. Pesquisas futuras devem ser realizadas para avaliar a aplicação do produto em um contexto de sala de aula.

Palavras-chaves: deficiência visual. experimentação. ciências. material adaptado. laboratório.

ABSTRACT

The need for materials aimed at students with visual impairment and further studies concerning this issue has increased the past few years. Enacted in 2015, the Brazilian Law for the Inclusion of Persons with Disabilities guarantees several rights, among which the right to assistive technology. This term refers to any resources, tools, services, equipment, methodologies, strategies, and practices designed for people with disabilities, the elderly, or people with reduced mobility, with the aim of improving their quality of life, independence, and autonomy. These tools are also very important in the teaching process. Therefore, when we think of science teaching practices, understood as having the role of bringing data from reality by means of scientific research, assistive technology can contribute to the inclusion of students with disabilities. Besides that, assistive technology can also enable these students to engage in critical thinking about the world around them. During experimental classes, it can be observed that blind students are often excluded from performing some procedures due to the lack of adapted materials, or because they feel insecure in an environment that involves risk of accidents. So, this work aims at developing an educational product that consists of a kit for science laboratories so that blind students can carry out experiments of measuring and transferring liquids in an autonomous and safe way using a graduated pipette. This educational product is a kit possessing three parts that can be developed concurrently or separately and combined at the end of production. These three parts are: i) a tray to accommodate glassware; ii) a non-contact sensor for detecting liquid level and iii) tactile adaptations. This research has a qualitative character with elements of development research during the development of the educational product. The product was applied at the Benjamin Constant Institute and involved 2 (two) High School students of Technical and Professional Education. Observations, notes in field diaries, photographic records, audio recordings and a semi-structured interview were carried out. The analysis of the data collected was carried out and it was evaluated that the objectives of the research were met. The research participants reported the importance of the educational product developed and were able to handle the glassware with autonomy and safety. Future research should be conducted to evaluate the application of the product in a classroom context.

Keywords: visual impairment; experimentation; science; adapted material; laboratory.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	Justificativa	8
1.2	Objetivos	10
1.2.1	Objetivo Geral	10
1.2.2	Objetivos Específicos	10
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	11
2.1	Abordagem histórica	11
2.2	A Deficiência Visual	12
2.3	Tecnologia Assistiva	15
2.4	Experimentação no ensino de ciências.....	17
2.5	Procedimento de pipetagem	19
2.6	Breve revisão de literatura	23
3	METODOLOGIA	25
3.1	Testagem do produto educacional	27
4	APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	30
4.1	Desenvolvimento da bandeja.....	30
4.2	Desenvolvimento da parte eletrônica	36
4.3	Adaptação tátil	46
4.4	Instruções de uso.....	51
5	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	54
5.1	Observação participante	54
5.2	Entrevistas	62
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
	REFERÊNCIAS.....	71

1 INTRODUÇÃO

O ensino para pessoas com deficiência visual tem passado por transformações ao longo da história. As políticas públicas de inclusão e de acessibilidade trouxeram novas perspectivas para as pessoas com deficiência no geral. Tais políticas visam garantir os direitos à educação, à tecnologia assistiva, à reabilitação, à mobilidade urbana entre outras.

A tecnologia assistiva conforme conceito proposto pelo Comitê de Ajudas Técnicas (CAT) da Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República pode ser apresentada na forma de “ produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços” (BRASIL, 2007, p.3) a fim de melhorar a autonomia, independência e efetivamente incluir pessoas com deficiência na sociedade. Essas tecnologias podem estar presentes no cotidiano da pessoa cega, como por exemplo: bengalas, reglete e punção para escrita braille e até mesmo alguns aplicativos específicos de celular para leitura de imagens e textos são considerados tecnologia assistiva (TA).

No âmbito educacional, essas tecnologias podem e devem ser aplicadas, desenvolvidas e aprimoradas buscando ampliar as possibilidades de aprendizado e desenvolvimento de alunos com deficiência visual possibilitando a inclusão escolar.

Este trabalho tem o objetivo de contribuir para a acessibilidade nas atividades experimentais de ciências da natureza, particularmente naquelas que há a utilização de vidrarias para medição e transferências de líquidos, ampliando as possibilidades de inclusão de alunos com deficiência visual. Esse objetivo será alcançado por meio da construção de um produto educacional (PE) que consiste num kit de medição e transferência de líquidos voltado para alunos com deficiência visual que pode ser aplicado em laboratórios e aulas experimentais das disciplinas de ciências da natureza, tendo seu foco de desenvolvimento nas disciplinas de química e biologia da educação básica por sua característica experimental específica e experiência prévia da pesquisadora deste trabalho na área de educação básica.

O produto desenvolvido nesta pesquisa amplia as possibilidades de inclusão de alunos com deficiência visual em atividades experimentais, já que uma de suas características é possibilitar o manuseio de vidrarias de forma mais segura que a convencional. Além do enfoque na segurança, este produto permite que o aluno cego tenha acesso à informação do volume de líquido no interior das vidrarias, por meio da utilização de um sensor de líquidos sem contato, que envia um sinal elétrico sempre

que detecta a presença de um líquido, possibilitando a emissão de um sinal sonoro utilizando um dispositivo conhecido como buzzer. Para a utilização deste sensor, foi realizada uma adaptação tátil nas vidrarias que permite verter substâncias de um recipiente para o outro, permitindo realizar experimentos científicos. Os detalhes da construção do kit podem ser vistos no Capítulo 4.

Esse produto foi aplicado com alunos com deficiência visual do Instituto Benjamin Constant (IBC) do curso técnico em instrumento musical integrado ao ensino médio. Foi feita uma pesquisa de caráter qualitativo com registros fotográficos, entrevistas, gravações e observações e uma análise de dados usualmente empregada em pesquisas qualitativas pela técnica de análise de conteúdo.

O objetivo desse produto de mestrado profissional é atender à uma necessidade observada durante a prática da pesquisadora, que trabalha com alunos com DV dentro de um laboratório de ensino de química proporcionando para eles mais autonomia e segurança durante os experimentos, explorando aspectos multissensoriais do ensino. Acredita-se que por meio do uso de um kit de medição e transferência de líquido voltado para alunos com deficiência visual seja possível colaborar para o processo de aprendizagem das ciências da natureza em laboratório, ampliando as possibilidades de inclusão e desenvolvimento destes alunos, levando em conta que na maioria dos casos estes alunos são excluídos deste processo, por não terem como acessar essas informações que são geralmente atreladas ao canal visual.

1.1 Justificativa

A pesquisadora tem 15 anos de formação profissional técnica, atuando há quase 9 como técnica de laboratório de química do Colégio Pedro II (CPII) – Campus Niterói e diretamente no ensino de alunos com deficiência visual há 5 anos. Em 2018 o campus recebeu o primeiro aluno cego oriundo do Instituto Benjamin Constant, esse aluno cursou o ensino fundamental no IBC e foi para o CPII cursar o ensino médio em Niterói. Desde então, o campus passou a receber diversos alunos com deficiência visual por meio da parceria entre IBC e CPII onde alunos concluintes do ensino fundamental do IBC vão cursar o ensino médio em algum campus do CPII.

Durante estes anos de trabalho no laboratório com alunos com deficiência visual, observou-se grande carência de materiais e práticas pedagógicas específicas para esses alunos. Os alunos chegam inseguros no laboratório por diversos motivos. Primeiramente por ser um ambiente desconhecido e estranho a eles. Essa é uma realidade não só dos alunos com deficiência visual, mas de quase todos os alunos dado que a maioria das escolas no Brasil não possui uma estrutura de laboratório de ensino de ciências.

Todavia, o aluno vidente quando entra pela primeira vez no laboratório costuma ter um comportamento curioso sobre os itens, os equipamentos, a estrutura porque ele está enxergando muitas coisas diferentes da sua rotina escolar. Os alunos cegos, por sua vez, não apresentam esse comportamento se não forem incentivados a tatear e explorar para se reconhecer em um ambiente atrativo e curioso.

O desafio começa na exploração tátil dos itens de laboratório que muitas vezes são delicados e facilmente quebráveis. Nesse sentido, alunos cegos encontram o segundo motivo de insegurança que é o medo de quebrar ou danificar algum equipamento ou instrumento. Insegurança que também atinge os professores tornando-os receosos ao indicar algum procedimento a ser feito pelo aluno cego. Tendo que se ater a audiodescrição muito breve do que está ocorrendo na aula, ou até mesmo pegar nas mãos do aluno para que ele realize um ou outro procedimento comprometendo sua autonomia durante o processo de aprendizagem.

Durante esse tempo de prática profissional no CP2, a pesquisadora observou diversas vezes os alunos cegos apáticos, por serem excluídos dos procedimentos realizados pelos demais alunos videntes. Tanto pela insegurança ao manipular objetos de vidro, como pela própria característica de muitos experimentos necessitarem do sentido da visão para serem executados.

Muitos experimentos são construídos para se realizar por identificação visual, como por exemplo: alterações de cor, identificação de imagem em microscópio, visualização de formação de sólido precipitado entre outros.

Todas as questões apresentadas motivaram a pesquisadora a cursar o mestrado profissional em Ensino na Temática da Deficiência Visual, desenvolvendo ao longo do curso um produto educacional a fim de contribuir de alguma forma para que alunos cegos possam ser incluídos, aprender, ter mais autonomia e segurança nos laboratórios criando um kit com adaptações para o procedimento de medição e transferência de líquidos com pipeta graduada.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Contribuir para a acessibilidade das atividades experimentais das disciplinas de ciências da natureza, construindo um kit de medição e transferência de líquidos direcionado para alunos com deficiência visual a fim de ampliar as possibilidades de inclusão desse aluno no ambiente escolar.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver, um conjunto de materiais táteis e sonoros, um kit de medição e transferência de líquidos voltados para atividades experimentais das disciplinas de química e biologia.
- Realizar o procedimento de medição e transferência de líquidos por alunos com deficiência visual.
- Promover a autonomia do aluno com deficiência visual na realização de atividades experimentais, tais como, reações químicas.
- Garantir melhor segurança no manuseio das vidrarias para alunos com DV, reduzindo o risco de quebras das vidrarias, conseqüentemente de lesões ao aluno.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Abordagem histórica

Ao longo da história, a relação da sociedade com as pessoas com necessidades especiais se transformou conforme o contexto socioeconômico, político, cultural e religioso. No Brasil, no século XIX houve a criação do Imperial Instituto dos Meninos Cegos (1854) – atual Instituto Benjamin Constant (IBC) e do Imperial Instituto de Surdos-Mudos (1857) – atual Instituto Nacional de Educação de Surdos (INES) (SANTIAGO apud MAZZOTTA, 1996, p.29). A partir da criação do IBC, a educação das pessoas com deficiência visual começou a ter uma maior atenção.

Em 1994, foi assinada a Declaração de Salamanca, onde é assegurada a adequação das escolas para todas as crianças, independente de diferenças sociais, físicas ou linguísticas. (PAULO, 2014):

[...]Acreditamos e Proclamamos que:

- toda criança tem direito fundamental à educação, e deve ser dada a oportunidade de atingir e manter o nível adequado de aprendizagem,
- toda criança possui características, interesses, habilidades e necessidades de aprendizagem que são únicas,
- sistemas educacionais deveriam ser designados e programas educacionais deveriam ser implementados no sentido de se levar em conta a vasta diversidade de tais características e necessidades,
- aqueles com necessidades educacionais especiais devem ter acesso à escola regular, que deveria acomodá-los dentro de uma Pedagogia centrada na criança, capaz de satisfazer a tais necessidades,
- escolas regulares que possuam tal orientação inclusiva constituem os meios mais eficazes de combater atitudes discriminatórias criando-se comunidades acolhedoras, construindo uma sociedade inclusiva e alcançando educação para todos; além disso, tais escolas proveem uma educação efetiva à maioria das crianças e aprimora a eficiência e, em última instância, o custo da eficácia de todo o sistema educacional. (UNESCO, 1994).

A partir dessa conferência, a educação inclusiva passou a ser uma proposta para as escolas, com o intuito de incluir as pessoas com deficiência na sociedade. Dois anos mais tarde, a Lei Nacional de Diretrizes e Bases (LDB) garantiu aos alunos com necessidades especiais o direito às adaptações pedagógicas para atender às suas especificidades (BRASIL, 1996).

Posteriormente, a Lei nº 10.172, de 9 de janeiro de 2001, aprovou o Plano Nacional de Educação, que coloca objetivos e metas para a educação das pessoas com necessidades educacionais especiais. Recentemente, em 2015, foi instituída a Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015, que é a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBI). Essa lei discorre sobre vários direitos da pessoa com deficiência, tais como: atendimento prioritário, reabilitação, tecnologia assistiva, educação bilíngue para surdos, transporte e mobilidade entre outros.

Art. 3º Para fins de aplicação desta Lei, consideram-se:

I - acessibilidade: possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como de outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privados de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida;

II - desenho universal: concepção de produtos, ambientes, programas e serviços a serem usados por todas as pessoas, sem necessidade de adaptação ou de projeto específico, incluindo os recursos de tecnologia assistiva;

III - tecnologia assistiva ou ajuda técnica: produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social; (BRASIL, 2015).

Segundo Machado (2021), a LBI conseguiu trazer uma nova visão sobre educação inclusiva. Porém, nas escolas existem muitas barreiras para sua execução. É necessário diminuir a distância entre a Lei e a sua aplicação no ambiente escolar.

2.2 A Deficiência Visual

Segundo o Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, a deficiência visual (DV) é classificada em cegueira e baixa visão de acordo com a acuidade visual e o campo visual do seguinte modo:

- Cegueira: acuidade visual igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica;
- Baixa visão: acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica, ou/e, somatório dos campos visuais em ambos os olhos igual ou menor que 60º (sessenta graus).

Frequentemente, dentre as causas da deficiência visual no Brasil, segundo SONZA *et al.* (2013), são geralmente infecciosas, nutricionais, traumáticas ou oriundas de doença grave como cataratas, glaucoma e diabetes. Existem, segundo CARVALHO *et al.* (2005), outras doenças congênitas como a amaurose congênita de Leber, retinocoroidite macular por toxoplasmose que podem causar a perda da visão.

Do ponto de vista pedagógico, uma consideração é feita por Sonza, Salton, Strapazzon (2015); a pessoa que nasce cega ou perde a visão recém-nascida não tem memória visual alguma, enquanto uma pessoa que perdeu a visão mais tarde tem lembranças visuais. São dois referenciais completamente diferentes, por exemplo, um cego congênito não tem memória do que é a cor azul, então se for dito a ele que o pássaro é azul como o céu, ele não tem esse referencial. O que pode não ocorrer com uma pessoa que só perdeu a visão tardiamente.

Vygotsky (1997 apud GALVÃO FILHO, 2013, p. 27) ressalta que a criança com deficiência não tem uma estrutura de desenvolvimento e aprendizado diferente das outras crianças:

VYGOTSKY (1997) desenvolve essas idéias em seu trabalho 'Fundamentos da Defectologia', no qual conclui que os princípios fundamentais do desenvolvimento são os mesmos para as crianças com ou sem deficiência, mas que as limitações interpostas pela deficiência funcionam como um elemento motivador, como um estímulo, uma 'supercompensação', para a busca de caminhos alternativos na execução de atividades ou no logro de objetivos dificultados pela deficiência.

Algumas práticas são apontadas por Sonza, Salton e Strapazzon (2015), para melhorar o processo de ensino e aprendizagem da pessoa cega e da pessoa com baixa visão. Verbalizar procedimentos, descrever imagens, indicar as direções e posicionamento de objetos, utilizar materiais táteis, escrever em código Braille são algumas práticas para o aluno cego. Para o estudante com baixa visão, usar materiais didáticos com contraste de cor e com fonte aumentada, possibilitar a ampliação do tempo para realização de alguma atividade, verificar a posição que o aluno se senta em sala de aula de modo que consiga visualizar o quadro, entre outros.

Segundo Camargo e Nardi (2007), as melhores estratégias para que os alunos cegos possam construir novos conceitos é permitir a inclusão e interação por meio

de materiais concretos. Existem diversos trabalhos que enfatizam recursos táteis e sonoros para alunos cegos, demonstrando que esse aluno é capaz de aprender e desenvolver conhecimento tanto quanto o aluno vidente.

Soler (1999) menciona a grande importância do enfoque didático multissensorial para alunos cegos, evidenciando os demais canais sensoriais para se produzir conhecimento, ao invés da perspectiva visual. Ele relata que os todos os sentidos são canais de informação para o cérebro e gera conhecimento. Isso confirma que a pessoa cega tem vasta percepção sensorial.

Vale ressaltar que recursos e estratégias pedagógicas para cada aluno são individualizadas. Não se deve tratar a todos de uma única maneira, sem antes observar o modo como esse aluno aprende.

Do ponto de vista da pessoa cega como ser independente e autônomo, Aciem e Mazzotta (2013) avaliam a autonomia da pessoa com deficiência visual como a capacidade de realizar atividades de vida diária, de ter lazer, vida profissional, independência nos locais que desejar etc. Essa pessoa precisa de segurança e autonomia para ser estimulada a ter independência pessoal e à liberdade previstas na Constituição Federal. Von Der Weid (2018) sobre a liberdade e autonomia da pessoa cega afirma que “liberdade e autonomia se conquistam pelo movimento, pela exploração corporal dos espaços, pela prática de encontrar formas de fazer as coisas por si, do seu próprio jeito.”

Um estudo de Lima (2008) aponta que as pessoas cegas usam várias estratégias para percorrer os espaços com mais independência.

Envolvem a orientação espacial e a representação do espaço por outros canais alternativos à visão, como o corpo, pela propriocepção, o ouvido, pela audição, as mãos, pelo sistema tátil e o sentido sinestésico.

A lei Brasileira de Inclusão (Brasil, 2015) também fala sobre autonomia dos estudantes com deficiência, sinalizando que se forem garantidas adaptações a esses estudantes, proporciona condições de igualdade e melhor desenvolvimento no exercício da autonomia desses indivíduos. Enfatiza também a importância da acessibilidade, que possibilita e dá condições de abrangência para utilização com segurança e autonomia de espaços físicos públicos e privados em geral. Também destaca outro fator que contribui muito para autonomia e qualidade de vida de

peças com deficiência, a tecnologia assistiva, que auxiliam nas atividades e na participação desses indivíduos.

2.3 Tecnologia Assistiva

O conceito de Tecnologia Assistiva (TA) no Brasil é recente. O Comitê de Ajudas Técnicas (CAT) criou em 2007 uma definição para TA a partir de conceitos já estabelecidos dos Estados Unidos e na Europa:

[...] uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (BRASIL, 2007, p.3).

Os recursos de TA também podem ser conceituados de maneira mais simplificada por SONZA *et al.*, 2013 como:

[...] o conjunto de ferramentas, equipamentos, serviços, produtos de hardware ou software que tem por finalidade facilitar atividades cotidianas para pessoas com deficiência, pessoas idosas ou com alguma limitação, potencializando suas capacidades funcionais, conferindo assim autonomia, independência e igualdade na execução de atividades e manipulação de equipamentos.

Algumas das tecnologias assistivas para pessoas com deficiência visual são relatadas na literatura por Salvino (2017):

- Reglete e punção - a reglete é uma régua com várias celas braille dispostas em linhas horizontais. O punção é um instrumento de ponta metálica utilizado para perfuração da cela na reglete. A perfuração faz o relevo no papel, que se configura símbolos do código braille.

- Máquina Perkins é uma tecnologia assistiva que facilita a escrita em braille, reduzindo o esforço e tempo que seria gasto por estudantes cegos na escrita manual.

- Leitor de Tela – um software que faz uma descrição, em voz, dos elementos exibidos na tela do computador. Existem alguns leitores mais usados no Brasil, como:

NVDA (gratuito), Virtual Vision (pago), Orca (gratuito), etc.

● DOSVOX – sistema computacional que visa a facilitar o acesso de pessoas com deficiência visual por meio da síntese de voz, possibilitando a autonomia aos estudantes.

Uma ideia proposta por Vygotsky (1994), descrita por Galvão Filho (2013) sobre a função dos diferentes tipos de mediação, essenciais para os processos de desenvolvimento e aprendizagem do ser humano, pode ajudar na compreensão de como a tecnologia assistiva trabalha para o desenvolvimento humano. Essencialmente com a definição que ele faz de Mediação Instrumental.

O ser humano conseguiu evoluir como espécie graças à possibilidade de ter descoberto formas indiretas, mediadas, de significar o mundo ao seu redor, podendo, portanto, por exemplo, criar representações mentais de objetos, pessoas, situações, mesmo na ausência dos mesmos. Essa mediação pode ser feita de duas formas: através do uso dos signos e do uso dos instrumentos (VYGOTSKY, 1994, apud GALVÃO FILHO, 2013, p. 39).

A mediação por meio dos instrumentos é a mediação instrumental e está situada no universo referente à Tecnologia Assistiva. Os instrumentos de mediação, segundo GALVÃO (2004) são objetos feitos com um fim específico:

São coisas que carregam consigo o motivo pelo qual foram gerados, ou seja, a sua finalidade social. Representam de imediato o que pretendem mediar na relação entre o ser humano e o mundo. No caso de uma ferramenta de trabalho, a partir do momento em que a pessoa descobre a sua finalidade social, ela irá carregá-la consigo, identificando, assim, para que serve a sua existência. Por exemplo, 'uma tesoura serve para cortar'.

Dessa forma, segundo Galvão Filho (2013) a **Tecnologia Assistiva**, como um tipo de **mediação instrumental**, está diretamente ligada aos processos que favorecem, compensam, potencializam, auxiliam as habilidades ou funções pessoais comprometidas pela deficiência, geralmente relacionadas às funções motoras, auditivas, visuais e/ou de comunicação.

2.4 Experimentação no ensino de ciências

A BNCC prevê em ciências da natureza que o aluno no ensino médio deve ter condições para que explore os diferentes modos de pensar e de falar da cultura científica. “Situando-a como uma das formas de organização do conhecimento produzido em diferentes contextos históricos e sociais, possibilitando-lhes apropriar-se dessas linguagens específicas” (BRASIL, 2018).

A base nacional comum curricular engloba também os compromissos firmados no ensino fundamental, sendo um deles com o desenvolvimento do letramento científico que “envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências.” (BRASIL, 2018).

A construção da educação científica perpassa por diversas estratégias de ensino por parte de um educador, uma delas são as atividades experimentais. Elas transformam o conhecimento teórico em prático. Segundo Teixeira (2010, p.10, apud Motta e Cavalcanti, 2012, p.4) estabelece como fundamental o papel das atividades experimentais no ensino de ciências por meio dessa afirmação:

Assim, a atividade experimental investigativa realmente contribui aos pressupostos da alfabetização científica por ampliar o sentido dos fenômenos e o significado das descrições científicas presentes nas discussões e atuação do ensino das ciências. Auxiliam o educador e o aprendiz a desmistificar verdades universalmente imposta para estabelecer formas coerentes de interpretar, e melhor explorar, o conhecimento científico que o homem constrói sobre si e sobre a natureza, respeitando a particularidade e a experiência de cada sujeito que experimenta novas situações de aprendizagem.

Tratando-se da teoria sócio-histórica, os instrumentos são parte da mediação entre o homem e o mundo. É através deles que o homem age sobre a natureza e foram construídos, propositalmente, com objetivos específicos e suas funções, transmitidas aos demais membros da cultura ao longo da história da sociedade. Os instrumentos, tal como a maneira de usá-los em contextos específicos, representam uma construção material do pensamento humano (OLIVEIRA, 1997).

Segundo Giordan, “muitas propostas no ensino de Química e Ciências ainda desafiam a contribuição da experimentação para a elaboração do conhecimento, ignorando-a por considerá-la ainda um tipo de observação natural.”(GIORDAN, 1999).

Segundo Oliveira (2010), aprender a manusear os materiais e equipamentos típicos de laboratório não é apenas uma operação mecânica, porque estes são

instrumentos de mediação que carregam vários significados e conceitos, uma função para o qual foram criados e uma forma de uso que foi melhorada ao longo da história. Possui uma lógica e um porquê a ser compreendido pelos estudantes durante a atividade experimental, uma lógica que orienta as manipulações realizadas com os materiais e equipamentos de laboratório.

“Sob esse ponto de vista, os instrumentos e seus respectivos procedimentos não são desvinculados do pensamento conceitual e, por essa razão, o desenvolvimento das habilidades manipulativas não deve ser descartado como uma real e importante contribuição das atividades experimentais”. (OLIVEIRA, 2010).

De acordo com Chassot *et al.* (1993), a experimentação pode ajudar no ensino aprendizagem como o desenvolvimento de uma Química em que a experimentação seja uma maneira de adquirir dados da realidade, sendo esses de suma importância para a reflexão crítica sobre o mundo. Segundo Silva (2016), a experimentação pode ser uma estratégia eficiente de contextualização e para explicar problemas reais da vida do aluno, estimulando questionamentos que levem a uma investigação elaborada.

Além disso, Soler (1999) destaca a necessidade de se empregar métodos multissensoriais para ensinar ciências a alunos cegos.

Quando ensinamos ciências experimentais e da natureza aos nossos alunos cegos e com baixa visão, é essencial o uso de métodos multissensoriais para compensar a falta total ou parcial da visão. Mas, como observamos, esses métodos não são exclusivos para essa população. É verdade que podemos ensinar Ciências basicamente a partir de uma perspectiva visual, mas, em seguida, tanto o conhecimento que é ensinado como a aprendizagem que ocorre é incompleto, uma vez que eles são apenas visuais. Assim, os métodos multissensoriais são válidos para toda a população de estudantes e contribuem para ocorrer uma aprendizagem mais abrangente e, portanto, mais significativa. (SOLER, 1999, tradução da pesquisadora).

Álvarez *et al.* (2004) apresentam uma pesquisa sobre a visão dos alunos referente às atividades de laboratório. Os resultados mostram que os alunos consideram que esses trabalhos de comprovação de hipóteses e de investigação permitem aprender conceitos científicos e alguns observam que além disso eles promovem a socialização.

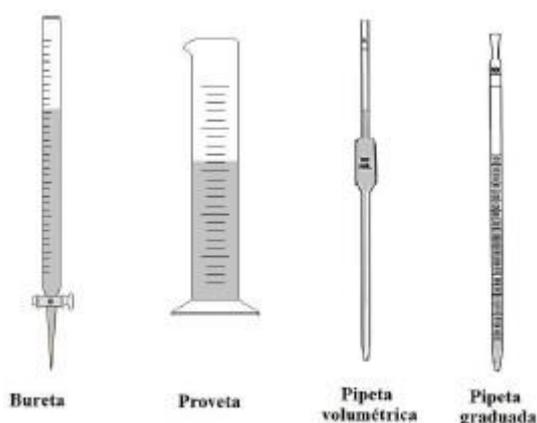
Segundo Giordan (1999), a experimentação propicia o aumento da aprendizagem e desperta o interesse do estudante, porque a construção de um conhecimento científico e formação do pensamento ocorre principalmente no desenvolvimento de atividades investigativas.

Portanto, o aprendizado dos estudantes em ciências passa pela realização de experimentos em laboratório. Mas muitos estudantes com deficiência visual apresentam dificuldades nessas disciplinas, seja pela falta de preparo ou por não existirem materiais didáticos adequados, como aponta LIMA (2017).

2.5 Procedimento de pipetagem

Dentro do laboratório de ensino, dois dos procedimentos mais comuns são a medição e a transferência de líquidos. Os instrumentos mais utilizados para medição são vidrarias tais como, as provetas, buretas, pipetas volumétricas e graduadas (Figura 1). Estes instrumentos, no geral, são de vidro porque é um material durável, lavável, não interage com a maioria dos reagentes e não é poroso como o plástico.

Figura 1 - Instrumentos de Medição



Fonte: Adaptado de Software Chemdraw Ultra 2004 v.8.0

O principal instrumento abordado neste trabalho é a pipeta graduada. Segundo as normas ISO 835/1 e ISO 835/2, existem hoje no mercado várias pipetas para o uso em geral dos laboratórios. Essas pipetas podem ser graduadas ou volumétricas, e podem variar quanto ao tempo específico para descarte do líquido. (LIMA, 2005).

Conforme Trindade (1998), pipeta graduada é um tubo de vidro alongado utilizado para medir volumes variáveis de líquidos e a pipeta volumétrica possui um abaulamento em seu corpo e é usada para medir volumes fixos de líquidos. Em geral, são usadas para medir pequenos volumes.

As pipetas graduadas apresentam uma precisão inferior à pipeta volumétrica. É aberta nas duas extremidades, marcado com linhas horizontais que constituem uma escala graduada, geralmente de 0,1mL. (PINTO, 2015). Conforme o manual de boas práticas laboratoriais de Ventura *et al.* (2008), não se deve fazer a aspiração de substâncias na pipeta com a boca, porque pode levar a acidentes quando o líquido aspirado é tóxico ou corrosivo. Segundo Trindade(1998), é comumente utilizado um pipetador de borracha de três vias, também chamado de pera (Figura 2). Esta pera possui três válvulas para a passagem de ar, chamadas de: A, S e E. Quando pressionada a válvula A se abre permitindo a retirada de ar do bulbo. Ao se pressionar a válvula S, o líquido, por sucção, entra para dentro da pipeta. A pipeta pode ser esvaziada pressionando a válvula E. Esse tipo de pipetador é o mais barato encontrado no mercado.

Figura 2 - Pipetador de borracha

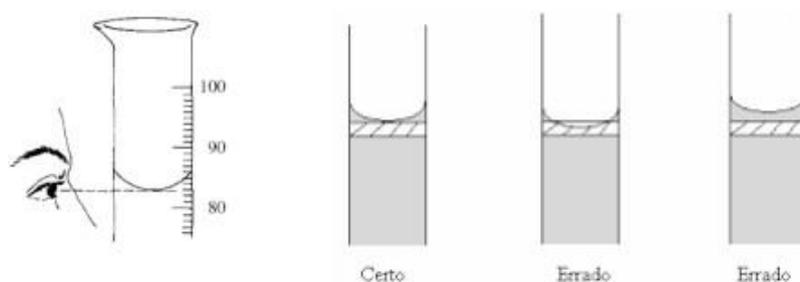


Fonte: Constantino (2004)

Segundo Constantino (2004), para encher a pipeta com algum reagente, o pipetador é acoplado à parte superior da pipeta e a parte inferior é inserida no recipiente que contém o líquido. Então, ele é aspirado para o interior da pipeta por sucção, apertando a válvula S. A sucção deve ser feita até o líquido ultrapassar o traço de referência (zero). Feito isto, deixa-se escoar o líquido lentamente até o menisco encostar no traço de referência. O menisco é a curva que se forma na superfície de um líquido perto da superfície do recipiente que o contém, ele se forma por causa da

tensão superficial. Deve-se observar o menisco os olhos posicionados na altura do mesmo e ele deve estar encostando na linha de volume desejada (Figura 3).

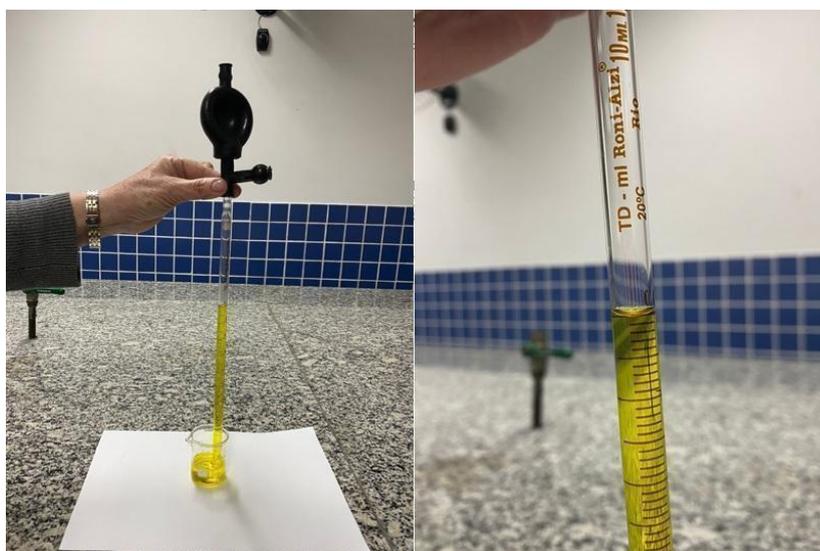
Figura 3 – Aferição do menisco



Fonte: Boas Práticas de Pipetagem – Splabor

Posteriormente, com a pipeta na posição vertical pressiona a válvula E do pipetador para escoar e transferir o volume de líquido desejado para outras vidrarias tais como, tubo de ensaio, bécheres (ou béqueres), placas de petri, entre outros. Esse procedimento se chama comumente de 'pipetagem' (Figura 4).

Figura 4 - Sucção de líquido, via pipeta (visão ampla e zoom)



Fonte: Foto do autor

Nota-se que esse procedimento necessita de uma aferição visual sobre onde o menisco do líquido se encontra e, posteriormente, para a transferência dele é

necessário que o usuário (aluno/professor/profissional) posicione a pipeta dentro ou muito próximo do recipiente que irá receber o líquido e pressione a válvula da pera para escoar até o nível desejado. Ambos os processos dependem da visão para ocorrer. Existem pipetadores automáticos no mercado que são equipamentos programáveis para sugar volumes específicos de líquidos, entretanto, esses pipetadores não são de uso comum em escolas, pois são mais caros, sendo muito mais usual e barata a utilização de peras (pipetadores de borracha).

Também é um procedimento que exige uma noção visual do espaço e que corre um risco de quebra das vidrarias pelo usuário, caso ele esbarre e venha a derrubar algum material. Para um aluno que não enxerga, esses riscos tornam-se ainda mais críticos, pois há uma grande dificuldade para a movimentação destes materiais sem que exista a possibilidade de um acidente. Para minimizar estes riscos, é necessário buscar estratégias que permitam que estes alunos com deficiência visual, possam manipular as vidrarias de forma segura.

Durante as aulas experimentais, geralmente observa-se que estes alunos são deixados à margem deste processo, pela questão do risco de quebra já mencionado, também pela dependência do sentido da visão embutida em vários procedimentos. É necessário criar atividades que possam dar mais autonomia ao aluno para que possa realizar sozinho algumas atividades propostas tal como o aluno vidente.

Ao propiciar ao aluno com deficiência visual maior autonomia no laboratório, contribuimos para a inclusão dele no ambiente escolar. Muitas vezes o aluno cego se sente receoso ao manusear instrumentos no laboratório de ciências. A maioria são de vidro e devido ao risco quebra, o professor tem que colocar o instrumento na mão do aluno cego e orientá-lo sobre o que fazer. Às vezes até conduz a própria mão do aluno para realizar o experimento, o que diminui a experiência independente que o aluno possa ter.

Assim, acredita-se que o produto aqui proposto tem potencial para aumentar a autonomia e as possibilidades de aprendizagem de alunos com deficiência visual. Neste contexto, esta pesquisa busca desenvolver materiais e estratégias que alcancem este objetivo.

2.6 Breve revisão de literatura

Esta seção irá relatar alguns trabalhos publicados sobre experimentação no ensino de ciências e deficiência visual. No portal de periódicos Capes testou-se alguns critérios de busca, agregando a variável booleana 'and' que significa adição de palavras-chave para refinamento de busca. Os resultados estão no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 - Busca no Portal Capes

Variáveis de Busca	Nº de trabalhos encontrados em português
"deficiência visual" AND "atividades experimentais"	2
"ensino de ciências" AND "material adaptado" AND "educação especial"	2
"ensino de ciências" AND "laboratório" AND "deficiência visual"	0
"ensino de química" AND "laboratório" AND "deficiência visual"	1
"ciências" AND "deficiência visual" AND "material adaptado"	8
ensino de química" AND "experimentos" AND "deficiência visual"	2
"química" AND "deficiência visual" AND "material adaptado"	5

Fonte: Quadro do Autor

A maioria dos trabalhos encontrados não se tratava de adaptações para laboratório e usando palavras-chave como "experimentação", "experimento", "laboratório", "equipamentos", "vidrarias" conjugadas com ciências e/ou deficiência visual, e/ou material adaptado não se encontrou nenhum resultado.

Este trabalho não tem como seu objetivo uma revisão sistemática da literatura, apenas visa ilustrar trabalhos existentes e pertinentes na área da adaptação de

materiais de laboratório de ciências. Buscando em outras fontes foi possível achar alguns trabalhos e produtos desenvolvidos para alunos com DV (deficiência visual).

Um artigo produzido por Maciel, Batista e Prazeres (2016), elaborou alguns equipamentos alternativos para o ensino de química e alunos com DV, entre eles uma balança adaptada e um medidor de volume com uma seringa de plástico.

Um outro trabalho produzido por Neves (2020), elabora um aplicativo de celular para ler dados por voz de balanças analíticas.

Publicado na Revista Eletrônica Itinerarius Reflectionis, um artigo sobre a construção de um termômetro vocalizado é descrito por BENITE *et al.*, (2016). O equipamento possui comandos específicos e a temperatura é vocalizada pelo aparelho em português e inglês.

Outros trabalhos podem ser encontrados em periódicos para adaptações de materiais de laboratório, mas acredita-se que o produto educacional na qual se trata este trabalho possui características diferenciadas dos demais, por se tratar de um produto que permite realizar um procedimento por completo, incluindo o processo de pipetagem, identificação de nível e transferência de líquido, e garantindo a autonomia do aluno cego ao manipular de forma independente as mesmas vidrarias que os alunos videntes e traz segurança ao encaixá-las de forma protegida minimizando a possibilidade de acidentes.

Além disso, nenhum trabalho foi encontrado com o uso de sensor nível sem contato para fins de adaptação de material da DV.

3 METODOLOGIA

De acordo com Amiel, a pesquisa de desenvolvimento busca aplicações práticas e soluções explicitamente voltadas para a prática e a inovação das práxis pedagógicas (AMIEL; REVEES, 2008). Ainda, de acordo com Barab e Squire (2004, p. 2, tradução nossa) a pesquisa de desenvolvimento consiste em: “Uma série de procedimentos de investigação aplicados para o desenvolvimento de teorias, artefatos e práticas pedagógicas que sejam de potencial aplicação e utilidade em processos ensino-aprendizagem existentes”.

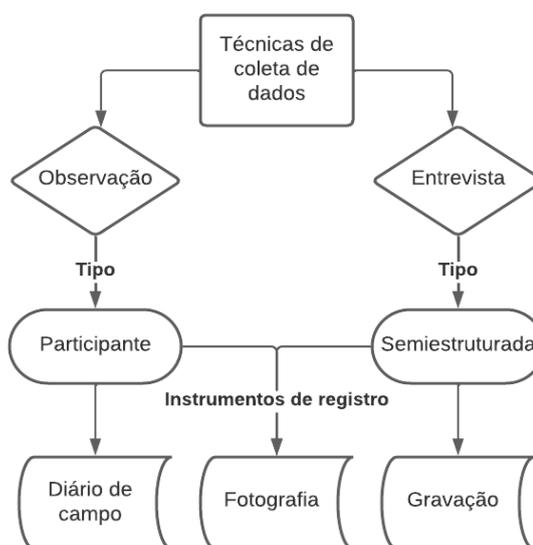
Assim, esta pesquisa busca elementos desta metodologia para a solução do seguinte problema de pesquisa: alunos com DV conseguem realizar o procedimento de transferência de líquido de forma segura e autônoma? Para responder a esta pergunta, enfrentamos dois desafios: o primeiro já mencionado é que existe um risco associado a movimentação destas vidrarias, que podem se quebrar devido aos possíveis choques. Além disso, a medição do volume de líquido, atualmente em laboratórios de ensino, é exclusivamente realizada pela percepção visual, o que impede que os alunos cegos possam realizá-la de forma autônoma.

Pensando nesta questão, foi desenvolvido um kit composto por um conjunto de adaptações para proteção de vidrarias proporcionando segurança no manuseio por alunos com deficiência visual, por meio de materiais que impeçam ou absorvam um possível choque. Além disso, o produto permitirá que este aluno possa realizar o procedimento de medição e transferência de líquidos de forma independente, utilizando um sensor de nível de líquidos sem contato. Por isso, o material desenvolvido aqui poderá explorar os sentidos do tato e audição para que esse procedimento consiga ser realizado sem o uso obrigatório da visão.

O produto foi aplicado em uma classe especializada do 3º (terceiro) ano, do Curso Técnico em Instrumento Musical Integrado ao Ensino Médio do Instituto Benjamin Constant, que possui 2 (dois) alunos, sendo: 1 (um) aluno com baixa visão e 1 (um) aluno cego. Foi enviado para eles, em formato acessível para leitura e recolhidas as autorizações para os seguintes termos: termo de autorização para uso de imagem, termo de consentimento livre esclarecido, termo de assentimento livre esclarecido (estudante menor).

Para a coleta de dados foram utilizadas as seguintes técnicas: a observação participante do manuseio do produto e entrevista semiestruturada com os alunos sobre a utilização do PE. Como instrumentos de registro dessa coleta foram utilizados diário de campo, registros fotográficos e gravações em áudio e vídeo. A representação esquemática da coleta de dados encontra-se abaixo na Figura 5.

Figura 5 - Esquema de coleta de dados



Fonte: Esquema da autora elaborado em Lucidchart

Sobre a técnica de observação Guerra (2014) diz que “não será o número de observações realizadas que define a credibilidade dos dados de uma pesquisa, mas sim a profundidade e a amplitude alcançadas ao longo do processo de coleta de dados”. Essa técnica cria oportunidades para o pesquisador coletar vários dados e fenômenos. A observação participante permite uma intervenção por parte do pesquisador no fenômeno, fato ou grupo. Conforme Minayo (2008, apud Guerra 2014):

observação participante é a técnica mais utilizada nas pesquisas de natureza qualitativa. Nesta técnica, o observador faz parte da vida dos observados e assim é parte do contexto sob observação. Ao mesmo tempo em que investiga, é capaz de modificar o objeto pesquisado e também de ser modificado pelo mesmo.

As entrevistas foram utilizadas como umas das técnicas de coleta de dados, porque, segundo Guerra (2014), é uma oportunidade de mapear e compreender a vida dos respondentes, ou seja, uma compreensão do contexto social, dos valores, motivações e crenças dos respondentes. Ainda segundo a autora, o roteiro de uma entrevista semiestruturada é composto principalmente por perguntas abertas, proporcionando ao entrevistado a oportunidade de falar mais livremente sobre o tema proposto.

Para analisar e discutir os dados foi feito o relato das anotações do diário de campo da observação participante e a transcrição dos diálogos das entrevistas. Para tratamento das respostas das entrevistas dos alunos foi utilizada a análise temática. Segundo Braun e Clarke (2006, apud Rosa e Mackedanz, 2021), a análise temática é uma análise com abordagem semântica, definindo-se os temas emergidos do texto, que podem ser ligados à literatura ou não. Segundo Minayo, Deslandes e Gomes (2011) as unidades de tratamento são temas. A principal vantagem desse método é o fato de podermos fazer uma análise geral, também a sua flexibilização. Conforme Braun e Clarke:

“através da sua liberdade teórica, a análise temática fornece uma ferramenta de pesquisa flexível e útil, que pode potencialmente fornecer um conjunto rico e detalhado, ainda que complexo de dados” (2006, apud ROSA E MACKEDANZ, 2021).

A partir desta análise, juntamente com a observação participante, foi possível verificar vários aspectos da aplicação do produto.

3.1 Testagem do produto educacional

Para este estudo que tem seu público-alvo os alunos com deficiência visual da educação básica, foi realizada a testagem com alunos do terceiro ano do curso técnico em Instrumento Musical da educação profissional integrada ao ensino médio do Instituto Benjamin Constant. Esse curso possui uma carga horária em ciências de 360 horas totais, sendo divididas ao longo do curso nas disciplinas de biologia, química e física, 120 horas cada.

No ano letivo de 2023, na turma do 3º ano estão matriculados 2 (dois) alunos, sendo 1 (um) aluno cego e 1 (um) aluno com baixa visão. O aluno cego, chamado aqui de um nome fictício de Márcio, é um aluno adulto que perdeu a visão na

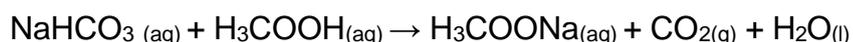
adolescência. O aluno com baixa visão, chamado aqui de um nome fictício de Tiago, é um adolescente que nasceu com baixa visão.

Como a finalidade deste produto educacional (PE) é a medição e transferência de líquidos, a proposta de testagem foi trabalhar com uma reação envolvendo duas soluções, resultando um produto que proporcione alguma percepção sensorial para o aluno como por exemplo: mudança de temperatura, efervescência, som etc.

Para minimizarmos ainda mais os riscos envolvidos no experimento, haja vista que já possui riscos inerentes à manipulação das vidrarias, foram usados reagentes de baixa periculosidade e de uso cotidiano, no caso vinagre a 4% de ácido acético e solução aquosa de bicarbonato de sódio.

Agendou-se um horário com os estudantes para realização do teste e o produto foi apresentado individualmente para cada um. Primeiramente foi apresentado o kit como um todo e depois cada item separadamente. Foi feita uma explicação do que se tratava cada parte e foram feitos dois testes com água sempre narrando e descrevendo quando necessário os procedimentos a serem executados. Depois foi realizado o procedimento experimental com os reagentes.

O aluno teve que pipetar para um tubo de ensaio na estante 3 mL de vinagre a 4% de ácido acético (H_3COOH). Posteriormente para o mesmo tubo, 3 mL de solução de bicarbonato de sódio diluída (NaHCO_3) preparada previamente. Ao misturar os 2 líquidos reagentes a reação química abaixo acontece.



Ocorre a produção de acetato de sódio, água e liberação de dióxido de carbono gasoso $\text{CO}_2 \text{ (g)}$. Por causa da liberação desse gás espera-se ouvir um som e sentir uma vibração no tubo de ensaio devido à efervescência.

Foram feitas observações em diário de campo, registros fotográficos e gravação em vídeo. Depois de realizado o teste foi feita uma entrevista semiestruturada com cada um deles, realizando uma gravação de áudio.

Como roteiro de entrevista, foram realizadas as seguintes perguntas:

- 1) Qual foi o seu entendimento com relação às instruções passadas? Você conseguiu entender bem os procedimentos de utilização do produto e os passos para realizar o experimento?
- 2) Como você avalia a segurança de manipular objetos de vidro usando o kit?
- 3) O que você achou de conseguir realizar esse procedimento sozinho?
- 4) Quais os pontos fortes e fracos do kit?
- 5) Como você avalia de maneira geral o uso deste kit?

4 APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

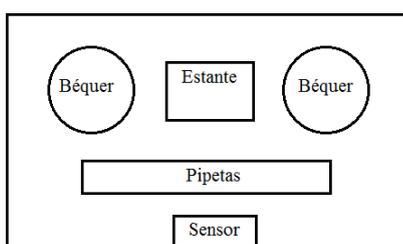
O produto consiste em um kit com um conjunto de adaptações para permitir que os alunos com deficiência visual possam manusear tubos de ensaios, bécheres de vidro e pipetas graduadas de forma autônoma e segura. A produção deste material foi dividida em 3 (três) componentes, uma parte de desenvolvimento da bandeja onde ficam acopladas as vidrarias, uma parte eletrônica e outra parte da adaptação tátil descritas ao longo deste capítulo.

Acredita-se que com esse produto educacional, o estudante com deficiência visual, particularmente o aluno cego, poderá ter melhores condições de acessibilidade em diversas atividades experimentais, em especial nas disciplinas de química e biologia. Ele pode ser confeccionado não só por professores de ciências, mas também, como profissionais de sala de recursos, técnicos em laboratório de ensino e demais educadores.

4.1 Desenvolvimento da bandeja

Considerando as dificuldades enfrentadas por pessoas com deficiência visual durante o manuseio de vidrarias em laboratórios de ciências, foi produzida uma bandeja que proporciona firmeza ao acomodar as vidrarias para que elas não se desloquem com facilidade no manuseio, sendo a mesma agradável ao toque e que diminui o risco de quebra caso esbarre. Construída com isopor e revestida de EVA, permite que as vidrarias necessárias para o experimento fiquem posicionadas e firmadas. No centro superior fica uma estante com tubos de ensaio e em cada lateral um bécher para reagentes. Logo abaixo ficam posicionadas as pipetas e na parte inferior da bandeja um sensor de líquidos (Figura 6).

Figura 6 - Esquema da bandeja

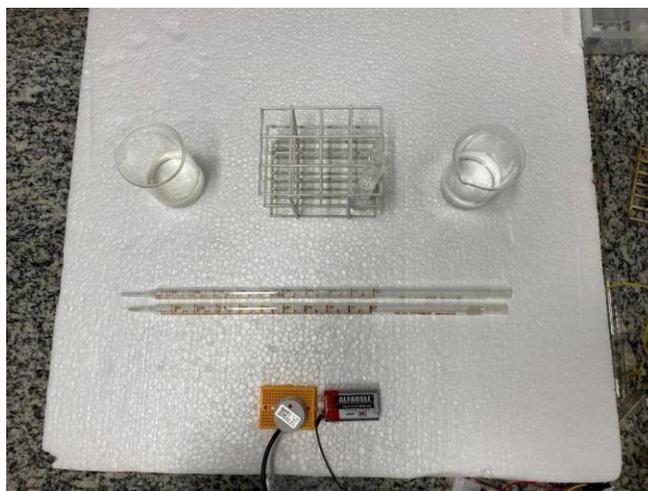


Fonte: Imagem feita pelo autor

Essa disposição foi pensada para o produto por causa do procedimento proposto para medição e transferência de líquidos, que será a “pipetagem” (sucção de líquidos via pipeta) de dois reagentes para um tubo de ensaio. Como o sensor é um componente eletrônico, optou-se por posicioná-lo mais afastado dos componentes líquidos a fim de evitar eventual dano. Também, como o sensor e a pipeta são mais baixos do que a estante e bécheres que tem uma altura maior, fica mais fácil realizar o manuseio, mantendo os objetos com maior altura ao fundo da bandeja.

A base do produto foi feita com papel paraná nas dimensões (50cm x34cm). Essa base foi totalmente revestida por um fino EVA amarelo de 1 mm. Sobreposta a esta base, uma placa de isopor de 2cm de espessura, cortada no tamanho de 50cm X 34cm. Esta placa foi furada para o encaixe das vidrarias e instrumentos. Antes da realização do corte é necessário fazer as marcações dos furos onde ficarão posicionados os itens (vidrarias e instrumentos), de acordo com o tamanho e número que o professor escolher (Figura 7). Pode-se fazer uma placa e base de dimensões maiores ou menores dependendo da combinação de itens que forem ser acomodados na bandeja.

Figura 7 - Marcação dos itens na bandeja



Fonte: Foto do autor

Neste trabalho utilizamos 2 (dois) bécheres de 100mL, 2 (duas) pipetas graduadas de 10 mL e 1 uma estante para 12 tubos de ensaio com dimensões de 10 cm x 7,5 cm. Também foi necessário realizar um furo para a acomodação do sensor de líquidos e dos demais dispositivos eletrônicos, que serão apresentados posteriormente. A Figura 8 apresenta o corte da placa superior de isopor, que foi feito

com um estilete. Os furos precisam ser ligeiramente maiores que os itens utilizados para termos margem para a colagem das placas de EVA 0,2mm que ficarão sobrepostas ao isopor.

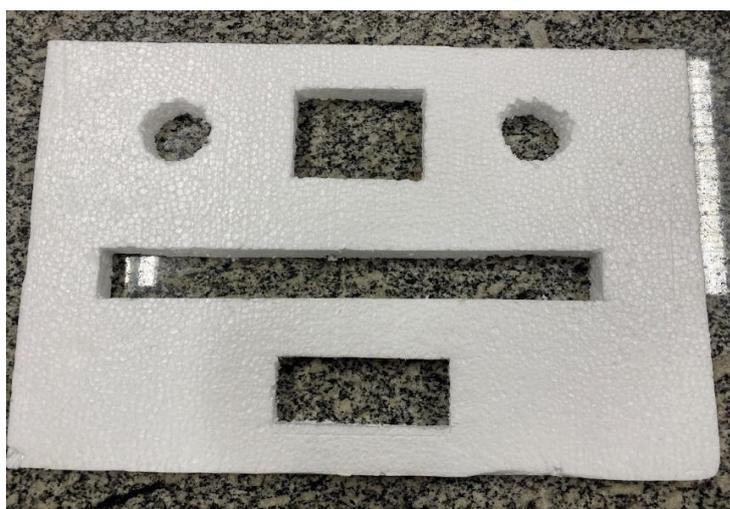
Figura 8 - Corte da placa de isopor



Fonte: Foto do autor

Após o corte é necessário realizar a lixagem do isopor para eliminar as aparas, pois estas podem ser um empecilho para a colagem do EVA. Na Figura 9 temos o corte final do isopor.

Figura 9 - Corte final do isopor



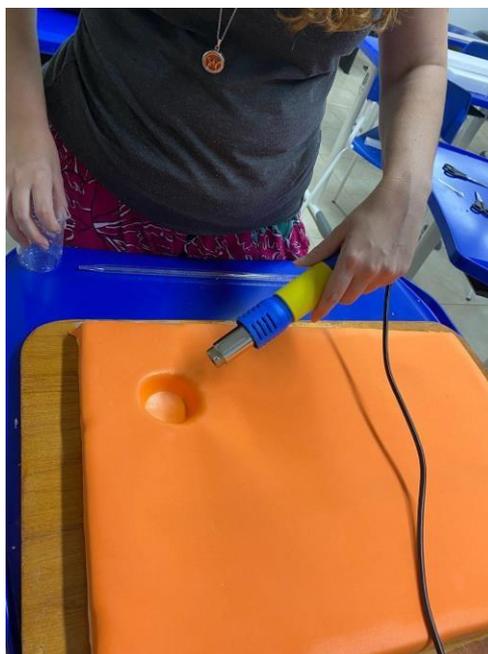
Fonte: Foto do autor

O tamanho da base e da bandeja, assim como a quantidade de furos foi escolhido para acomodar esta quantidade de itens, podendo ser variável de acordo

com a necessidade do professor que pode preferir fazer 3 furos para 3 bécheres, ou apenas 1, acoplar uma estante maior ou menor e outras adaptações de acordo com a aula prática que ele for planejar para seu aluno.

Para o acabamento externo das placas de isopor foi utilizada a técnica de modelagem térmica em EVA, que consiste no aquecimento de placas de pequena espessura, para que elas tomem a forma dos furos nas placas de isopor (Figura 10). Essa técnica é muito utilizada em confeitaria e foi adaptada para produção de material pela professora Patrícia Rosa do Instituto Benjamin Constant, a qual colaborou com a execução dessa técnica neste produto.

Figura 10 - Modelagem do EVA sobre isopor



Fonte: Foto do autor

Na modelagem térmica, utiliza-se um soprador de ar quente em direção ao EVA por alguns segundos. Esse EVA, com 2mm de espessura, está posicionado em cima do molde que se deseja fazer a forma, no caso o isopor. Em seguida afasta-se o soprador e realiza-se uma pressão no EVA para moldar e esticar o material. Neste trabalho foi usado para o aquecimento um soprador profissional de um kit de soldagem (Figura 11). Também pode ser utilizado um secador de cabelo no jato quente ou similar.

Figura 11 - Soprador



Fonte: Foto do autor

Durante os primeiros testes com a modelagem do bécher, a parte do fundo do EVA onde ficaria posicionada esta vidraria ficou abalada, tornando o encaixe do bécher instável. Então, decidiu-se por cortar o fundo dessa modelagem deixando somente a parte das laterais (Figura 12).

Figura 12 - Corte do fundo do EVA



Fonte: Foto do autor

Para a modelagem dos compartimentos onde ficarão as pipetas e o sensor não foi necessário cortar o fundo do EVA, apenas o afundamento dele, porque são itens que serão retirados pelo aluno de qualquer forma para realizar o procedimento. Já na modelagem do compartimento onde fica a estante, foi realizado o afundamento com modelagem térmica e a estante foi colada no EVA. Optou-se por esse procedimento pois o afundamento total da estante no EVA poderia ocasionar o rasgo do material. Depois dos recortes e moldes executados, utilizou-se uma cola de isopor para colar o

EVA moldado na base de isopor. Foi feito um protótipo com o EVA de fundo amarelo e o de cobertura laranja, mas o contraste ficaria melhor com o EVA de cobertura rosa. Então no produto final, a bandeja ficou moldada no EVA rosa, conforme apresentado na Figura 13.

Figura 13 - Bandeja moldada



Fonte: Foto do autor

Depois da bandeja moldada, com o auxílio da cola de isopor, colou-se a base de papel paraná revestida de EVA no isopor e foi feito o acabamento nas laterais com estilete. A lista de materiais e o custo aproximado para construo dessa parte do produto está descrito no Quadro 2 abaixo. Todos os custos deste trabalho foram calculados com base em pesquisas no ano de 2022.

Quadro 2 - Custo aproximado da bandeja

EVA de 2mm	R\$ 3,00 a unidade
EVA de 1mm	R\$ 2,50 a unidade
Cola de EVA e isopor	R\$ 3,50
Placa de Isopor	R\$5,50 para placa de 50cm x 100cm
Papel Paraná	R\$4,50 a unidade de 80 cm x100 cm

Fonte: Quadro do Autor

Ressalta-se que alguns materiais foram reciclados, tais como o isopor e o papel paraná, mas foi realizada uma breve pesquisa de preço para demonstrar o custo da produo do produto. Considerou-se também que as vidrarias e a estante são itens

que o profissional de educação terá disponível para seu uso. Alguns outros materiais adicionais como tesoura, estilete e o soprador/secador também compõem a lista.

4.2 Desenvolvimento da parte eletrônica

Em um laboratório de Ciências, o processo de transferência de líquidos entre recipientes torna-se uma tarefa desafiadora para as pessoas com deficiência visual, já que a informação do nível de líquido ocorre geralmente por meio da utilização da visão. Para possibilitar a medição do volume de líquido pelo aluno cego via pipeta graduada, pensou-se em um sensor de detecção de nível de líquido sem contato e uma escala tátil. Este sensor gera uma tensão em um de seus terminais todas as vezes que detecta a presença de um líquido. Adicionando neste terminal um emissor sonoro, como um buzzer, por exemplo, é possível que a pessoa com deficiência visual consiga identificar por meio do canal auditivo a presença do líquido na posição em que o sensor se encontra. Pensando em acessibilizar estes procedimentos, foi desenvolvida esta parte eletrônica do produto, que conjugada com a parte tátil (apresentada na próxima seção) permitirá que o aluno possa realizar as medições de níveis de líquidos durante experimentos científicos.

A parte eletrônica consiste num sensor de nível de líquido sem contato modelo XKC-Y25-NPN (Figura 14) que é capaz de detectar líquidos do lado de fora do seu recipiente. A detecção de nível é feita por meio da medição de capacitância, é esperado que este sensor funcione apenas para líquidos condutores de eletricidade.

Figura 14 - Sensor de nível de líquido sem contato



Fonte: Foto do autor

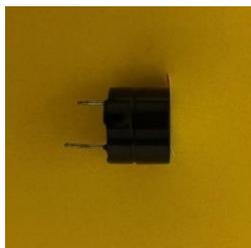
Segundo o fabricante, o sensor possui 4 fios: marrom (Vcc); amarelo (saída); azul (GND); e preto (se conectado ao GND, inverte o sinal de saída). Quando o fio preto não está conectado ao GND, a saída será no nível da tensão de alimentação se o sensor detectar a presença de um líquido. O sensor também conta com um potenciômetro para ajuste de sensibilidade. O custo médio no Brasil deste sensor é de R\$85,00, porém é possível encontrá-lo em sites e aplicativos estrangeiros por preço médio de R\$30,00.

Algumas outras especificações do sensor:

- Modelo: XKC-Y25-NPN
- Tensão de alimentação: entre 5 V e 12 V
- Tensão de saída: entre 0 (low) e a tensão de alimentação
- Corrente de saída: 50 mA (máx)
- Tempo de resposta: 500 ms
- Faixa de temperatura: 0 a 100 °C
- Material: ABS
- À prova d'água (proteção IP67)
- Comprimento do cabo: 50 cm
- Dimensões: 28 mm de diâmetro x 17 mm

O sensor quando detecta o líquido, acende uma luz na parte traseira e emite um sinal de tensão no terminal de saída (fio amarelo). Neste trabalho, o sinal de tensão gerado é utilizado para gerar uma informação sonora por meio de um dispositivo que emite um apito agudo, conhecido como buzzer (Figura 15). Estão disponíveis no mercado vários modelos com diferentes níveis de tensão de trabalho, sendo importante escolher um que seja adequado ao projeto, levando em consideração a bateria ou a pilha usada no PE. No produto aqui descrito foi utilizada uma bateria de 9V, então o buzzer deve ser de voltagem igual a 9V. Ele possui 2 polos para conexões, o positivo é o polo de haste maior e o negativo o polo de haste menor.

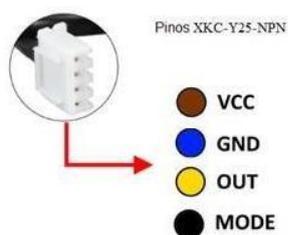
Figura 15 - Buzzer 9V



Fonte: Foto do autor

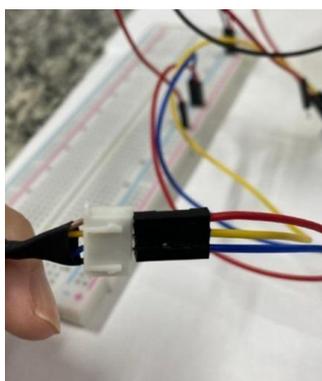
O início do desenvolvimento da parte eletrônica acontece pela identificação dos pinos do sensor, suas saídas e conexões. A Figura 16 adaptada apresenta os pinos do sensor modelo NPN e a Figura 17 apresenta as conexões realizadas neste projeto e uma foto real dessas saídas

Figura 16 - Pinos do sensor



Fonte: Adaptado de Arduinoecia

Figura 17 - Foto real dos pinos do sensor



Fonte: Foto do autor

Este modelo de sensor possui um potenciômetro para ajuste da sensibilidade que vai definir a distância na qual ele é capaz de detectar o líquido. Essa regulação

pode ser feita abrindo a tampa na parte traseira do sensor e com o auxílio de uma chave de fenda pequena girar para o ajuste do potenciômetro (Figura 18). Girando no sentido horário a sensibilidade diminui e no sentido anti-horário ela aumenta. Esse ajuste é importante para que se consiga detectar o líquido a uma distância adequada ao projeto, sem que necessariamente o sensor esteja em contato com o vidro.

Figura 18 - Ajuste de sensibilidade do sensor



Fonte: Foto do autor

Ao aproximarmos o sensor de algum líquido condutor de eletricidade, irá ocorrer uma alteração na capacitância do sensor. Esta alteração provoca a abertura de uma chave eletrônica que irá permitir a passagem de corrente elétrica para o fio OUT (fio amarelo na Figura 17). No modelo de sensor escolhido, quando um líquido é detectado, o led acoplado ao sensor acende como observado na Figura 19.

Figura 19 - Sensor acende luz vermelha

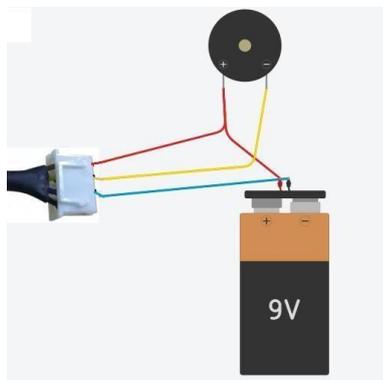


Fonte: Foto do autor

Seu mecanismo de acionamento ocorre quando a corrente elétrica que percorre o fio OUT liga o buzzer que emitirá um som. A Figura 20 apresenta o esquema de ligação elétrica do sensor, em que é possível observar que o terminal positivo da bateria está ligado ao VCC do sensor (primeiro fio de cima para baixo na figura) e ao positivo do buzzer. O terminal negativo da bateria está ligado ao GND do sensor

(terceiro fio de cima para baixo). O fio negativo do buzzer está conectado ao OUT do sensor (segundo fio de cima para baixo).

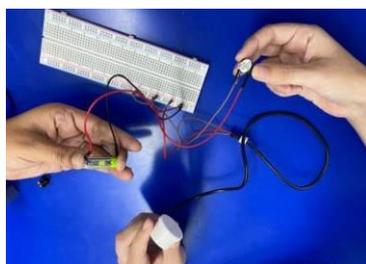
Figura 20 - Esquema de ligação do sensor



Fonte: Esquema do autor

Nos primeiros testes foi realizada a montagem do sensor em protoboard, sendo que o terminal positivo da bateria foi conectado a linha positiva do protoboard e o terminal negativo a linha negativa, com auxílio de jumpers (fios com conectores que facilitam a ligação ao protoboard). Em seguida, conecta-se a linha positiva do protoboard no terminal positivo do buzzer com um jumper e com outro jumper conecta-se a linha positiva na porta VCC do sensor. A linha negativa da bateria conecta-se ao GND do sensor. Por último, a porta OUT do sensor é conectada ao terminal negativo do buzzer fechando o circuito elétrico (Figura 21). O protoboard utilizado inicialmente foi de 830 pontos e depois substituído por um mini protoboard de 170 pontos que é mais compacto em tamanho.

Figura 21 - Montagem do sensor em protoboard



Fonte: Foto do autor

Estas placas (protoboards) servem para fazer a conexão entre os componentes

do conjunto eletrônico de forma prática e rápida, principalmente para a realização de testes e possuem custo baixo. Porém, como as conexões são feitas por meio de jumpers, é comum que as mesmas sejam desfeitas facilmente ou apresentem mal contato, a medida que o dispositivo é movimentado de um local para o outro, ou até mesmo durante o manuseio do produto. Para contornar estes problemas e obter-se um produto mais durável para este trabalho o protoboard foi substituído por uma placa de circuito impresso de fibra de vidro,ilhada e de face simples (Figura 22). Nela os jumpers foram soldados, tornando as conexões mais resistentes no manuseio.

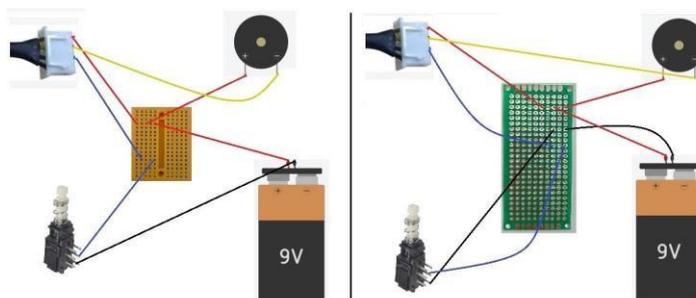
Figura 22 - Placa de circuito impresso



Fonte: Foto do autor

Também foi adicionado uma chave do tipo liga/desliga com trava para que o sistema pudesse ser acionado e desligado ao pressionar um botão. A seguir estão ilustrados os esquemas de montagem da parte eletrônica (Figura 23) tanto em mini protoboard quanto em placa eletrônica. No canto superior esquerdo de cada representação está o conector do sensor, no superior direito, o buzzer; enquanto no canto inferior esquerdo, o botão e no inferior direito, a bateria.

Figura 23 - Esquemas de montagem

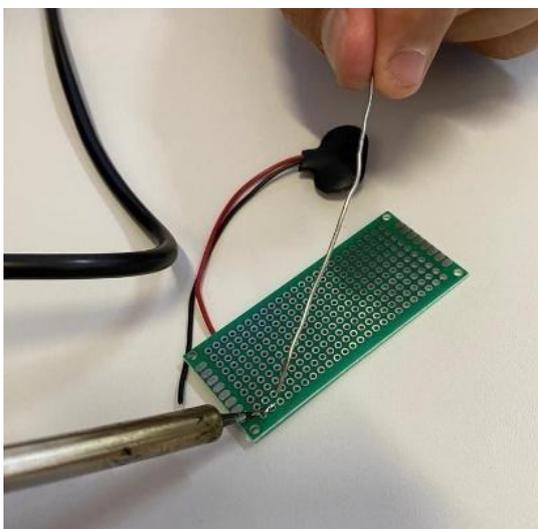


Fonte: Foto do autor

Para fazer a solda foi necessário um ferro de solda, o que necessita que o profissional que irá confeccionar o produto tenha um disponível para o uso, que saiba utilizar ou que alguém possa instruí-lo. Como não é um equipamento e um conhecimento comum e disponível nas escolas, foi apresentada aqui a opção do mini protoboard, que não permite a solda, mas caso ocorra uma desconexão temporária dos jumpers, basta plugar novamente para o sistema funcionar. Nessa opção, os jumpers podem ser fixados no botão e no buzzer com o auxílio de fita isolante.

Na opção de montagem via solda, a qual foi utilizada no produto final deste trabalho, os fios dos jumpers foram soldados tanto na placa, quanto no botão. A bateria, o sensor e o buzzer não foram soldados para permitir eventual troca futura desses itens individualmente caso seja necessário. Para ligação da bateria utilizou-se um clip de bateria 9V, tendo uma de suas extremidades conectada na bateria (ficando removível quando necessário) e a outra soldada na placa (Figura 24).

Figura 24 - Placa de circuito impresso sendo soldada



Fonte: Foto do autor

Também foi adicionado um compartimento em mdf, originalmente uma caixa de acessórios com tampa de correr, para que a parte eletrônica fique protegida. Essa caixa foi reaproveitada e poderia ser de outro material resistente, como um plástico mais rígido. Ela não é fixa na bandeja para que seu acondicionamento e manutenção fique mais fácil. Foi realizado um furo no mdf para colocação do buzzer na parte externa e o botão foi fixado com cola instantânea. No caso deste trabalho, a

pesquisadora pediu para um amigo que possui uma máquina de serra fazer um recorte na tampa da caixa para permitir que o botão fique aparente, mas poderia ter sido feito com outro instrumento cortante de mdf ou então, utilizar uma caixa de plástico em substituição ao mdf. Na Figura 25 estão as fotos da caixa com a parte eletrônica finalizada, na visão lateral, visão superior semiaberta e visão superior totalmente aberta.

Figura 25 - Caixa com a parte eletrônica



Fonte: Foto do autor

Uma observação a se fazer é que durante as pesquisas sobre a utilização do sensor, notou-se que ele é muito usado em conjunto com um Arduino, um tipo de microcontrolador para programar. A priori foi realizado um teste com um Arduino Uno e funcionou. Porém, para o objetivo proposto nesta pesquisa não é necessário um microcontrolador para monitorar o sensor. O próprio sinal emitido pelo sensor, quando é enviado diretamente ao buzzer, já é suficiente para acioná-lo, não sendo necessária uma programação para realizar esta tarefa. Em todo caso, uma utilização interessante desse tipo de microcontrolador seria se o professor quisesse que o buzzer ficasse apitando de maneira intermitente ou então modular o volume do som. Entretanto, preferiu-se retirar o Arduino do produto educacional aqui proposto, a fim de deixá-lo mais simples de executar e mais barato já que o preço médio de um Arduino Uno genérico, por exemplo, hoje no mercado brasileiro é de R\$80,00

Então, para a desenvolvimento da parte eletrônica do produto, considerando a versão soldada placa e o uso de uma caixa reciclada apresenta-se o Quadro 3 a seguir com os materiais essenciais e o custo aproximado de cada item:

Quadro 3 - Custo aproximado dos itens eletrônicos

Sensor	Preço: R\$30,00 (em site internacional)
Uma placa ilhada	Preço: R\$9,00
Um botão chave tátil	Preço: R\$ 3,50
Jumpers diversos	Preço de um kit: R\$10,00
Buzzer 9V	Preço: R\$4,00
Bateria 9V	Preço: R\$18,00
Clip de bateria	Preço: R\$4,50

Fonte: Quadro do Autor

O uso da placa no lugar do protoboard não encarece significativamente o produto pois um mini protoboard custa em média R\$3,30 e não resultou em muita diferença no custo do material. Mas, como já destacado anteriormente, necessitou que se tenha acesso a uma máquina de solda, com um profissional que saiba utilizar. No caso desta pesquisa, havia um disponível do curso de mestrado para uso dos estudantes e um professor para orientar.

Após a finalização das conexões foram realizados testes preliminares para determinar quais substâncias o sensor é capaz de detectar. Realizou-se testes com as seguintes substâncias: hidróxido de sódio 1,0 mol/L (medida de concentração), cloreto de sódio, ácido clorídrico 0,1 mol/L, gasolina comercial, álcool 70% INPM, solução corante azul de metileno, vinagre comercial, açúcar, solução indicadora de azul de bromotimol (Figura 26).

Figura 26 - Substâncias testadas



Fonte: Foto do autor

Foi colocada cada uma das substâncias teste em um bécher de vidro transparente e aproximado o sensor pelo lado de fora, primeiramente na parte que não continha líquido e descendo para o nível que já havia líquido. O sensor conseguiu detectar a presença de todas as substâncias testadas. Nesse sentido obteve-se um resultado muito satisfatório, haja vista que o esperado era que em solução que não conduzem corrente elétrica o sensor não fosse capaz de detectar, já que o próprio fabricante informa que não funciona em não condutores de corrente, tais como derivados do petróleo. Até mesmo, em solução saturada de água e açúcar, por exemplo, que geralmente em testes de condutibilidade elétrica não é eficiente para acender uma lâmpada incandescente de 40W, o sensor foi capaz de detectar (Figura 27 e Figura 28).

Figura 27 - Teste de condutibilidade elétrica



Fonte: Foto do autor

Figura 28 - Teste do sensor



Fonte: Foto do autor

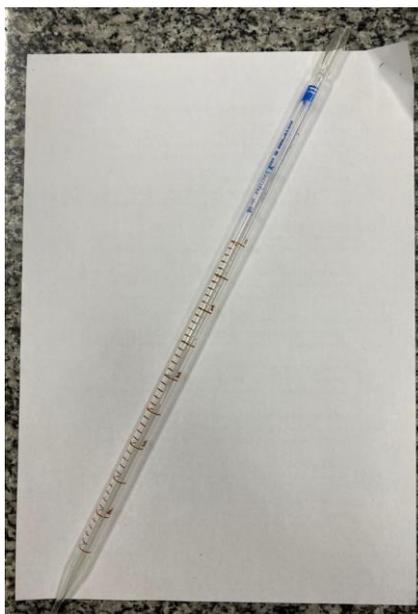
Em teste com a gasolina comercial, o sensor também foi capaz de detectar, porém a nossa gasolina encontrada nos postos não é pura. Mais testes são necessários para avaliar o funcionamento deste sensor para substâncias puras não condutoras. Todavia, entende-se que tais substâncias testadas, mesmo não sendo puras (como no caso também da solução de açúcar), são substâncias que geralmente os professores utilizam em aulas práticas, atendendo a necessidade desse estudo.

O uso deste sensor vai possibilitar que o aluno ao ouvir o sinal sonoro identifique a presença de líquido ao atingir o nível desejado na pipeta.

4.3 Adaptação tátil

O sinal sonoro emitido pelo sensor de forma isolada não permite a identificação do volume de líquido na pipeta. Para esta identificação é necessário que existam marcações táteis que permitam ao aluno ter acesso a graduação da pipeta utilizando outro canal sensorial diferente da visão. Para realizar esta adaptação tátil foi utilizada uma pipeta de vidro graduada de 10mL comum em laboratórios. Na Figura 29 é apresentada uma pipeta graduada com marcações em tinta gravadas no vidro a cada 0,1 mL. Para a adaptação deste produto, a fim de possibilitar que o aluno cego consiga sentir o volume desejado, foi utilizada uma escala tátil a cada 1,0mL em alto relevo.

Figura 29 - Pipeta Graduada



Fonte: Foto do autor

Essa escala tátil foi realizada colando a cada 1,0 mL linhas de 1mm de espessura do tipo algodão. A primeira linha de maior espessura (2mm) corresponde ao zero, ponto inicial onde o líquido deve ser avolumado. Cada marcação em sequência corresponde a um intervalo de 1,0 mL. As figuras abaixo apresentam a confecção da marcação na linha. Primeiro envolvemos a linha na marcação original da pipeta e fixamos com cola instantânea (Figura 30), depois de coladas fazemos o corte (Figura 31).

Figura 30 - Confecção da marcação na pipeta



Fonte: Foto do autor

Figura 31 - Corte das linhas



Fonte: Foto do autor

Para identificar, por exemplo, o volume de 2,0 mL, o aluno deverá contar 3 marcações de cima para baixo e começando pela linha mais grossa que está posicionada no zero.

Para que o sensor fique preso a pipeta durante o procedimento foi fixada com cola instantânea uma fita de velcro na região da pipeta que está diametralmente oposta às marcações táteis. A Figura 32 mostra uma das pipetas totalmente adaptada já com as marcações e o velcro. No sensor foram colados dois pedaços da outra face do velcro (Figura 33).

Figura 32 - Pipeta adaptada com velcro



Fonte: Foto do Autor

Figura 33 - Velcro colado no sensor



Fonte: Foto do Autor

Além disso, foram coladas 2 miçangas adesivas para orientação de sobre onde o aluno deve posicionar o sensor. A Figura 34 mostra o sensor posicionado no velcro que está preso na pipeta com uma marcação de miçanga perolada com formato de uma semiesfera em cima (o aluno deve colocar esta miçanga na direção do velcro) e a miçanga vermelha com formato prismático (o aluno deve posicionar na direção da linha do volume que ele deseja).

Figura 34 - Marcação tátil no sensor



Fonte: Foto do autor

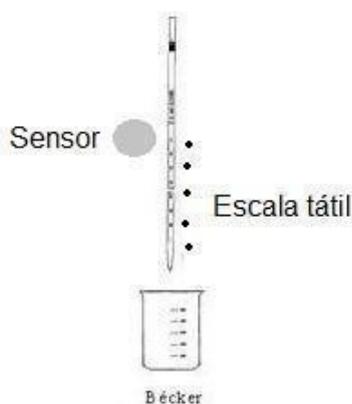
O custo aproximado da adaptação tátil na pipeta e no sensor é baixíssimo, porque pode-se utilizar pedaços de linhas e barbantes que estiverem disponíveis. Para essa produção foi necessário comprar apenas o velcro num custo de R\$2,80, a

cola instantânea num custo de R\$3,00 e as miçangas adesivas a R\$3,90.

O custo estimado total da confecção desse produto é de R\$107,70, com base nos valores de dezembro de 2022. Contudo, é um valor variável, dado que é possível utilizar ou reciclar muitos dos materiais que já estão presentes nas escolas.

O produto educacional final consiste num kit com a junção dessas 3 partes, a bandeja, a pipeta adaptada e a parte eletrônica. Com esse conjunto de adaptações o aluno poderá inserir a pipeta dentro do recipiente reagente, posicionar o sensor de líquido do lado de fora da pipeta no nível desejado com o auxílio de uma escala tátil e quando o líquido alcançar esse nível o sensor emitirá um sinal sonoro. Posteriormente ele vai reposicionar a pipeta no tubo de ensaio, colocar o sensor no nível desejado e escoar. Quando chegar ao volume pretendido, o sensor parará de emitir o sinal sonoro. O esquema desse procedimento está representado na Figura 35.

Figura 35 - Esquema procedimental



Fonte: Adaptado de Clasf

Além disso, o profissional de educação deve posicionar as vidrarias que usou de molde para a bandeja, tanto os béqueres quanto a estante de tubos de ensaio (essa deve ser colada à bandeja com cola instantânea ou similar para que fique fixa). Na figura abaixo está representado o kit elaborado com o sensor inserido dentro da caixa, os béqueres, a estante e as pipetas (Figura 36).

Figura 36 - Kit



Fonte: Foto do autor

4.4 Instruções de uso

As instruções aqui descritas visam ajudar o professor a instruir seus alunos com deficiência visual, especialmente alunos cegos, na utilização do kit de medição e transferência de líquidos.

Primeiramente o professor deve verificar se o kit contém os béqueres, as pipetas adaptadas e a caixa com o sensor. Deve adicionar um pipetador de borracha, papel toalha e um tubo de ensaio limpo na estante. Retirar o sensor e seu cabo preto para fora da caixa (Figura 37). Faça um teste apertando o botão e aproximando o sensor da palma da mão, se ele apitar, está pronto para o uso.

Figura 37 - Kit pronto para uso



Fonte: Foto do autor

Antes de colocar qualquer reagente, apresente os itens do kit para o aluno,

ensine-o a manusear e a utilizar os instrumentos. Faça uma primeira testagem com água para tirar dúvidas de execução e observar como o estudante manipula os itens.

O objetivo é fazer com que o aluno pipete um determinado volume do reagente de cada béquer para um tubo de ensaio. O aluno deve realizar as seguintes instruções:

1. Retire a pipeta do kit e acople um pipetador de borracha (pera) já pronto para o uso.
2. Ache o zero da pipeta via escala tátil.
3. Retire o sensor do kit e posicione-o no zero, colando o velcro e fazendo a correspondência da marcação tátil do zero na pipeta e na marcação no sensor.
4. Insira a pipeta em um dos béqueres.
5. Aperte o botão para ligar o sensor.
6. Pressione levemente a válvula S da pera a fim de subir o líquido.
7. Assim que escutar o apito do buzzer, pare de pressionar a válvula.
8. Dê leves apertadinhas (pulsadas) na válvula E para escoar até parar de ouvir o apito do buzzer.
9. Desligue o sensor apertando o botão.
10. Encontre pela escala tátil o volume desejado da pipetagem, por exemplo 2mL.
11. Reposicione o sensor, descolando o velcro e reposicionando na marcação desejada.
12. Ligue o sensor (o buzzer irá apitar).
13. Encontre o tubo de ensaio, com a mão que está livre.
14. Retire a pipeta do bécher, pegue um papel toalha e seque a parte externa da pipeta.
15. Acompanhe a pipeta até o tubo de ensaio, ainda com o papel toalha estancando a ponta da pipeta.
16. Pressione lentamente, com leves pulsadas, a válvula E para escoar o conteúdo da pipeta. Espere aproximadamente 1 ou 2 segundos entre as pulsadas, esse é o tempo de resposta do sensor.
17. Quando parar de ouvir o apito do buzzer, pare de pressionar a válvula.
18. Retire a pipeta do tubo e seque com papel toalha.
19. Insira novamente no mesmo bécher e pressione a válvula E por 20 segundos (tempo suficiente para o escoamento completo).

20. Repita o mesmo procedimento com a outra pipeta e o bécher do outro reagente.

Observações a serem feitas:

- O teste prévio com água é importante para o aluno saber como posicionar o sensor e o quanto ele deve pressionar ou pulsar a válvula do pipetador de borracha (pera).
- Por ser um instrumento que tem precisão muito variável, dependendo da sua condição e tempo de uso, a pera pode sugar mais ou menos líquido a cada apertada. Então, recomenda-se que o professor separe uma apenas para o uso do kit.

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 Observação participante

O teste com o produto educacional aqui desenvolvido foi realizado com os dois alunos, separadamente, o Márcio (estudante cego) e o Tiago (estudante com baixa visão). Marcio realizou o teste em um dia e o Tiago em outro dia. Durante a observação participante, ouve a interação da pesquisadora fornecendo orientações e explicações aos alunos sobre o produto e sua execução. Nesta seção iremos detalhar como foi a execução dos alunos, as correções necessárias e questões relativas à segurança, autonomia e precisão.

Primeiro foi apresentado o kit como um todo para os alunos conhecerem. O kit não continha o papel toalha e a pera, foi apresentado conforme a Figura 36, também uma explicação do que seria desenvolvido durante a testagem. Houve identificação pelo tato por parte do aluno Márcio dos materiais que compunham os itens (Figura 38). Ele percebeu que a caixa é de madeira e que a pipeta e béqueres são de vidro. Quando encontrou a estante com o tubo de ensaio ele disse: “Isso aqui é só para acomodar, né?” Reconhecendo que a vidraria a ser utilizada seria o tubo e a estante estava ali apenas para dar suporte a ele. Essa prática conversa com o que Von Der Weid (2018) diz sobre a conquista da liberdade e autonomia pela exploração dos espaços pelos corpos da pessoa com deficiência visual.

Figura 38 - Tateando o PE



Fonte: Foto do autor

O aluno Tiago reconheceu parte dos itens do kit pelo tato (o bécher, estante, tubo e caixa) e parte dos itens aproximando dos olhos (pipetas e pera), conforme Figura 39.

Figura 39 - Reconhecendo o PE



Fonte: Foto do autor

Ficou evidenciada a necessidade de delimitação do espaço para a utilização do kit quando Márcio perguntou: “Tudo vai ser usado em cima disso aqui?” e observando que ele não explorava o espaço além da bandeja. Então, se fez interessante colocar a pera e o papel toalha que também serão usados, em cima da bandeja, conforme dito na última parte do capítulo 4, na Figura 37.

Alguns itens se mantiveram fixos durante todo o experimento, tais como os béqueres, que apesar de não serem colados, ficaram bem encaixados e a estante que permaneceu colada. As pipetas ficaram bem acomodadas no espaço definido, saindo às vezes levemente para um lado ou para o outro conforme o aluno foi manuseando, mas não chegou a sair da bandeja. A caixa foi movimentada para a esquerda e para o centro pelo próprio aluno, conforme ele achou melhor posicioná-la para levar as mãos até o béquer. É de fácil movimentação intencional, mas não pareceu ser de fácil movimentação acidental, pois quando o Márcio passava a mão pela caixa algumas vezes, ela não se mexia.

O ato do próprio aluno manusear a caixa e posicioná-la onde fica mais confortável agrega à autonomia do aluno conforme Von Der Weid (2018), pois ele traz para si a liberdade de fazer as coisas à sua própria maneira. Esse manuseio não

prejudicou a segurança do instrumento, pois a caixa possui um certo peso e permaneceu em cima da bandeja a todo o momento.

Ambos os estudantes conseguiram identificar facilmente o sensor, o botão, a pipeta com o velcro e os relevos da escala tátil corretamente. Inclusive, ao ser informado da função da pipeta e que ela comporta o volume de 10mL, o aluno Márcio observou sozinho que as marcações da pipeta são escalas e deduziu que cada marcação seria o equivalente a 1,0mL. O aluno Tiago, conseguiu ver a escala mais grossa e preta na pipeta, mas a escala feita com linha mais fina e amarela só foi detectada com o tato.

Oliveira (2010) diz que os instrumentos de laboratório, são instrumentos de mediação entre a função/uso e o significado/conceito. Ao fazer uma analogia da pipeta com um canudo, os alunos conseguiram entender a lógica e o porquê daquele instrumento, através do entendimento de seu funcionamento.

Na apresentação da pera de borracha, foi explicado que esse instrumento é usado para evitar que o procedimento de sucção do líquido seja feito com a boca seguindo o manual de boas práticas laboratoriais de Ventura *et al.* (2008), prevenindo que eventual líquido nocivo venha a ser engolido pelo usuário da pipeta. As válvulas da pera foram identificadas com o tato por ambos os alunos e não houve dificuldade para saber onde encaixar a ponta da pipeta. Ressaltando que eles foram orientados conforme diz Constantino (2004) sobre a pipeta ter a ponta mais grossa e outra mais fina, sendo que a ponta mais grossa que deve ser encaixada na pera (Figura 40).

Figura 40 - Encaixe da pera na pipeta



Fonte: Foto do autor

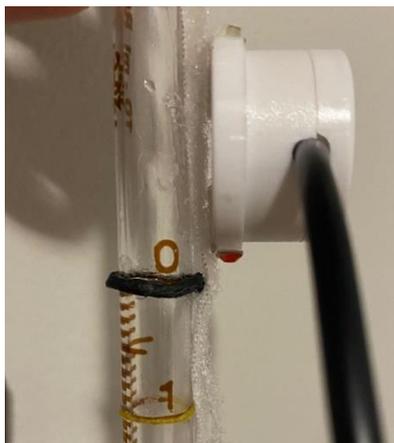
Eles fizeram esse procedimento sem apoiar a ponta pipeta na bandeja, o que poderia ocasionar um furo acidental no EVA, caso fosse colocada pressão na ponta fina da pipeta sobre o EVA.

Para o início do experimento, a pera foi deixada preparada (já com o vácuo) pela pesquisadora. Mas posteriormente mostrou-se desnecessário esse procedimento, pois os alunos foram capazes retirar o ar da pera sozinhos e deixá-la preparada para o experimento. Foi necessária apenas a orientação de que a pera possui 3 válvulas. Sendo uma isolada (válvula superior) e outras duas juntas (válvula inferior e lateral). Sendo que para retirar o ar deve-se pressionar a válvula superior e apertar a parte mais cheia ao mesmo tempo. Lima (2008) aponta que a orientação espacial pelo sistema tátil é fundamental para que a pessoa cega tenha mais independência e foi essencial para o aluno cego localizar os itens da bandeja, as válvulas da pera e associá-las com a sua função.

Essa explicação das funções de cada válvula e outras orientações foram repetidas algumas vezes durante o experimento. Não era esperado que os alunos memorizassem o procedimento, tampouco cada detalhe do uso do kit. Entende-se que o procedimento de pipetagem é desconhecido por muitos alunos, inclusive os videntes. Então, a pesquisadora repetiu o passo a passo, quantas vezes foi necessário. O importante foi que eles entendessem o que estava sendo dito. Eles apresentaram facilidade em compreender que a pipeta funciona tal qual um canudo, o béquer como um copo que guarda as substâncias químicas separadas e o tubo de ensaio como um recipiente onde será realizada a mistura das duas substâncias, ocorrendo uma reação química, caracterizando o processo de mediação instrumental exposto por Galvão (2004) da relação entre a ferramenta e sua finalidade social.

Após encaixada a pera, foi solicitado que eles colassem, com o velcro, o sensor no zero na pipeta (já esclarecido anteriormente que a linha mais grossa se trata do zero e a sucção do líquido até ela, implica que se tem 10 mL dentro da pipeta). Essa aferição tátil, de onde o sensor deveria ser posicionado, foi a mais demorada do experimento. O aluno deveria posicionar a miçanga vermelha de formato prismático nivelada, em direção a linha desejada, no caso a linha preta (Figura 41). Eles disseram conseguir sentir bem a miçanga, mas a percepção tátil desse nivelamento demorou algumas repetições para que conseguissem acertar. Nas primeiras vezes eles acabavam posicionando sempre um pouco para baixo ou um pouco para cima do que deveriam. Então, recomenda-se que o professor treine antes com o seu aluno.

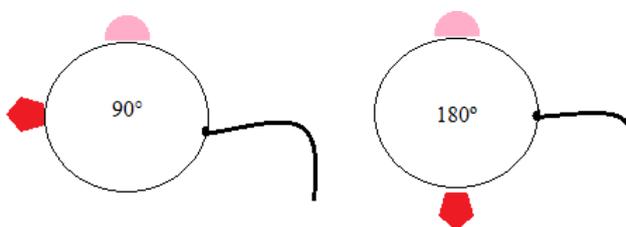
Figura 41 - Nivelamento do sensor



Fonte: Foto do autor

Um ajuste que foi realizado no produto final, foi o posicionamento dessa miçanga adesiva de formato prismático. Inicialmente ela estava posicionada a 90° da outra miçanga perolada com formato de semiesfera. Porém, percebeu-se durante os testes, que o sensor deveria ser posicionado um pouco mais acima da escala tátil para maior precisão, pois o sensor apresenta uma grande área de detecção, apitando com a presença de líquido já desde a parte inferior dele. Então mudou-se a miçanga de lugar e ela foi colada a 180° da outra. Na Figura 42 tem uma representação da orientação que as duas miçangas ficaram após a testagem; a curva preta é o fio do sensor, o pentágono vermelho é a miçanga vermelha e a semiesfera rosa, representa a perolada.

Figura 42 - Esquema de colagem das miçangas adesivas



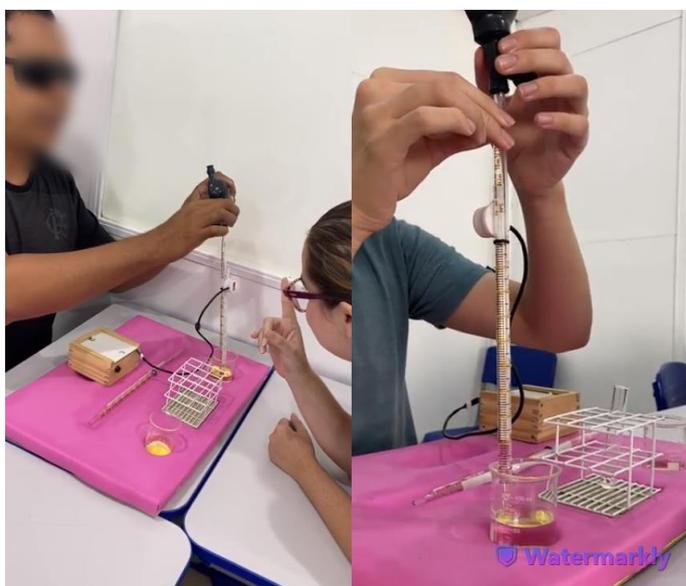
Fonte: Foto do autor

Depois de posicionar o sensor e apertar o botão para ligar, eles apertaram a válvula S (localizada na parte inferior da pera) para subir o líquido, ao ouvirem o apito,

pararam de apertar. Então foram pressionando a válvula E (localizada na parte lateral da pera) com pulsadas até parar de ouvirem o apito.

Os dois alunos conseguiram executar esse procedimento (Figura 43). Entretanto, cabe observar que essa pulsada deve ser feita pressionando o 'E' de maneira leve e rápida. O aluno Márcio teve mais facilidade em acertar o ponto de toque na válvula para que o líquido não descesse demais. Já o estudante Tiago, precisou de mais tentativas para acertar. Outra análise a se fazer é que o sensor possui um tempo de resposta de aproximadamente 1 segundo, então deve-se dar uma pulsada, aguardar 1 segundo, e efetuar a próxima.

Figura 43 - Pipetagem realizada pelos alunos



Fonte: Foto do autor

Durante a realização do primeiro procedimento de medição, via sucção da pipeta, foi observado que os alunos compreenderam que quando o sensor apitou, ele estava indicando a presença de líquido na marcação correta. Quando Márcio apertou o botão para ligar o sensor e nenhum som foi emitido, ele disse: “Não apitou. Não tem água aqui ainda”. E quando a pipeta encheu até os 10 mL e o sensor apitou ele disse: “Opa! Já chegou no zero.” Então foi explicado que ele talvez pode ter passado um pouco do zero e por isso seria feito o procedimento de escoar com pulsadas, para garantir melhor precisão e seguir o procedimento operacional padrão de pipetagem explicitado por Constantino (2004).

Ainda durante esse procedimento, na parte de pressionar com pulsadas a válvula 'E' com o aluno Tiago, a pipeta bateu na parede do béquer algumas vezes, ele estava apertando e segurando a pipeta com apenas uma única mão. Quando ele segurou a pipeta com a mão esquerda e apertou a válvula com a outra mão, a pipeta ficou mais firme, não ocorrendo mais o choque entre os vidros. Conclui-se que é melhor que o aluno utilize as duas mãos a fim de garantir maior segurança na execução.

Após esse procedimento, os alunos tiveram que reposicionar o sensor no volume indicado pela pesquisadora, (foram feitos testes com 2mL e 3mL). Eles conseguiram contar sozinhos via escala tátil, onde estava o volume desejado e compreenderam que o escoamento de líquido até aquela escala implicaria em um volume específico despejado no tubo de ensaio. Evidenciando uma compreensão da relação escala-volume.

Algumas vezes durante o procedimento de pipetagem, o sensor apresentou um falso positivo, ou seja, apitou mesmo sem conter líquido dentro. Isso ocorreu por dois motivos: um deles já explicado anteriormente, o posicionamento da miçanga vermelha e o outro motivo, o posicionamento das mãos dos alunos ao segurar a pipeta. O sensor capta a presença de líquidos e de acordo com Monteiro e Fernandes Filho (2002) um adulto saudável possui aproximadamente 60% do peso corporal de água. Ao aproximarmos as mãos do sensor, ele irá apitar. Então, deve-se posicionar as mãos durante o procedimento de medição apenas na pera, evitando segurar a pipeta próximo do sensor.

No intervalo entre a medição e transferência de líquidos, há momentos em que se deve desligar o sensor no botão posicionado na caixa. O botão deve estar ligado somente quando queremos que o sensor nos mostre se tem ou não líquido na pipeta naquele volume específico. O aluno Márcio percebeu a função do botão, desligou e ligou o sensor várias vezes sozinho no momento correto. Já o aluno Tiago, precisou mais vezes da orientação que deveria desligar o sensor para que ele não ficasse apitando sem necessidade.

Passando para o momento da transferência do líquido para o tubo de ensaio, inicialmente foi pedido que o aluno Márcio (o primeiro a realizar o teste) secasse com papel toalha a ponta da pipeta ao retirar do béquer e levassem para dentro do tubo. Porém, durante o teste com água, ocorreu gotejamento da pipeta na mão do aluno. Então, esse procedimento foi alterado durante a testagem. Passou-se a solicitar que

o aluno acompanhasse a pipeta em direção ao tubo com o papel toalha envolvendo a ponta da pipeta. Para aí então, quando a pipeta estivesse localizada no topo do tubo, ele retirasse o papel toalha. Depois disso, foi feito o procedimento para escoar o líquido até o volume desejado, até parar de ouvir o apito do sensor.

Analisando o erro de medição que o sensor apresenta e com base apenas nos testes que realizamos, observamos que antes do ajuste do posicionamento da miçanga vermelha, ele resultava em erro maiores, aproximadamente de 0,6 mL. Após o reposicionamento e considerando o seu tempo de resposta de 1s, o erro desta medição foi de 0,2 mL. Porém, acredita-se que para o estudo em questão e a proposta de experimento, esse erro é aceitável. Conforme Pinto (2015) a pipeta graduada já é um instrumento que apresenta precisão menor que a volumétrica, sendo esta última recomendada para análises que necessitam de maior exatidão, e não a pipeta graduada. Alguns cursos técnicos específicos e no ensino superior, a utilização de instrumentos mais precisos de faz necessária devido ao caráter profissional do curso. No entanto, geralmente em experimentos para ensino em educação básica, não se exige alto rigor em técnica de execução, tampouco precisão em medições. Apenas, espera-se que o aluno consiga perceber o fenômeno de interesse e no caso da reação química proposta do ácido acético com o bicarbonato de sódio, esse erro não influencia o resultado esperado.

Depois de transferido o volume para o tubo de ensaio, os alunos retornaram com a pipeta para o béquer de origem para despejar todo o conteúdo restante da pipeta. A princípio foi solicitado que a pera fosse retirada para que a pipeta escoasse naturalmente. Entretanto, isso fez com que ela se movimentasse muito e batesse na parede do béquer. A fim de melhorar a segurança do procedimento, passou-se a solicitar que o estudante apertasse a válvula 'E' da pera por 20 segundos, até escoamento completo. Posteriormente o aluno secou novamente a pipeta e apoiou na bandeja e o procedimento foi finalizado.

Foi realizado o teste com água por duas vezes para que se ajustasse o necessário, a fim de iniciar o teste com os reagentes. Para as observações de execução, segurança e autonomia do aluno não faz diferença se ele está realizando o teste com os reagentes ou com água, pois o procedimento é o mesmo. Mas era esperado que depois de realizada a mistura dos dois reagentes, os alunos observassem a efervescência oriunda da reação química e liberação do dióxido de carbono, para que tivessem uma sensação de realização e observação da reação por

meio dessa experiência multissensorial. Contudo, a liberação de CO₂ ocorreu de forma muito rápida e sutil e os estudantes não puderam observar. Talvez em pesquisa futura possa-se testar outras reações químicas e métodos.

5.2 Entrevistas

Na técnica de observação participante a visão que se tem é do pesquisador, por isso foi interessante ter como outro instrumento de coleta de dados, a entrevista semiestruturada que trouxe a visão dos estudantes sobre o experimento, embora eles estivessem um pouco tímidos e foram concisos em suas respostas é possível separar em algumas temáticas, de acordo com a análise temática e correlacioná-las com as observações da pesquisa. As perguntas estão descritas na seção 3.1 e as respostas classificadas em quatro grandes áreas que são elas: segurança, autonomia, ajustes e impressões.

Segurança

Quando os alunos foram perguntados como eles avaliam a segurança de manipular as vidrarias utilizando o kit de medição e transferência de líquidos, os estudantes responderam:

Não achei nada muito perigoso não, porque só você fazer, tipo, fazendo com calma, sem pressa. Não achei que tem muito risco não. Eu não senti nenhum risco não, pra mim. (TIAGO, Pergunta 2)

Eu gostei. Em primeiro por ter a marcação de medida e também a questão de fixar o material. Provavelmente se não tivesse isso, o recipiente estaria em indo de lado para o outro, virando e voltando. Aqui ficou muito firme, muito seguro. Foi mais seguro e confortável mexer com vidro. Tendo todo, todo esse preparo. Essa adaptação dele foi ótimo. (MÁRCIO, Pergunta 2)

O estudante Tiago, por ter baixa visão conseguiu enxergar alguns itens do kit, mas outros que ele não conseguiu, como o tubo de ensaio por exemplo, ele encontrou pelo tato sem derrubá-lo e pela sua percepção, se o procedimento for realizado com calma, ele não oferece perigo. O aluno Márcio achou os itens firmes, seguros e se

sentiu confortável em manipular as vidrarias. Encontrou todos pelo tato sem causar choque entre os vidros.

As peças fixas do kit (béqueres e estante) permaneceram firmes e as peças móveis do kit (caixa, sensor e pipeta) se movimentaram, mas sem muitos choques entre as vidrarias e os alunos conseguiram acomodá-las novamente na bandeja. Apenas as pipetas às vezes foram posicionadas um pouco fora do espaço e a caixa que acomoda a parte eletrônica, por vezes foi posicionada na parte inferior lateral da bandeja, e não na parte inferior central. Essa caixa, por ser de mdf, auxilia na segurança do kit por ficar firme ao pressionar o botão. O único momento de colisão mais intenso entre as vidrarias, como relatado anteriormente nos registros da observação participante, foi durante a aferição da pipeta nas pulsadas realizadas durante o escoamento para nivelamento da pipeta ao menisco. O procedimento apresentou instabilidade quando realizado com apenas uma única mão e foi resolvido com a orientação de segurar com as duas mãos. Nos demais momentos em que os alunos inseriram a pipeta dentro do bécher ou no tubo, eles o fizeram de forma suave, não ocasionando perigo de quebra das vidrarias.

O aluno Márcio respondeu na pergunta 1 que compreendeu claramente o posicionamento dos itens do kit, isso também contribui para a segurança do PE, já que essa orientação é fundamental para a segurança da pessoa cega. Caso ele não conseguisse saber onde estava cada item, poderia causar mais choques entre as vidrarias.

Na quarta pergunta sobre os pontos fortes e fracos do kit, o Márcio lembrou como ponto fraco o momento em que houve gotejamento de líquido na mão dele, pela ponta da pipeta. Ele disse: “Aquela água que pingou na minha mão e depois não pingou mais”. (MÁRCIO – Pergunta 4). Quando ele preencheu a pipeta com água, ao retirá-la do bécher e encaminhar para o tubo, ele encostou a ponta da pipeta em sua mão, então ocorreu o gotejamento. O procedimento foi ajustado, prolongando a secagem com papel toalha até a boca do tubo de ensaio. Apesar do procedimento ser realizado com água e substâncias do cotidiano que não são perigosas, segundo as boas práticas de laboratório, não é recomendado que ocorra esse contato direto entre substâncias e a pele humana. Assim como não é recomendado que a sucção de líquidos seja feita com a boca, por risco de aspiração ou inalação de vapores (VENTURA *et al.*, 2008). A utilização da pera, não se mostrou muito difícil de ser executada pelos alunos, surpreendendo até ao conseguirem esvaziá-la sozinhos.

Confirma-se que o produto se mostra seguro para a manipulação dos alunos deste estudo.

Autonomia

Com relação à temática sobre autonomia, quando os alunos foram perguntados sobre as instruções que receberam, se conseguiram entender bem os procedimentos e a utilização do produto e o passo a passo, eles disseram:

Foi bom, não tinha nada muito complicado. São coisas que não tive muita dificuldade de seguir não. Consegui entender o passo a passo, sim. Não achei complicado não, achei bom. (TIAGO, Pergunta 1)

Sim, toda a informação do produto, dos objetos foi bem claro. Deu para compreender nitidamente cada posição, cada local. (MÁRCIO, Pergunta 1)

A compreensão clara das instruções, do passo a passo e saber localizar os itens do produto, dá liberdade e traz propriedade ao aluno na execução do procedimento. Como já destacado anteriormente e citado por Lima (2008), a orientação espacial e a audiodescrição dos objetos e dos procedimentos é fundamental para a compreensão dos processos pela pessoa com DV. Entretanto, observou-se em alguns momentos que as instruções tiveram que ser repetidas, e que para uma execução completamente independente de todo o procedimento por parte aluno cego (sem guiamento por voz da pesquisadora), necessitaria talvez de mais repetições, haja vista que trate de algo incomum no seu cotidiano e leva um tempo para memorização de todas as etapas do processo. Além disso, algumas etapas de execução como a aferição sonora esperando o tempo de resposta do sensor e a pressão necessária para pressionar a válvula de escoar necessitaram de treino para aperfeiçoar a técnica.

De acordo com a experiência profissional da pesquisadora, diversos alunos videntes levam tempo para completar a memorização e execução do procedimento de pipetagem. De maneira geral os alunos não têm proximidade com procedimentos de laboratório de ciências, o que acaba dificultando que eles realizem as técnicas de maneira fluida, pois são técnicas que não fazem parte do seu dia a dia.

Na terceira pergunta, sobre como foi para o estudante realizar esse procedimento sozinho, o aluno Márcio respondeu.

O sensor ele é fundamental para o deficiente visual. Nós andamos usando muito o sentido da audição. Então, calcular em certo momento a quantidade da água com o som... enquanto não pára, não está no nível certo. Parou, está no nível certo! Então perfeito é a utilização do som no sensor. Muito bom! (MÁRCIO, Pergunta 3)

Essa resposta destaca como principal fator para realizar o procedimento sozinho, o recurso sonoro acoplado ao sensor. Durante a explicação da pipetagem ele entendeu como fazer a sucção do líquido e a escala tátil facilmente, mas ficou curioso e perguntou: “Como vou saber que chegou no zero?” Foi respondido que aí entraria o sensor com o apito e ele se mostrou entusiasmado com esse recurso, o que se confirma na sua fala durante a entrevista. Já o aluno Tiago, ao responder à pergunta sobre os pontos fortes do kit ressaltou a satisfação de medir os volumes corretos e disse:

Eu achei muito legal, tipo, você conseguir... Tem uma pessoa que não consegue enxergar direito, pessoa cega ou baixa visão conseguiria fazer as medidas certas do experimento, coisa que é muito difícil de fazer, uma pessoa com baixa visão. Cego nem consegue fazer. Então, eu achei muito legal. (TIAGO, Pergunta 4)

Foi perguntado ao Tiago no início do teste se ele conseguia enxergar as marcações em tinta da pipeta, ele disse que não. Então o uso do sensor foi útil para o caso dele. Ressaltando que a pessoa com baixa visão pode ter inúmeras especificidades e não é intuito deste trabalho detalhar caso a caso. Apenas relatar que para este aluno, a adaptação do sensor funciona, já que ele não conseguiria executar o procedimento com a pipeta sem nenhuma adaptação.

Para o aluno cego, na visão de Tiago, também desta pesquisadora, o procedimento de pipeta se tornaria inviável sem alguma adaptação. Com esse kit, os alunos mostraram que conseguiram realizar sozinhos todas as etapas, sem o auxílio das mãos da pesquisadora. Isso é de extrema relevância, já que em experiências anteriores da pesquisadora com alunos com deficiência visual em laboratório, sempre foi necessária a intervenção e a mediação de um profissional para acompanhar esses alunos, executando com eles os procedimentos, e quase sempre, carregando com as mãos, as mãos deles até os instrumentos de laboratório.

Ajustes

Discorrendo sobre esse tema dos ajustes, foram avaliados o que os alunos consideraram que poderia melhorar no PE. Na quarta pergunta sobre os pontos fracos, o aluno Márcio respondeu sobre a água que gotejou na mão dele, item que depois foi corrigido. Como já relatado anteriormente, o gotejamento da água foi resolvido mudando o procedimento de acompanhar a ponta da pipeta com o papel toalha. Já o estudante Tiago, trouxe uma percepção nova, que não se havia notado durante a observação participante. Ele disse:

Uma coisa que poderia melhorar que eu acho é botar uma cor nisso aqui, que às vezes é muito difícil achar isso aqui. Botar uma cor nesse vidro. Botar uma cor diferente para pessoa com baixa visão poder ver. (TIAGO – Pergunta 4)

Foi perguntado ao Tiago se caso a estante fosse colorida, ajudaria a visualização e ele ficou indeciso. Daí, foi perguntado se caso fosse colocado uma fita vermelha em volta da borda do tubo de ensaio, ficaria melhor. Ele respondeu que sim: “É, acho que ajudaria. Uma borda vermelha. Acho que ia ficar bem melhor.” Ele complementou que no caso do béquer, ele conseguiu enxergar bem por causa do fundo amarelo e gostou do contraste do amarelo com o rosa. Sobre as pipetas ele disse que conseguiu identificá-las pelo contraste da linha preta com a bandeja rosa.

Outra coisa que ele reclamou após a entrevista foi o som muito alto do sensor. De fato, o apito do buzzer estava muito alto para um contexto de uma sala de aula silenciosa. Sem o uso do Arduino, não é possível programar o volume do buzzer. Contudo, pode-se usar como artifício colar algum pedaço de papel no buzzer para abafar a saída do som (Figura 44). Assim o som fica mais baixo e mais confortável.

Figura 44 - Abafando o som do buzzer



Fonte: Foto do autor

Impressões

As impressões dos alunos foi um tema que emergiu durante a análise de dados. Durante a terceira pergunta da entrevista, o aluno Tiago disse: “Achei legal. Eu nunca tive nenhum experimento assim, nem em casa, nem na escola. Achei legal.” (TIAGO – Pergunta 3). Ele disse achar legal realizar o procedimento sozinho, mas o destaque para esse tema é o fato dele nunca ter realizado um experimento como esse em sua vida escolar e demonstrar isso em sua fala.

Segundo Giordan (1999), a experimentação traz para o aluno uma aprendizagem por meio do lúdico, despertando o seu interesse para a área das ciências. Isso é observado pela pesquisadora em sua prática profissional, onde vários alunos se mostram despertados e motivados durante as aulas de laboratório.

Na pergunta sobre os pontos fortes do kit, o Márcio avaliou as adaptações como perfeitas e respondeu:

Pontos fortes. Toda adaptação nos vidros, a base para sustentar os potes, os recipientes, perfeito assim. Esse para mim foi o ponto forte. O velcro, a linha de medida no vidro. Perfeito. Para mim isso foi o ponto forte. Toda essa adaptação para saber bem com exatidão onde colocar a quantidade. Ponto forte. (MÁRCIO – Pergunta 4)

A última pergunta feita na entrevista foi a mais aberta para que eles pudessem ter espaço para falar o que acharam do kit, sendo a seguinte: “Como você avalia de maneira geral o uso deste kit?” O aluno Tiago disse:

Achei bom, não achei difícil de memorizar o processo. Eu não tive muita dificuldade em questão de memorizar. Então, em questão geral, achei bom. Achei que facilita o processo de mistura dessas substâncias. Achei bem legal, porque dá pra fazer com várias substâncias diferentes, né? Eu achei bem legal. Eu gostei. (TIAGO – Pergunta 5)

O aluno conseguiu perceber que o intuito do procedimento era a mistura de duas substâncias e que poderia ser realizado com diversos reagentes. Conversa também com o conceito de TA, descrito por Sonza *et al* (2013) que diz que a tecnologia assistiva funciona como facilitador para as atividades da pessoa com deficiência,

favorecendo a autonomia e a independência na execução de atividades de manipulação de equipamentos. O estudante Márcio disse:

Isso daqui vai emocionar pessoas. Sabe, é o que eu acho. Tudo o que vem para trazer o deficiente para a inclusão, no caso, a inclusão, com tudo o que é criado para incluir a pessoa com deficiência. Isso traz uma emoção. É muito positivo isso não só para mim, mas todos que possuem uma certa deficiência. Então, para mim, isso é sensacional, sabe? Essa criação, ela deu certo. Fiquei emocionado de realmente está trabalhando com química, as misturas, fórmulas. Perfeito para mim é isso. Isso daqui vai trazer inspiração, sabe? Motivação para as pessoas gostarem dessa matéria ou dessa área da química. Então, para mim é isso. (MÁRCIO – Pergunta 5)

Segundo Mota e Cavalcanti (2012) as atividades experimentais são fundamentais para o conhecimento científico e aprendizagem em ciências. O estudante Márcio se mostrou muito contente em participar da pesquisa e realizar o procedimento de pipetagem aproximou ele da área da química. A sua resposta revela que ele achou positiva a experiência e fala sobre emoção, inspiração e motivação no processo de inclusão. Estas impressões, que são expressas em sentimentos, vão além das expectativas de criar apenas um recurso acessível, atingindo profundamente a pessoa com deficiência visual.

Diante de um contexto em que diversos alunos com deficiência visual não se sentem incluídos dentro dos espaços formais e não formais das escolas, a existência de um produto para minimizar o impacto da exclusão desses alunos é muito benéfica para a área da educação especial.

O kit se mostrou um recurso de tecnologia assistiva eficiente, possibilitando e facilitando a inclusão dos alunos desse estudo, segundo suas próprias percepções, assim como, de acordo com a observação da pesquisadora durante toda a testagem.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho se originou de uma observação da pesquisadora durante sua experiência profissional, na necessidade de criar mais recursos para incluir alunos com deficiência visual, especificamente alunos cegos, em laboratórios e atividades experimentais de ciências da educação básica. Foi elaborado durante o mestrado profissional um produto educacional que é uma tecnologia assistiva para acessibilizar o procedimento de medição e transferência de líquidos, também conhecido como pipetagem, comum em aulas de biologia e química.

Esse PE foi construído com recursos táteis, eletrônicos e sonoros. A maioria materiais de baixo custo e fácil acesso. Procurou-se detalhar a construção e oferecer alternativas para as possíveis dificuldades que se possa ter durante a elaboração do produto. O intuito é que educadores possam reproduzir o material e aplicar em suas escolas.

Foi realizado o teste com dois alunos, um aluno cego e outro aluno com baixa visão. Alunos cegos geralmente possuem mais dificuldade nas atividades de laboratório do que alunos com baixa visão. Porém, alguns alunos com baixa visão severa ou que não enxerguem alguns detalhes específicos podem se beneficiar do PE. Foi importante a percepção desse aluno com baixa visão nesse estudo, pois contribuiu muito para os ajustes do produto, também porque o PE construído mostrou-se vantajoso para este aluno com baixa visão, já que ele precisou utilizar dos elementos táteis do produto para a identificação dos volumes de líquido. Apresentando-se como um produto educacional inclusivo dentro desse contexto de estudo.

Para o aluno cego, o produto possibilitou que ele realizasse o procedimento de medição e transferência de líquidos com liberdade e autonomia, evidenciado em alguns momentos em que ele realizou várias etapas sozinho, algumas até sem orientação por voz, apresentou deduções sobre o que deveria ser feito e sobre o conceito que estava por trás da tecnologia aplicada.

O procedimento também se apresentou seguro para esses alunos, mantendo fixos alguns mais críticos como os béqueres e estante. As instruções foram alinhadas para garantir uma execução mais segura para os alunos ao manusearem as vidrarias, reduzindo o risco de quebra.

Alguns ajustes foram necessários para melhorar a precisão instrumental, tais como, a modificação do posicionamento do sensor, também a espera pelo seu tempo de resposta, tornando a precisão satisfatória para a proposta apresentada. Haja vista

que para experimentos do contexto de educação básica não há necessidade de alta precisão. Porém, como se trata de um estudo com duas amostras, necessitaria de mais testes para uma estimativa da incerteza dessa medição.

Um estudo futuro pode ser a expansão da adaptação para pipetas volumétricas, a testagem com mais amostras e talvez a aplicação com alunos DV (cegos e com baixa visão) no ensino superior, onde se tem uma aplicação avançada da técnica de pipetagem. Outra possibilidade de pesquisa futura, seria levantar as percepções dos professores da educação básica ao utilizar o kit, também testar no contexto de sala de aula experimental.

As impressões dos alunos durante os experimentos foram profundamente satisfatórias e reconfortantes. É extremamente gratificante poder desenvolver uma pesquisa que vá contribuir para o processo de inclusão desses alunos.

Com base em tudo disposto nesta pesquisa, conclui-se que o presente trabalho contribuiu para a acessibilidade do procedimento experimental de medição e transferência de líquidos, ampliando as possibilidades de inclusão dos alunos com deficiência visual na realização de experimentos.

REFERÊNCIAS

ACIEM, Tânia Medeiros; MAZZOTTA, Marcos José da Silveira. Autonomia pessoal e social de pessoas com deficiência visual após reabilitação. **Revista Brasileira de Oftalmologia**, v. 72, p. 261-267, 2013.

ÁLVAREZ, S. M. y CARLINO, P. C. La distancia que separa las concepciones didácticas de lo que se hace en clase: el caso de los trabajos de laboratorio en biología. **Enseñanza de las Ciências**, v. 22, n. 2, p. 251-262, 2004.

AMIEL, T.; REEVES, T. C. Design-Based Research and educational technology: rethinking technology and the research agenda. **Educational Technology & Society**, Athabasca, v. 11, n. 4, p. 29-40, Oct. 2008.

ARDUINOECIA. Post: Como usar o sensor de líquido XKC-Y25-V, 2022. Página inicial. Disponível em: <https://www.arduinoecia.com.br/como-usar-sensor-de-liquido-xkc-y25-arduino/> Acesso em dez de 2022.

BARAB, S.; SQUIRE, K. Design-based research: putting a stake in the ground. **Journal of the Learning Sciences**, v. 13, n. 1, p. 1-14, 2004.

BENITE, C.R.M.; BENITE, A.M.C.; MORAIS, W.C.S. e YOSHENO, F.H. Estudos sobre o uso de tecnologia assistiva no ensino de química. Em foco: a experimentação. **Revista Itinerarius Reflectionis**, v.12, n.1, p.1-12, 2016.

BOGDAN, Roberto C., BIKLEN, San Knopp. **Investigação Qualitativa em Educação uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994.

BRASIL, Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Subchefia para assuntos jurídicos, Casa Civil, Presidência da República.

_____, Lei nº 10.172, de 9 de janeiro de 2001. Aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências.

_____, Lei nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004. Regulamenta as Leis nos 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Subchefia para assuntos jurídicos, Casa Civil, Presidência da República.

_____, Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência.

_____, Comitê de Ajudas Técnicas, Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República (CORDE/SEDH/PR), 2007.

_____, Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais : Ciências Naturais / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília : MEC / SEF, 1998.

_____, Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: 600p. 2018

BRUNO, A. N. **Biotecnologia I: princípios e métodos**. Porto Alegre: Artmed, 2014.

CAMARGO, EP de; NARDI, Roberto. Planejamento de atividades de ensino de Física para alunos com deficiência visual: dificuldades e alternativas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 378-401, 2007.

CARVALHO, K.M.M. *et al.* **Visão Subnormal: orientações ao Professor do Ensino Regular**. 3. ed. Campinas: Unicamp, 2005.

CLASF. Calibração de vidraria 100% prática em brasil. Página Inicial. Disponível em: <https://www.clasf.com.br/calibra%C3%A7%C3%A3o-de-vidraria-100-pr%C3%A1tica-em-brasil-12616632/> Acesso em: 12 de novembro de 2022.

CHASSOT, A. I. *et al.* **Química do Cotidiano: pressupostos teóricos para elaboração de material didático alternativo**. Espaços da Escola, n.10, p.47-53, 1993.

CONSTANTINO, M. G.; SILVA, G. V. J.; DONATE, P. M. **Fundamentos de Química Experimental**. Capítulos 8 e 9. São Paulo: EDUSP, 2004

GALVÃO, N. C. S. S. **Inclusão escolar de crianças com deficiência visual na educação infantil**. Dissertação (Mestrado em Educação) Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador, 2004

GALVÃO FILHO, T. A. A construção do conceito de Tecnologia Assistiva: alguns novos interrogantes e desafios. In: **Revista da FAGED - Entreideias: Educação, Cultura e Sociedade**, Salvador: Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia - FAGED/UFBA, v. 2, n. 1, p. 25-42, jan./jun. 2013.

GIORDAN, M. O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, 1999.

GUERRA, Elaine Linhares de Assil. **Manual pesquisa qualitativa**. Belo Horizonte: Grupo Ânima Educação, 2014.

ISO 835/1 – **Laboratory glassware** – Graduated pipettes – Part 1: General requirements, First edition – 1981-07-01.

ISO 835/2 – **Laboratory glassware** – Graduated pipettes – Part 2: Pipettes for which no waiting time is specified , First edition – 1981-08-01.

LIMA, Leandro Santos *et al.* **A importância de utilizar vidrarias de laboratórios normalizadas.** 2005.

LIMA, B. T. S. **Proposta de ensino de química orgânica para alunos com deficiência visual: desenhando prática pedagógica inclusiva.** 2017. 172 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campina Grande (Paraíba), 2017.

LIMA, Priscila Augusta. Locomoção e orientação espacial como fatores de inclusão de pessoas cegas na escola e no trabalho. **Benjamin Constant**, n. 41, 2008.

MACIEL, Adeilton Pereira; BATISTA FILHO, Antonio; PRAZERES, Gilza Maria Piedade. Equipamentos alternativos para o ensino de Química para alunos com deficiência visual. **Revista Docência do Ensino Superior**, v. 6, n. 2, p. 153-176, 2016.

MACHADO, R. B. L. **A educação inclusiva e seus desafios na sociedade contemporânea: considerações acerca da lei brasileira de inclusão e a realidade em sua execução nas escolas.** 2021. Monografia. – Curso Serviço Social – Universidade Federal Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2021.

MAZZOTTA, Marcos J. da S. **Educação Especial no Brasil: História e políticas públicas.** São Paulo: Cortez, 1996.

MINAYO, Maria Cecília; DESLANDES, Suely Ferreira; GOMES, Romeu. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade.** Editora Vozes Limitada, 2011.

MONTEIRO, Ana Beatriz; FERNANDES FILHO, Jose. Análise da composição corporal: uma revisão de métodos. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 4, n. 1, p. 80-92, 2002.

MOTA, C.; CAVALCANTI, G. **O papel das atividades experimentais no ensino de ciências.** São Cristóvão/SE:[Sn], 2012.

NEVES, Daniela Carvalho Ferraz Nolasco *et al.* Leitor acessível: Uma proposta de dispositivo para medidas de massa em aulas práticas de química para pessoas com deficiência visual. Série Educar-Volume 45 **Educação Especial e Inclusiva**, p. 38. 2020.

OLIVEIRA, J. R. S. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio-histórico**. 4.ed. São Paulo: Scipione, 1997.

OLIVEIRA, J. R. S. **A perspectiva sócio-histórica de Vygotsky e suas relações com a prática da experimentação no ensino de Química**. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 3, n. 3, p. 25-45, 2010.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS). CID- 10. Classificação estatística internacional de doenças e problemas relacionados à saúde. 9. ed. rev. São Paulo: EDUSP, 2003.

PAULO, P. R. N. F. **Produção de materiais didáticos acessíveis para o ensino (Monografia)**. Niterói: 2014.

PINTO, José Ricardo. Pipeta de graduada. **Revista de Ciência Elementar**, v. 3, n. 1, 2015.

ROSA, Liane Serra; MACKEDANZ, Luiz Fernando. A análise temática como metodologia na pesquisa qualitativa em educação em ciências. **Atos de Pesquisa em Educação**, v. 16, p. 8574, 2021.

SÁ, E. D., CAMPOS, I. M., SILVA, M.B. C. **Atendimento educacional especializado. Deficiência visual**. SEESP/SEED/MEC. Brasília: 2007. 57 p.

SALVINO, L. G. M. **Tecnologia Assistiva no ensino de Matemática para um aluno cego do Ensino Fundamental: Desafios E Possibilidades**. 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática Instituição de Ensino) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar Sem Medo de Errar. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.) **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijuí, 2011.

SILVA, V. G. **A importância da experimentação no ensino de química e ciências**. (Monografia). UESP. Bauru. 2016

SOLER, M. A. **Didáctica multissensorial de las ciencias: un nuevo método para alumnos ciegos, deficientes visuales, y también sin problemas de visión**. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 1999.

SONZA, A.P. *et al* (org.); **Acessibilidade e tecnologia assistiva: pensando a inclusão sociodigital de pessoas com necessidades especiais**; Bento Gonçalves: MECIFRS. 2013. 364 p

SONZA, A.P.; SALTON, B.P., STRAPAZZON, J.A. (organizadores); **Soluções acessíveis: experiências inclusivas no ifrs**. Porto Alegre: Companhia Rio-grandense de Artes Gráficas (CORAG), 2014. 268 p

SONZA, A.P.; SALTON, B.P., STRAPAZZON, J.A. (organizadores); **Uso pedagógico dos recursos de tecnologia assistiva**. Porto Alegre: Companhia Rio-grandense de Artes Gráficas (CORAG), 2015. 224 p

SPLABOR. Boas Práticas em Pipetagem. Disponível em: <https://lidoc.paginas.ufsc.br/files/2013/10/SPlabor-Boas-pr%C3%A1ticas-de-pipetagem.pdf>
Acesso em dez de 2022.

TRINDADE, D.F.; OLIVEIRA, F.P.; BANUTH, G.S.L.; BISPO, J.G. **Química Básica Experimental**, Editora Ícone, São Paulo, SP, 1998. (ISBN: 85-274-0511-3).

UNESCO, MEC-Espanha. **Declaração de Salamanca e linha de ação**. Brasília: CORDE, 1994.

VENTURA, Maria A. *et al.* **Manual de boas práticas laboratoriais**: Universidade dos Açores. 2008.

VON DER WEID, Olivia. Entre o cuidado e a autonomia: deficiência visual e relações de ajuda. **Revista Antropológicas**, v. 29, n. 2, p. 49-82, 2018.)