

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

**TIARLA DE JESUS PEREIRA**

**Dispositivo portátil de medição de pH para profissionais e  
estudantes com cegueira e deficiência visual**

Jequié-BA  
Dezembro /2023

**TIARLA DE JESUS PEREIRA**

**Dispositivo portátil de medição de ph para profissionais e  
estudantes com cegueira e deficiência visual**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós graduação em Química da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Química.

Área de concentração: Química Analítica

Orientador: Prof. Dr. Valfredo Azevedo Lemos.

Coorientador: Prof. Dr. Cleber Galvão Novaes.

Jequié-BA

Dezembro/2023

P436d Pereira, Tiarla de Jesus.

Dispositivo portátil de medição de pH para profissionais e estudantes com cegueira e deficiência visual / Tiarla de Jesus Pereira.- Jequié, 2024. 35f.

(Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, sob orientação do Prof. Dr. Valfredo Azevedo Lemos e coorientação do Prof. Dr. Cleber Galvão Novaes)

1.Deficiente visual 2.Tecnologia assistiva 3.Ensino de Química  
4.Inclusão social I.Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia II.Título

CDD – 540

Rafaella Câncio Portela de Sousa - CRB 5/1710. Bibliotecária – UESB - Jequié

## TERMO DE APROVAÇÃO

**TIARLA DE JESUS PEREIRA**

***“Dispositivo portátil de medição de pH para profissionais e estudantes com cegueira e deficiência visual”.***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Química da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia como requisito parcial para obtenção do grau de Mestra em Química.

### COMISSÃO EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente  
 **VALFREDO AZEVEDO LEMOS**  
Data: 06/12/2023 10:06:34-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Valfredo Azevedo Lemos**  
**(UFBA, Salvador - BA, 2001)**  
**(Orientador)**

Documento assinado digitalmente  
 **CLEBER GALVAO NOVAES**  
Data: 11/12/2023 22:38:13-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Cleber Galvão Novaes**  
**(UFBA, Salvador – BA, 2011)**

Documento assinado digitalmente  
 **LIZ OLIVEIRA DOS SANTOS**  
Data: 06/12/2023 10:33:43-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Liz Oliveira dos Santos**  
**(UFBA, Salvador – BA, 2016)**

Dissertação aprovada pelo Colegiado do Curso de Pós-graduação em Química em \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

*Dedico este trabalho a meus pais: Eivaldo e Valdete, que me proporcionaram uma  
força incondicional.*

*Às minhas irmãs: Narla e Tainara, fonte de inspiração e coragem. A todos os  
professores que fizeram parte da minha formação.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter permitido que eu chegasse até aqui.

À Valdete Maria de Jesus, minha mãe, Erivaldo Alves Pereira, meu pai, que sempre estiveram ao meu lado me incentivando nunca desistir.

À Narla de Jesus Pereira e Tainara de Jesus Pereira, minhas irmãs por me apoiar em todos os momentos.

A meu orientador, professor Valfredo Azevedo Lemos, pelo apoio, compreensão paciência e, especialmente, pela confiança em mim depositada ao assumir a orientação.

Ao professor Cleber Galvão Novaes e Liz Oliveira dos Santos pela orientação, apoio e paciência, sendo fundamental na minha formação.

À todos os colegas do laboratório de Química Analítica (LQA), em especial a Uneliton Neves da Silva que foi fundamental na criação e evolução desse trabalho.

À Associação Jequeense de Cegos (AJECE), pelas contribuições e por me receberem com tanto carinho e amor.

Aos alunos com deficiência visual que acompanhei na AJECE: vocês se tornaram meus queridos amigos, levarei vocês sempre comigo.

Ao meu irmão, amigo e aluno, Carlos Limeira, me ensinou que, apesar das dificuldades, não devemos desistir.

Ao Laboratório de Divulgação Química do Sudoeste da Bahia (LADIQ) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, pelas contribuições durante toda a minha graduação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo apoio financeiro através do financiamento de bolsa, e à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia por proporcionar o ingresso no ensino superior

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1: Porcentagem da população, por tipo e grau de dificuldade e deficiência. .12

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1. Quantidade de homens que frequentam ou não a escola ou creche, por faixa etária e tipo de deficiência .....	14
Tabela 2. Quantidade de mulheres que frequentam ou não a escola ou creche, por faixa etária e tipo de deficiência.....	15

## **LISTA DE ABREVIações E SIGLAS**

ADEVA- Associação de Deficientes visuais e amigos

AEE- Atendimento Educacional Especializado

AJECE- Associação Jequeensse de Cegos

CAP- Centro de Apoio Pedagógico

CENESP - Centro Nacional de Educação Especial

DV- Deficiência visual

EJA- Educação de Jovens e Adultos

LBD- Lei de Diretrizes e Bases da Educação

NEE- Necessidades Educacionais Especiais

OMS- Organização Mundial da Saúde

SEESPE - Secretária de Educação Especial

TA- Tecnologia Assistiva

TIC -Tecnologias de Informação e Comunicação

## **Dispositivo portátil de medição de pH para profissionais e estudantes com cegueira e deficiência visual**

Autor: Tiarla de Jesus Pereira

Orientador: Prof. Dr. Valfredo Azevedo Lemos

Coorientador: Prof. Dr. Cleber Galvão Novaes

**RESUMO:** Nesta dissertação é apresentado um dispositivo inovador destinado à medição de pH, desenvolvido especialmente para atender às necessidades de profissionais e estudantes que possuem cegueira ou deficiência visual. Esta ferramenta oferecerá subsídios para aulas de laboratório a deficientes visuais e estudantes com cegueira. Este aparelho opera de maneira automatizada e é controlado através de comandos de voz, permitindo a análise do pH de soluções líquidas de forma eficiente. Este invento tem como propósito principal simplificar o processo de medição do pH de soluções, tornando-o acessível para profissionais e estudantes com cegueira ou deficiência visual. Seu uso pode ser observado em diversas situações, incluindo laboratórios de análises de rotina, salas de aula laboratoriais e até mesmo em contextos de campo, como aferições realizadas em corpos d'água como rios, lagos e mares, bem como em ambientes industriais. O público-alvo abrangente engloba tanto profissionais quanto estudantes em níveis de ensino superior e médio, independentemente da área de estudo ou atuação que envolva a necessidade de medição de pH. Trata-se de um novo recurso tecnológico que agrega valor na aprendizagem tanto nas aulas de Química quanto em outros cursos que necessitem dos conceitos de pH. O dispositivo foi desenvolvido com enfoque na inclusão de pessoas com deficiência visual considerando no seu desenvolvimento as carências encontradas na literatura base desta pesquisa. O dispositivo é apresentado como uma poderosa ferramenta para auxiliar na aprendizagem de alunos com deficiência visual ou cegueira.

**Palavras-chave:** Deficiente visual, tecnologia assistiva, Ensino de Química, inclusão social.

## **Dispositivo portátil de medição de pH para profissionais e estudantes com cegueira e deficiência visual**

Author: Tiarla de Jesus Pereira

Advisor: Prof. Dr. Valfredo Azevedo Lemos

Co-Advisor: Prof. Dr. Cleber Galvão Novaes

**ABSTRACT:** This dissertation presents an innovative device for measuring pH, developed especially to meet the needs of professionals and students who are blind or visually impaired. This tool will offer subsidies for laboratory classes for visually impaired and blind students. This device operates automatically and is controlled through voice commands, allowing the efficient analysis of the pH of liquid solutions. This invention's primary purpose is to simplify the process of measuring the pH of solutions, making it accessible to professionals and students who are blind or visually impaired. Its use can be observed in various situations, including routine analysis laboratories, laboratory classrooms, and even in field contexts, such as measurements carried out in bodies of water such as rivers, lakes, and seas and in industrial environments. The broad target audience includes professionals and students at higher and secondary education levels, regardless of the area of study or activity requiring pH measurement. It is a new technological resource that adds value to learning in Chemistry classes and other courses requiring pH concepts. The device was developed to include people with visual impairments, considering the shortcomings found in the literature based on this research. The device is presented as a powerful tool to aid the learning of students with visual impairments or blindness.

**Keywords:** visually impaired, assistive technology, Chemistry Teaching, social inclusion.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1 DEFICIÊNCIA VISUAL E A EDUCAÇÃO NO BRASIL.....</b>	<b>10</b>
1.1.1 Legislação brasileira .....	16
<b>1.2 O ENSINO SUPERIOR DE QUÍMICA PARA DEFICIENTES VISUAIS .....</b>	<b>18</b>
<b>1.3 O QUE SÃO TECNOLOGIAS ASSISTIVAS? .....</b>	<b>20</b>
<b>3. PARTE EXPERIMENTAL.....</b>	<b>23</b>
<b>3.1 A produção do dispositivo .....</b>	<b>23</b>
<b>4.1 O dispositivo e seus resultados.....</b>	<b>23</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>28</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>30</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A maioria das pessoas, ao pensar na cegueira, imagina um ser humano que vive imerso na “escuridão” e a associa com o fechar dos olhos (CERQUEIRA, 2019). Trata-se de um pensamento completamente equivocado. Apenas uma pequena parcela das pessoas diagnosticadas como cegas não tem nenhum grau visual (VENTORINI, 2007).

Para a Organização Mundial da Saúde (OMS), a DV possui dois grupos distintos: a cegueira e a baixa visão. A OMS afirma que 5% dos brasileiros apresentam DV. No país são realizadas por ano aproximadamente 280 mil cirurgias de catarata através do SUS, e entre 80 e 100 mil através de convênios e médicos particulares. As principais causas de cegueira no Brasil são: catarata, glaucoma, retinopatia diabética, cegueira infantil e degeneração macular.

A cegueira é uma alteração grave ou total de uma ou mais das funções elementares da visão que afeta de modo irremediável a capacidade de perceber cor, tamanho, distância, forma, posição ou movimento em um campo [...] A definição de baixa visão (ambliopia, visão subnormal ou visão residual) é complexa devido à variedade e à intensidade de comprometimentos das funções visuais. Essas funções englobam desde a simples percepção de luz até a redução da acuidade e do campo visual que interferem ou limitam a execução de tarefas e o desempenho geral. (CAMPOS; SÁ; SILVA, 2007).

As pessoas com baixa visão formam um grupo maior com diferentes tipos de problemas relacionados à visão. Mesmo apresentando grau de acuidade visual e maturidade biológica, cada indivíduo tem sua especificidade. O diagnóstico médico é importante, pois irá orientar quais recursos didáticos o profissional da Educação especializado poderá utilizar.

A DV pode ser classificada como congênita ou adquirida. Na literatura científica são considerados cegos congênitos os indivíduos que ficaram cegos entre 0 a 5 anos de idade. Neste período, a visão pode ou não auxiliar em etapas dos desenvolvimentos sensorio-motor e cognitivo (VENTORINI, 2007). Com o passar do tempo, as imagens visuais são substituídas pelas táteis e somatossensorial.

Os quatro períodos do desenvolvimento da criança que Piaget explica em seus estudos, dois são importantes para esclarecer a cegueira adquirida e congênita.

O período pré-operacional (2 aos 7 anos) o pensamento da criança já começa a se organizar, mas ainda é reversível. Já no período do operacional concreto (7 a 12 anos) o pensamento é mais organizado (CAMARGO, 2010).

Existe um receio ao se referir as pessoas que possuem DV, a fim de evitar preconceito ou algum desconforto. Alguns preferem se referir ao cego como deficiente visual, mas os termos não são sinônimos. O conceito de DV é bem mais amplo. A orientação é que se deve usar o termo deficiente visual ou *pessoa com DV*. Em caso de cegueira, a melhor maneira de se expressar é pessoa cega, ou simplesmente cego(a), e nunca utilizar o termo ceguinho, que tem uma conotação pejorativa. (SENADO FEDERAL, 2020).

Estima-se que 80% de nossa informação é recebida pela visão: a televisão, os outdoors e a vitrine, substituem o rádio e a propaganda sonora (AMIRALIAN, 1997). Apesar disso, os sentidos têm as mesmas características e potencialidades para todas as pessoas. É errôneo pensar que os deficientes visuais desenvolvem “poderes.” O desenvolvimento aguçado da audição, do tato, do olfato e do paladar é resultante da ativação contínua desses sentidos por força da necessidade (CAMPOS; SÁ; SILVA, 2007). Portanto, não se trata de um fenômeno extraordinário ou um efeito compensatório.

Desta forma, os cegos necessitam de recursos que o auxiliem no campo sócio - educacional. A escola, por exemplo, é um espaço privilegiado para essa construção pois, é capaz de perceber as diferenças, e criar possibilidades de interação com o mundo. Existem diversas ferramentas que facilitam o convívio social e a aprendizagem escolar da pessoa com DV e os professores podem criá-las e/ou usá-las.

## **1.1 DEFICIÊNCIA VISUAL E A EDUCAÇÃO NO BRASIL**

Em 12 de setembro de 1854, Dom Pedro II, através do “Decreto Imperial nº 1.428” fundou no Rio de Janeiro *O Imperial Instituto de Meninos Cegos* (hoje Instituto Benjamin Constant - IBC). Sua origem foi diretamente relacionada ao poder de Dr. José Francisco Xavier Sigaud, que era um dos médicos do Imperador D. Pedro II. Sigaud era um reconhecido médico francês que veio ao Brasil em 1825, fugindo da perseguição política antibonapartista (CAMARGO; NARDI; CORREIA, 2010). Seu

interesse pela cegueira era principalmente por ter uma filha cega, Adèle Marie Louise Sigaud. Em busca de possibilidades de instrução para a sua filha, Sigaud recebe notícias sobre a primeira escola especializada para cegos criada em Paris e, em uma de suas viagens para a França, teria ido conhecer o instituto.

Neste mesmo período, José Álvares de Azevedo já estudava no Instituto Nacional dos Meninos Cegos de Paris, permanecendo na escola francesa durante seis anos (1844 a 1850), onde se formou com destacadas notas e premiações. Azevedo passa a alfabetizar Adèle por meio do sistema Braille e eles decidem, conjuntamente, encaminhar um projeto ao Imperador para a fundação de uma escola para cegos baseada no instituto parisiense (ESTIMADO; SOFIATO, 2019).

O primeiro regulamento do Instituto baseava-se no número de vagas, disponível 30 vagas para alunos de ambos os sexos com idade máxima de 12 anos e com comprovação médica de cegueira total. Era necessário também, comprovar pobreza pois, aqueles que não comprovavam deveriam pagar quatrocentos mil réis de pensão anual. A necessidade de gratuidade do ensino aumentava, pois, a maior parte dos cegos eram pobres, se contrapondo diretamente com a ideia de que a instituição deveria onerar o mínimo possível os cofres do Império (SOUZA, 2014). O impasse que se resolve, com a limitação de apenas dez vagas para alunos que comprovassem pobreza. Os cegos que eram escravos não se beneficiavam da educação do instituto, pois não eram livres e, nesta condição, não eram considerados cidadãos brasileiros.

Os alunos que se destacassem continuavam na instituição para cargos empregatícios, como o de repetidor, que poderia ser promovido a professor, no prazo de dois anos. Após a morte de José Francisco Xavier Sigaud, em 1856, assume a administração o Dr. Cláudio Luiz da Costa, que permaneceu no cargo até o ano de 1869. Cláudio Luís da Costa era um médico formado na Escola Médico-Cirúrgica da Corte e, enquanto servidor público, teria sido transferido para diversas províncias ao longo de sua carreira (ZENI, 2016). Como havia sido educado para pertencer às elites, vivenciava uma instabilidade em seu emprego, além de alguns sérios problemas de saúde.

Em 1869, com a morte de Costa, assume a direção interina Benjamin Constant. Vindo de uma família pobre, Constant foi uma influência importante na luta em prol da melhoria das condições de vida dos cegos. Deixou a direção somente vinte

anos depois, com a Proclamação da República Brasileira, para assumir a pasta da Instrução Pública, de onde seguiria acompanhando a instituição de cegos até a sua morte.

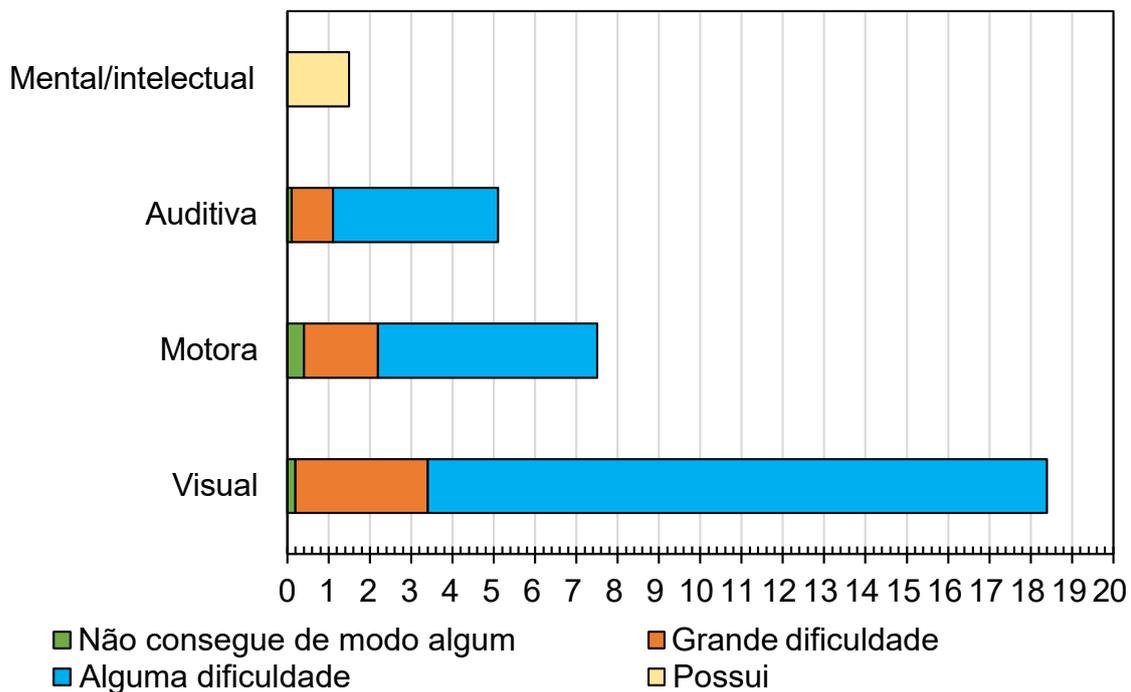
Atualmente, o IBC é referência no Brasil em distribuição de livros e revistas em Braille. A instituição oferece cursos de especialização e formação de professores para melhorarem o ensino e aprendizagem dos deficientes visuais. Atualmente, existem várias escolas com esse mesmo propósito como, por exemplo, o Instituto de Cegos Padre Chico, criado em 1927 por padres da igreja católica e a Associação de Deficientes Visuais e Amigos (ADEVA), fundada em 1978, que presta serviços com a finalidade de incluir a pessoa com deficiência por meio do trabalho.

Em 1973 o MEC criou um órgão para atender os discentes com deficiência no Brasil, o Centro Nacional de Educação Especial (CENESP). A Finalidade do CENESP era coordenar e promover a educação dos deficientes, desde a pré-escola ao ensino superior. No final da década de oitenta o CENESP passou a ser Secretaria de Educação Especial que foi reestruturada no início dos anos noventa passando a ser Secretaria de Educação básica que, mais tarde passou a ser Secretária de Educação Especial- SEESPE.

A real inclusão e socialização dos deficientes visuais no ensino regular estão muito distantes das práticas escolares, apesar do deficiente ter seus direitos garantidos por leis (SOUZA, 2014).

O gráfico abaixo expõe os dados do Censo 2010, onde é apresentada a porcentagem da população brasileira que possui algum tipo de deficiência. Segundo o Censo, quase 46 milhões de brasileiros, cerca de 24% da população, declarou ter algum grau de dificuldade em pelo menos uma das habilidades investigadas, ou possui deficiência mental / intelectual.

Figura 1: Porcentagem da população, por tipo e grau de dificuldade e deficiência atualizar a pesquisa.



Fonte: IBGE/CENSO, 2010.

De acordo com o gráfico, a DV está presente na maioria da população que afirmou ter alguma deficiência. Quase 20% das pessoas possuem alguma dificuldade visual. As tabelas abaixo expõem os dados do último (CENSO, 2010), onde mostram os números de homens e mulheres deficientes visuais e com outras deficiências que frequentam escolas ou creches no Brasil.

Tabela 1. Quantidade de homens que frequentam ou não a escola ou creche, por faixa etária e tipo de deficiência

Idade	Pessoas com deficiência		Def. visual		Def. auditiva		Def. motora		Def. intelectual	
	FREQ.	NÃO FREQ.	FREQ.	NÃO FREQ.	FREQ.	NÃO FREQ.	FREQ.	NÃO FREQ.	FREQ.	NÃO FREQ.
0 a 4	77.306	127.108	40.067	46.520	19.487	24.176	16.938	57.588	12.304	24.855
5 ou 6	150.990	19.272	88.824	7.693	38.868	4.486	20.612	6.785	19.541	8.414
7 a 9	395.827	19.282	275.780	6.976	81.580	3.982	39.561	7.887	46.102	11.546
10 a 14	850.632	54.869	630.797	24.930	151.084	10.470	71.812	16.170	88.932	27.369
15 a 17	436.147	98.342	333.608	55.913	69.524	18.965	35.636	16.723	39.917	29.563
18 a 19	165.869	183.320	126.258	127.023	24.784	32.304	14.269	22.779	17.446	27.158
20 a 24	255.573	721.718	199.494	449.772	34.897	134.799	22.105	94.054	25.158	89.477
25 a 29	153.392	895.837	117.250	616.671	22.909	173.207	16.201	127.718	15.316	99.919
30 a 39	196.060	1.981.985	143.653	1.308.561	36.903	427.082	28.015	369.966	17.363	200.280
40 a 49	192.212	3.416.423	164.828	2.751.163	31.679	586.709	29.721	625.195	10.064	196.773
Mais de 50	300.664	9.108.541	254.437	7.098.464	80.746	2.899.969	84.395	3.255.491	12.037	390.062
Total	3.178.671	16.626.696	2.375.996	12.543.690	592.463	4.316.148	379.261	4.600.357	304.181	1.105.417

Fonte: Adaptado de (CENSO, 2010). Atualizar

Tabela 2. Quantidade de mulheres que frequentam ou não a escola ou creche, por faixa etária e tipo de deficiência atualizar pesquisa

Idade	Pessoas com deficiência		Def. visual		Def. auditiva		Def. motora		Def. intelectual	
	FREQ.	NÃO FREQ.	FREQ.	NÃO FREQ.	FREQ.	NÃO FREQ.	FREQ.	NÃO FREQ.	FREQ.	NÃO FREQ.
0 a 4	68.434	112.455	38.563	43.072	16.082	19.928	14.480	52.066	8.572	19.246
5 ou 6	137.178	14.607	91.550	6.145	29.689	3.305	18.219	6.063	11.895	5.758
7 a 9	396.263	13.949	306.083	5.873	68.804	2.680	34.471	6.049	26.290	7.594
10 a 14	573.564	43.379	806.564	23.915	134.923	7.286	72.119	12.594	55.261	17.587
15 a 17	220.224	110.555	484.187	79.880	68.847	17.863	43.450	17.261	27.487	16.506
18 a 19	359.605	229.508	185.861	184.517	25.274	31.662	17.192	24.380	11.719	16.494
20 a 24	234.069	878.902	308.521	705.661	39.940	124.859	26.859	96.590	18.493	55.478
25 a 29	335.695	1.093.640	198.022	876.810	27.623	149.865	21.978	138.660	11.647	65.061
30 a 39	355.365	2.524.788	277.745	1.959.075	43.491	372.651	49.049	477.895	14.394	148.068
40 a 49	496.212	4.592.642	320.176	4.004.662	41.959	539.789	62.614	1.000.299	10.745	177.173
Mais de 50	300.664	12.031.796	427.998	9.519.826	102.587	2.940.228	192.692	5.901.002	15.487	460.984
Total	4.154.459	21.646.222	3.445.270	17.409.436	599.219	4.209.488	553.122	7.732.859	211.989	989.949

Fonte: Adaptado de (CENSO, 2010).

Os dados exibidos nas tabelas acima e no gráfico evidenciam a realidade dos deficientes visuais nas escolas do Brasil. A maioria desses indivíduos está frequentando a escola, mas ainda falta preparo para o recebimento adequado. Além disso, ainda são bastante escassos recursos tecnológicos e professores bem capacitados, principalmente nas áreas de Ciências Exatas.

### **1.1.1 Legislação brasileira**

A legislação específica sobre acessibilidade no Brasil é o Decreto-lei nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, também conhecido como Lei de Acessibilidade (CARDOSO, 2018; MACIEL; ANACHE, 2017). O documento estabelece prazos e regulamenta o atendimento às necessidades específicas de pessoas com deficiência, no que se refere a projetos de natureza arquitetônica e urbanística, de comunicação e informação, de transporte coletivo, bem como a execução de qualquer tipo de obra com destinação pública ou coletiva (BRASIL, 2004).

Na educação, segundo a constituição Federal, a inclusão e a acessibilidade deve ser “direito de todos e dever do Estado e da família; será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”.

Entretanto, o principal fator histórico da inclusão ocorreu com a Declaração de Salamanca, em 1994. O documento foi elaborado na conferência Mundial sobre educação especial, em Salamanca, na Espanha. Esta declaração foi assinada por 92 países que concordaram com sua proposta de fornecer diretrizes básicas para a formulação e reforma de políticas e sistemas educacionais, de acordo com o movimento de inclusão social.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), de 1996, também marcou a história do deficiente no Brasil (BRZEZINSKI, 2016; RIBEIRO, 2014). No seu artigo 4.º, inciso III, define como dever do Estado a garantia de atendimento especializado gratuito aos educandos “com necessidades especiais, preferencialmente, na rede regular de ensino” (BRASIL, 1996). Assim, segundo a LDB, a inclusão deve ocorrer preferencialmente na rede regular de ensino.

A LDB fundamenta-se na implantação da inclusão de portadores de necessidades especiais, por meio de auxílio especializado na rede de ensino regular, de modo a atender as especificidades de cada aluno. No entanto, sempre que necessário, o atendimento educacional deverá acontecer em salas de aulas ou serviços especializados, garantindo o direito do indivíduo à educação.

No âmbito educacional, segundo o Censo Escolar da Educação Básica de 2012, existem, no Brasil, mais de 820 mil alunos de educação especial matriculados na perspectiva de integração, o que representa 9,1% a mais que o ano de 2011. Os percentuais de alunos incluídos em classes comuns do ensino regular e na EJA, por sua vez, aumentou 11,2% em relação ao ano anterior que era de, aproximadamente, 558 mil alunos (BRASIL; INTERMEDIÁRIO, 2012).

A Lei de Cotas, Lei nº 8.213/91, muito discutida no Brasil, regulamenta vagas para pessoas com deficiência, dispõe sobre os planos de benefícios da Previdência e dá outras providências à contratação desses indivíduos (BEZERRA; DE BARROS CUNHA; MENDONÇA, 2019; CARUSO, 2012). De acordo com o artigo 93 da referida lei, "...a empresa com 100 ou mais funcionários está obrigada a preencher de dois a cinco por cento (2% a 5%) dos seus cargos com beneficiários reabilitados, ou pessoas portadoras de deficiência, na seguinte proporção: até 200 funcionários, 2%; de 201 a 500 funcionários, 3%; 501 a 1.000 funcionários 4%; e de 1.001 em diante funcionários, 5%".

A Lei nº 11.126, de 27 de junho de 2005, regulamenta o direito da pessoa com DV usuária de cão-guia ingressar e permanecer com o animal em todos os locais públicos ou privados de uso coletivo (BRASIL, 2005).

Segundo o Decreto nº 3.298/99 e o Decreto 5.296/04, são considerados deficientes visuais indivíduos que apresentam:

- Cegueira – a acuidade visual é igual ou menor que 0,05, no melhor olho, com a melhor correção óptica;
- Baixa visão – a acuidade visual situa-se entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica;
- Somatória da medida do campo visual em ambos os olhos igual ou menor que 60°;
- Ocorrência simultânea de qualquer das condições anteriores.

O decreto de 2004 passa a incluir as pessoas de baixa visão, pois mesmo não perdendo completamente o sentido, a formação conceitual é totalmente diferente. É interessante observar também, que dependendo da patologia que causa essa perda de visão, podem ocorrer outros sintomas como, por exemplo, a sensibilidade à luminosidade.

A partir da lei de inserção de alunos deficientes na rede regular de ensino, o sistema educacional reflete atualmente sobre a melhor forma de tornar a inclusão possível, pois existem 45.606 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência no Brasil. Este número, proveniente do Censo Demográfico de 2010, representa 23,9% de toda a população do país. Sobre o tipo de deficiência, a visual foi a mais declarada entre os entrevistados, chegando a 35,7 milhões de pessoas (IBGE, 2012).

## **1.2 O ENSINO SUPERIOR DE QUÍMICA PARA DEFICIENTES VISUAIS.**

A legislação brasileira de Ensino Superior, através da portaria 3.284/2003, dispõe sobre os requisitos de acessibilidade de pessoas deficientes para instruir os processos de autorização e reconhecimento de cursos e de credenciamento de instituições (BRASIL, 2003). A maioria das universidades não dispõe de mapeamento sobre o ingresso e a permanência desses alunos, o que torna difícil a tarefa de quantificar o número de deficientes que conseguem ter sucesso na vida acadêmica.

Para efetivar a inclusão de pessoas com NEE (Necessidades educacionais especiais) do indivíduo devem ser atendidas em toda a sua trajetória escolar – acesso, ingresso, permanência e saída (FERREIRA, 2007). A permanência desse indivíduo na universidade implica um trabalho constante, em frequência, participação, dedicação e vigilância cotidiana das obrigações acadêmicas. A universidade deve garantir o direito à educação, não somente sobre as condições de acesso, mas, também, refletir como fazer para cada indivíduo ter condições de sucesso dentro da instituição.

Os desafios da docência universitária são intensos e potencializados diante das demandas criadas pela inclusão de estudantes com deficiência, somadas à frágil identidade profissional (ISAIA; BOLZAN, 2012). Quando o professor exerce o seu trabalho de forma “diferente”, uma possibilidade surge para que outros professores de diferentes áreas do conhecimento da educação superior, sejam influenciados, e

entendam que o domínio de todo o conteúdo e o acúmulo de títulos acadêmicos, não bastam para ensinar, pois, a docência é inovação constante.

No Brasil, o número de instituições, cursos e vagas aumentaram nos últimos anos. Esse fato, junto com o sistema de cotas, contribuiu para o aumento das matrículas na educação superior de estudantes com deficiência. De acordo com o Censo da Educação Superior, há um crescimento de 590,78% no número de estudantes com deficiência matriculados na educação superior em dez anos: em 2003 eram 5.078, em 2011 eram 23.250 e em 2013, 29.034 (BRASIL, 2015b).

A presença de estudantes com deficiência cria demandas nas universidades, essas instituições devem ter cuidado para não penalizar os estudantes pela falta de adequação institucional; os professores devem ter empatia com o aluno e se esforçar para que o discente aprenda juntamente com toda a classe que deve reconhecer a diferença e tornar possível a convivência desse aluno na universidade.

Um ambiente estimulador, de mediadores e condições favoráveis à exploração de seu referencial perceptivo particular. No mais, não são diferentes de seus colegas que enxergam no que diz respeito ao desejo de aprender, aos interesses, às curiosidades, às motivações, às necessidades gerais de cuidados, proteção, afeto, brincadeiras, limites, convívio e recreação dentre outros aspectos relacionados à formação da identidade e aos processos de desenvolvimento e aprendizagem. Devem ser tratados como qualquer educando no que se refere aos direitos, deveres, normas, regulamentos, combinados, disciplina e demais aspectos da vida escolar (CAMPOS; SÁ; SILVA, 2007).

As instituições de ensino superior é o melhor lugar para desenvolver pesquisas que apoiam a inclusão, não só do deficiente visual, mas a inclusão de todas as pessoas que possuem necessidades especiais. Muitos artigos são publicados a respeito das pessoas com deficiência e, muito materiais didáticos são produzidos. Embora, existem pouquíssimos da área de exatas e uma minoria utilizam a tecnologia para desenvolvê-los.

A Química é uma ciência cheia de abstração, possui uma linguagem específica, usa de símbolos para expressar seus conceitos como, por exemplo, as equações químicas, as fórmulas e os modelos. Os procedimentos realizados em um laboratório são experimentos que geram resultados obtidos pela visão, como as mudanças de cores nas titulações, as pesagens de sólidos, a visualização de volumes e a identificação de medidas de temperatura.

É provado que as práticas laboratoriais motivam e promovem a construção de diversos conceitos e intensificam a aprendizagem de conhecimentos científicos, principalmente na Química. Visto que é tão importante, os alunos com DV devem também participar dessas aulas, mas, na realidade isso não acontece. Alguns professores têm dificuldade em lidar com um aluno cego, talvez, por causa da falta de tecnologia adaptada para essas pessoas.

Atividades devem ser adaptadas, valorizando o tato, olfato, audição e, em alguns casos, o paladar (CAMARGO; NARDI; CORREIA, 2010). Desta forma, surge a necessidade dos professores de Química adotarem metodologias adaptadas para que esses alunos possam ser favorecidos e consigam usar seus sentidos para compreensão dos assuntos. Para que haja a inclusão de DV nas aulas de Química, é necessário que haja atividades que estimulem a observação, investigação e experimentação, não apenas visual, mas que contribua para o processo de abstração e generalização (MARQUES, 2018).

O ensino de Química para alunos com DV, muitas vezes é dificultado, de modo que, por mais que os professores se esforcem para atender esses alunos, existem poucos materiais publicados e adaptados para alunos com essa especificidade (BRASIL, 2017; CAMARGO; NARDI; CORREIA, 2010; REGIANI; MÓL, 2013). Ainda existe uma carência na formação inicial e continuada dos professores de Química, sobre ensino para alunos com DV.

A grafia Braille e a Grafia Química Braille, tem uma contribuição significativa para o ensino de química na Educação Básica e no Ensino Superior. Mas, ainda falta muitos materiais específicos para o ensino de química, a educação tem muito o que avançar nesse campo, principalmente quando se trata de materiais para manuseio dentro do laboratório pois, praticamente não existem instrumentos que auxiliem o deficiente visual na realização de experimentos. A elaboração de novos materiais e equipamentos para a sua utilização no dia a dia da sala de aula e no laboratório são fundamentais para dar autonomia ao indivíduo.

### **1.3 O QUE SÃO TECNOLOGIAS ASSISTIVAS?**

O termo Tecnologia Assistiva (TA) é usado para designar todos os recursos que proporcionam às pessoas com deficiência melhorias em suas habilidades

funcionais, garantido uma qualidade de vida próxima ou igual ao das pessoas sem nenhuma deficiência. Assim, as TA compreendem diversos aspectos, desde adaptar um lápis para facilitar a escrita, pregar uma folha de papel para ajudar o aluno escrever, ou prender um utensílio na mão para auxiliar na manipulação, até um *software* mais sofisticado (SILVA, 2016).

A instituição escolar é o melhor lugar para que deficientes visuais possam interagir mais e melhor com o mundo, comunicando-se na busca constante do exercício da cidadania. Com a utilização de TA, os deficientes visuais podem interagir com as pessoas videntes à sua volta e, principalmente, manusear aparelhos e instrumentos tornando-o independente no laboratório, garantindo bem-estar, sensação de liberdade e aprendizado.

A TA está presente em muitas áreas de estudo, desde as áreas médicas à área educacional. Os recursos podem envolver brinquedos, roupas adaptadas, computadores, softwares, hardwares especiais, equipamentos de comunicação alternativa, aparelhos de escuta assistiva, auxílios visuais, e materiais protéticos, dentre outros.

[...] deve-se entender que nem toda tecnologia facilitadora pode ser chamada de assistiva. Muitas delas são apenas recursos profissionais, como o próprio computador, que facilita e moderniza as diversas ações em quase todas as áreas do conhecimento. Diferenciando TA de outras tecnologias é interessante observar as aplicadas nas áreas médicas e de reabilitação. Os diversos equipamentos na área médica, por exemplo, facilitam diagnósticos, procedimentos e intervenções terapêuticas. Mesmo os aparelhos usados por pacientes para ajudar na amplitude da força muscular ou equilíbrio, não são considerados de tecnologia assistiva, mas sim de reabilitação. (BERSCH, 2008).

O avanço das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) ampliam as possibilidades de criação de TA. Essas tecnologias têm novas e diversas funções, dentre elas a de servirem como veículo de comunicação, de aprendizagem e como recurso que proporciona a pessoas com deficiências, por exemplo, maior independência, qualidade de vida e inclusão social. Já existem no mercado softwares e hardwares capazes de solucionar diversos problemas de inclusão. Pessoas leigas na área computacional podem, com o auxílio das informações da internet, criar dispositivos que auxiliem nesta tarefa de inclusão que a sociedade tanto almeja.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Desenvolver um dispositivo para medição de pH que possa ser usado por pessoas com deficiência visual oferecendo uma solução versátil que elimina limitações, permitindo medições precisas e confiáveis, tanto em laboratórios de rotina quanto em ambientes industriais.

### **2.2 Objetivos específicos**

- ❖ Aprimorar significativamente a experiência de medição de pH e garantir a acessibilidade universal.
- ❖ Simplificar a operação para além de especialistas, promovendo uma maior acessibilidade e inclusão de pessoas com deficiência visual, capacitando-as para realizar análises de pH com autonomia.
- ❖ Oferecer uma solução versátil que elimina limitações, permitindo medições de pH precisas e confiáveis, tanto em laboratórios de rotina quanto em ambientes industriais.
- ❖ Apresentar uma ferramenta amigável tanto para profissionais experientes quanto para estudantes, promovendo a excelência na química analítica de forma acessível e inclusiva.

### **3. PARTE EXPERIMENTAL**

#### **3.1 A produção do dispositivo**

O dispositivo foi desenvolvido considerando a necessidade de materiais que auxiliem pessoas com cegueira ou deficientes visuais a desenvolverem atividades experimentais. O dispositivo tem a função executar medições de pH sem a necessidade de um vidente. As dificuldades que um deficiente visual poderia encontrar no laboratório foram o ponto de partida para o desenvolvimento do dispositivo.

No laboratório de Química existem diversos materiais e instrumentos de trabalho, mas nenhum deles é adaptado ou construído para uso por um deficiente visual. Criar um instrumento que fizesse as funções de todos eles, seria impossível. Assim, visto que é importante para o desenvolvimento acadêmico do estudante aprender sobre o pH, fazer medições e realizar experimentos que envolvam esses conceitos, foi decidido construir um medidor de pH para que os deficientes visuais possam utilizá-lo durante suas aulas práticas.

O medidor de pH possui: um botão em alto relevo, para fazer a calibração do eletrodo; um display, que oferece os resultados na forma escrita; um eletrodo, que é imergido na substância que deseja fazer a medição, ele vai medir o pH; um sensor de pH, que irá receber as informações do resultado; um conjunto de hardware que fará um processamento de dados (software); alto-falante, que emitirá os resultados em formato de voz. Este aparelho faz a conversão usando uma escala usual de pH de 0.0 a 14.

### **4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **4.1 O dispositivo e seus resultados**

A única diferença entre as pessoas ditas “normais” e as pessoas com DV está nos recursos de acessibilidade que devem ser colocados à disposição dos alunos com deficiências para que possam aprender e expressar adequadamente suas aprendizagens. A produção deste dispositivo teve o objetivo de suprir essa

necessidade, ajudando tanto o estudante de Química a realizar suas atividades no laboratório, quanto o professor na hora de avaliar este aluno.

O dispositivo é equipado com uma interface de voz que fornece feedback auditivo sobre as leituras de pH. Quando o dispositivo é ativado, ele anunciará claramente o status e estará pronto para receber a amostra. O sintetizador de voz integrado é capaz de anunciar as leituras de pH com clareza e precisão, garantindo que o usuário receba informações precisas e instantâneas sobre o pH da amostra. Além de fornecer informações de pH por meio da voz, o dispositivo pode ser conectado a aplicativos móveis ou outros dispositivos de saída de áudio, permitindo que as informações sejam acessadas de diversas maneiras, de acordo com as preferências do usuário.

Os resultados com a criação dessa ferramenta foram alcançados com êxito. O dispositivo atende aos requisitos necessários para o estudante com DV realizar as medições de pH de forma independente. A ferramenta é de simples manuseio e baixo custo. Através do áudio transmitido pelo aparelho, o deficiente poderá ouvir de forma lenta, clara e em português, o resultado do pH da solução medida. O aluno poderá usar também, um gravador para gravar o som emitido pelo dispositivo.

O dispositivo proporciona ao estudante independência e com isso ele se sentirá entusiasmado para aprender ciências, motivando-o a enfrentar outras barreiras que a falta de visão ocasiona. O aluno se sentirá incluso no ambiente educacional podendo ensinar aos seus colegas o seu conhecimento e assim a inclusão acontece. Outra qualidade do dispositivo é a portabilidade. O professor poderá transportá-lo para outros lugares pois, ele é leve e pequeno podendo ser levado até para salas de aula. O dispositivo pode ser usado também com alunos que não possuem nenhuma deficiência, pois além de ouvir a resposta de pH, dispõe de um display onde o estudante poderá visualizar a resposta. Avaliar um aluno, seja ele com deficiência, ou não, tem que estar em função da sua aprendizagem. Desta forma, o dispositivo possibilita o professor avaliar o aluno pois, garante sua participação ativa nas aulas de laboratório.

Se, para algumas pessoas que não possuem nenhuma deficiência a Química é considerada uma área de difícil aprendizado, para os deficientes visuais, torna-se ainda mais complicado aprender esta ciência, se não existirem equipamentos especiais e empenho dos professores e demais atores. No entanto, as representações

químicas são invisíveis e abstratas e o aprendizado dos alunos é construído sobre a informação sensorial. Assim, o aluno deficiente visual tem capacidade de apreender o conhecimento químico através de estímulos que favoreçam as relações apropriadas entre o nível macro, microscópico e simbólico. O nível macroscópico representa fenômenos observáveis, o microscópico é explicado pelos movimentos de moléculas e átomos, e o simbólico são números, fórmulas, equações e estruturas (GRECA; SANTOS, 2005). Para tal superação, tecnologias assistivas apresentam-se como estratégias para auxiliar na aprendizagem da Química. Trata-se de recursos facilitadores de aprendizagens e, por isso, vale dedicar tempo ao aperfeiçoamento destas ferramentas que auxiliam o aluno a ter uma vida mais igualitária.

No entanto, pesquisas sobre o ensino de Química para deficientes visuais são raros e os trabalhos que tratam desta temática são teóricos, em sua maioria; poucos utilizam TA para ajudar o estudante em atividades experimentais. Dentre estes trabalhos, destaca-se a produção de um aparelho a partir de TIC, para ajudar os estudantes cegos e com DV a observarem as mudanças em reações químicas que formam precipitado (SUPALO; KREUTER; MUSSER; HAN *et al.*, 2006). O dispositivo opera através um alto-falante que emite as respostas das cores formadas nas reações. Assim, neste trabalho, buscou-se facilitar o reconhecimento e a compreensão dos alunos com DV a respeito de conceitos básicos de Química, por meio de tecnologias de informação e comunicação, transformando-as em TA.

A variedade, a adequação e a qualidade dos recursos disponíveis possibilitam o acesso ao conhecimento, à comunicação e à aprendizagem significativa (CAMPOS; SÁ; SILVA, 2007). Os instrumentos disponíveis para os estudantes com NEE precisam estar em bom estado e ter qualidade, variedade e manutenção para atender às necessidades dos alunos. Para que o deficiente visual tenha suas aptidões cognitivas, físicas e psíquicas estimuladas, os recursos destinados devem ser inseridos em situações que estimulem e explorem os outros sentidos.

Conforme a Política Nacional de Educação Especial ao professor cabe formação que lhe permita desenvolver habilidades para o Atendimento Educacional Especializado (AEE) e a promoção à acessibilidade através do favorecimento de recursos e serviços em todos os níveis, etapas e modalidades educacionais nas turmas comuns do ensino regular (BRASIL, 2008).

A troca de experiências, sentimentos e informações nos ajuda a compreender a necessidade que crianças ou adultos com deficiência. Pais e profissionais devem dispor de um espaço para construir juntos novos valores e significados (GIL, 2007). As maiores dificuldades que um deficiente visual pode encontrar no ensino da Química é um professor que não o ajude, falta de instrumentos adaptados e o livro texto não editado em Braille. Todavia, a escrita Braille é composta de muitos símbolos o que tornaria um livro de Química em Braille muito grande, dificultando a portabilidade.

O ensino da Química exige uma simbologia Braille própria. Com as várias soluções gráficas que apresenta, permite que os alunos possam escrever e reproduzir todos os modelos. O livro intitulado “Grafia Química Braille para uso no Brasil” elaborado por (BRASIL, 2017), dispõe de símbolos representativos para transcrição em Braille, possibilitando a escrita e as representações das substâncias e equações e assim permitindo o acesso do aluno usuário de Braille ao nível representacional da Química. Além de representar símbolos, fórmulas e equações permite, também, a representação de estruturas moleculares. O livro didático ou os conteúdos químicos transcritos para o Braille são importantes para quem tem um bom conhecimento da grafia Braille, permite ao aluno cego ter acesso a todos os conhecimentos que os alunos videntes possuem.

Embora, o aprendizado de Química dos alunos com DV não dependa somente de TA, o acesso a todos os níveis de abordagem presentes no estudo da Química é indispensável. Ou seja, é preciso promover adequações que permitam ter acesso a tais abordagens. É nesse entendimento que o CAP- Centro de Apoio Pedagógico deve atuar através das Tecnologias Assistivas, favorecendo os conteúdos químicos que exigem mais que a escrita e leitura em Braille.

O aprender contínuo é essencial e o processo de formação continuada para o professor, apesar de ser decisão individual, é um trabalho coletivo que depende da experiência e da reflexão de cada um, continuamente. A formação contínua é uma forma do professor obter conhecimentos, habilidades e atitudes para desenvolver suas ações nas mais variadas situações de docência, recorrendo à investigação como forma de decidir e de intervir em tais situações. Ficou elucidado que o ofício de ser professor deve ser visto como uma profissão e, assim, como qualquer outra, requer formação inicial, continuada e o repensar sobre a própria prática.

Estes conceitos remetem à reflexão sobre quão importantes são os saberes da docência e, mais do que isso, como é necessário o professor permitir-se novos conhecimentos que possibilitem a troca de experiências, ou escutar a verdade (necessidades) do outro e se compreender para favorecer uma prática pedagógica diferenciada e adequada a cada particularidade.

Para o professor que nunca teve experiência em aulas para alunos com NEE, de repente se ver com um aluno com DV, não é nada fácil. São várias as preocupações e receios por isso, é importante também as tecnologias assistivas para o professor pois, ao realizar um experimento no laboratório, por exemplo, o professor terá o instrumento adequado para o seu aluno com necessidades especiais.

Para que o dispositivo construído seja utilizado de forma eficiente é necessário que o professor e o profissional de apoio saibam manuseá-lo adequadamente, pois assim poderá despertar o desenvolvimento de habilidades cognitivas que instiguem o aluno deficiente visual a refletir e compreender informações de novos conhecimentos de forma mais autônoma. De acordo com as diretrizes, são atribuições do professor de apoio estabelecer articulação com os professores da sala de aula comum, visando a disponibilização dos serviços, dos recursos pedagógicos e das estratégias que promovem a participação dos alunos nas atividades escolares (BRASIL, 2008). Assim, deve-se ter uma harmonia entre o professor de apoio e o professor da turma para que o aluno com NEE, possa aprender de forma mais eficaz.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, é analisado a aplicabilidade de um dispositivo para medidas de pH, destinado a professores com alunos que possuem DV, para uso em aulas de laboratório de Química.

O aparelho criado é de baixo custo e pode ser facilmente transportado para salas de aula. O dispositivo mede o pH de forma eficaz e confiável. O usuário pode ouvir o dispositivo pelo alto-falante que está acoplado no seu exterior. O medidor de pH criado, será testado com deficientes visuais a fim de garantir sua eficácia.

Espera-se adaptar o dispositivo a uma ampla gama de experimentos químicos e laboratoriais. E, permitir que um maior número de alunos cegos e deficientes visuais obtenha seus próprios dados observacionais. O aprendizado independente e ativo no laboratório pode inspirar esses alunos a estudarem ciências em níveis mais avançados e, buscar carreiras profissionais.

Dessa forma, este trabalho foi desenvolvido pensando em todos os professores e alunos com DV espalhados pelas escolas e universidades. Aos professores que não possuem formação para trabalhar com esse grupo de pessoas e estudantes com DV que se sentem excluídos dentro das salas de aula. Embora, a criação desse instrumento didático pode ser utilizada por todos, independentemente de se ter ou não DV.

Os Centros de Apoio Pedagógicos e salas de apoio dentro das instituições são fundamentais pois, tem como objetivo apoiar o professor e o aluno, principalmente no que se refere a confecção de materiais de apoio, devem também proporcionar ajudas e estratégias complementares e suplementares, com objetivo de apoiar o deficiente visual, sua família e seus professores através da utilização e viabilização de formação, espaços, equipamentos e materiais específicos.

Por isso, um instrumento foi desenvolvido para apoiar o professor e o aluno nas aulas práticas de laboratório pois, é notado que existem pouquíssimos trabalhos que se preocupam em melhorar e adequar os recursos didáticos para esses alunos. Nessa perspectiva o que se pretende é que seja promovido a inclusão nas aulas práticas de laboratório, não isolando esses alunos de suas atividades laboratoriais, mas trabalhando com esses estudantes da mesma forma que se trabalha com os outros.

A pretensão deste trabalho não é impor a utilização deste dispositivo ao estudante com DV, mas sim, fornece a sociedade um aparelho único, acessível e com uma linguagem simples, de fácil manuseio e com muita precisão, para ajudar o estudante a participar das práticas de laboratório que envolvem pH. Diante disso, as propostas apresentadas na metodologia, podem ser utilizadas pelo professor em sala de aula e no laboratório e o dispositivo pode ser utilizado por todos os alunos, pois foi criado inicialmente pensado nos alunos com DV, mas com todos os seus recursos ele pode ser compartilhado por todos.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. C. A. D.; BIAJONE, J. Saberes docentes e formação inicial de professores: implicações e desafios para as propostas de formação. **Educação e pesquisa**, 33, n. 2, p. 281-295, 2007.

AMIRALIAN, M. L. T. M. **Compreendendo o cego**. Casa do psicólogo, 1997. 8573960051.

ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. **Princípios de Química-: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. Bookman Editora, 2018. 8582604629.

BERSCH, R. Introdução à tecnologia assistiva. **Porto Alegre: CEDI**, 21, 2008.

BEZERRA, S. S.; DE BARROS CUNHA, M. T. F.; MENDONÇA, A. P. C. K. A Lei de Cotas e a inclusão da pessoa com deficiência intelectual no mercado formal de trabalho brasileiro. **Cadernos da Escola do Legislativo-e-ISSN: 2595-4539**, 19, n. 32, p. 39-66, 2019.

BRASIL. Lei 9394, de 20 de dezembro de 1996: Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Presidência da República. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm). 1996.

BRASIL. Resolução 2, de 11 de setembro de 2001: Institui Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica. Ministério da Educação e Cultura. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/resolucao2.pdf>. 2001.

BRASIL. Portaria 3284, de 7 de novembro de 2003: Dispõe sobre requisitos de acessibilidade de pessoas portadoras de deficiências, para instruir os processos de autorização e de reconhecimento de cursos, e de credenciamento de instituições. **EDUCAÇÃO.**, M. D. 2003.

BRASIL. Decreto 5296, 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. Presidência da República. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm). 2004.

BRASIL. Lei 11.126, de 27 de junho de 2005: Dispõe sobre o direito do portador de deficiência visual de ingressar e permanecer em ambientes de uso coletivo acompanhado de cão-guia. Presidência da República. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2004-2006/2005/lei/l11126.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2005/lei/l11126.htm). 2005.

BRASIL. Política nacional de educação especial na perspectiva da educação inclusiva Documento elaborado pelo Grupo de Trabalho nomeado pela Portaria no 555/2007, prorrogada pela Portaria no 948/2007, entregue ao Ministro da Educação em 07 de janeiro de 2008. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/politicaeduc ESPECIAL.pdf>. 2008.

BRASIL. Lei 13146, de 6 de julho de 2015: Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Presidência da República. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm). 2015a.

BRASIL. Notas Estatísticas. Censo da Educação Superior. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Disponível em: [https://download.inep.gov.br/educacao\\_superior/censo\\_superior/documentos/2015/Notas\\_Estatisticas\\_Censo\\_Superior\\_2015.pdf](https://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/documentos/2015/Notas_Estatisticas_Censo_Superior_2015.pdf). 2015b.

BRASIL, I.; INTERMEDIÁRIO, C. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Exame Nacional do Ensino Médio**, 2012.

BRASIL, M. D. E. Grafia Química Braille para Uso no Brasil. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. RAPOSO, P. N. E. A. Brasília: SECADI: 77 p. 2017.

BRZEZINSKI, I. **LDB/1996 contemporânea: contradições, tensões, compromissos**. Cortez Editora, 2016. 8524922338.

CAMARGO, E. P. A comunicação como barreira à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de mecânica. **Ciência & Educação (Bauru)**, 16, n. 1, p. 258-275, 2010.

CAMARGO, E. P.; NARDI, R.; CORREIA, J. N. A comunicação como barreira à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de Física Moderna. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 10, n. 2, 2010.

CAMPOS, I. M. D.; SÁ, E. D. D.; SILVA, M. B. C. Formação Continuada a Distância de Professores para o Atendimento Educacional Especializado: Deficiência Visual. **Curitiba: Cromos**, 2007.

CARDOSO, W. D. L. Acessibilidade na web: plugin para facilitar o acesso ao conteúdo. 2018.

CARUSO, A. Reverberações da Lei nº 8.213/91 à luz das concepções de deficiência: Estudo de caso no contexto do projeto de sensibilização gerencial em uma organização privada de ensino profissionalizante. Universidade do Estado do Rio de Janeiro Rio de Janeiro 2012.

CENSO, I. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro, RJ – Brasil. IBGE, 2012. 2010.

CERQUEIRA, F. D. J. A inclusão da pessoa com deficiência visual sob a perspectiva da Ciência da Informação: um estudo nas bibliotecas da UFRB.

CERQUEIRA, F. D. J. A inclusão da pessoa com deficiência visual sob a perspectiva da Ciência da Informação: um estudo nas bibliotecas da UFRB. 2019.

DA COSTA, A. B.; PICHARILLO, A. D. M.; PAULINO, V. C. O processo histórico de inserção social da pessoa cega: da Antiguidade à Idade Média. **Revista Educação Especial**, 31, n. 62, p. 539-550, 2018.

DE CASTRO ROMA, A.; DOS SANTOS, R. A. O processo histórico, cultural e processo histórico, cultural e educativo de pessoas com deficiência visual no Brasil. **Revista Científica da Faculdade Quirinópolis**, 2, n. 10, p. 68-81, 2020.

DE SOUZA BRIDI, F. R. Formação continuada em educação especial: o atendimento educacional especializado. **Poiésis-Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação**, 4, n. 7, p. 187-199, 2011.

ESTIMADO, R. B.; SOFIATO, C. G. A educação de surdos e cegos na França e no Brasil. **Revista Educação Especial**, 32, p. 50-51-20, 2019.

FERREIRA, S. L. Ingresso, permanência e competência: uma realidade possível para universitários com necessidades educacionais especiais. **Revista Brasileira de Educação Especial**, 13, n. 1, p. 43-60, 2007.

GIL, R. S. A. **Educação Matemática dos Surdos: um estudo das necessidades formativas dos professores que ensinam conceitos matemáticos no contexto de educação de deficientes auditivos em Belém/PA**. 2007. -, UFPA.

GONÇALVES, C. O ensino da Física e Química a alunos com Deficiência Visual. 1995.

GRECA, I. M.; SANTOS, F. M. T. D. Dificuldades da generalização das estratégias de modelação em ciências: O caso da física e da química. **Investigações em ensino de ciências. Porto Alegre. Vol. 10, n. 1 (2005),[15 f.]**, 2005.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro, RJ – Brasil. IBGE, 2012. 2012.

ISAIA, S. M. D. A.; BOLZAN, D. P. V. Tessituras formativas: articulação entre movimentos da docência e da aprendizagem docente. **A UNIVERSIDADE COMO LUGAR DE FORMAÇÃO**, p. 191, 2012.

MACIEL, C. E.; ANACHE, A. A. A permanência de estudantes com deficiência nas universidades brasileiras. **Educar em Revista**, n. SPE. 3, p. 71-86, 2017.

MARQUES, N. P. A deficiência visual e a aprendizagem da química: reflexões durante o planejamento e a elaboração de materiais didáticos táteis. 2018.

REGIANI, A. M.; MÓL, G. D. S. Inclusão de uma aluna cega em um curso de licenciatura em química. **Ciência & Educação (Bauru)**, 19, n. 1, p. 123-134, 2013.

RIBEIRO, L. D. LDB: lei de diretrizes e bases da educação nacional: lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. 2014.

RODRIGUES, D. **Inclusão e educação: doze olhares sobre a educação inclusiva**. Grupo Editorial Summus, 2006. 8532300782.

SENADO FEDERAL. Linguagem inclusiva. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/manualdecomunicacao/redacao-e-estilo/estilo/linguagem-inclusiva>> acesso em 20 de jan de 2021 2020.

SILVA, T. N. D. C. **Deficiente visual: ensinando e aprendendo química através das tecnologias assistivas no Ensino Médio**. 2016. -.

SOUZA, H. T. MiniMatecaVox: aplicativo de ensino matemático para crianças deficientes visuais em fase de alfabetização. 2014.

SUPALO, C. A.; KREUTER, R. A.; MUSSER, A.; HAN, J. *et al.* Seeing Chemistry through Sound: A Submersible Audible Light Sensor for Observing Chemical Reactions for Students Who Are Blind or Visually Impaired. **Assistive Technology Outcomes and Benefits**, 3, n. 1, p. 110-116, 2006.

VENTORINI, S. E. A experiência como fator determinante na representação espacial do deficiente visual. 2007.

VIGOTSKI, L. S. A defectologia e o estudo do desenvolvimento e da educação da criança anormal. **Educação e Pesquisa**, 37, n. 4, p. 863-869, 2011.

ZENI, I. A publicidade com outros olhos: Análise do comportamento de consumo dos membros da associação passo-fundense de cegos-APACE. 2016.