

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA
PARAÍBA**

Lucas Caetano de Oliveira Custódio

**UM IDENTIFICADOR DE CORES DE SOLUÇÕES VOCALIZADO PARA
DEFICIENTES VISUAIS**

**João Pessoa – PB
Julho de 2018**

Lucas Caetano de Oliveira Custódio

**UM IDENTIFICADOR DE CORES DE SOLUÇÕES VOCALIZADO PARA
DEFICIENTES VISUAIS**

Monografia submetida a Coordenação do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus I, como requisito para a conclusão do Curso de Licenciatura em Química.

Orientador: Sérgio Ricardo Bezerra dos Santos

João Pessoa – PB

Julho de 2018

Ficha catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Nilo Peçanha do IFPB, *campus* João Pessoa

C987i

Custódio, Lucas Caetano de Oliveira.

Um identificador de cores de soluções vocalizado para deficientes visuais / Lucas Caetano de Oliveira Custódio. - 2018.

52 F. : il.

TCC (Graduação – Licenciatura em Química) – Instituto Federal da Paraíba / Coordenação de Licenciatura em Química, 2018.

Orientação : Prof. Sérgio Ricardo Bezerra dos Santos.

1. Ensino de química experimental. 2. Deficiente visual. 3. Identificador de cores. I. Título.

CDU 376:542

Lucrecia Camilo de Lima
Bibliotecária
CRB 15/132

**UM IDENTIFICADOR DE CORES DE SOLUÇÕES VOCALIZADO PARA
DEFICIENTES VISUAIS**

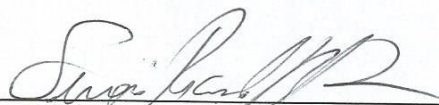
LUCAS CAETANO DE OLIVEIRA CUSTÓDIO

Monografia submetida à aprovação em: 25 / 07 / 2018

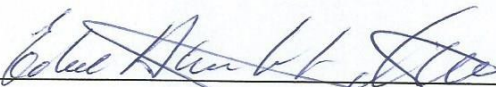
Parecer:

Após discussão o aluno foi considera-
do aprovado pela banca examinadora.

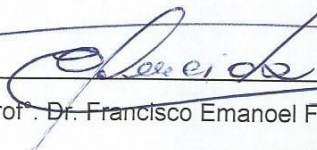
Banca:



Prof. Dr. Sergio Ricardo Bezerra dos Santos (orientador)



Prof. Dr. Edvaldo Amaro Santos Correia. (avaliador)



Prof. Dr. Francisco Emanuel Ferreira de Almeida (avaliador)

João Pessoa

Julho de 2018

AGRADECIMENTOS

Agradecer primeiramente a Deus, por ter me dado a vida e a saúde para que eu conseguisse chegar até aqui.

Aos meus pais, Luceni Caetano da Silva e José Carlos de Oliveira Custódio, meu irmão Fernando Caetano de Oliveira Custódio, Fernanda Odebrecht, Filippy, Bernardo e a Jéssica Lorena pelo apoio, carinho e o incentivo para que eu terminasse o curso de Licenciatura em Química.

Aos meus amigos Jonildo, Agamenon e Itapuan, pela descontração e brincadeiras no começo do curso. As Amizades que fiz durante o curso, Joselito (Bolt), Daniel (Bam), Bruno Vascon, Joedna, Mayzza, Reynaldo, Bruno Enedino, Marconi, Isa e ao grupo Thu Thu Uh.

A todos os professores que mesmo com divergências, foram fundamentais para a minha formação acadêmica e pessoal, em destaque aos Professores: Carlinhos, Alessandra, por terem me dado oportunidade de entrar no grupo de pesquisa, Sérgio e Suely, por terem paciência e conseguirem sempre resolver meus problemas.

Mais uma vez ao meu Professor e Orientador, Sérgio. Por não se mostrar superior ao aluno, se poe no lugar do aluno, se equipara ao mesmo para que o aluno cresça junto com ele, excelente professor. Obrigado pelos concelhos e por te me deixado tão a vontade em relação ao trabalho de conclusão de curso.

Por fim, um agradecimento especial ao meu pai, que foi fundamental no desenvolvimento da pesquisa, me ensinou a ler e desenvolver programações em C++ e ensinou a utilizar os pinos do Arduíno. Além de está sempre disposto a ajudar quando eu estava empancado sem saber corrigir determinados erros.

RESUMO

A educação atual tem apresentado várias particularidades, entre elas o ensino inclusivo que é o objeto de estudo deste trabalho. O ensino de química para deficientes visuais é um desafio. A química por se tratar de uma ciência que explora bastante os recursos visuais se torna de difícil ensino para não videntes quando se utiliza recursos tecnológicos usuais, como datashow, giz e quadro. Com o surgimento das tecnologias assistivas, instrumentos tem sido utilizados para aumentar a independência dos deficientes, de forma geral, em relação a acessibilidade. Instrumentos têm sido planejados e desenvolvidos para a facilitação do ensino de química especialmente em salas de aula, entretanto, poucos são projetados para a facilitação do ensino experimental de química. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo, desenvolver um instrumento de identificação de cores vocalizado para a facilitação do ensino de química experimental para deficientes visuais . Trata-se de um identificador de cor com síntese de voz baseado na plataforma de desenvolvimento Arduino programada com linguagem C++ e que utiliza arquivos de voz escritos no formato mp3 para vocalização de cores e de valores experimentais de absorbâncias de soluções. O equipamento possibilita que o estudante deficiente visual consiga distinguir as cores. O instrumento em conjunto com metodologias inclusivas pode ser utilizado em metodologias experimentais que utiliza a cor como meio de caracterizar substâncias ou processos químicos.

Palavras chave: Química Experimental; Ensino; Cegueira

ABSTRACT

The present education has presented several particularities, among them the inclusive education that is the object of study of this work. The teaching of chemistry for the visually impaired is a challenge. Due to chemistry be a science that exploits visual resources, its teaching becomes difficult to the blind when using the usual technological resources, such as datashow chalk and chalkboard. With the emergence of assistive technologies, tools have been used to increase the independence of the disabled, in general, in relation to accessibility. Instruments have been designed and developed for the facilitation of teaching chemistry especially in classrooms, however, few devices have been planned for the facilitation of experimental chemistry teaching. In this sense, this work aimed to develop a vocalized color identification instrument for the facilitation of the teaching of experimental chemistry for the visually impaired. It is a color identifier with speech synthesis based on the Arduino development platform programmed with C++ language and that uses voice files written in mp3 format for vocalization of color and experimental values of absorbances of solutions. It is a color identifier with voice synthesis that informs the coloration of the solution and its absorbance through speech. The equipment allows the visually impaired student to be able to distinguish the colors. The instrument in conjunction with inclusive methodologies can be used in experimental methodologies that use color as a means of characterizing chemical substances or processes.

Key-words: Experimental Chemistry; Teaching; Blindness

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Bengala

Figura 2 - Cella Braille com numeração dos pontos

Figura 3 - Representação da escrita Braille

Figura 4 - Reglete e punção para escrita Braille.

Figura 5 - Teclado Braille

Figura 6 - Teclado Colmeia

Figura 7 - Impressora Braille

Figura 8 - Sorobã

Figura 9 - Calculadora Sonora

Figura 10 - Instrumentos adaptados para deficientes visuais: **a.** balança, **b.** Medidor de volumes

Figura 11 - Materiais para o conteúdo de Substâncias e Misturas. Fonte: Resende Filho; Andrade e Sousa (2009).

Figura 12 - Instrumentos para ensino inclusivo de Química experimental: **a.** Balança adaptada com sinalizador sonoro de fim de pesagem, **b.** Indicador sonoro de cores de soluções do sistema RGB, **c.** Sinalizador sonoro de ponto final de titulação, **d.** Sistema pneumático de transferência de líquidos.

Figura 13. *Layout* do projeto do identificador de cor.

Figura 14 - A esquerda a placa Arduino Uno e a direita a placa *Protoshield*.

Figura 15 - Módulo WTV020SD16P e configuração de seus pinos de hardware.

Figura 16 - Foto-transistor e LED RGB

Figura 17 - Montagem do sensor e LCD

Figura 18 - Montagem dos componentes eletrônicos.

Figura 19 - Visão geral do equipamento

Figura 20 - Telas apresentadas no display LCD

Figura 21 - . Identificação de três soluções coloridas no padrão RGB – Soluções vermelha, verde e azul.

Quadro 1 - Quadro apresentando os comandos disponíveis do equipamento através da chave multifunção.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

DV – Deficiência Visual

ENEM- Exame Nacional do Ensino Médio

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais

LCD - Liquid Crystal Display

LDBEN – Lei de Diretrizes e Bases para a Educação Nacional

LED – Light Emitting Diode

PCDs - Pessoas com Deficiência

PCN – Parametros Curricular Nacional

RGB – Red, Green, Blue.

T.A. – Tecnologia Assistiva

Sumário

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	13
2.1. Objetivo Geral	13
2.2. Objetivos Específicos	13
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
3.1. Educação inclusiva	14
3.2. Educação Inclusiva para Deficientes visuais	16
3.3. Ensino de Química para Deficientes visuais	22
4. METODOLOGIA	28
4.1. Hardware	29
4.2. Software	32
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
5.1. Funcionamento e Operação do Sistema.....	33
5.2. Testes do Identificador de Cor	35
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	39
8. ANEXOS	42

I. INTRODUÇÃO

De acordo com o decreto nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999. Art 3, Inciso I, a definição para a palavra Deficiente é:

“toda perda ou anormalidade de uma estrutura ou função psicológica, fisiológica ou anatômica que gere incapacidade para o desempenho de atividade, dentro do padrão considerado normal para o ser humano” (BRASIL, Decreto Federal, 1999)

Considerando-se este conceito e de acordo com o último Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil possui 45 milhões de Pessoas com Deficiência (PCDs) (Censo Demográfico. 2010). Assim, o número de pessoas que apresentam algum tipo de necessidade especial não é pequeno e, até recentemente, estas pessoas viviam a margem da sociedade, com escolarização específica e limitada, distante dos processos da educação regular. Segundo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP), no Exame Nacional de Ensino Médio (ENEM) realizado em 2017 foram aprovadas 35.653 solicitações de Atendimento Especializado. A maioria dos casos é de deficiência física (11.327), baixa visão (6.676), déficit de atenção (6.606) e deficiência auditiva (3.683). Serão usados 67.980 recursos de acessibilidade, sendo 1.626 videoprovas traduzidas em Libras, novidade desta edição. A maioria dos participantes (24.878) com direito a recurso declararam não precisar de nenhum apoio para realização das provas. Os recursos mais solicitados foram sala de fácil acesso (8.758), tempo adicional (8.584), auxílio para leitura (4.902), auxílio para transcrição (4.611) e prova ampliada (4.117) (INEP, 2017). Observando-se estes números pode-se verificar que 18,7% dos candidatos apresentam deficiência visual, maior número após a deficiência física.

Devido ao fato de os processos de inclusão serem relativamente recentes, a sociedade ainda se encontra em processo de aprendizado sobre como lidar com pessoas com algum tipo de deficiência. Por um longo período pessoas com necessidades especiais foram excluídos do convívio social e, portanto, causa estranheza à sociedade a presença das mesmas nos ambientes sociais e acadêmicos comuns. Parte da população tem receios de

se envolver com pessoas com deficiências, devido ao despreparo. As pessoas não tiveram qualquer aprendizado com relação a como lidar com deficientes e isto é uma construção que exige tempo e dedicação.

Em termos educacionais, poucos professores estão preparados para enfrentar uma turma com a presença de pelo menos um aluno com deficiência, independentemente do tipo da mesma. Normalmente, as instituições apresentam diversas ações estruturais para garantir a permanência de um aluno com necessidades especiais em sala mas observam-se poucas ações educativas por parte de professores para compreender e minimizar os problemas educacionais advindos do ensino em salas de aulas regulares que apresentem alunos com necessidades especiais.

Especificamente para a disciplina Química que trabalha com conceitos como os de átomos e moléculas, radiações e etc., o ensino exige adaptações metodológicas e didáticas por parte do professor, como a utilização de imagens diversas e de aulas experimentais, para a facilitação do aprendizado dos alunos. Em uma sala de aula de Química, quando o aluno apresenta deficiência visual que impede a observação de imagens ou o desenvolvimento de experimentos, estas adaptações metodológicas se tornam mais necessárias.

Para a facilitação do ensino de Química para deficientes visuais são utilizados recursos diversos conhecidos como tecnologias assistivas os quais podem ser utilizados como recursos didático-pedagógicos em forma de softwares que permitem leitura de textos digitalizados, calculadoras sonoras e materiais alternativos em alto-relevo para o ensino de conteúdos que explorem gráficos e diagramas, por exemplo.

No caso específico de aulas experimentais de química para deficientes visuais muito ainda há para se realizar. Existem trabalhos escassos na literatura com a intenção de permitir ao aluno deficiente visual realizar experimentos de maneira autônoma no laboratório ou de pelo menos minimizar a sua dependência com relação aos outros alunos. Aumentar a autonomia na execução de experimentos de laboratório permite ao aluno deficiente visual

melhorar a sua autoconfiança, realizar seus próprios questionamentos e desenvolver seu próprio conhecimento de mundo.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho é desenvolver um instrumento vocalizado de identificação de cores que permita ao aluno deficiente visual identificar cores de soluções de modo simples.

2. OBJETIVOS

Objetivo Geral

- Construir um detector de cores vocalizado para facilitação do ensino de Química para deficientes visuais.

Objetivos Específicos

- Adquirir, estudar e utilizar uma placa de prototipagem eletrônica do tipo Arduino UNO para desenvolver o hardware do detector de cores vocalizado;
- Adquirir e utilizar LEDs do tipo RGB como fonte de luz para o sistema de detecção e um fototransistor como detector de luz;
- Desenvolver um sistema de vocalização usando linguagem de programação C++;
- Adaptar um modulo LCD para a apresentação de leituras de absorbância e de cor;
- Aplicar o detector de cores vocalizado na identificação de pelo menos três cores do padrão RGB de soluções coloridas e na determinação de absorbâncias.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Educação inclusiva

A LDBEN (Lei de Diretrizes e Bases para a Educação Nacional) de 1996 preconiza no título II, art.3º que o ensino será ministrado com base em princípios, entre os quais destacamos os incisos:

- I. igualdade de condições para o acesso e permanência na escola;
- II. liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar a cultura, o pensamento, a arte e o saber;
- III. pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas;
- IV. respeito à liberdade e apreço à tolerância;
- V. vinculação entre a educação escolar, o trabalho e as práticas sociais (Brasil, 1996).

A partir da legislação supracitada, a escola deve ser regida pelos cinco incisos, no qual determina o bem estar, o respeito e a comunhão. Mas, nem sempre o que está na legislação é adotado com adequação, devido ao despreparo por parte dos professores quando se tem uma pluralidade de alunos com diferenças cognitivas, físicas ou intelectuais, o despreparo acaba interferindo na aprendizagem do aluno com deficiência, (GIROTO & CASTRO, 2011; MICHELS, 2011; MONTEIRO & MANZINI, 2008; QUATRIN & PIVETTA, 2008; VITALIANO, 2007; LEÃO, GARCIA, YOSHIURA & RIBEIRO, 2006). Além dos professores, a escola é responsável pelo projeto política pedagógica da escola que inclui a presença de todos os integrantes da escola, ou seja, professores, alunos, pais e funcionários. No entanto,

“É possível afirmar”, com base nos estudos referidos, que com o advento das políticas públicas de educação na perspectiva inclusiva, a segregação dos alunos com necessidades educacionais especiais na escola pública não é mais admitida, sobretudo sob a alegação de que a ‘escola não está

organizada para aceitar a matrícula desses alunos, nem os professores preparados para educá-los junto com os demais alunos', embora a discriminação possa continuar ocorrendo no interior da escola pública. (Costa, 2013, P. 253)

Para a escola, a segregação dos estudantes com limitações intelectuais ou físicas para com os estudantes sem algum déficit seria bem mais fácil, porém humanamente é desprezável essa possibilidade, com medidas publicas e projeto de capacitações para os professores no caráter inclusivo. Assim como Ainscow (2007,P. 13) afirma:

[...] em vez de se sublinhar a ideia da integração, acompanhada da concepção de que se devem introduzir medidas adicionais para responder aos alunos especiais, em um sistema educativo que se mantém, nas suas linhas gerais inalterado, há os movimentos que visam à educação inclusiva, cujo objetivo consiste em reestruturar as escolas, de modo a que respondam às necessidades de todas as crianças.

Assim como as estruturas de acessibilidade escolar, como rampas, piso tátil e as demais estruturas adaptadas para uma maior acessibilidade, os professores devem utilizar metodologias nas quais o campo de entendimento seja abrangente. Porém, há dificuldades acerca deste tema, os principais motivos para essa dificuldade estão na formação de professores, para isso deve-se destacar o trabalho de Retondo e Silva (2008), cujo trabalho é de extrema importância, devido a proposta que foi a formação inicial de professores com os alunos do curso de licenciatura em química, na pratica da docência em salas de aula, com alunos com necessidades especiais. Além de promover estratégias metodológicas, ajuda a superar o preconceito e o medo de estar de frente de uma turma com alunos com diversas limitações. Outro fator que dificulta a conduta do professor, em relação à diversidade dos alunos encontrada em uma sala de aula é a falta de literatura específica metodologicamente para cada tipo de deficiência, conforme Leite,

[...] que seu aluno, como qualquer aluno, independente das necessidades especiais que apresente ou da modalidade de ensino que frequente, possui um conjunto de peculiaridades que o torna indivíduo, pertencente à mesma espécie, porém distinto dos demais. (Leite, 2004, p. 136).

Para converter a dificuldade enfrentada, deve-se remeter a Adorno (1995, p.189), “Somente a tomada de consciência do social proporciona ao conhecimento a objetividade que ele perde por descuido enquanto obedece às forças sociais que o governam, sem refletir sobre elas. Crítica da sociedade é crítica do conhecimento e vice-versa”.

3.2 Educação Inclusiva para Deficientes visuais

Deficiência Visual perante a portaria Nº 3.128, DE 24 DE DEZEMBRO DE 2008, do ministério da saúde, afirma que:

§ 2º Considera-se baixa visão ou visão subnormal, quando o valor da acuidade visual corrigida no melhor olho é menor do que 0,3 e maior ou igual a 0,05 ou seu campo visual é menor do que 20º no melhor olho com a melhor correção óptica (categorias 1 e 2 de graus de comprometimento visual do CID 10) e considera-se cegueira quando esses valores encontram-se abaixo de 0,05 ou o campo visual menor do que 10º (categorias 3, 4 e 5 do CID 10) (Brasil, 2008).

Com a ausência da visão, os outros sentidos são estimulados, porém, algumas limitações específicas aparecem como andar sozinho nas ruas, escrever ou ler. Para isso, as Tecnologias Assistivas vieram com o papel de promover uma liberdade maior para o Deficiente Visual (DV).

A Tecnologia Assistiva (TA) é uma ferramenta que está lado a lado com a inclusão social, promovendo a melhor qualidade de vida para as pessoas com deficiência junto à sociedade. “Para as pessoas sem deficiência a tecnologia torna as coisas mais fáceis. Para as pessoas com deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis” (RADABAUGH, 1993). A TA, está para tornar o DV capaz de executar algumas funções de forma independente. Para isso equipamentos são criados para aumentar a acessibilidade e podendo realizar funções sem necessitar de ajuda “Desenvolver estes recursos de acessibilidade seria uma forma de neutralizar as dificuldades encontradas pelos deficientes” (FILHO; DAMASCENO, 2003, p. 31).

Segundo o decreto nº 3.298/99 (BRASIL, 1999),

Consideram-se ajudas técnicas, para os efeitos deste Decreto, os elementos que permitem compensar uma ou mais limitações funcionais motoras, sensoriais ou mentais da pessoa portadora de deficiência, com o objetivo de permitir-lhe superar as barreiras da comunicação e da mobilidade e de possibilitar sua plena inclusão social.

A seguir são apresentados exemplos de TA utilizadas normalmente pelos DVs tanto para a facilitação na execução de tarefas do cotidiano quanto para atividades acadêmicas.

Um dos instrumentos mais antigos utilizados pelos deficientes visuais, já citado em antigos relatos bíblicos com as nomenclaturas de bastão, cajado ou vara é a bengala. A bengala é um instrumento utilizado pelos deficientes visuais como auxílio na locomoção e detecção de obstáculos.



Figura 1. Bengala ¹

Outra TA importante para comunicação com DV é a grafia Braille, criada no século XIX pelo Francês Louis Braille. O sistema de escrita em relevo conhecido pelo nome de "Braille" é constituído por 63 sinais formados por pontos a partir do conjunto matricial = (123456). Este conjunto de 6 pontos (Figura 2) chama-se, por isso, sinal fundamental(BRASIL, 2006).

¹Fonte: <https://www.lojaciviam.com.br>

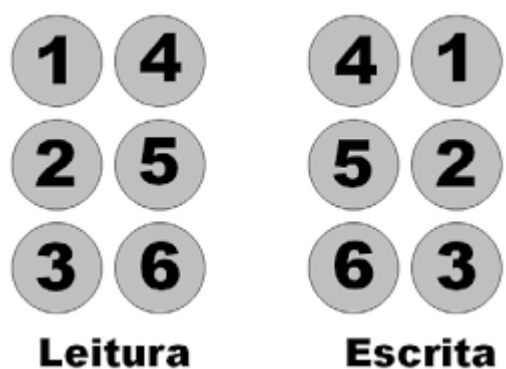


Figura 2. Cella Braille com numeração dos pontos.²

Os alunos DV, após aprenderem a reconhecer a cela podem desenvolver a escrita em Braille propriamente dita. A figura 3 representa os símbolos do alfabeto Braille.

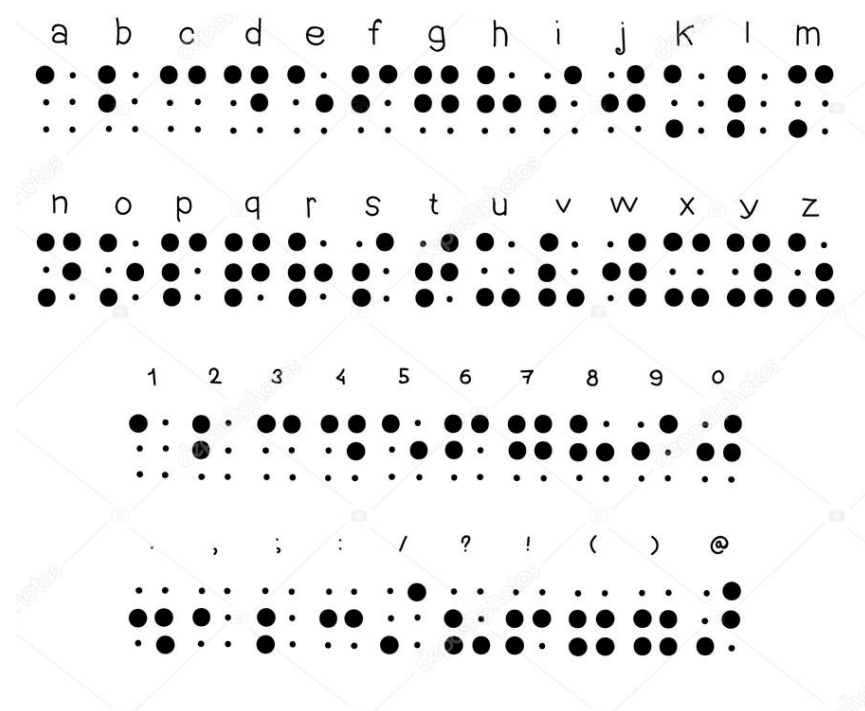


Figura 3. Representação da escrita Braille.³

² Fonte: https://www.qconcursos.com/questoes-de-concursos/questoes/search/371/2017-05-05&modo=1?order=questao_aplicada_em+desc&page=6&per_page=5&product_id=1&url_solr=master&user_id=0

³ Fonte: https://www.google.com.br/search?rlz=1C1JZAP_enBR783BR783&biw=1920&bih=974&tbm=isch&sa=1&ei=5VxKW_bVOY_b5gL7irTABg&q=braille&oq=braille&gs_l=img.3...135254.135254.0.135461.1.1.0.0.0.0.0.0...0...1c.1.64.img..1.0.0....0.dy8kVAhOgNU#imgsrc=xm3ual6PZpURHM:

A escrita em Braille se dá a partir de dois instrumentos, o reglete e a punção, eles são comparados ao caderno de caligrafia e ao lápis, o reglete é utilizado como forma para o punção marcar as letras nas celas de acordo com o que se quer escrever. São escritos da esquerda para a direita, para quando virar a folha para ler, ela esteja na posição de leitura certa.

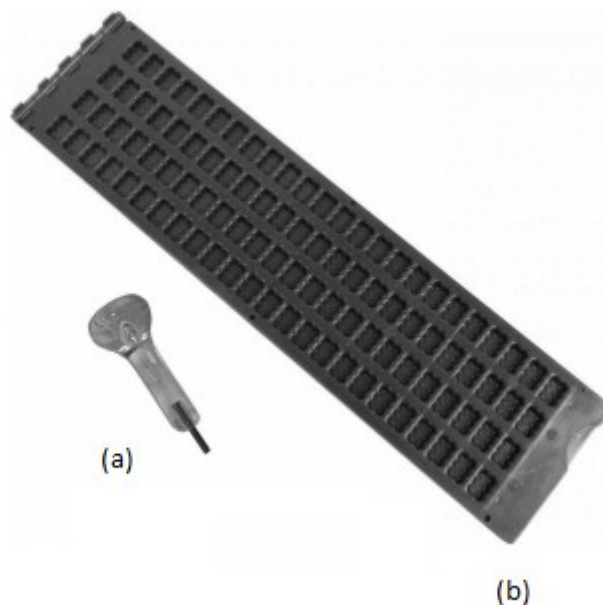


Figura 4. Punção (a) e Reglete (b) para escrita Braille.⁴

Além da escrita manual, já se tem o teclado Braille USB, com funções rápidas como E-mail, ligar-desligar, volume, todas as teclas apresentam a grafia Braille.

⁴ Fonte: <https://www.lojaciviam.com.br>



Figura 5. Teclado Braille.⁵

Também é utilizado o teclado colmeia, para o deficiente visual, principalmente os de baixa visão. Este teclado tem como objetivo impedir que aperte as letras erradas por engano, o teclado colmeia tem uma proteção com os furos nas teclas para que possam ser apertadas especificamente.

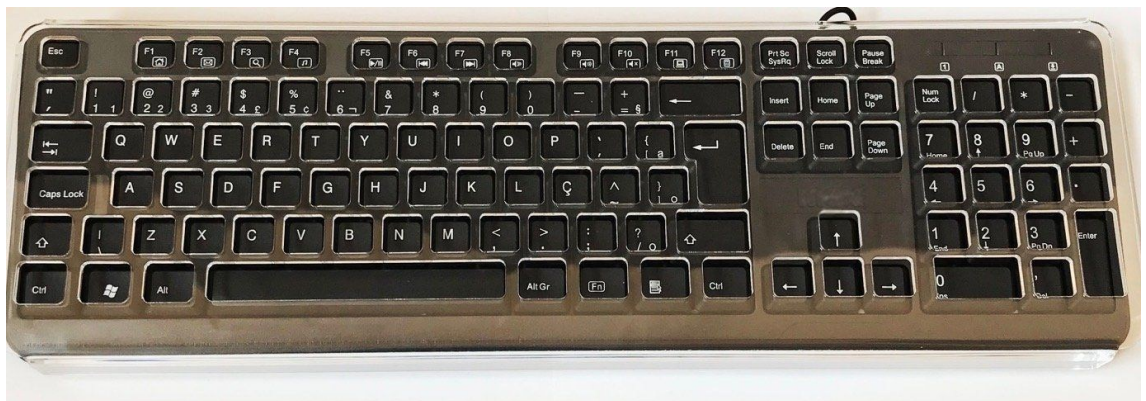


Figura 6. Teclado Colmeia⁶

Além destes dois que facilitam bastante para que um cego possa ler e o mesmo escrever. Há também a impressora Braille (figura 7), capaz de transcrever os textos em tinta para caracteres deste alfabeto. Esta ferramenta podem imprimir em folhas soltas e/ou formulários contínuos, e algumas delas também realizam impressão frente e verso. A reglete e a punção são muito eficientes, mas a impressora tem uma vantagem: o tempo de transcrição é bem menor do transcrever tudo manualmente.

⁵Fonte: <https://www.lojaciviam.com.br>

⁶ Fonte: <https://www.lojaciviam.com.br>



Figura 7. Impressora Braille.⁷

Por suas características especiais, operar o sorobã é uma forma lúdica de compreender cálculos, constituindo-se este num excelente método, que pode levar o aprendizado da aritmética para os alunos com ou sem deficiência visual.

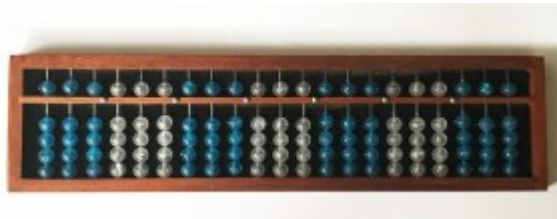


Figura 8. Sorobã.⁸

Porém, com o avanço da tecnologia o sorobã já se tornou ultrapassado em relação a agilidade em fazer contas, hoje em dia é utilizado a calculadora sonora (figura 9).



⁷ Fonte: http://www.civiam.com.br/hot_impressorabrailleindexbasicd/impressorabraillebasicd.htm

⁸ Fonte: <https://www.lojaciviam.com.br>

Figura 9. Calculadora sonora.⁹

Além dos materiais físicos de acessibilidades, atualmente já se tem desenvolvido sistemas com síntese de voz para viabilizar o deficiente visual utilizar o computador. O nome do sistema é DOSVOX:

é um sistema para microcomputadores da linha PC que se comunica com o usuário através de síntese de voz, viabilizando, deste modo, o uso de computadores por deficientes visuais, que adquirem assim, um alto grau de independência no estudo e no trabalho. Grande parte das mensagens sonoras emitidas pelo DOSVOX é feita em voz humana gravada. Isso significa que ele é um sistema com baixo índice de estresse para o usuário, mesmo com uso prolongado (RODRIGUES, 2011).

Embora os materiais supracitados sejam utilizados para uma maior acessibilidade para os DV, no ensino de química requer alguns instrumentos específicos para facilitar o ensino.

3.3 Ensino de Química para Deficientes visuais

Outra ferramenta que deve ser levada em consideração e usada pelo docente, é a experimentação, pois esta instiga o interesse e estimula o raciocínio crítico dos educandos. Para Silva (2016, p. 21) o uso da “experimentação no Ensino de Química é indispensável para o processo de ensino aprendizagem dos conteúdos científicos, visto que favorece bastante na construção das relações entre a teoria e a prática”. Além de ter essa relação, o uso de experimentos, quando contextualizados, procura sempre despertar a discussão e o debate em sala de aula, visando a troca de conhecimentos e experiências vividas pelos estudantes.

Conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais+ (PCN+), uma das atividades que procedem em resultados satisfatórios no ensino de Química, é a experimentação:

Merecem especial atenção no ensino de Química as atividades experimentais. Há diferentes modalidades de realizá-las como experimentos de laboratório, demonstrações em sala de aula e estudos do meio. [...]. Qualquer que seja o tipo, essas atividades

⁹ Fonte: <https://www.lojaciviam.com.br>

devem possibilitar o exercício da observação, da formulação de indagações e estratégias para respondê-las, como a seleção de materiais, instrumentos e procedimentos adequados, da escolha do espaço físico e das condições de trabalho seguras, da análise e sistematização de dados. O emprego de atividades experimentais como mera confirmação de ideias apresentadas anteriormente pelo professor reduz o valor desse instrumento pedagógico (BRASIL, 2002, p. 108).

A experimentação utilizada como método didático no ensino de Química é primordial para a construção do conhecimento cognitivo do aluno, entretanto, esta não deve ser realizada com um roteiro pronto e acabado, isto é, sem nenhuma contextualização dos fatos.

Os professores geralmente abordam a experimentação de forma genérica e intuitiva. Sendo assim, reflexões que procurem identificar aspectos importantes de um experimento, com os quais se torne mais provável a ocorrência da motivação e o desenvolvimento cognitivo nos alunos, fazem-se necessárias. (FRANCISCO, 2008, p.34).

Para que a motivação e o desenvolvimento cognitivo dos alunos ocorram, se faz necessário elencar a prática a ser trabalhada com os conceitos teóricos, corroborando com Guimarães (2009, P.198), que afirma que no âmbito escolar toda observação de um experimento, há um fundamento teórico por trás, e também afirma que é necessária a intervenção do professor no momento dos resultados para que o mesmo seja mediador e despertem a curiosidade e o interesse dos alunos pelo ocorrido através de uma aula de experimentação contextualizada e mediada pelo professor com intervenções, curiosidades e perguntas investigativas.

Além dos objetivos relacionados aos conteúdos, a experimentação segundo (SILVA,2016), concerne aprimoramentos em relação ao lado social, desenvolvendo trabalho em grupos, ter iniciativa e tomada de decisões, estimula a criatividade, aprimora a capacidade de observação e registro, analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos, entre outros. Fica claro

que a experimentação é um recurso didático excelente para a formação de um aluno, basta apenas ter consciência dos materiais a serem utilizados e a forma de realizar os procedimentos de maneira correta.

Normalmente para o ensino de química para deficientes visuais é preferível a utilização de instrumentos de auto relevo. Por exemplo, na Figura 10 A está ilustrado uma balança de pesos fixos, essa balança foi produzida com materiais alternativos e de baixo custo. A figura B retrata um transferidor de volume fixo, sabe-se que a seringa tem volumes fixos, delimitando o seu volume e informando qual é a capacidade da seringa o DV pode fazer transferências de volume de acordo com a necessidade do experimento.



A



B

Figura 10. Instrumentos adaptados para deficientes visuais: **a.** balança, **b.** Medidor de volumes. Fonte: PRAZERES e colaboradores (2016)

No mesmo modelo de instrumentos de baixo custo ou de materiais alternativos, outros instrumentos foram criados para suprir a necessidade da visão, para isso além da fala, o DV consegue captar o que o professor fala através da audição e do tato nos instrumentos de auto relevo.

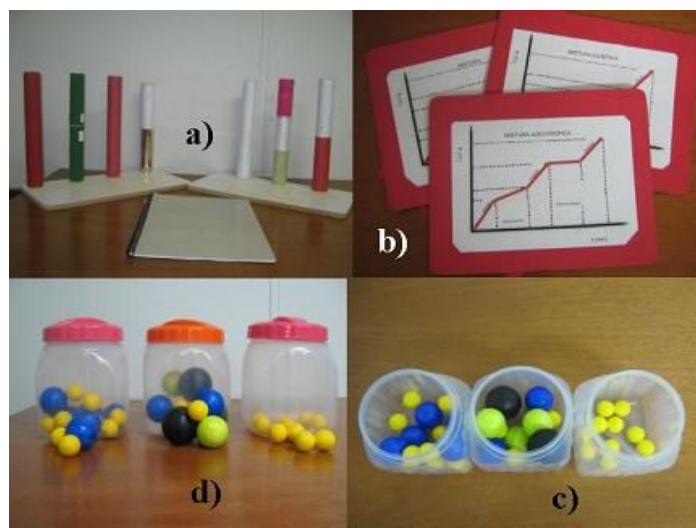


Figura 11. Materiais para o conteúdo de Substâncias e Misturas.
Fonte: (Resende Filho; Andrade e Sousa 2009).

O kit desenvolvido constitui-se de três partes: (a) modelos de sistemas e misturas homogêneas e heterogêneas com material elucidativo em Braille, (b) gráficos em alto relevo contíguos ao Braille e (c) e (d) modelos que representam substâncias puras e misturas a nível molecular. A figura 11 apresenta o trabalho desenvolvido por Resende Filho, Andrade e Sousa (2009).

A química é, antes de tudo, uma ciência experimental e, portanto, muito do conteúdo estudado em sala de aula pode ser melhor desenvolvido utilizando-se aulas experimentais em laboratório. Entretanto, Benite e Colaboradores (2017), afirmam que na prática da experimentação, a utilização da visão é a mais importante, por exemplo, para verificar o ponto de viragem de uma titulação, a formação de precipitados, identificar características de acidez ou basicidade de diferentes meios, etc. Realizar uma aula experimental um aluno com deficiência visual, requer que se realize um planejamento com uma metodologia satisfatória elaborando-se, por exemplo, um roteiro com o qual o aluno não fique preso às ações do professor. Gonçalves (1995) faz alguns questionamentos relacionados aos procedimentos experimentais:

Poderá um aluno cego ser capaz de descobrir e compreender princípios científicos como resultado de um trabalho experimental? Como poderão ver as mudanças de cor ocorridas nas reações? Poderão os alunos cegos fazer, com segurança, uso de aparelhos e técnicas potencialmente perigosos nos trabalhos experimentais? Haverá necessidade de

adquirir aparelhos especiais para os alunos participarem ativamente nas experiências?

Santos et al. (2015) desenvolveram instrumentos diversos que permitiram a realização de um procedimento de titulação ácido-base por um aluno deficiente visual a partir da utilização de um equipamento indicador sonoro de cores de soluções que permitia não apenas identificar as características de acidez do meio como indicar uma viragem de cor através de som. Todos os equipamentos foram construídos em aulas experimentais no espaço acadêmico fornecido por uma disciplina onde se desenvolvem projetos integradores dentro de um curso de licenciatura em química, com o objetivo de buscar uma solução para a educação inclusiva para os alunos deficientes visuais em aulas experimentais de Química. Foram construídos quatro instrumentos: uma balança que imite um som quando ela está com a pesagem finalizada; um indicador sonoro de cores de soluções do sistema RGB; sinalizador sonoro de ponto final de titulação e um sistema pneumático de transferência de líquidos. Além da construção dos equipamentos, procedimentos metodológicos para uso dos equipamentos foram elaborados para a realização da titulação.

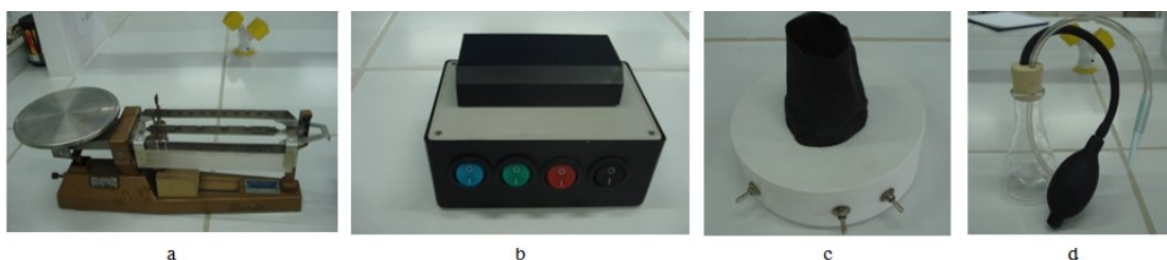


Figura 12. Instrumentos para ensino inclusivo de Química experimental: **a.** Balança adaptada com sinalizador sonoro de fim de pesagem, **b.** Indicador sonoro de cores de soluções do sistema RGB, **c.** Sinalizador sonoro de ponto final de titulação, **d.** Sistema pneumático de transferência de líquidos.

O instrumento identificador de cor apresenta um pequeno incômodo. O fato de emitir um som agudo forte quando identifica uma cor. Este fato pode ser bastante incômodo para o aluno deficiente visual em procedimentos nos quais ele necessite realizar a identificação de cores de diversas soluções ou na

identificação de acidez basicidade em diversos meios. Para eliminar este problema, pode-se utilizar tecnologias recentes para desenvolver equipamentos com botões multifunções e com síntese de voz a partir da utilização da plataforma Arduino.

O Arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto baseado em hardware e software fácil de usar que pode ser considerado um microcomputador. Devido a possibilidade de ser programável, com ele é possível executar várias funções. O Arduino tem sido utilizado em milhares de projetos, desde objetos do cotidiano até instrumentos científicos complexos. Existe até o dia do Arduino (12 de maio, em 2018) onde uma comunidade mundial de criadores - estudantes, amadores, artistas, programadores e profissionais – se reúnem para compartilhar e criar novos projetos e ideias.

4. METODOLOGIA

As seguintes etapas foram realizadas para o desenvolvimento do trabalho:

- Adquirir, estudar e utilizar uma placa de prototipagem eletrônica do tipo Arduino UNO para desenvolver o hardware do detector de cores vocalizado;
- Adquirir e utilizar LEDs do tipo RGB como fonte de luz para o sistema de detecção de cores do detector de cores vocalizado;
- Adquirir e utilizar um fototransistor como detector de luz;
- Elaborar software de controle e aquisição de dados para identificação de cores utilizando linguagem de programação C++;
- Gravar em um cartão de memória tipo SDcard os arquivos de áudio em formato mp3;
- Adquirir e adaptar um *player* de arquivos de áudio tipo AD4 controlado pelo Arduino para leitura do SDcard;
- Elaborar software de determinação de absorbâncias das soluções;
- Adaptar modulo LCD para a apresentação das leituras de absorbância e de cor;
- Apresentar leituras de absorbância vocalizadas;
- Aplicar o detector de cores vocalizado na identificação de pelo menos três cores do padrão RGB de soluções coloridas e na determinação de absorbâncias.

Para a realização do projeto foi utilizado o *Arduino* que é uma plataforma de prototipagem eletrônica que utiliza um microcontrolador AVR, além de conter dois reguladores de tensão, portas de entrada e saída (analógicas e digitais), temporizadores, além de portas de comunicação (serial e USB).

Sua programação foi realizada em uma variante da linguagem C++, versão padrão utilizada nesta plataforma através da IDE própria do Arduino. O Arduino foi escolhido por ser uma ferramenta acessível, de baixo custo, flexível e fácil de utilizar.

A Figura 13 e o anexo 1 apresentam o *layout* do projeto elaborado para o identificador de cor. O sistema será descrito nas seções a seguir.

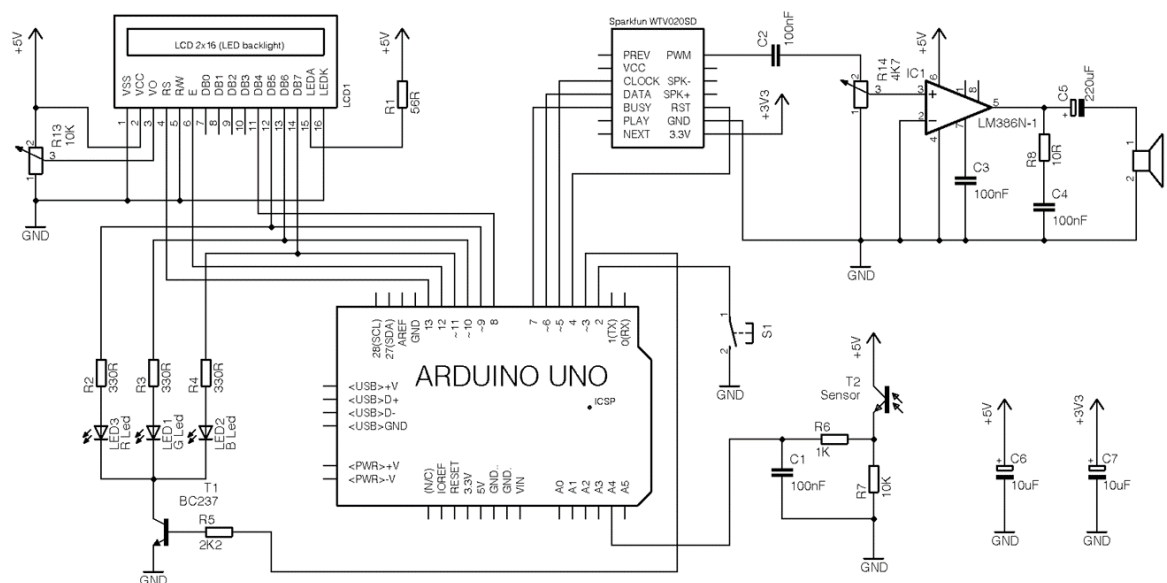


Figura 13. *Layout* do projeto do identificador de cor.

Hardware

Entre as várias opções de tipos de Arduino, foi selecionado o *UNO*. O Arduino UNO utiliza um microcontrolador AVR de oito bits (Atmega328P), *clock* de 16MHz, memória não volátil EEPROM de 1Kb, memória de dados para variáveis de 2Kb e memória de programação tipo *Flash* de 32Kb.

Os circuitos auxiliares como resistores de limitação de corrente para o LED RGB, divisor de tensão para o foto-transistor, módulo de MP3 e amplificador de áudio, foram montados em uma placa tipo *Proto-Shield*. Esta placa se encaixa no Arduino e conta com conexões com os pinos de entrada/saída, linhas de alimentação de tensão (+3.3 e +5V CC) assim como possui vários pontos de soldagem para fixar e interligar componentes. A placa Arduino UNO e a *Protoshield* são apresentadas na Fig. 14.

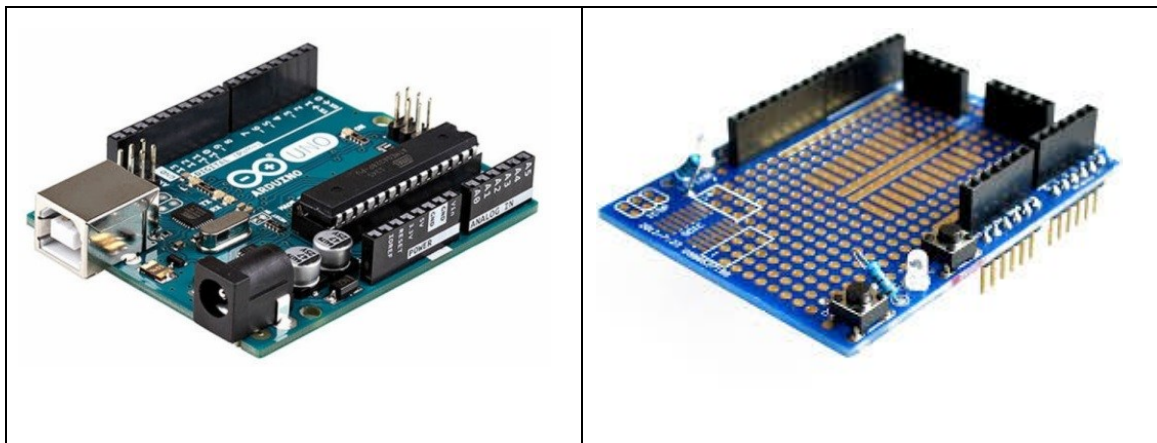


Figura 14. - A esquerda a placa Arduino Uno e a direita a placa *Protoshield*.

O display LCD utilizado foi do tipo 20x2 (duas linhas de 20 caracteres) com luz de fundo (*backlight*). A ligação com o Arduino foi desenvolvido pelo modo de 4 bits de dados.

O módulo responsável pela vocalização dos resultados foi o WTV020SD16P, um *player* de arquivos de áudio tipo AD4 que é controlado pelo Arduino. As palavras e frases foram gravadas com um editor de áudio no formato MP3 e posteriormente convertidas para AD4. Estes arquivos de áudio, ou "faixas" foram armazenadas em cartão de memória tipo SDCard que é instalado no módulo. O módulo WTV020SD16P e a configuração de seus pinos de hardware são apresentados na Fig. 15.

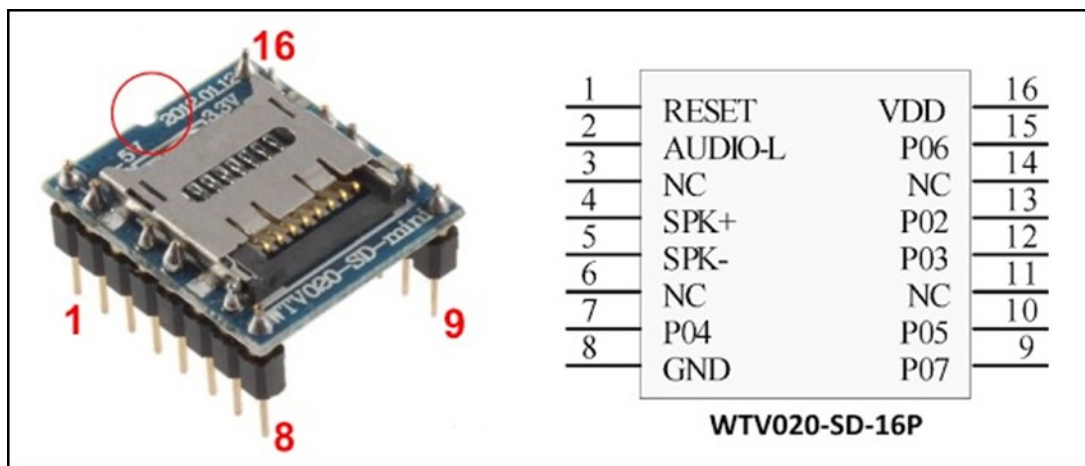


Figura 15. - Módulo WTV020SD16P e configuração de seus pinos de hardware.

Para o conjunto sensor, foi utilizado um diodo LED RGB, para gerar uma iluminação que atravessa a amostra até um fototransistor que detecta a

radiação fornecendo uma tensão conforme a intensidade da luz recebida. O fototransistor e o LED tipo RGB são apresentados na Fig. 16.

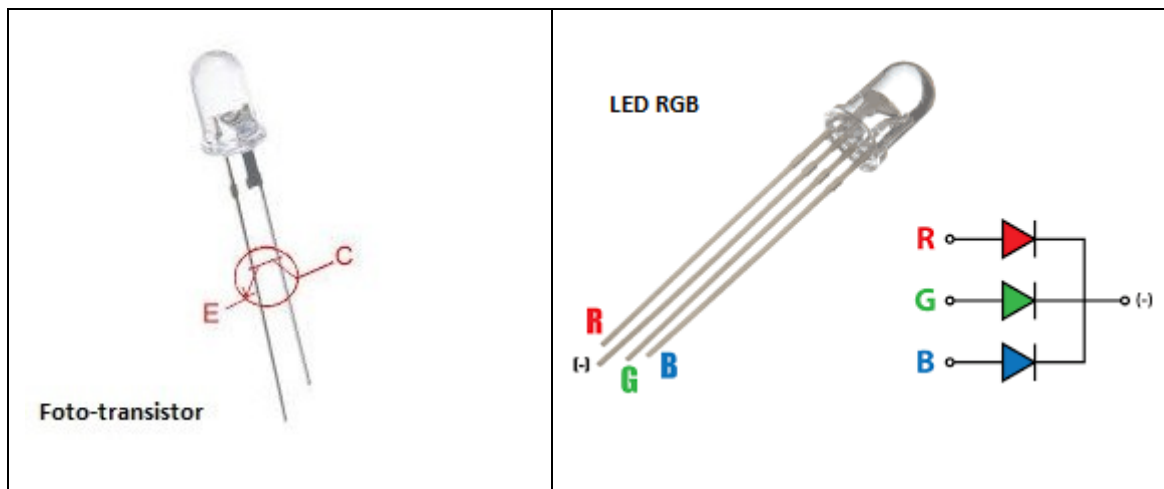


Figura 16. - Foto-transistor e LED RGB.

Os componentes que formam o sensor utilizando o fototransistor e Led RGB são apresentados na Fig. 17.

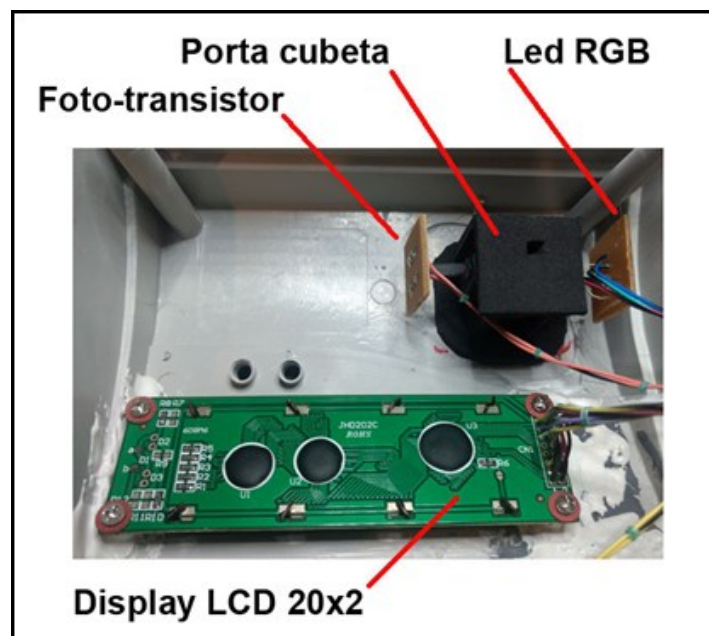


Figura 17 - Montagem do sensor e LCD.

A visão geral da montagem de todos os componentes eletrônicos é apresentada na figura 18. O esquema eletrônico do circuito encontra-se no Anexo 1.

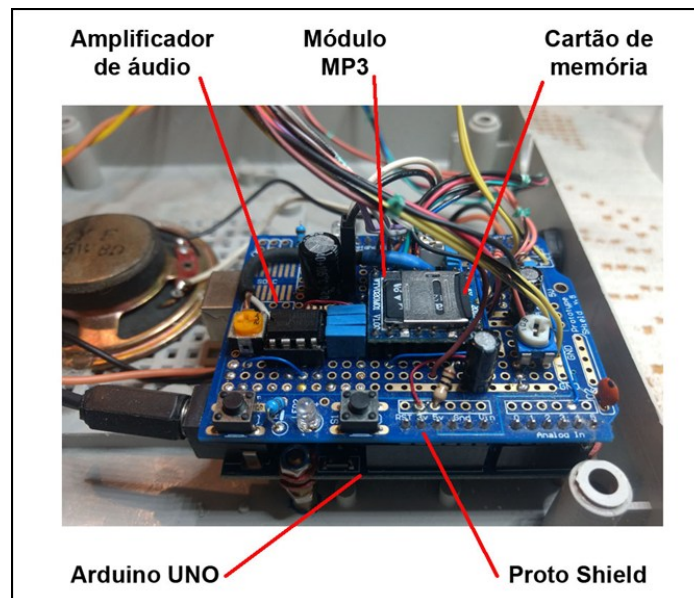


Figura 18 - Montagem dos componentes eletrônicos.

5.2 - Software

A programação foi realizada em uma variante da linguagem C++, versão padrão utilizada nesta plataforma através da IDE própria do Arduino. O Arduino foi escolhido por ser uma ferramenta acessível, de baixo custo, flexível e fácil de utilizar.

A programação foi estruturada em um loop principal e as principais funções realizadas foram escritas em forma de funções de programa. Isso permitiu um loop principal de programa mais limpo e inteligível, assim como economia de memória de programação por chamar em vários pontos estas funções não as repetindo ao longo do programa.

Para vocalização, o Arduino envia o número da "faixa" (nome do arquivo no cartão de memória) à rotina de vocalização e esta se encarrega de acionar o módulo WTV020SD16P produzindo a vocalização.

O código completo, incluindo comentários, é apresentado no anexo 2.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir serão apresentados os resultados obtidos do desenvolvimento do instrumento. Inicialmente será realizada uma breve explicação dos comandos utilizados e apresentação de telas que indicam o adequado funcionamento do hardware e software desenvolvidos.

Funcionamento e Operação do Sistema

O Quadro 1 apresenta os comandos possíveis através da chave multifunção e a ação para executá-los e a Fig. 19 apresenta a visão geral do equipamento.

Comando	Ação necessária
Leitura - Realiza a leitura da amostra e apresenta o resultado no display LCD.	- Pressione por um breve período o interruptor.
Modo - Alterna entre modo Colorímetro e PHmetro.	- Pressione e mantenha pressionado até a mensagem de mudança de modo.
Calibração - Faz a calibração. Deve-se colocar uma amostra incolor (água destilada) na cubeta antes de acionar a calibração.	- Ligue o equipamento com o interruptor pressionado e aguarde a mensagem de calibração. Ao término da mensagem pode-se liberar o interruptor.

Quadro 1 - Quadro apresentando os comandos disponíveis do equipamento através da chave multifunção.

O sistema quando ligado assume o último modo selecionado, fotocolorímetro ou pHmetro. Para mudança de modo deve-se pressionar a chave multifunção e mantê-la assim até ouvir a mensagem de novo modo. Se houver necessidade de calibração, o equipamento deve ser ligado com a chave multifunção pressionada. A operação do sistema foi realizada através de um único interruptor de pressão (chave multifunção) onde os três comandos distintos podem ser selecionados reduzindo o custo do equipamento com a redução de hardware.

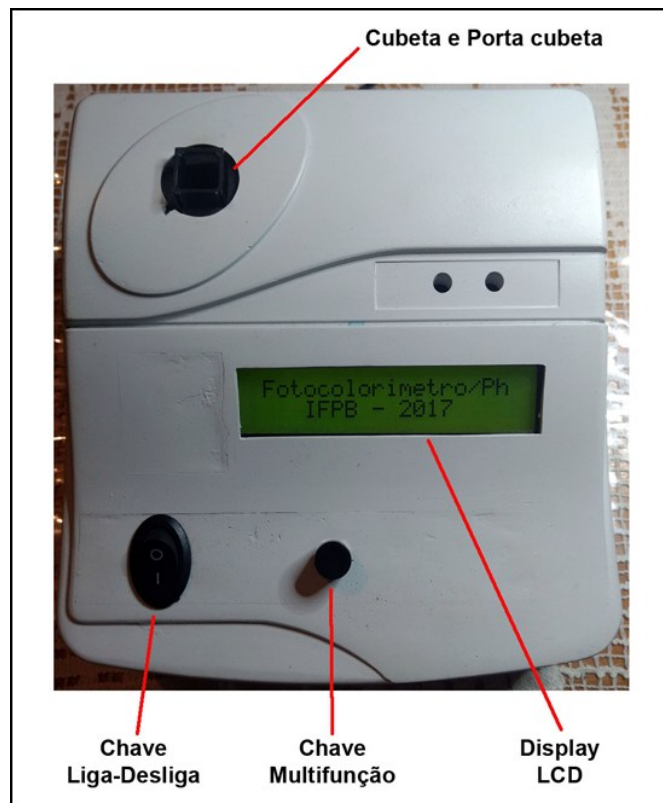


Figura 19 - Visão geral do equipamento

Para realização de uma análise, o material foi colocado na cubeta e esta é inserida no alojamento (porta cubeta), em seguida a chave multifunção foi acionada para anunciar o início da análise.

Ao realizar a análise, no modo colorímetro, o sistema apresentou o resultado no display LCD e vocalizou a cor e a absorbância. Estas também foram dispostas em linhas no LCD que indicou também os valores dos níveis de leitura RGB da amostra. Após alguns segundos estes valores são substituídos pelo valor de absorbância. Estes valores auxiliam em uma eventual depuração do firmware (código de programa). No caso da análise não ser efetivada, é apresentado no display o símbolo "???" sendo vocalizada a frase "Sem identificação". As telas criadas no display LCD estão apresentadas na Fig. 20.



Figura 20 - Telas apresentadas no display LCD

O modo PHmetro não foi implementado, mas seu modo de funcionamento e operação é análogo ao modo colorímetro. A seleção deste modo foi adicionada nas opções para apresentar a metodologia para mudança de modo de operação através da chave multifunção. Podem ser adicionados outros modos de operação neste método de seleção.

Testes do Identificador de Cor

Como já informado, o instrumento utilizou um fototransistor como sensor e um diodo LED tipo RGB como fonte das luzes de cor azul, verde e vermelho. Cada uma das cores foi acionada por vez, fornecendo um sinal luminoso que atravessa a amostra e foi convertido em sinal elétrico no fototransistor. Soluções vermelhas permitiam que a radiação vermelha do LED fosse transmitida e gerassem um sinal elétrico elevado no detector. Entretanto, radiações verde e azul eram absorvidas pela solução vermelha e geravam um sinal elétrico menor. Desta forma, o sistema ao acionar cada LED e verificar a intensidade do sinal, conseguia identificar a cor da solução.

O sinal elétrico produzido no detector era então lido como uma tensão através de uma porta de entrada analógica do Arduino. Analisando os níveis dos sinais RGB, o sistema gerou uma resposta digital que variou a de 0 a 1023. Com estes resultados, o algoritmo do programa, incluso no anexo 2, definia a cor da amostra e a absorbância que eram apresentadas no display LCD. A Figura 21 exemplifica a apresentação dos resultados. Assim que os resultados eram apresentados, o sistema realizava a vocalização dos mesmos de forma audível.



Figura 21. Identificação de três soluções coloridas no padrão RGB – Soluções vermelha, verde e azul.

Como pode ser observado da Figura 12.b, metodologias para uso de um identificador de cores de soluções já foram desenvolvidas, o que indica a valiosa contribuição que sistemas deste tipo podem apresentar para o ensino de Química experimental para alunos deficientes visuais. A limitação que o sistema da Figura 12.b apresenta é quanto a sua utilização. Para que o aluno deficiente visual identifique corretamente a cor de uma solução é necessário que ele decore a sequencia de cores apresentadas no painel do instrumento. Caso haja confusão por parte do aluno da sequencia de cores de botões apresentada, ele pode ser levado a identificar de maneira incorreta, a cor real da solução analisada. O sistema vocalizado desenvolvido neste trabalho corrige essa possibilidade de erro.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na maioria dos estabelecimentos de ensino utilizam-se materiais alternativos ou algumas tecnologias assistivas para a facilitação do ensino para deficientes visuais. Quando se trata do ensino de química, a maioria destes materiais são utilizados para a apresentação de conteúdos teóricos em sala de aula. A vivência no laboratório para um deficiente visual é bastante desafiadora, porém, com o avanço da tecnologia já é possível a criação de equipamentos que ajudem o aluno deficiente visual a realizar atividades experimentais com maior autonomia.

Neste trabalho foi desenvolvido um identificador de cores vocalizado que pode ser utilizado em aulas práticas de laboratório que necessitem da identificação de cores como meio de obter informações químicas. Para a construção do instrumento foi utilizada a plataforma de desenvolvimento Arduino e linguagem de programação C⁺⁺. Foi utilizado um módulo mp3 para a leitura dos arquivos de áudio que permitiram a vocalização das cores das soluções identificadas. O instrumento permite a identificação de três cores do sistema RGB: vermelho, verde e azul. Além da identificação de cores o instrumento apresenta os valores das absorvâncias das soluções em um display LCD. Para facilitar o uso do identificador de cor a operação do sistema foi realizada através de um único interruptor de pressão (chave multifunção) onde três comandos distintos foram usados para selecionar entre as funções Leitura dos sinais de cor (identificação de soluções), Calibração e Modo, através do qual foi possível selecionar entre os modos colorímetro e pHmetro.

Assim, com este trabalho se procurou desenvolver um instrumento de identificador de cores e de medidas de absorvâncias de soluções que, aplicado com metodologias do ensino de química experimentais pode facilitar a educação de alunos deficientes visuais em escolas de nível médio. O instrumento se mostrou adequado para identificações de soluções do sistema RGB de cores.

7. Referências Bibliográficas

AINSCOW, M. Educação para todos: torná-la uma realidade. In: Caminhos para as escolas inclusivas. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional, p.11- 28, 2007.

ADORNO, T. W. Palavras e Sinais: modelos críticos 2. Petrópolis, RJ: Vozes, 1995.

BENITE, C.R.M.; BENITE, A.M.C.; BONOMO, F.A.F.; VARGAS, G.N.; ARAÚJO, R.J.S. e ALVES, D.R. Observação inclusiva: o uso da tecnologia assistiva na experimentação no Ensino de Química. Experiências em Ensino de Ciências, v.12, n.2, p.94-103, 2017.

BRASIL. Decreto nº. 3.298 (20/12/1999). Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D3298.htm> . Acesso em: mai. 2018

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Conheça o perfil dos participantes do Enem 2017 no Brasil e em cada Unidade da Federação. Disponível em: <http://inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/conheca-o-perfil-dos-participantes-do-enem-2017-no-brasil-e-em-cada-unidade-da-federacao/21206>. Acesso em: mai. 2018

BRASIL. Ministério da Educação. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Artigo 80. O Poder Público incentivará o desenvolvimento e a veiculação de programas de ensino a distância, em todos os níveis e modalidades de ensino, e de educação continuada. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/tvescola/leis/lein9394.pdf>>. Acesso em: mai. 2018

BRASIL. Ministério da Saúde. Define que as Redes Estaduais de Atenção à Pessoa com Deficiência Visual sejam compostas por ações na atenção básica e Serviços de Reabilitação Visual. Portaria n. 3.128, de 24 de dezembro 2008

BRASIL. PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

CENSO DEMOGRÁFICO 2010. Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Acompanha 1 CD-ROM. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd_2010_religiao_deficiencia.pdf> Acesso em: Mai. 2018

COSTA, V. A. Experiências pela Educação – Para quê? Formação e Inclusão na perspectiva da Teoria Crítica. Ln: Revista Educação Especial, v. 26, n. 46, p.

245-260 maio/ago. 2013. Disponível em:
<<http://www.ufsm.br/revistaeducacaoespecial>>. Acesso em: Mai. 2018.

FRANCISCO JR, W, E.; FERREIRA, L, H; HARTWIG, D, R.; Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. Química Nova na Escola, v. 30, n. 4, p. 34-41, 2008.

SILVA, V. G. A Importância da Experimentação no Ensino de Química e Ciências. Bauru, 2016. TCC (Ensino de Ciências). Departamento de Química, UNESP, 2016.

GIROTO, C. R. M.; CASTRO, R. M. de. A formação de professores para a educação inclusiva: alguns aspectos de um trabalho colaborativo entre pesquisadores e professores da Educação Infantil. In: Revista Educação Especial, n. 41, v. 24. Santa Maria, UFSM, p. 441-451, 2011.

GONÇALVES, Clara. O ensino da Física e Química a alunos com Deficiência Visual. 1995. Disponível em: <<http://www.deficienciavisual.pt/txt-ensinofisicaquimica.htm>> Acesso em: Mai.2018

GUIMARÃES, C. C.; Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. Química Nova na Escola, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

LEÃO, A. M. De C.; GARCIA, C. A. A.; YOSHIURA, E. V. F.; RIBEIRO, P. R. M. Inclusão do aluno com dismotria cerebral ontogenética: análise das práticas pedagógicas. In: Revista Brasileira de Educação Especial, Marília v. 12, n. 2, p.169-186 maio/ago., 2006.

LEITE, L.P. Educador especial: reflexões e críticas sobre sua prática pedagógica. Revista Brasileira de Educação Especial, v. 10, n. 2, p. 131-142, 2004.

MICHELS, M. H. O que há de novo na formação de professores para a Educação Especial? In: Revista Educação Especial, vol. 24. n. 40 Santa Maria, UFSM, p. 219-232, 2011.

MONTEIRO, A. P. H.; MANZINI, E. J. Mudanças de concepções de professores do ensino fundamental que receberam alunos com deficiência em sua classe. In: Revista Brasileira de Educação Especial, Marília, v. 14, n. 1, p. 35-52, jan./abr., 2008.

QUATRIN, L. B.; PIVETTA, H. M. F. Inclusão escolar e concepções docentes: do desejo idealizado à realidade prática. In: Revista Educação Especial, Santa Maria, UFSM, n. 31, p. 49-61, 2008.

RADABAUGH, M. P. Study on the Financing of Assistive Technology Devices of Services for Individuals with Disabilities - A report to the president and the congress of the United State, National Councilon Disability, Março 1993. Disponível em: <http://www.ncddr.org/rpp/techaf/lrp_ov.html>. Acesso em Mai. 2018.

RESENDE FILHO, J. B. M. Um kit didático de substâncias e misturas voltado para o ensino inclusivo. 49o CBQ. Porto Alegre. RS. Outubro de 2009.

RETONDO, C.G. e SILVA, G.M. Resignificando a formação de professores de química para educação especial e inclusiva: uma história de parcerias. Química Nova na Escola, n. 30, p. 27-33, 2008.

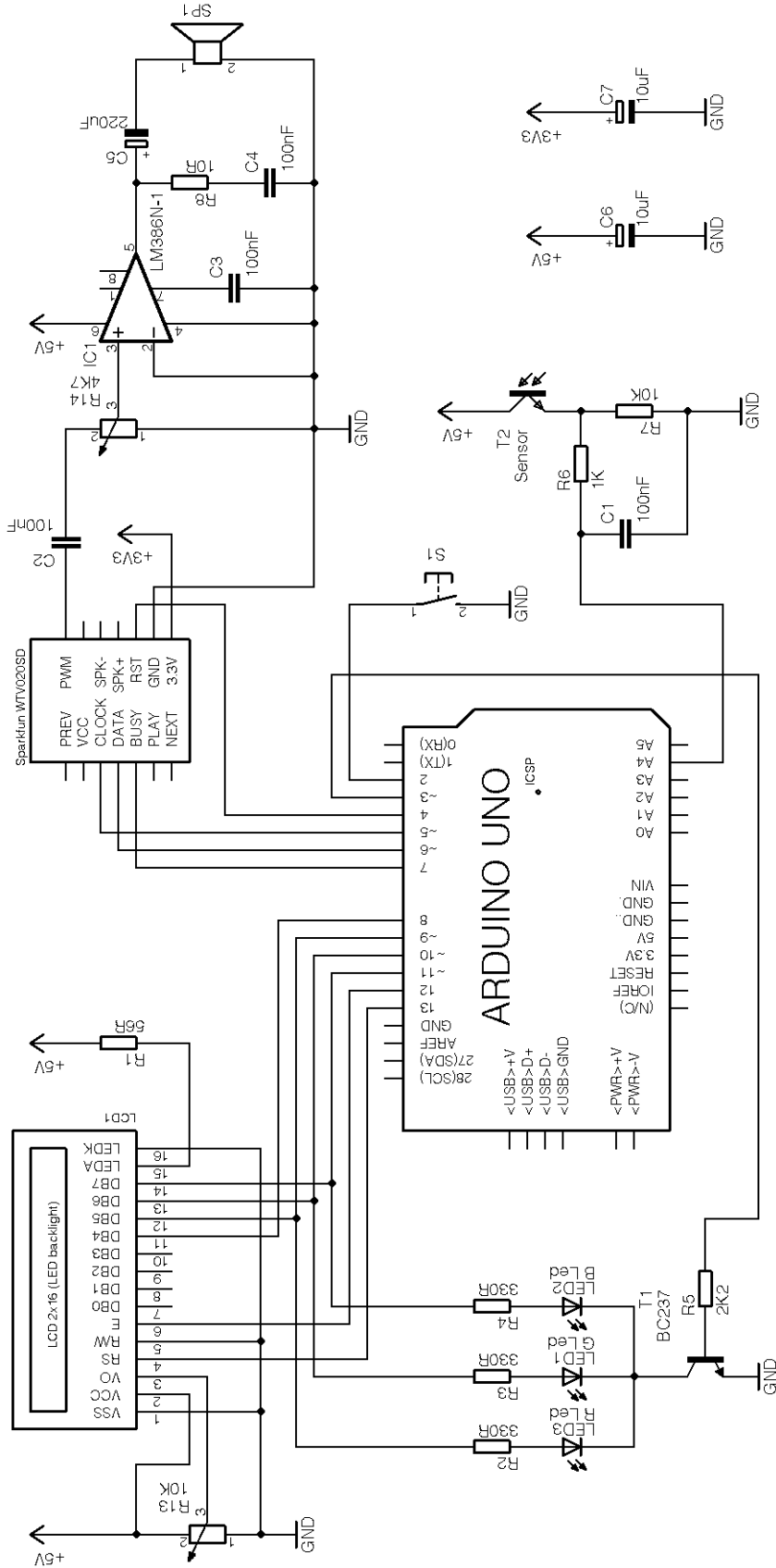
RODRIGUES, B. et al. Deficiência visual e ensino de Química. 2011.

SANTOS, Sérgio R.B.; DANIEL, Leonardo X.L.; SILVA, Aline de A.; DA SILVA, Paulo R.A.; DE MEDEIROS, Édipo A.S. e DOS SANTOS, Lilian M. Química experimental para deficientes visuais. Latin American Journal of Science Education. Lat. Am. J. Sci. Educ. 2, 12015 (2015)

SILVA, V. G. A Importância da Experimentação no Ensino de Química e Ciências. Bauru, 2016. TCC (Ensino de Ciências). Departamento de Química, UNESP, 2016.

VITALIANO, C. R. Análise da necessidade de preparação pedagógica de professores de cursos de licenciatura para inclusão de alunos com necessidades educacionais especiais. In: Revista Brasileira de Educação Especial, Marília, v. 13, n. 3, p. 399-414, set./dez., 2007.

Anexo 1



Anexo 2

```
/*-----
102 - Implementar Calibragem e EEPROM para float
-----*/

- Alguns pinos de I/O são compartilhados a exemplo dos pinos de dados
do LCD e de acionamento do led RGB. Para que não haja interferencia,
ao se usar o led RGB, se ativa o pino rgb_cs_pin. Quando terminada a
leitura dos níveis este pino volta ao nível baixo para que o led RGB
não fique piscando quando do acionamento do lcd.
- Endereços da EEPROM
  - 01 - Modo: 0=Fotocolorimetro, 1=Phmetro
  - 02/05 - Calibragem R - Float 4 bytes
  - 06/09 - Calibragem G - Float 4 bytes
  - 10/13 - Calibragem B - Float 4 bytes
-----*/

#include <EEPROM.h>
#include <Wtv020sd16p.h>
#include <LiquidCrystal.h> //Inclui a biblioteca do LCD

#define R_pin 9 // Pino do led vermelho
#define G_pin 10 // Pino do led verde
#define B_pin 11 // Pino do led azul
#define key_pin 2 // Pino da chave
#define rgb_cs_pin 3 // Pino de ativação do Led RGB
#define sensor_pin A4 // Pino do sensor
#define nsamples 20 // Número de amostras de leitura para média

int resetPin = 4; // Pino de Reset
int clockPin = 5; // Pino de Clock
int dataPin = 6; // Pino de Data
int busyPin = 7; // Pino de Busy
int k; // Variável auxiliar para loops
int valor; // Valor da leitura do sensor de luz
int nivel_R; // Valor do nível R
int nivel_G; // Valor do nível G
int nivel_B; // Valor do nível B
int nivel_R_branco; // Valor do nível R do branco
int nivel_G_branco; // Valor do nível G do branco
int nivel_B_branco; // Valor do nível B do branco
int valor_amostra; // recebe o menor valor entre os níveis R, B e G da amostra
int valor_branco; // recebe o valor do branco dos níveis R, G e B
int valor_cor; // Valor da cor, define a cor
int ct_key_pressed = 0; // Contador de loops de tecla pressionada
int leitura_eeprom;
char inteiro; // Variável para rotina de desmontagem de valor
char decimos; // Variável para rotina de desmontagem de valor
char centesimos; // Variável para rotina de desmontagem de valor
unsigned int valor_low; // Variavel auxiliar
unsigned int valor_high; // Variavel auxiliar
String nome_cor[10]; // Nome da cor - Defini arbitrariamente como 10, mudar...
String cor;
char digito; // Variável auxiliar para rotina de falar dígito
bool modo; // Modo de operação
bool key_pressed = 0; // Indica tecla pressionada
float razao_B_G; // Razão entre os níveis B e G
float razao_B_R; // Razão entre os níveis B e R
float razao_R_G; // Razão entre os níveis R e G
```

```

float absorb;          // define a variável absorbância
float fluuante;       // Variável para rotina de desmontagem de valor
String absorbstring;

Wtv020sd16p wtv020sd16p(resetPin, clockPin, dataPin, busyPin); // Cria instancia
Wtv020sd16p
// LiquidCrystal lcd(RS, E, D4, D5, D6, D7)
LiquidCrystal lcd(13, 12, 8, 9, 10, 11); //Configura os pinos para o LCD

//=====
//=====
// SETUP
//=====
//=====
void setup()
{
  Serial.begin(9600);          // Inicia porta serial a 9600,8N1
  //--- Define portas -----
  pinMode(key_pin,INPUT);
  pinMode(R_pin,OUTPUT);
  pinMode(G_pin,OUTPUT);
  pinMode(B_pin,OUTPUT);
  pinMode(rgb_cs_pin,OUTPUT);
  //--- Inicia portas -----
  digitalWrite(key_pin,HIGH); // Ativa pull-up
  digitalWrite(R_pin, LOW);   // Desliga Led R
  digitalWrite(G_pin, LOW);   // Desliga Led G
  digitalWrite(B_pin, LOW);   // Desliga Led B
  digitalWrite(rgb_cs_pin, LOW); // Desativa Led RGB
  //--- Inicializa Módulo MP3 e Display LCD ----
  wtv020sd16p.reset();        // Reseta (inicia) módulo MP3
  delay(500);                 // Tem que ter antes do primeiro PlayVoice
  lcd.begin(20, 2);           // Inicia o LCD com dimensões 20x2(Colunas x Linhas)
  lcd.clear();                // Limpa LCD
  lcd_apresentacao();         // Faz apresentação no LCD
  //--- Calibragem -----
  if(!digitalRead(key_pin)) // Se chave pressionada ao ligar, muda Modo
  {
    calibra();
  }
  //--- Verifica Modo -----
  leitura_eeprom = EEPROM.read(1);
  if(leitura_eeprom != 0 && leitura_eeprom != 1) EEPROM.write(1, 0);
  delay(10);
  modo = EEPROM.read(1);      // Recupera Modo na EEPROM
  if(modo == 0) // Apresenta tela e voz conforme Modo}
  {
    lcd_tela_foto();
    wtv020sd16p.playVoice(12); // Fala "Modo Fotocolorimetro"
  }
  else
  {
    lcd_tela_phmetro();
    wtv020sd16p.playVoice(13); // Fala "Modo Phmetro"
  }
  //--- Recupera dados de calibragem -----
  EEPROM.get(2, nivel_R_branco );
  EEPROM.get(6, nivel_G_branco );
  EEPROM.get(10, nivel_B_branco );
}

```

```

//=====
// Programa principal
//=====
void loop()
{
  while(!digitalRead(key_pin)) // Espera chave ser pressionada
  {
    key_pressed = 1;
    delay(10);
    ct_key_pressed = ct_key_pressed + 1; // Incrementa contador de key pressed
    if(ct_key_pressed >=300) alterna_modos();
  }
  if(key_pressed)
  {
    lcd.clear(); // Limpa LCD
    lcd.setCursor(0, 0); // Posiciona o cursor na primeira coluna(0) e na primeira
linha(0)
    lcd.print("Analisando..."); // Escreve no LCD
    wtv020sd16p.playVoice(34); // Fala "Analisando"
    delay(2500);
    detecta(); // Faz detecção dos níveis de R, G e B

    //nível_R_branco = float(nível_R); //Daqui foi retirado o procedimento de ajuste do fator
    //nível_G_branco = float(nível_G); //e foi definido o valor da leitura do branco de cada
    //nível_B_branco = float(nível_B); // LED.

    if(modos==0)
    {
      valor_cor=100;
      define_cor(); // Aqui define cor
      define_absorbancia(); // Aqui define absorvância

      lcd.clear(); // Limpa LCD
      lcd.setCursor(0, 0); // Posiciona o cursor na primeira coluna(0) e na primeira
linha(0)
      lcd.print("Cor: "); // Escreve no LCD
      lcd.setCursor(0, 1); // Posiciona o cursor na primeira coluna(0) e na primeira
linha(0)
      lcd.print("RGB: "); // Escreve no LCD
      lcd.setCursor(5, 0); // Posiciona o cursor na primeira coluna(0) e na primeira
linha(0)
      lcd.print(valor_cor); // Escreve no LCD
    }
    else
    {
      define_ph(); // Aqui define Ph
    }

    mostra_serial(); // Apresenta resultado no monitor serial
    lcd_mostra_RGB(); // Apresenta resultado no LCD
    wtv020sd16p.playVoice(valor_cor); // Fala cor
    delay(3000); // Verificar necessidade

    lcd.setCursor(0, 1); // Posiciona o cursor na primeira coluna(0) e na primeira
linha(0)
    lcd.print("Absorbancia: "); // Escreve no LCD
    lcd.setCursor(13, 1); // Posiciona o cursor na primeira coluna(0) e na primeira
linha(0)
    lcd.print(absorb); // Escreve no LCD
  }
}

```

```

desmonta();          // Desmonta valor float em inteiro, decimal e centesimal
fala_absorbancia(); // Fala absorbância
delay(500);

wtv020sd16p.playVoice(211); // Fala "Fim de análise"
delay(1000);

key_pressed = 0;          //
ct_key_pressed = 0;      //
delay(100);              // Delay opcional
//while(!digitalRead(key_pin)){delay(1);}; // Espera chave ser solta
}
delay(50);              // Debounce da chave (Não remover)
}

//=====
// Funções
//=====
//-----
void detecta(void)
{
digitalWrite(rgb_cs_pin, HIGH); // Ativa Led RGB
ilumina(242,0,0); // Ilumina vermelho
delay(500);
leitura(); // Faz leitura
nivel_R = valor;
ilumina(0,242,0); // Ilumina verde
delay(500);
leitura(); // Faz leitura
nivel_G = valor;
ilumina(0,0,240); // Ilumina azul
delay(500);
leitura(); // Faz leitura
nivel_B = valor;
ilumina(0,0,0); // Desliga Led RGB
digitalWrite(rgb_cs_pin, LOW); // Desativa Led RGB
}

//-----
void ilumina(int r, int g, int b)
{
analogWrite(R_pin,r);
analogWrite(G_pin,g);
analogWrite(B_pin,b);
}

//-----
void leitura(void)
{
valor = 0;
for(k=1; k<=nsamples; k++)
{
valor = valor + analogRead(sensor_pin); // Faz leitura do sensor
delay(5); // Pequeno Delay
}
valor = valor / nsamples;
}

//-----

```

```

void mostra_serial(void)
{
  Serial.println(" R , G , B ");
  Serial.print(nivel_R);
  Serial.print(',');
  Serial.print(nivel_G);
  Serial.print(',');
  Serial.println(nivel_B);
  Serial.print("Absorbancia: ");
  Serial.println(absorb);
  Serial.println(' ');
}

//-----
void calibragem_serial(void)
{
  Serial.println("Fatores");
  Serial.print("R: ");
  Serial.println(nivel_R_branco,10);
  Serial.print("G: ");
  Serial.println(nivel_G_branco,10);
  Serial.print("B: ");
  Serial.println(nivel_B_branco,10);
  Serial.println(' ');
}

//-----
void lcd_mostra_RGB(void)
{
  lcd.setCursor(0, 1);          //Posiciona o cursor na primeira coluna(0) e na primeira linha(0)
  lcd.print("RGB: ");          //Escreve no LCD
  lcd.setCursor(5, 1);         //Posiciona o cursor linha 1
  lcd.print(" ");
  lcd.setCursor(5, 1);         //Posiciona o cursor linha 1
  lcd.print(nivel_R);
  lcd.print(',');
  lcd.print(nivel_G);
  lcd.print(',');
  lcd.print(nivel_B);
}

//-----
void lcd_apresentacao(void)
{
  lcd.clear();                // Limpa LCD
  lcd.setCursor(0, 0);         //Posiciona o cursor na primeira coluna(0) e na primeira linha(0)
  lcd.print(" Fotocolorímetro/Ph "); //Escreve no LCD
  lcd.setCursor(0, 1);         //Posiciona o cursor na primeira coluna(0) e na primeira linha(0)
  lcd.print(" IFPB - 2017 "); //Escreve no LCD
  delay(3000);
}

//-----
void lcd_tela_foto(void)
{
  lcd.clear();                // Limpa LCD
  lcd.setCursor(0, 0);         //Posiciona o cursor na primeira coluna(0) e na primeira linha(0)
  lcd.print("Cor: ");          //Escreve no LCD
  lcd.setCursor(0, 1);         //Posiciona o cursor na primeira coluna(0) e na primeira linha(0)
  lcd.print("RGB: ");          //Escreve no LCD
  //wtv020sd16p.playVoice(2); // Fala "Modo Fotocolorímetro"
  delay(2000);
}

```



```

}

//-----
void lcd_tela_phmetro(void)
{
  lcd.clear();           // Limpa LCD
  lcd.setCursor(0, 0);   // Posiciona o cursor na primeira coluna(0) e na primeira linha(0)
  lcd.print("Ph: ---- "); // Escreve no LCD
  lcd.setCursor(0, 1);   // Posiciona o cursor na primeira coluna(0) e na primeira linha(0)
  lcd.print("RGB:      "); // Escreve no LCD
  //wtv020sd16p.playVoice(2); // Fala "Modo PHmetro"
  delay(2000);
}

//-----
void define_cor(void)
{
  //-----
  // Aqui é colocada a rotina que interpreta os dados de nivel_R, nivel_G e nivel_B
  // e gera a variavel valor_cor tipo INT e com isso gera nome_cor tipo Strig.
  // Deve ser definida no inicio do código uma matriz com o nome das cores, exemplo:
  // nome_cor[1]="Vermelho"
  // nome_cor[2]="Amarelo".....
  // Ajustar também o tamanho da String.
  // O valor_cor serve de índice para a cor a ser escrita no LCD e falada no altofalante.
  //-----
  cor = "???";
  valor_cor = 100; // Sem identificação

  //-----
  //--- Vermelho Puro -----
  if(nivel_R >= 2*nivel_G && nivel_R >= 2*nivel_B) // Verifica se nível_R e o nível maior;
  {cor = "Vermelho"; valor_cor = 6;} // Azul e verde não influem na cor vermelha

  //-----
  //--- Verde Puro -----
  if(nivel_G >= 1.5*nivel_R && nivel_G >= nivel_B) // Verifica se nível_G e o nível maior;
  {cor = "Verde"; valor_cor = 7;} // Azul e vermelho não influem na cor verde

  //-----
  //--- Azul Puro -----
  if(nivel_B >= 1.5*nivel_R && nivel_B >= nivel_G && ((nivel_B/nivel_G)<=2.415)) // Verifica se
  nível_B e o nível maior;
  {cor = "Azul"; valor_cor = 8;} // Verde e vermelho não influem na cor azul

  //if(cor == " ") { valor_cor = 100; // Fala e mostra "Sem identificação"
  // cor = "???";}
}

//-----
void define_absorbancia(void)
{
  //-----
  // Aqui calcula a absorbância para a cor de maior absorbância (menor sinal)
  //-----
  //detecta(); // Faz detecção dos níveis de R, G e B
  valor_amostra=1023;
  if(valor_amostra > nivel_R)
  {
    valor_amostra = nivel_R; //atribui a valor menor o valor de nível_R
    valor_branco = nivel_R_branco; // atribui a valor maximo o valor de nível_R_M
  }
}

```

```

}
if(valor_amostra > nivel_G)
{
    valor_amostra = nivel_G;           // atribui a valor menor o valor de nível_G
    valor_branco = nivel_G_branco;     // atribui a valor maximo o valor de nível_G_M
}
if(valor_amostra > nivel_B)
{
    valor_amostra = nivel_B;           // atribui a valor_amostra o valor de nível_B
    valor_branco = nivel_B_branco;     // atribui a valor branco o valor de nível_B_M
}
absorb = log ((float)valor_branco/(float)valor_amostra); // Calcula a absorbância;
//absorb = int(absorb * 100) / 100.0; // Aqui garanto apenas dois digitos depois da virgula
//int absorb2 = absorb * 100.00;
//absorb = (float)absorb2/100.00;

absorbstring = String(absorb,2);
Serial.print("absorbstring: ");
Serial.println(absorbstring);

Serial.println("-----");
Serial.print("Valor_branco: ");
Serial.println(valor_branco);
Serial.print("Valor_amostra: ");
Serial.println(valor_amostra);
Serial.print("Absorbancia: ");
Serial.println(absorb);
Serial.println("-----");
}

//-----
void define_ph(void)
{
//.....
// Aqui é colocada a rotina que interpreta os dados de nivel_R, nivel_G e nivel_B
// e gera a variavel ph tipo INT e com isso gera nome_ph tipo Strig.
// Deve ser definida no inicio do código uma matriz com o nome das cores, exemplo:
// nome_ph[1]="1"
// nome_ph[2]="2".....
// Ajustar também o tamanho da String.
// O valor_cor serve de índice para a cor a ser escrita no LCD e falada no altfalante.
//.....
}

void calibra(void)
{
//.....
// Aqui é colocada a rotina de calibração
// Guardar valores em EEPROM
//.....
    lcd.clear();           // Limpa LCD
    lcd.setCursor(0, 0);   //Posiciona o cursor na primeira coluna(0) e na primeira linha(0)
    lcd.print(" Modo Calibragem "); //Escreve no LCD
    lcd.setCursor(0, 1);   //Posiciona o cursor na primeira coluna(0) e na primeira linha(0)
    lcd.print("RGB: ");    //Escreve no LCD
    wtv020sd16p.playVoice(31); // Fala "Calibrando..."
    delay(2500);
    detecta();
    nivel_R_branco = float(nivel_R); //Daqui foi retirado o procedimento de ajuste do fator
    nivel_G_branco = float(nivel_G); //e foi definido o valor da leitura do branco de cada
    nivel_B_branco = float(nivel_B); // LED.
    EEPROM.put(2,nivel_R_branco);
}

```

```

EEPROM.put(6,nivel_G_branco);
EEPROM.put(10,nivel_B_branco);
lcd_mostra_RGB();
delay(1000);          // Aqui calibra.....

mostra_serial();      // Mostra dados
calibragem_serial();  // Mostra dados

//calibragem_serial();
wtv020sd16p.playVoice(32);      // Fala "Sistema Calibrado"
delay(500);
//if(modo == 0) wtv020sd16p.playVoice(12); // Fala "Modo Colorimetro"
//else wtv020sd16p.playVoice(13); // Fala "Modo PHmetro"
delay(2000);
while(!digitalRead(key_pin)) {delay(10);}
}

//-----
void alterna_modo(void)
{
//-----
// Aqui é colocada a rotina de alternar Modo
// Guardar valores em EEPROM
//-----
leitura_eeprom = EEPROM.read(1);
if(leitura_eeprom == 0) EEPROM.write(1, 1);
if(leitura_eeprom == 1) EEPROM.write(1, 0);
delay(10);
modo = EEPROM.read(1);          // Recupera Modo na EEPROM
if(modo == 0)
{
  lcd_tela_foto();              // Apresenta tela conforme Modo
  wtv020sd16p.playVoice(12);    // Fala "Modo Fotocolorimetro"
}
if(modo == 1)
{
  lcd_tela_phmetro();
  wtv020sd16p.playVoice(13);    // Fala "Modo Phmetro"
}
ct_key_pressed = 0;
key_pressed = 0;
while(digitalRead(key_pin)) {delay(50);} // Espera tecla ser solta
delay(100);
}

//-----
void desmonta (void)
//-----
// Aqui se desmonta um valor FLOAT para Inteiro, Decimal e Centesimal
// para rotina de falar o valor de absorbância
//-----
{
  Serial.println ("-----");
  inteiro = absorbstring.charAt(0);
  Serial.print ("Inteiro: ");
  Serial.println (inteiro);
  Serial.println(absorbstring.charAt(1));
  decimos = absorbstring.charAt(2);
  Serial.print ("Decimos: ");
  Serial.println (decimos);
  centesimos = absorbstring.charAt(3);
  Serial.print ("Centesimos: ");

```

```

Serial.println (centesimos);
Serial.println (' ');
}

//-----
void fala_absorbancia (void)
//-----
// Aqui se fala o valor de absorbância
//-----
{
    wtv020sd16p.playVoice(199); // Fala "Absorbância"
    delay(1500);
    digito = inteiro; // Fala inteiro
    fala_digito();
    wtv020sd16p.playVoice(210); // Fala "Ponto"
    delay(1500);
    digito = decimos; // Fala decimos
    fala_digito();
    digito = centesimos; // Fala centesimos
    fala_digito();
    delay(1000);
}

//-----
void fala_digito (void)
//-----
// Aqui se fala um dígito do valor da absorbância
//-----
{
    switch(digito)
    {
        case '0':
            wtv020sd16p.playVoice(200); // Fala "0"
            delay(1500);
            break;
        case '1':
            wtv020sd16p.playVoice(201); // Fala "1"
            delay(1500);
            break;
        case '2':
            wtv020sd16p.playVoice(202); // Fala "2"
            delay(1500);
            break;
        case '3':
            wtv020sd16p.playVoice(203); // Fala "3"
            delay(1500);
            break;
        case '4':
            wtv020sd16p.playVoice(204); // Fala "4"
            delay(1500);
            break;
        case '5':
            wtv020sd16p.playVoice(205); // Fala "5"
            delay(1500);
            break;
        case '6':
            wtv020sd16p.playVoice(206); // Fala "6"
            delay(1500);
            break;
        case '7':
            wtv020sd16p.playVoice(207); // Fala "7"
            delay(1500);
    }
}

```

```
    break;
  case '8':
    wtv020sd16p.playVoice(208);    // Fala "8"
    delay(1500);
    break;
  case '9':
    wtv020sd16p.playVoice(209);    // Fala "9"
    delay(1500);
    break;
  default:
    delay(10);
}
}
```