

*Campus* Duque de Caxias

Licenciatura em Química

Caroline Oliveira de Souza

**DO ÁTOMO FILOSÓFICO  
AO CIENTÍFICO: um  
recurso didático  
adaptado para alunos  
com deficiência visual**

Duque de Caxias

2022

CAROLINE OLIVEIRA DE SOUZA

DO ÁTOMO FILOSÓFICO AO CIENTÍFICO: UM RECURSO DIDÁTICO  
ADAPTADO PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto Federal do Rio de  
Janeiro, como requisito parcial para  
obtenção do grau de Licenciada em  
Química.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Ana Paula Sodré  
da Silva Estevão

Coorientador: Prof. Dr. Aires da Conceição  
Silva

Duque de Caxias

2022

CIP - Catalogação na Publicação

S729d Souza, Caroline Oliveira de  
Do átomo filosófico ao científico : um recurso didático adaptado  
para alunos com deficiência visual / Caroline Oliveira de Souza -  
Duque de Caxias, RJ, 2022.  
67 f. : il. ; 30 cm.

Orientação: Ana Paula Sodré da Silva Estevão.  
Trabalho de conclusão de curso (gradua o), Licenciatura em  
Química, Instituto Federal de Educa o, Ciência e Tecnologia do Rio  
de Janeiro, Campus Duque de Caxias, 2022.

1. Educa o especial - Química . 2. Química - Estudo e ensino. 3.  
Projeto de acessibilidade para estudantes com deficiência. 4.  
Pessoas com deficiência visual - Ensino de química . 5. Licenciatura  
em química - Campus Duque de Caxias. I. Estevão, Ana Paula Sodré  
da Silva, **orient.** II. Instituto Federal de Educa o, Ciência e  
Tecnologia do Rio de Janeiro. III. Título

CAROLINE OLIVEIRA DE SOUZA

DO ÁTOMO FILOSÓFICO AO CIENTÍFICO: UM RECURSO DIDÁTICO ADAPTADO  
PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto Federal do Rio  
de Janeiro, como requisito parcial para  
obtenção do grau de Licenciada em  
Química.

Aprovada em 04/02/2022

Banca Examinadora



---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Paula Sodré da Silva Estevão (Orientadora)  
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ/CDuC)



---

Prof. Dr. Aires da Conceição Silva (Coorientador)  
Instituto Benjamin Constant (IBC)



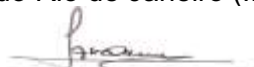
---

Prof.<sup>a</sup> Me. Elise de Melo Borba Ferreira  
Instituto Benjamin Constant (IBC)



---

Prof. Dr. Everton Tomaz da Silva  
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ/CDuC)



---

Prof.<sup>a</sup> Me. Ana Lúcia Rodrigues Gama Russo  
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ/CDuC)

Dedico este trabalho à memória da minha amada avó Talita Rosa de Medeiros, por todo o amor, ensinamentos e aos valores que recebi.

“A educação é um ato de amor, por isso  
um ato de coragem”  
Paulo Freire

## **AGRADECIMENTOS**

O maior agradecimento, devo a Deus, por me possibilitar concluir esse curso e ter criado uma bagagem extensa. Pela proteção e livramento nas minhas idas e vindas de Caxias e Nilópolis, por ter me dado forças nos momentos mais difíceis.

Aos meus orientadores Ana Paula Estevão e Aires Silva, por toda dedicação e paciência. Sem vocês, eu não conseguiria chegar até aqui.

A minha família, especialmente a minha amada avó Talita, que apesar da pouca instrução, sempre me incentivou a estudar até o seu último dia de vida.

Aos meus amigos que conquistei no IFRJ, em especial: Caio, Carlos, Izabella, Moisés, Raíssa e Viviane. Agradeço por toda parceria, companheirismo, risadas e todos os chopes.

Ao meu melhor amigo, companheiro e incentivador de todas as ideias mirabolantes que tenho, Vinicius. Obrigada por se dispor e estar disponível para tudo.

A minha equipe do coração de Jiu Jitsu Xandão Fúria Teen, por todo o aprendizado e torcida.

Aos professores Nathália Leite, Everton Tomaz, Priscila Tamiasso-Martinhon, Célia Sousa, Fabiana Melgaço, Michelle Castro, Vanessa Penco, Queli Aparecida Almeida por me proporcionarem tanta aprendizagem nas monitorias, projetos e estágio.

A todos os funcionários do IBC e do IFRJ.

## RESUMO

A invisibilidade das pessoas com deficiência é notória desde os tempos antigos. Muitas culturas compreendiam a deficiência como uma "aberração" resultado de um castigo divino. Apesar de atualmente existirem diversas leis, decretos e políticas que reiteram os direitos desses indivíduos e a importância de integrá-los em todas as esferas sociais, a realidade é outra. No que tange ao sistema educacional público brasileiro, o cumprimento das políticas públicas não ocorre de forma adequada para as pessoas com necessidades educacionais específicas, pois faltam professores com capacitação adequada, materiais didáticos adaptados e outros recursos. Com o intuito de contribuir para a produção de materiais didáticos especializados de Química para alunos com deficiência visual, este trabalho retrata o desenvolvimento de dois cadernos pedagógicos sobre "Evolução de Modelos Atômicos" em uma parceria entre o Instituto Federal do Rio de Janeiro e o Instituto Benjamin Constant. A produção do caderno foi dividida em nove etapas: escolha do tema, escrita, correção, adaptação, transcrição, revisão, texturização, impressão e avaliação. Durante essas etapas profissionais da Divisão de Desenvolvimento e Produção de Material Especializado participaram ativamente, tendo destaque a atuação de profissionais cegos na revisão e avaliação do material. Os cadernos foram impressos em alto relevo com película de Policloreto de Vinila transparente nas páginas que possuíam imagens, o texto foi transcrito em braille e fonte ampliada em tinta (APHont 24). Além disso, é possível obter informações adicionais sobre a bibliografia dos cientistas e curiosidades escaneando um *QR code* pelo celular que direciona a áudios previamente gravados. O trabalho traz à tona as baixas produções relacionadas ao Ensino de Química no campo da Educação Especial. O material foi aprovado por revisores cegos e seguirá posteriormente a avaliação de alunos cegos e com baixa visão da Educação Básica do Benjamin Constant, e caso seja também deferido por este público, irá compor a listagem de distribuição nacional de material didático adaptado do instituto favorecendo o seu acesso a alunos com deficiência visual de instituições públicas de ensino do Brasil.

**Palavras-chave:** Modelos Atômicos. Materiais didáticos especializados. Educação Especial. Ensino de Química.



## ABSTRACT

The invisibility of people with disabilities has been notorious since ancient times. Many cultures understood disability as an "aberration" resulting from divine punishment. Although there are currently several laws, decrees and policies that reiterate the rights of these individuals and the importance of integrating them into all social spheres, the reality is different. Regarding the Brazilian public educational system, the fulfillment of public policies does not occur adequately for people with specific educational needs, as there is a lack of teachers with adequate training, adapted teaching materials and other resources. In order to contribute to the production of specialized teaching materials in Chemistry for students with visual impairments, this work portrays the development of two pedagogical notebooks on "Evolution of Atomic Models" in a partnership between the Federal Institute of Rio de Janeiro and the Instituto Federal do Rio de Janeiro. Benjamin Constant. The production of the notebook was divided into nine stages: choice of theme, writing, correction, adaptation, transcription, review, texturing, printing and evaluation. During these stages, professionals from the Division of Development and Production of Specialized Material participated actively, highlighting the role of blind professionals in the review and evaluation of the material. The notebooks were printed in high relief with transparent Polyvinyl Chloride film on the pages that had images, the text was transcribed in Braille and enlarged font in ink (APHont 24). In addition, it is possible to obtain additional information about the bibliography of scientists and curiosities by scanning a QR code on the cell phone that directs to previously recorded audios. The work brings to light the low productions related to Chemistry Teaching in the field of Special Education. The material was approved by blind reviewers and will later follow the assessment of blind and low vision students of Benjamin Constant's Basic Education, and if it is also approved by this audience, it will compose the national distribution list of adapted teaching material from the institute favoring the access to visually impaired students from public educational institutions in Brazil.

**Palavras-chave:** Atomic Models. Specialized teaching materials. Special education. Chemistry teaching.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Compilado de produções do projeto e registo da avaliação de alunos	30
Figura 2	Etapas de produção do caderno pedagógico	33
Figura 3	Texturização da página 6 do caderno “Evolução dos Modelos Atômico (parte 1/2)”	38
Figura 4	Texturização da página 16 do caderno “Evolução dos Modelos Atômicos (parte 1/2)”	39
Figura 5	Texturização da página 22 do caderno “Evolução dos Modelos Atômicos (parte 1/2)”	39
Figura 6	Texturização da página 23 do caderno “Evolução dos Modelos Atômicos (parte 1/2)”	40
Figura 7	Texturização da página 4 do caderno “Evolução dos Modelos Atômicos (parte 2/2)”	41
Figura 8	Texturização da página 6 do caderno “Evolução dos Modelos Atômicos (parte 2/2)”	41
Figura 9	Texturização da página 11 do caderno “Evolução dos Modelos Atômicos (parte 2/2)”	42
Figura 10	Texturização da página 12 do caderno “Evolução dos Modelos Atômicos (parte 2/2)”	42
Figura 11	Texturização da página 14 do caderno “Evolução dos Modelos Atômicos (parte 2/2)”	43
Figura 12	Texturização da página 19 do caderno “Evolução dos Modelos Atômicos (parte 2/2)”	43
Figura 13	Texturização da página 21 do caderno “Evolução dos Modelos Atômicos (parte 2/2)”	44
Figura 14	Máquina thermoform e película PVC	44
Figura 15	Película PVC com alto relevo	45
Figura 16	Avaliação do revisor cego	46
Figura 17	Leitura de confronto do caderno “Evolução dos Modelos Atômicos (parte 1/2)”	48
Figura 18	Exemplo da escrita de uma equação química em braille	49

## LISTA DE SIGLAS

ADV	Aluno com Deficiência Visual
APAE	Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais
AV	Acuidade Visual
DPME	Divisão de Desenvolvimento e Produção de Material Especializado
DV	Deficiência Visual
EE	Educação Especial
EI	Educação Inclusiva
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
EQ	Ensino de Química
IBC	Instituto Benjamin Constant
IC	Iniciação Científica
IFRJ-CDuC	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro no <i>campus</i> Duque Caxias
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
FUNDEC	Fundação de Apoio à Escola Técnica, Ciência, Tecnologia, Esporte, Lazer, Cultura e Políticas Sociais de Duque de Caxias
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
LIBRAS	Língua Brasileira de Sinais
MDA	Materiais Didáticos Adaptados
NEE	Necessidades Educacionais Específicas
PEF	Preparatório para Escolas do Ensino Médio
PIBIC	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica
PIBID	Programa de Iniciação à Docência
PROPPi	Pró-Reitoria de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação
PVC	Poli(cloreto de Vinila)
RD	Recurso Didático
TA	Tecnologia Assistiva
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>18</b>
3.1 EDUCAÇÃO ESPECIAL: UM BREVE RELATO SOBRE OS MARCOS HISTÓRICOS E NORMATIVOS .....	18
3.2 DEFICIÊNCIA VISUAL: ALGUMAS DEFINIÇÕES .....	20
3.3 FORMAÇÃO DE PROFESSORES: INICIAL E CONTINUADA .....	22
3.4 PRODUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICO-PEDAGÓGICOS PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL E O ENSINO DE QUÍMICA .....	25
3.5 FORMANDO PROFESSORES PARA O TRABALHO COM PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL: DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS DIDÁTICOS ESPECIALIZADOS DE QUÍMICA E SOCIALIZAÇÃO DO CONHECIMENTO .....	28
<b>4 DESENHO METODOLÓGICO .....</b>	<b>32</b>
4.1 A PESQUISA .....	32
4.2 PERCURSO METODOLÓGICO .....	32
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>36</b>
5.1 ELABORAÇÃO DO MATERIAL .....	37
5.2 AVALIAÇÃO DO MATERIAL .....	45
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>50</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>51</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>57</b>
<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>63</b>
<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>64</b>



## APRESENTAÇÃO

O meu primeiro contato com a química ocorreu por meio do ingresso no ensino médio/técnico integrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro no *campus* Duque Caxias (IFRJ - CDuC) em 2013.1. O Ensino Fundamental, se deu todo em escola pública e o próprio preparo da prova para o ingresso no IFRJ foi por meio de uma política pública de educação por intermédio do curso Preparatório para Escolas do Ensino Médio (PEF) da Fundação de Apoio à Escola Técnica, Ciência, Tecnologia, Esporte, Lazer, Cultura e Políticas Sociais de Duque de Caxias (FUNDEC).

A minha trajetória escolar no segundo ciclo foi marcada por participações em monitorias laboratoriais, projetos de iniciação científica e de extensão em escolas públicas de ensino básico e desenvolvimento de trabalhos e apresentações internas e externas. Diferente de muitos vestibulandos que escolhem cursos da área da química, sem muitas vezes possuir um contato mais íntimo, eu prestei o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) com o objetivo de ser aprovada para uma graduação da área. Apesar de estar no último período do técnico, ao descobrir que estava entre um dos aprovados ao curso de Licenciatura em Química do IFRJ - CDuC, decidi me matricular e iniciei no período de 2017.1.

Até o meu terceiro período da graduação, não demonstrava interesse pela área da docência, pensava em mudar para Farmácia ou para Bacharelado em Química. No entanto, em 2018 fui contratada como estagiária no setor de controle de produção de óleos lubrificantes da BR Distribuidora, onde consegui perceber que não me adequava à rotina e mecanização de processos da indústria. Em paralelo, fui selecionada como bolsista do Programa de Iniciação à Docência (PIBID). No decorrer do curso, com as vivências em sala de aula geradas pelo programa, as trocas nas disciplinas específicas de ensino, participação em eventos acadêmicos, comecei a observar identificação e desejo de atuar como docente.

A escolha de ter como temática central a Educação Especial (EE), especificamente o desenvolvimento de materiais didáticos especializados para alunos com deficiência visual no Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi influenciada por três experiências. A primeira foi de âmbito pessoal e familiar. Meu avô materno, por problemas de saúde, teve que amputar umas das pernas e eu fui uma das pessoas

que o auxiliou até a sua readaptação. Antes disso, não conhecia ninguém com deficiência física e possuía pouquíssimas informações sobre.

A segunda e a terceira experiência são de âmbito acadêmico, se referem à conclusão das disciplinas de educação especial do currículo (Libras e Inclusão em Educação) e a minha participação no projeto “Formando professores para o trabalho com pessoas com deficiência visual: desenvolvimento de recursos didáticos especializados de química e socialização do conhecimento”. Esses dois componentes curriculares foram imprescindíveis para que eu despertasse interesse por esse campo do conhecimento e iniciasse a busca por mais informações. Neles descobri o que era a deficiência e como ela poderia ser classificada, a importância de dar visibilidade e como futura professora, possuir práticas pedagógicas inclusivas.

Ser convidada para participar do projeto como bolsista e logo em seguida, ser surpreendida pela pandemia da COVID-19, fez essa experiência ser mais desafiadora. Nessa trajetória atuei na produção de materiais didáticos especializados de química para alunos com cegueira e baixa visão, sendo um deles apresentado neste TCC; no suporte, apoio e divulgação de oficina remota sobre recursos didáticos; na produção de trabalhos para eventos científicos.

Todas essas experiências me possibilitaram observar o quanto a falta de formação inicial e continuada no contexto da Educação Inclusiva (EI) e a baixa disponibilidade de materiais didáticos adequados contribuem para a exclusão dos alunos com Necessidades Educacionais Específicas (NEE). Desta forma, tomei como responsabilidade além de repensar as minhas práticas, participar da produção de cadernos pedagógicos pelo projeto que possui parceria com o Instituto Benjamin Constant (IBC) com o propósito de distribuição a nível nacional para diminuição dessa desigualdade.

## 1 INTRODUÇÃO

Ao retornarmos à história e analisarmos como a deficiência era compreendida e de que forma as pessoas com deficiência eram tratadas, observamos uma grande influência da cultura e do período histórico. Na Antiguidade, os tratamentos eram bem antagônicos, de modo que uma criança recém nascida na Roma Antiga e em Esparta, ao apresentar qualquer tipo de mutilação ou que tivesse uma aparência tida como "monstruosa", poderia ser morta. No entanto, na própria Roma, quando era dominada pelos Césares, essas pessoas tornaram-se uma espécie de atração em circos para diverti-los (CORRÊA, 2010).

Na idade média, por conta da grande influência do cristianismo e de dogmas religiosos, ter alguma deficiência era resultado de um castigo divino. As doenças e as mutilações foram associadas a magias e feitiços e para curá-las, poderiam ser realizados rituais de exorcismo para libertação dos espíritos malignos e iniciou-se às internações em asilos e manicômios para tratamento médico (MENDES, 2006). Apesar das crenças religiosas serem colocadas de lado, essas pessoas foram segregadas da sociedade.

A Declaração Universal dos Direitos Humanos, adotada e proclamada pela Assembleia Geral das Nações Unidas, resolução 217 A III, em 10 de dezembro de 1948, no artigo 26 aponta a educação como direito de todos, e se torna o primeiro documento oficial a fazer alusão, mesmo que de uma forma geral, ao acesso à educação. Décadas depois, a Conferência Mundial de EE que aconteceu na cidade de Salamanca, na Espanha, com apoio da UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) gerou um documento direcionado à Educação Especial.

A Declaração de Salamanca de 1994 que institui “Regras Padrões sobre Equalização de Oportunidades para Pessoas com Deficiência” tem por objetivo divulgar as políticas e ações que podem ser adotadas pelos países para assegurar a inclusão, o acesso das pessoas com deficiência a diversos serviços e seus direitos. Nos artigos 2 e 3 é reafirmado o direito de acesso à educação das pessoas com deficiência e que cabe à escola acomodar os alunos com Necessidades Educacionais Específicas (NEE) (SALAMANCA, 1994).



A inclusão das pessoas com deficiência nas instituições de ensino, seja a especializada ou regular, se concretiza na década de 1990 como resultado de lutas dos movimentos sociais e de políticas públicas no âmbito nacional (SILVA *et al.*, 2019). Uma dessas políticas foi a lei nº 9.394 de 1996 conhecida como Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), que em seu artigo 58 discorre que a EE é uma modalidade de educação escolar e deve ser oferecida preferencialmente na rede regular (BRASIL, 1996).

Essa última informação nos permite inferir que o atendimento especializado será dado em larga escala nas escolas regulares. Desta forma, há um estímulo ao ingresso dos alunos com NEE na rede regular de ensino. A Lei nº 13.146/15, conhecida por Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência ou Estatuto da Pessoa com Deficiência, contribuiu para os avanços dos direitos por “assegurar e promover, em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais por pessoa com deficiência, visando à sua inclusão social e cidadania” (BRASIL, 2015, p. 1).

O capítulo IV, especificamente o artigo 27, expõe que a responsabilidade de garantir uma educação de qualidade e a permanência no ambiente escolar é de todos - Estado, família, comunidade escolar e sociedade. O desenvolvimento de materiais, formação inicial e continuada de professores, atendimento educacional especializado, tecnologias assistivas descritos no artigo 28 está a cargo do poder público (BRASIL, 2015, p. 7-8).

Uma pessoa pode ser diagnosticada com deficiência quando possui algum impedimento físico, mental, intelectual ou sensorial permanente que seja capaz de afetar em partes ou totalmente a sua atuação na sociedade, quando colocada nas mesmas condições que outras pessoas (BRASIL, 2015, p. 1). A Deficiência Visual (DV) segundo Nascimento *et al.* (2020) trata-se da perda parcial ou total da visão. O indivíduo pode nascer com essa condição (congenita) ou adquirir em algum momento da vida.

Mesmo que sejam realizados tratamentos, cirurgias ou se faça uso de ferramentas ópticas como os óculos, não há melhora. A pessoa com baixa visão, dependendo do nível de Acuidade Visual (AV), tem a disposição recursos, como fontes ampliadas, lupas, lentes de grau e até mesmo a escrita braille, caso apresente

domínio (SILVA; DAMASCENO, 2015). Já as pessoas com cegueira podem utilizar o braille, leitores de tela, materiais grafotáteis e tridimensionais, dentre outros.

Os dados obtidos pelo Censo escolar por meio do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), pela pesquisa de caráter quantitativo que monitorou as matrículas de alunos com deficiência em classes comuns e nas exclusivas no intervalo de 2008 a 2019, mostram crescimento expressivo de alunos na rede regular (BRASIL, 2020). Quando avaliados os números de matrículas entre os anos de 2008 a 2019, calcula-se um aumento de 715 mil, o equivalente a 79,8%.

Já nas classes especializadas, houve um declínio de 153 mil matrículas. No ano de 2019, no qual se teve o maior número de matrículas na educação especial, verificou-se que 6,78% foram de Alunos com Deficiência Visual (ADV) - sendo 6,18% de baixa visão e 0,59% com cegueira (BRASIL, 2020). Com o ingresso dos ADVs nas classes regulares verificou-se que, para a inclusão se dar em sua totalidade, é imprescindível uma infraestrutura adequada, que os docentes tenham práticas inclusivas, profissionais especializados e Materiais Didáticos Adaptados (MDA).

Quando analisada a disponibilidade de materiais didáticos para o Ensino de Ciências, averigua-se que há pouquíssimas publicações, tanto a nível internacional quanto nacional, que discutem a produção desses recursos (FOCHESATO; GUIMARÃES, 2017). Assim como os MDA são essenciais para a inclusão dos ADVs, é fundamental que os profissionais da educação estejam aptos para atender as necessidades e demandas desse público.

Muitos professores se sentem desqualificados e inseguros, pelo fato de não terem acesso durante a sua formação inicial e continuada discussões sobre a EE ou Educação Inclusiva (EI) (PAULA *et al.*, 2018). Regiani e Mól (2013) apontam que os cursos de licenciatura precisam formá-los sobre a perspectiva da diversidade, para que assim esses futuros professores, ao ingressarem na sala de aula, tenham práticas inclusivas, sensibilidade e pautem seu trabalho nas especificidades de cada aluno.

Considerando as informações e os dados apresentados anteriormente, em busca de contribuir para a diminuição da carência de materiais didáticos adaptados de Química e atuar diretamente na formação inicial de licenciandos de Química a equipe do projeto “Formando professores para o trabalho com pessoas com

deficiência visual: desenvolvimento de recursos didáticos especializados de química e socialização do conhecimento” atuou no desenvolvimento de um material na temática de Modelos Atômicos, o qual será apresentado neste trabalho monográfico.

O tema modelos atômicos surgiu a partir das demandas por materiais transcritos em braille, uma vez que já existem modelos táteis produzidos com recursos acessíveis e de baixo custo. A temática é desenvolvida, de modo que o aluno compreenda do que a matéria é constituída, os elementos que participam de uma reação química, como a massa é conservada, quais são as teorias que descrevem a estrutura atômica, como se deu a descoberta das subpartículas e o próprio processo de construção do conhecimento científico.

O caderno tem por finalidade dar aporte aos discentes com deficiência visual no estudo do tema, além de auxiliar o docente na sua mediação em sala de aula para esse público. Por conta disso, foi produzido um material que abordou esses tópicos no formato de cadernos pedagógicos. Foram impressos em alto relevo, com película de Policloreto de Vinila (PVC) transparente, nas páginas que possuíam imagens; o texto foi transcrito em braille e fonte ampliada em tinta (APHont 24<sup>1</sup>). Além disso, é possível obter informações adicionais sobre a bibliografia dos cientistas e curiosidades, escaneando um *QR code*<sup>2</sup> pelo celular que direciona a áudios.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> É uma fonte específica desenvolvida pela *American Printing House for the Blind* destinada às pessoas com baixa visão, a indicação do número 24 no nome refere-se ao tamanho dela.

<sup>2</sup> Trata-se de um código de resposta rápida (do inglês “*Quick Response*”) desenvolvido em 1994. Seu funcionamento baseia-se na leitura desse código por um aplicativo específico ou até pela câmera de celulares mais modernos. Após a leitura, o usuário é direcionado à informação veiculada à imagem gerada de QR Code (como se fosse um código de barras).

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Fomentar a discussão sobre a importância da produção de materiais didáticos adaptados no Ensino de Química, no âmbito da formação inicial de licenciandos em química, para alunos com deficiência visual através do desenvolvimento de recursos didáticos grafotáteis e ampliados sobre Modelos Atômicos.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever todas as etapas que foram percorridas para a produção do material, no formato de caderno pedagógico, sobre modelos atômicos para os ADVs;
- Texturizar todas as imagens dos materiais didáticos utilizando materiais de papelaria economicamente viáveis;
- Avaliar o recurso produzido junto aos revisores cegos do Instituto Benjamin Constant.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 EDUCAÇÃO ESPECIAL: UM BREVE RELATO SOBRE OS MARCOS HISTÓRICOS E NORMATIVOS

Existem relatos da exclusão de pessoas com deficiência no Brasil antes da chegada dos portugueses. Apesar de não existir divisão de classes sociais entre as tribos indígenas e todos terem os mesmos direitos, quando se tratava de qualquer integrante que nascia ou adquirisse a deficiência ao longo da vida, a conduta daquela sociedade era discriminatória (FIGUEIRA, 2021). Nota-se algumas semelhanças com as civilizações da antiguidade, como a romana e a espartana que, assim como a indígena, ao se depararem com as diferenças e as deformidades, buscavam extinguir o indivíduo daquele grupo (CORRÊA, 2010).

Quando nascia uma criança com deformidades físicas, era imediatamente rejeitada, acreditando-se que traria maldição para a tribo, dentre outras consequências. Uma das formas de se livrar desses recém-nascidos era abandoná-los nas matas, ou atirá-los de montanhas e, nas mais radicais atitudes, até sacrificá-los em rituais de purificação (FIGUEIRA, 2021, p. 9).

Somente no século XIX, onde o império era comandado por Dom Pedro II, que a primeira política voltada às pessoas com deficiências foi concebida. O decreto nº 1.428, de 12 de setembro de 1854, autoriza a construção do Imperial Instituto dos Meninos Cegos no Rio de Janeiro (LEÃO; SOFIATO, 2019). Naquela época a corte portuguesa tinha como padrão a cultura francesa, tudo que vinha da França ou era adotado por lá possuía aprovação dos portugueses. O próprio Imperial Instituto dos Meninos Cegos foi inspirado no *Institut National des Jeunes Aveugles* (Instituto Nacional para Jovens Cegos) francês.

Ao Imperial Instituto dos Meninos Cegos, que adotava o regime internato, cabia: a instrução primária, a educação moral e religiosa; além do ensino da música e de conhecimentos fabril no intervalo de oito anos (LEÃO; SOFIATO, 2019). No estado da Bahia, em 1874, foi criado o Hospital Juliano Moreira, voltado à assistência de pessoas com deficiência intelectual. Em 1887, no Rio de Janeiro, foi inaugurada a Escola México, direcionada às pessoas com deficiências físicas e intelectuais (RIBEIRO; CASA, 2018). As três entidades citadas anteriormente sintetizam um pouco das concepções históricas predominantes.

A ideia de integração dessas pessoas estava muito distante, as políticas possuíam uma perspectiva assistencialista e de certa maneira colaboraram com a segregação (MENDES, 2006). O surgimento de organizações privadas e filantrópicas iniciou-se na década de 1940, dentre elas a Sociedade Pestalozzi do Brasil (1945) e a Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais - APAE (1954). Esse movimento estimulou a criação de escolas especializadas, que deram espaço a discussões sobre o atendimento e materiais especializados, formação docente e permitiu que o Estado delimitasse uma divisão dessa educação da que era ofertada nas outras escolas.

Assim, classificou-se como Educação Comum a destinada aos estudantes que não apresentam deficiências e EE a reservada aos que possuíam (RIBEIRO; CASA, 2018). Um marco histórico, no âmbito internacional, que foi o precursor e apresentou formas de integração desses indivíduos a diferentes setores da sociedade foi a Declaração de Salamanca. Mesmo que a Declaração de Direitos Humanos da ONU (1948) discorresse sobre os direitos de todos, as pessoas com deficiência continuavam sendo marginalizadas. A declaração foi desenvolvida durante a Conferência Mundial de Educação Especial que aconteceu entre os dias 7 a 10 de junho de 1994 em Salamanca, Espanha (SALAMANCA, 1994).

A conferência contou com a participação de 88 governos e 25 organizações internacionais, que reafirmaram seu compromisso com a Educação de todos, em especial com a educação das pessoas com NEE. No documento, ao que se refere à educação, destaca-se o estímulo ao ingresso dos alunos com deficiência preferencialmente em escolas regulares e coloca-se a preparação dos educadores como peça fundamental (SALAMANCA, 1994). Nessa perspectiva, as universidades assumem papel importante nas pesquisas, nas avaliações, na inserção da EE e EI nos currículos e no envolvimento do público-alvo nessas ações, para que suas concepções, vivências e ideias tenham voz.

A LDB de 1996 tem o capítulo V dedicado a EE nos artigos 58, 59 e 60. Através desta lei a EE é definida como “a modalidade de educação escolar oferecida preferencialmente na rede regular de ensino, para educandos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ou superdotação” e que assim como a Declaração de Salamanca afirma a importância do ingresso nas turmas regulares (BRASIL, 1996, art. 58). Ter um tópico na lei que determina as diretrizes de

todos os níveis de ensino e que até hoje tem grande relevância, foi um enorme avanço e incentivou para que outras políticas públicas fossem elaboradas.

Anos depois surgiu a resolução CNE/CEB nº2, de 11 de setembro de 2001, que “Institui Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica” que debate sobre a formação de professores e evidencia que a educação superior seja voltada para a diversidade e a inclusão (DEPAE, 2001). Em 2002 foi instituída a lei nº 10.436, de 24 de abril, que reconheceu a Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) como “meio legal de comunicação e expressão” (BRASIL, 2002, art. 1). Somente em 2005 via decreto nº 5.626, a LIBRAS se torna componente curricular obrigatório nos cursos de licenciatura e nos demais pode ser ofertada na modalidade optativa (BRASIL, 2005).

Em 2004 foi publicado o decreto nº 5.296, de 2 de dezembro, que debatia sobre o atendimento prioritário, acessibilidade e das ajudas técnicas que em 2015 seriam detalhados e endossados pelo Estatuto da Pessoa com Deficiência (BRASIL, 2004). A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (2015) descreve detalhadamente pautas já levantadas anteriormente à sua publicação pela Declaração de Salamanca (1994), decretos e leis já vigentes. O estatuto trata de forma unificada diversos tópicos levantados por todas as políticas públicas anteriormente citadas.

O surgimento de um estatuto direcionado às pessoas com necessidades específicas possibilita que esses grupos tenham visibilidade e seus direitos sejam reafirmados. Apesar de no artigo 5º da constituição federal ser declarado que “Todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade”, esse grupo continua sendo marginalizado e sofre ataques aos seus direitos básicos constantemente (BRASIL, 1988).

### 3. 2 DEFICIÊNCIA VISUAL: ALGUMAS DEFINIÇÕES

O decreto nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999, classifica a DV em dois tipos: cegueira, “na qual a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica”, e baixa visão, “que significa acuidade visual entre 0,3 e

0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60°” (BRASIL, 1999, p. 2). Essa definição é bem limitadora, pois reduz a deficiência como baixa visão e a cegueira a um número. Gil (2000) consegue esclarecer de forma contextualizada o que seria a deficiência e as patologias que permeiam essas duas categorias.

O indivíduo com baixa visão pode apresentar dificuldade em ações do dia a dia, como: ler um texto em um tamanho de fonte padrão, pegar um ônibus e dependendo da acuidade visual, terá que fazer uso de uma tecnologia assistiva para se locomover. Até que fosse comprovado que essas pessoas possuíam um resíduo visual, muitas delas eram compreendidas como cegas, aprendiam a ler e escrever por meio do Sistema Braille. Em contrapartida, a cegueira (ou perda total) pode ser subdividida em adquirida e congênita (de nascença) (GIL, 2000).

A cegueira ser adquirida ou de nascença pode interferir na leitura do mundo dessas pessoas (ALMEIDA; ARAÚJO, 2013). A cegueira adquirida “causa a ruptura nos padrões já constituídos de comunicação, mobilidade, trabalho, recreação e sentimentos, acerca de si próprio, tornando-se uma experiência inevitavelmente traumática” (ALMEIDA; ARAÚJO, 2013, p. 5). É como se essa pessoa tivesse que reaprender, sobre tudo, de novo.

Estima-se que 285 milhões de pessoas ao redor do mundo possuem DV, sendo 39 milhões com cegueira e 246 milhões têm baixa visão (OMS, 2021). As principais causas, em uma escala global, podem ser: erros de refração não corrigidos, catarata, degeneração macular relacionada à idade, glaucoma, retinopatia diabética, opacidade da córnea e tracoma. Existe uma predominância da deficiência em regiões mais pobres, que está relacionado ao sistema de saúde e aos baixos investimentos, assim como a baixa instrução da população com os cuidados oftalmológicos (OMS, 2021).

### 3. 3 FORMAÇÃO DE PROFESSORES: INICIAL E CONTINUADA

Um dos fatores que possibilita a inclusão real dos alunos com NEE, já destacada na Declaração de Salamanca (1994), consiste na presença de professores qualificados. Ainda que se tenham leis e decretos, como os citados no tópico anterior, muitos professores ao se depararem com a deficiência em sala de aula se sentem



despreparados, não sabem como conduzir sua aula de forma que inclua os alunos com deficiência, preparar um material didático-pedagógico ou adaptar um já existente, não são capazes de estimular corretamente os sentidos remanescentes a fim de facilitar a aprendizagem (CABRAL; SILVA, 2017).

Essa lacuna surge na formação inicial, embora existam diretrizes curriculares nacionais para a formação de professores do Ensino Básico que estabelecem uma educação superior direcionada a diversidade (DEPAE, 2020). Os profissionais formados antes da implementação dessas políticas muitas vezes não tiveram sequer um contato com a EE. De um lado, temos os profissionais que já estão atuando em sala de aula despreparados e de outro, futuros professores que estão passando pelo processo formativo sem atingir os critérios mínimos para construção de uma prática docente inclusiva.

O problema tem raízes profundas, existe uma concepção generalizada que os cursos de licenciatura em Química, Física e Matemática são da área de Ciências Exatas. Isso é um reflexo da formação 3+1 que foi adotada no Brasil, onde graduandos dos cursos de bacharelado após finalizarem as disciplinas desse currículo no período de três anos, poderiam adquirir a licenciatura estudando mais um ano as disciplinas de Educação (JESUS, 2019). Embora esse sistema de ensino tenha sido revogado na década de 1960, o currículo das licenciaturas continuou sendo bem semelhante aos de bacharel, o que demonstra, segundo Scheibe (1983) a desvalorização das licenciaturas.

A formação pedagógica nas licenciaturas reflete o caráter secundário e apenas subsidiário atribuído à educação e ao ensino no âmbito da universidade. Em geral, esta formação coloca-se como mero apêndice das diferentes formas de bacharelados desempenhando, na prática, o papel de garantir os requisitos burocráticos para o exercício do magistério (SCHEIBE, 1983, p. 32).

A formação nas décadas seguintes continuou apresentando um caráter altamente tecnicista, sob forte influência do militarismo devido ao período ditatorial que o Brasil estava. Os licenciandos recebiam a instrução de como aplicar os instrumentos técnicos para o ensino do conhecimento científico (COSTA; KALHIL; TEIXEIRA, 2015). Foi a partir de 1980 que um movimento contra o pensamento

tecnicista ganhou força, junto com outras demandas de movimentos sociais e políticos até o fim da ditadura militar.

Com a LDB (1996) houve uma reestruturação no sistema educacional e no mesmo período as discussões e políticas destinadas às pessoas com deficiência ganharam destaque (SILVA *et al.*, 2019). Quando se fala sobre EI e EE é necessário compreender as diferenças e os significados de cada termo, a EI trata-se de um termo mais geral que engloba diferentes públicos e a EE é voltada a pessoas com deficiência, transtorno global e altas habilidades. Desta forma, quando se diz que a formação docente tem que se dar em uma perspectiva inclusiva, ela se refere a pautas com questões de gênero, sexualidade, étnicas e a própria deficiência (SILVA; DAMACENO, 2015).

O número crescente de matrículas na rede regular de ensino que vêm sendo indicadas pelo Censo Escolar traz à tona a discussão urgente: "Como deve se dar essa formação?" (BRASIL, 2020; RETONDO; SILVA, 2008). Se antes essas pessoas estavam segregadas da sociedade nos manicômios, hospitais e instituições especializadas, hoje elas estão ocupando espaços e tendo visibilidade. Não há como ignorar as diversas exclusões que o ambiente escolar vem perpetuando.

Por isso, se faz necessário reavaliar e reformular os currículos dos cursos de formação de professores, de modo que possibilite esse docente a contemplar a todos em sala de aula e pautar a sua prática nas necessidades formativas particular de cada discente (PAULA; GUIMARÃES; SILVA, 2018). Em outro trabalho os autores Paula, Guimarães e Silva (2017) elencam e discorrem sobre alguns aspectos fundamentais que relacionam os saberes, especificamente sobre a deficiência visual, que o professor precisa dominar para ser um agente ativo no processo de inclusão.

- **Conhecer sobre a deficiência visual do aluno:** Ninguém sabe mais sobre a deficiência do que o próprio aluno. Por essa razão, antes do professor planejar qualquer atividade ou desenvolver um material adaptado, ele precisa ouvi-lo. É sua responsabilidade mapear as particularidades da DV, descobrindo se ela foi adquirida ou é congênita, se existe algum resíduo visual, se o estudante tem domínio do Sistema Braille e se tem preferência em utilizá-lo. Esses são alguns questionamentos que podem ser utilizados na sua pesquisa e baseado nas respostas iniciar seu planejamento de aula/atividades.

- **Saber vincular os conceitos químicos através de representações que não dependem estritamente da visão:** A Química, assim como as outras ciências exatas, utiliza demasiadamente representações visuais para explicar diversos fenômenos. Se o professor lança mão desse tipo de recurso, ele limita a aprendizagem de quem não consegue enxergar. É necessário utilizar ferramentas que despertem os outros sentidos.

- **Saber trabalhar a linguagem matemática:** Assim como nas representações dos conceitos, compreender as operações matemáticas envolvidas nos fenômenos que estão sendo estudados é fundamental. Para isso, o professor pode detalhar verbalmente o que está acontecendo em cada etapa do cálculo matemático e quais alterações são geradas.

- **Saber realizar atividades comuns aos alunos com e sem deficiência:** Incluir o ADV não diz respeito só a proporcionar equidade de aprendizagem, mas também promover a socialização com os demais. O ganho é para todos, e alunos sem deficiência, nessa troca, entendem o que é a deficiência, desenvolvem o respeito e desconstruem o estigma assistencialista que paira sobre a pessoa com deficiência.

- **Conhecer os recursos disponíveis que auxiliam no aprendizado de alunos com deficiência:** O professor precisa saber se existe na instituição de ensino profissionais especializados destinados ao acompanhamento do aluno, se há uma sala de recurso e tecnologias assistivas disponíveis. Além disso, é essencial que ele tenha habilidades e competências para criar condições de acessibilidade, conhecendo o Sistema Braille e quais caminhos são necessários percorrer para criar um recurso didático.

Portanto, é necessário que o docente tenha empatia e saiba que cada aluno com DV é único, assim como os sem deficiência. Mesmo que o professor tenha tido a melhor instrução durante a graduação sobre a EE ele pode enfrentar dificuldades e se sentir inseguro com a sua prática. A função dessa formação é dar amparo ao futuro professor e gerar incômodo, que o permita se colocar no lugar do DV. Como enfatiza Freire (1991), “ninguém começa a ser educador numa certa terça-feira às quatro a tarde. Ninguém nasce educador ou marcado para ser educador. A gente se faz

educador, a gente se forma, como educador, permanentemente, na prática e na reflexão sobre a prática” (FREIRE, 1991, p. 58).

### 3.4 PRODUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICO-PEDAGÓGICOS PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL E O ENSINO DE QUÍMICA

Nascimento, Machado e Costa (2020) realizaram uma análise da construção e utilização de MD para alunos com DV no período de 2009 a 2018, na qual identificaram que dentro da amostragem selecionada - dissertações, artigos de revistas e resumos de encontros/congressos - boa parte dos materiais foram construídos a partir de matérias-primas de baixo custo e fácil acesso, além de ser observado o uso da tecnologia acoplada a alguns desses recursos. Porém, existe uma ideia “instrumentalista” desses materiais. Como se eles por si só fossem capazes de garantir a aprendizagem. A sua função é auxiliar o professor na mediação do conteúdo através da interação social.

Outro ponto importante destacado por eles relaciona-se à inclusividade. Um material inclusivo tem a função de abranger todos os alunos. Entretanto, o que se observa é que há uma restrição de público-alvo, pois somente os alunos com DV fazem uso. Nestes trabalhos analisados não foi levado em consideração o aspecto “Saber realizar atividades comuns aos alunos com e sem deficiência”, tido como conhecimento primordial ao professor que deve estar incorporado a sua prática cotidiana de acordo com Paula, Guimarães e Silva (2017).

Quando avaliada as produções nacionais relacionadas ao Ensino de Química (EQ) e DV é identificada uma defasagem. No Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência (ENPEC) no intervalo de 1997 a 2017 só foram apresentados seis trabalhos, o que representa aproximadamente 0,062% do total de trabalhos apresentados nas 20 edições do evento, sobre os temas: tabela periódica, soluções e distribuição eletrônica (ARENARE; MÓL, 2020). Santos (2019) em seu levantamento também discute sobre essa baixa produção, mesmo tendo na amostragem, a revista de Ensino de Ciência (EC) e EQ de grande destaque, não são encontrados muitos trabalhos.

Dentre as produções que existem na área, identifica-se que os autores Gerson Mól, Eder Camargo e Anna Maria Benite têm um grande destaque (PAULA;

GUIMARÃES; SILVA, 2018). São eles os orientadores de alguns grupos de pesquisas, mestrandos e doutorandos no campo da Ei. Vale ressaltar que o professor Camargo, de Física, é o primeiro docente com DV no Brasil a alcançar o título livre-docência pela Universidade Estadual Paulista (GOMES, 2016).

O cenário apresentado é reflexo da formação docente que vem sendo ofertada nas universidades. No que tange à área da Química, poucas mudanças nas práticas pedagógicas são observadas (SILVA *et al.*, 2019). São valorizadas metodologias tradicionais com enfoque na memorização de informações, onde o professor tem o papel de transmissor e o aluno de receptor, duramente criticada por Freire (1997) e nomeada como educação bancária. Esta supõe indiretamente que a bagagem e os conhecimentos prévios dos alunos não tenham validade, valorizando um ensino pautado na hierarquização.

Nela, o educador aparece como seu indiscutível agente, como o seu real sujeito, cuja tarefa inclinável é “encher”os educandos dos conteúdos de sua narração. Conteúdos que são retalhos da realidade desconectados da totalidade em que se engendram e em cuja visão ganhariam significação (FREIRE, 1997, p. 61).

Esse tipo de abordagem vem desestimulando a todos. É muito comum, assim que chegam no Ensino Médio, os alunos exporem uma pré-concepção da Química deturpada, não sabem relacioná-la com o que acontece ao nosso redor e, após terem contato com a disciplina, possuem bastante dificuldades (SILVA *et al.*, 2019). Esse distanciamento com a Química, e as outras Ciências Exatas, segundo Chassot (2003), pode impactar na leitura de mundo desse indivíduo. A Ciência é uma linguagem que tem por finalidade auxiliar a ler o mundo à nossa volta. O domínio dessa linguagem nos dá suporte para construir argumentos e hipóteses que possam explicar os fenômenos naturais e sociais.

De acordo com o Novo Ensino Médio, instaurado pela lei 13.415/17, as disciplinas serão organizadas por área de conhecimento (BRASIL, 2017). A Química faz parte das Ciências da Natureza e suas Tecnologias em conjunto com a Biologia e a Física, e a jornada formativa dos alunos será composta por itinerários formativos (BNCC, 2016). As competências específicas que devem ser alcançadas nessa área são:

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação -TDIC (BNCC, 2016, p. 555).

Os desafios do professor de Química, com essa reforma, se expandem. É necessário agora trabalhar o currículo de forma transdisciplinar com uma carga horária extremamente reduzida. No que diz a inserção de MDA para mediação dos conteúdos aos alunos com deficiência visual, quando feito da maneira correta, é possível observar que esses materiais são uma excelente ferramenta para estimular a curiosidade e os sentidos remanescentes (MAGALHÃES; KAWAKAMI, 2020). Alguns critérios devem ser levados em consideração, segundo Cerqueira e Ferreira (1996):

**Tamanho:** é necessário que todos os detalhes estejam perceptíveis. O material não pode ser muito grande, pois prejudica a leitura global e dificulta o transporte.

**Significação Tátil:** é necessário o uso de diferentes texturas que tenham contrastes, como liso/áspero e fino/espesso para criar relevos perceptíveis ao tato.

**Aceitação e segurança:** as texturas não podem gerar incômodo ou colocar em risco a integridade física do ADV.

**Estimulação Visual:** para os alunos com baixa visão, o material deve dispor de cores fortes e contrastantes.

**Fidelidade:** o material deve ser fidedigno às representações reais.

**Resistência:** as matérias-primas utilizadas na confecção do material devem agregar resistência e permitir que ele tenha uma longa durabilidade.

Mesmo que tenham sido tomados todos os cuidados na confecção do material, é imprescindível que o aluno com DV avalie e dê suas percepções, como foi priorizado nos trabalhos de Cid (2017), Silva (2017) e Santos (2019). Em um mesmo grupo de DV, a aceitação e a avaliação do recurso podem ser totalmente diferentes. Isso porque cada pessoa pode ter adquirido a deficiência em diferentes momentos da vida, tenham sensibilidades no tato diferentes, podem ter um material em braille ou utilize um ledor, entre outros.

### 3.5 FORMANDO PROFESSORES PARA O TRABALHO COM PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL: DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS DIDÁTICOS ESPECIALIZADOS DE QUÍMICA E SOCIALIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

No ano de 2015 no IFRJ *campus* Duque de Caxias nascia um projeto de Iniciação Científica (IC) voltado para a produção de materiais didáticos adaptados de química para ADVs, a partir da demanda de alunos do curso de Licenciatura em Química a respeito da temática após uma palestra na disciplina de Química em Sala de Aula IV com o professor Aires Silva do IBC. Iniciou-se assim a parceria IFRJ/IBC, docentes de ambas as instituições junto aos licenciandos começaram a desenvolver materiais de química para os alunos.

Para formalização do trabalho que já estava sendo desenvolvido, foi escrito um projeto e submetido na modalidade PROCIÊNCIA a Pró-Reitoria de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação (PROPPI). Deste modo, foi possível solicitar bolsas PIBIC (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica) para expandir a atuação dos alunos e fomentos para a compra de materiais e demais recursos.

Desde seu surgimento, professores de química do IFRJ *campi* Caxias e Nilópolis, em conjunto com os alunos do curso de licenciatura que atuaram tanto como bolsistas quanto como voluntários, vêm desenvolvendo MDA. Isso possibilitou a formação inicial e continuada, no âmbito da EE a professores de química, realizando a divulgação e popularização dos conhecimentos sobre a produção de materiais e essa modalidade de educação à comunidade interna e externa. Nesses seis anos, o grupo produziu uma diversidade de materiais. Na Tabela 1 está descrito o tipo de material e a temática, já na Figura 1 é possível observar um compilado de fotos de alguns materiais.

Tabela 1. Produção de materiais didáticos do projeto.

<b>Materiais grafotáteis e ampliados</b>	Estudo das propriedades específicas da matéria - Parte 1/2 (1 caderno 28x29cm)
	Estudo das propriedades específicas da matéria - Parte 2/2 (1 caderno 28x29cm)
	Introdução à Cinética Química (1 caderno 28x29cm)
	Fatores que influenciam na velocidade das reações (1 caderno 28x29cm)
	Processos de separação de misturas (1 caderno 28x29cm)
	Forças intermoleculares (1 caderno 28x29cm)
	Termoquímica (1 caderno 21,6x35,6cm)
	Estação de tratamento de água (1 prancha 30x42cm)
<b>Livro falado</b>	Tabela Periódica (mp3)
<b>Materiais tridimensionais</b>	Estação de tratamento de água tridimensional
	Tabela periódica tridimensional
	Gráfico em acrílico das reações com e sem catalisador

Fonte: Autora, 2021.



Figura 1. Compilado de produções do projeto e registo da avaliação de alunos.



Fonte: Arquivo pessoal do projeto.

Os materiais passíveis de replicação ficam disponíveis no catálogo do site do IBC e são encontrados juntamente com o procedimento de solicitação na página oficial do instituto pelos caminhos: Produção de Materiais Especializados < Material Didático. É na Divisão de Desenvolvimento e Produção de Material Especializado (DPME) do IBC que tudo ganha forma. Com a atuação dos profissionais do setor são feitas as adaptações e testes com os revisores cegos.

A participação nas revisões do início ao fim desses profissionais com deficiência, destaca a importância de integrar essas pessoas na construção de políticas voltadas a elas, como destaca Sassaki (2007) e Silva *et al.* (2021b). Uma das funções do IBC é a elaboração e produção de material didático-pedagógico para pessoas com DV e distribuir a nível nacional, reconhecer a autoridade dessas pessoas e dar voz às suas percepções, permite que esse material seja o mais eficiente possível e esteja sujeito a atingir os objetivos propostos.

A IC em sua essência propõe-se atuar na formação inicial dos licenciandos em Química. Apesar de conter componentes curriculares no programa de curso voltados à EE e à EI, quando comparados aos créditos de outros componentes, o tempo de imersão dos discentes a esses conhecimentos acaba sendo baixo. Por isso se faz necessário iniciativas como a do projeto, que já coloque esses futuros professores sob reflexão, que os dê oportunidade de construir tecnologias assistivas junto aos profissionais especializados com e sem DV, além de proporcionar o contato direto com o público alvo dos materiais (SILVA *et al.*, 2021a,b).

Dentre diversas produções do grupo, detalhadas na Tabela 2, vale destacar a escolha da EE para tema de dois TCC. O primeiro trabalho foi sobre os materiais grafotáteis e ampliados “Introdução à Cinética Química” e “Fatores que influenciam na velocidade das reações” (CID, 2017) e o segundo, da mesma modalidade, “Estação de tratamento de água” (SANTOS, 2019). Ter esses dois trabalhos e este sobre “Modelos atômicos” demonstra que atuar no projeto despertou nesses alunos interesse em pesquisar e se debruçar a respeito da inclusão de pessoas com NEE no Ensino da Química (EQ).

Tabela 2. Produção acadêmica do projeto.

<b>Modalidade</b>	<b>Autores</b>	<b>Trabalho</b>	<b>Ano</b>
TCC	CID, T. P.	Cinética na ponta dos dedos: um recurso de tecnologia assistiva para alunos com deficiência visual	2017
	SANTOS, L. S.	Química ao alcance das mãos: produção de uma estação de tratamento de água bidimensional tátil para alunos com deficiência visual	2019
Artigo	SILVA, A. C.; CID, T. P. ; ROCHA, A. C. S. ; PENCO, V. S. N. ; ESTEVAO, A. P. S. S.	Recurso didático acessível sobre processos de separação de misturas para alunos com deficiência visual	2021
Capítulo de livro	SILVA, A. C.; CID, T. P. ; PENCO, V. S. N. ; ESTEVAO, A. P. S. S.	Cinética química na ponta dos dedos: um recurso de tecnologia assistiva para alunos com deficiência visual	2021
	SILVA, A. C.; SANTOS, A. P. B.; ESTEVAO, A. P. S. S.; ROCHA, A. C. S.; OLIVEIRA, M. S.; CID, T. P.; PENCO, V. S. N.	Confecção de materiais didáticos adaptados sobre propriedades específicas da matéria para alunos para alunos com deficiência visual	2021
	SILVA, A. C.; SANTOS, L. S. ; PENCO, V. S. N. ; ESTEVAO, A. P. S. S.	Química ao alcance das mãos: produção de uma estação de tratamento de água bidimensional tátil para alunos com deficiência visual	2020

Fonte: Autora, 2021.

## 4 DESENHO METODOLÓGICO

### 4.1 A PESQUISA

Segundo Gil (2002), a pesquisa pode ser compreendida como um procedimento racional e sistemático que investiga respostas a questionamentos e problemas expostos. É por meio da pesquisa que se constrói conhecimentos básicos para respaldar argumentos, hipóteses e teorias ou até mesmo para organizar os dados e informações que já existem, mas encontram-se desordenados. O processo desde o início até o fim da pesquisa se dá em diversas etapas, nelas são empregados métodos, técnicas e procedimentos científicos.

A pesquisa em questão apresenta uma abordagem qualitativa. Neste tipo de abordagem há uma maior interação entre o pesquisador e os indivíduos ou o ambiente de pesquisa. De acordo Minayo (2002, p. 21-22) a pesquisa qualitativa trata de “um universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis”. Desta forma, o objeto de estudo é visto em sua integralidade e não como um mero número.

Respaldado nas informações apresentadas na introdução e na fundamentação teórica sobre a escassez de materiais didáticos para ADVs foram produzidos dois cadernos pedagógicos sobre Modelos Atômicos em parceria com o IBC. Nos dois volumes dos cadernos são utilizados recursos como: o Sistema Braille, fonte específica, impressão em alto relevo de imagens e *QR Codes* interligados a áudios.

### 4.2 PERCURSO METODOLÓGICO

Para atingir os objetivos propostos neste trabalho, as etapas expostas, na Figura 2, foram executadas:

Figura 2. Etapas de produção do caderno pedagógico



Fonte: Autora, 2021.

Na primeira etapa foi escolhido o tema. A partir da análise da literatura foi observada a escassez de materiais em braille da área de química. Apesar de existirem trabalhos que tenham foco em materiais didáticos, grande parte deles trata de materiais táteis produzidos a partir de recursos de fácil acesso e baixo custo. Como exemplo, temos os materiais propostos por Fernandes *et al.* (2017); Maranhão *et al.* (2018); Ribeiro *et al.* (2019); Souza *et al.* (2018).

A construção de recursos táteis demanda dos docentes conhecimentos específicos e tempo, sabe-se que no atual cenário da educação pública brasileira muitos professores trabalham em mais de uma escola e precisam cumprir atividades que excedem a sua carga horária de trabalho. Por isso, ter a possibilidade de solicitar um material que foi produzido com todo cuidado por profissionais especializados vem a facilitar a inclusão dos alunos na sala de aula. Tendo em vista essas dificuldades, observou-se que o conteúdo de Modelos Atômicos, que é um dos assuntos iniciais abordados no 1º ano do Ensino Médio, tem baixas produções e todas encontradas foram materiais tridimensionais.

Escolhido o tema, partimos para a segunda e a terceira etapa do processo, que aconteceram paralelamente, ou seja, à medida que se escrevia eram feitas as correções. Como estávamos em quarentena, toda essa parte inicial foi realizada de forma remota por intermédio de ferramentas como o *Google* documentos, grupo no *WhatsApp* e encontros via *Google Meet*. A busca exploratória dos conteúdos que circundam o tema em livros didáticos de Química do ensino médio, indicou que a abordagem se dá de uma maneira mais objetiva, sem se explorar a parte histórica por trás, quais etapas foram percorridas e os obstáculos que foram vencidos para a

validação de cada teoria, como foram as experimentações e estudos que permitiram as descobertas das subpartículas atômicas (prótons, nêutrons e elétrons).

Com isso, a pesquisa foi expandida a outras fontes como: artigos científicos, jornais e artigos de revistas. Nessas novas referências, foram encontradas informações bem detalhadas e que enriqueceram ainda mais a escrita do recurso didático. É importante destacar que desde a escrita existiu uma preocupação com a adaptação, principalmente com as imagens que se deseja acrescentar ao material. Foi feita uma análise que permitiu confirmar se elas eram apropriadas para a adaptação e a texturização. Após a finalização desta etapa, uma copidesque do IBC avaliou a parte textual e fez as correções gramaticais necessárias.

Como o conteúdo textual produzido estava bem extenso, a equipe pensou em armazenar as informações da bibliografia dos cientistas e algumas curiosidades em áudios curtos. Assim, o tamanho do material diminuiria e teríamos um recurso que estimularia o sentido da audição. Uma radialista gravou os áudios em um dos estúdios do Benjamin Constant seguindo o roteiro disponibilizado, e os arquivos no formato mp3 foram armazenados em uma pasta no *Google Drive*. Para inserir esse recurso no caderno foram utilizados *QR Codes*, através do site *QR Code Generator* na opção URL (*Uniform Resource Locator* - localizador uniforme de recursos) adicionou-se o *link* do arquivo salvo no *drive* e foi criado um *QR Code*.

Desta forma, o usuário do caderno só precisaria escanear o código pela câmera do celular ou por um aplicativo que leia esse tipo de código para ouvir os áudios. Na etapa quatro foi realizada a adaptação do caderno para os alunos com baixa visão pela *designer* gráfica do IBC. As imagens foram desenvolvidas no programa *CoreIDRAW* com base no modelo proposto pela equipe e modificadas pela profissional, de modo que elas consigam transmitir as informações que se desejam e que as cores de cada elemento sejam contrastantes a ponto do estudante com baixa visão diferenciá-los facilmente.

O texto foi formatado na fonte ampliada e especializada *APHont* (*American Printing House for blind*), organizado e dividido em cada página do caderno com a dimensão de 28cm X 29cm, tamanho padrão dos cadernos produzidos. Em seguida, na etapa cinco, foi feita a transcrição do texto para o braille. Como o material é destinado também às pessoas com cegueira ou com baixíssimos resquícios visuais, que optam pelo uso do braille, foi utilizado o programa Braille Fácil 5.0 e a Grafia

Química Braille para viabilizar o acesso desse público. Em sequência, etapa 6, foi feito o encaixe do braille com a tinta.

A transcritora em conjunto com a *designer* revisou página a página se os textos em tinta, ou seja, com a fonte ampliada corresponde ao que foi transcrito para o Sistema Braille. A revisão foi realizada por uma revisora cega que, com o auxílio de um vidente, fez a leitura de todo o material e indicou se era necessário fazer alguma modificação ou correção. Na etapa 7 de texturização, a bolsista do projeto foi até o IBC realizar a texturização das imagens com a supervisão do profissional da área de Química da equipe de produção de materiais. Neste momento, foram utilizados materiais como: linhas, botões, diferentes papéis, miçangas e entre outros para texturizar as imagens e seguiu para a etapa seguinte.

As imagens recém texturizadas receberam uma película PVC e foram colocadas na máquina termoduplicadora para criação do relevo, etapa 8. O uso desse material em conjunto com a impressão em braille e em tinta permite que os cadernos possam ser replicados em larga escala e distribuídos por todo o Brasil. O material final é bem resistente e por conta da película que permite o uso de uma infinidade de texturas, essa película abranda texturas de materiais que ao toque direto dos ADVs poderiam machucar ou serem desconfortáveis, mas com o uso dela são amenizadas. Como as atividades de aula no IBC estão ocorrendo de maneira remota, a avaliação final foi feita excepcionalmente por três revisores cegos.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A fim de contribuir para as produções da área e tentar minimizar a escassez de materiais didáticos especializados da área da Química apontados por Arenare, Mól (2020) e Santos (2020) foi construído um caderno pedagógico sobre a “Evolução dos Modelos Atômicos” por uma parceria IFRJ/IBC. Para a produção foi levado em consideração os critérios listados abaixo pontuados por Cerqueira e Ferreira (1996) como essenciais já detalhados no tópico 3.4 “Produção de materiais didático-pedagógicos para pessoas com deficiência visual e Ensino de Química”.

- **Tamanho**
- **Significação tátil**
- **Aceitação e segurança**
- **Estimulação Visual**
- **Fidelidade**
- **Resistência**

Além dos seis critérios anteriores, foram levados em consideração os pontos descritos por Silva (2017):

- **Detalhes meramente ilustrativos devem ser eliminados:** qualquer recurso visual que não agrega na aprendizagem do aluno precisa ser eliminado, assim como elementos da figura que não contribuem para o significado global.
- **Revisão do material por usuários cegos:** é fundamental a testagem do material por pessoas com DV (revisores e alunos), para garantir que a escrita braille e as adaptações estejam adequadas.
- **Presença de legendas em caso de diferentes texturas utilizadas:** para identificar qual elemento representa determinada textura, é necessária a inserção de legenda. É importante que ela venha antes da figura, assim a pessoa com DV saberá do que se trata cada textura.
- **Fonte:** para os alunos com baixa visão é necessário utilizar uma fonte ampliada, a fonte específica empregada foi a APHont, no tamanho 24.

- **Impressões ampliadas:** assim como o texto que está em uma fonte ampliada, os recursos visuais precisam estar em um tamanho adequado. Porém, caso a ampliação seja feita de forma exacerbada, esbarra no critério tamanho.

## 5.1 ELABORAÇÃO DO MATERIAL

Assim que escolhida a temática do caderno pedagógico, com base na necessidade de distribuição de materiais do IBC e pelas baixas produções de materiais da área já discutida por Fochesato e Guimarães (2017); Santos (2019), iniciou-se a pesquisa bibliográfica. A princípio foram utilizados livros didáticos como referência, porém foi observado que o tema, de modo geral, é abordado por um viés conteudista. A fim de fazer um recorte que englobasse a história e filosofia da ciência por trás das teorias atômicas, utilizou-se: artigos científicos, reportagens de jornais e revistas para expandir as fontes de pesquisa.

Depois do material teórico escrito e corrigido, foram necessários ajustes. Foi dividi-lo em duas partes, por uma questão de produção, de encadernação e utilização prática. Como o texto ficou bem extenso, caso a divisão não existisse, o aluno poderia apresentar dificuldade em transportar o caderno e a leitura se tornaria cansativa. Além desse ajuste, as informações sobre a bibliografia dos cientistas e algumas curiosidades foram gravadas no formato de áudio em um estúdio do IBC e os alunos podem acessá-los escaneando QR codes, Apêndice A.

O volume 1 traz uma discussão, com base na Filosofia, dos primeiros questionamentos e formulações de hipóteses do que viria a constituir a matéria, leis ponderais e a primeira teoria atômica aceita cientificamente, desenvolvida por John Dalton. Assim o aluno pode associar a interdisciplinaridade do conhecimento, quais são os caminhos para que uma hipótese, teoria ou experimentação seja validada e que a construção da Ciência não se dá de forma linear.

Na etapa de adaptação, uma designer gráfica organizou os textos na fonte específica *APHont* no tamanho 24 e elaborou as imagens. Essas modificações são imprescindíveis para permitir a inclusão das pessoas com baixa visão, que não sabem ler o braille ou preferem o texto ampliado. O critério de Cerqueira e Ferreira (1996), tomado como base aqui foi o de estimulação visual. Nas imagens com cores utilizou-se contrastantes para que a compreensão do aluno sobre o que a figura representa

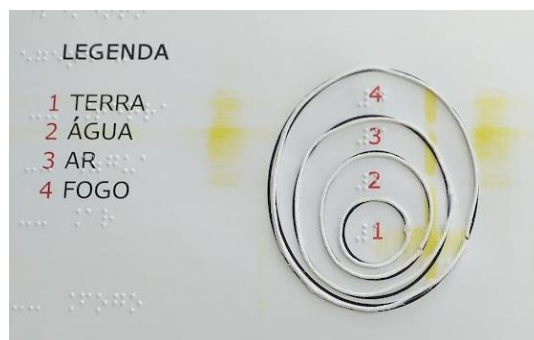


não seja prejudicada. A versão dos cadernos, parte 1 e 2, com essas adaptações estão no Apêndice B e C.

A transcrição é feita através do programa Braille Fácil 5.0 com o aporte da Grafia Química Braille, as simbologias como seta de reação ou estado de agregação da matéria são representadas pelas simbologias desta grafia. Com a finalização da transcrição é feita uma leitura de confronto, nela um revisor cego com o auxílio de um vidente, avalia se há possíveis erros no texto em braille. Caso seja identificado, são feitas as correções indicadas e o revisor confere novamente se está adequada, esta etapa é definida como revisão.

Na texturização, as imagens e gráficos são adaptados para os alunos cegos, cria-se o alto relevo. São utilizados materiais de baixo custo e fácil acesso, como: linhas, botões, papéis, tecidos, lixas e *stickers*. A Figura 3 foi texturizada utilizando apenas uma linha de algodão (tipo corrente) e cola branca. Foi dado um certo distanciamento de um círculo para o outro, respeitando a numeração em braille, para que no processo seguinte a textura não estivesse sobreposta ao braille (Figura 3).

Figura 3. Texturização da página 6 do caderno “Evolução dos Modelos Atômicos (parte 1/2)”.

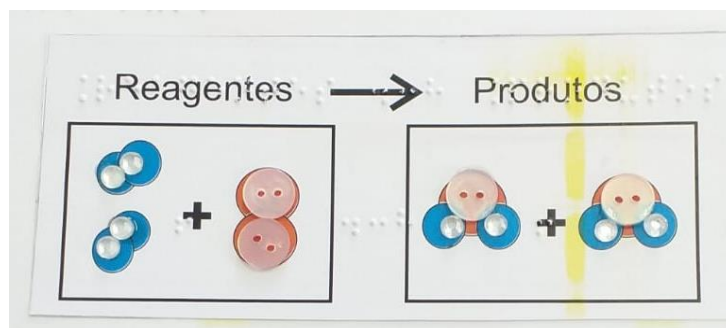


Fonte: Autora, 2021.

Na Figura 4 foram utilizados botões e *stickers*. Nela é representada a reação de formação da água, no lado dos reagentes temos duas moléculas de hidrogênio ( $H_2$ ), que foram simbolizadas pelos *stickers*, e uma de oxigênio ( $O_2$ ), representada pelos botões de plástico tamanho médio. Essas texturas além de representarem esses dois átomos, teve como função representar também a diferença entre os raios atômicos dos elementos químicos. Como o hidrogênio tem o menor raio atômico foi representado por *stickers* e oxigênio que tem um raio maior pelo botão.

Para as moléculas de  $H_2$ , os dois stickers foram colados bem próximos com uma cola instantânea, foi seguido o mesmo padrão para a de  $O_2$  só que com os botões. Já para as moléculas de água, o produto da reação, o botão ficou ao meio dos dois *stickers* que estavam dispostos em uma geometria angular (Figura 4).

Figura 4. Texturização da página 16 do caderno “Evolução dos Modelos Atômicos (parte 1/2)”.



Fonte: Autora, 2021.

Assim como na primeira texturização, todos os QR Codes presentes em ambas as partes do caderno de Evolução de Modelos Atômicos foram texturizados com a linha de algodão (tipo corrente) no seu quadrante de entorno, pois durante o texto é indicado a existência desse recurso. A Figura 5 expressa algumas modificações que podem ser realizadas nessa fase, como o texto em tinta é adicionado na página antes do braille, pode acontecer do braille ocupar um espaço maior que o esperado. Assim como na Figura 3 foi dado um espaçamento do braille, neste caso de 2 cm. Com a película de PVC após o processo de termofixação, a designer pode verificar a localização exata do quadrante do QR Code e pode posicioná-lo no computador na melhor posição de encaixe.

Figura 5. Texturização da página 22 do caderno “Evolução dos Modelos Atômicos (parte 1/2)”.



Fonte: Autora, 2021.

Após essa explanação inicial do átomo filosófico, a primeira parte do caderno é encerrada com a primeira teoria atômica. Como o modelo proposto por Dalton se assemelha a uma bola de bilhar e o átomo é definido como indivisível, utilizou-se uma lixa de madeira P50. Foi recortada no formato de um círculo (representação bidimensional) e colada na página com a parte áspera para cima (Figura 6).

Figura 6. Texturização da página 23 do caderno “Evolução dos Modelos Atômicos (parte 1/2)”.



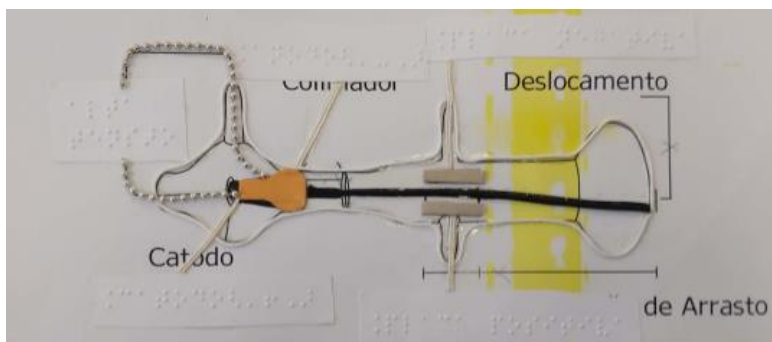
Fonte: Autora, 2021.

Caso o ADV tivesse contato direto e explorasse o material com esse tipo de textura mais grosseira, a integridade física dele e a segurança seria colocada em risco de acordo com Cerqueira e Ferreira (1996) e reiterado por Silva (2017). Cid (2017) e Santos (2019). Entretanto, como na etapa de impressão será utilizada uma película plástica para criar o alto relevo, a textura será abrandada. Diante disso, quando o aluno tocar a figura ou gráfico para explorá-los, não terá incômodo ao tato ou risco de machucar suas mãos.

A Figura 7 demonstra a texturização da aparelhagem utilizada por Thomson na experimentação dos raios catódicos. Como na figura existem muitos elementos, foi aplicado diversos materiais para diferenciar cada elemento da experimentação. Abaixo é listado quais materiais foram utilizados para cada elemento:

- Tubo de raios catódicos: linha de algodão (tipo corrente);
- Placas: papel paraná (1,0 mm);
- Raios catódicos: linha cordonê encerada 1mm;
- Anodo e catodo: papel cartão liso, com três camadas sobreposta para dar altura;
- Alta tensão: linha cordão de bolinhas prata (2,5 mm).

Figura 7. Texturização da página 4 do caderno “Evolução dos Modelos Atômicos (parte 2/2)”.



Fonte: Autora, 2021.

O modelo atômico proposto por Thomson, era definido como uma esfera (um círculo na escala bidimensional) carregada positivamente com elétrons incrustados, manteve-se a mesma textura do átomo de Dalton com acréscimo de pequenos *stickers* (elétrons). Na Figura 8 é possível observar como ficou a texturização.

Figura 8. Texturização da página 6 do caderno “Evolução dos Modelos Atômicos (parte 2/2)”.



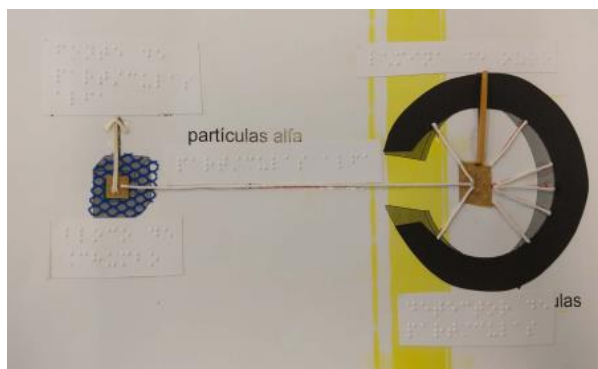
Fonte: Autora, 2021.

Assim como a texturização do experimento dos raios catódicos, a Figura 9 apresenta muitos detalhes. Como é necessário diversificar o uso dos materiais, empregando normalmente uma mesma textura em elementos que convergem o significado, ampliamos as matérias-primas. Abaixo é indicada quais foram empregadas para representar o experimento com partículas alfa de Rutherford:

- Caixa de proteção: tecido tela volley azul com formato hexagonal
- Polônio: papel kraft tracejado;
- Seta indicando o Polônio: linha de algodão trançada;
- Partículas alfa: linha de algodão (tipo corrente);
- Detector: lixa d'água P180;
- Placa de ouro: papel kraft pontilhado;

- Seta indicando a placa de ouro: palito de fósforo.

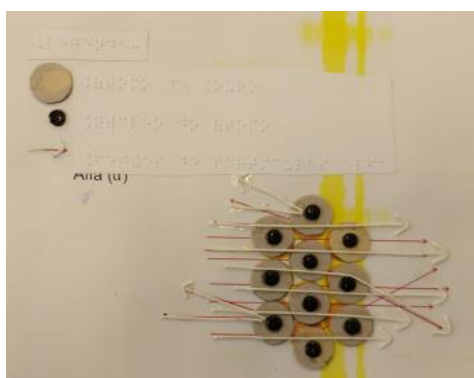
Figura 9. Texturização da página 11 do caderno “Evolução dos Modelos Atômicos (parte 2/2)”.



Fonte: Autora, 2021.

Em algumas figuras nas quais a legenda precisou ser modificada ou que não estava transcrita para o braille, foi necessário escrevê-las manualmente na máquina de datilografia braille. Após o revisor conferir a escrita, a palavra ou frase era recortada e colada no local correto com o auxílio de uma fita dupla face. Para representar o espalhamento de partículas alfa pela placa de ouro foi desenvolvida a Figura 10. Ela demonstra que as partículas podem atravessar, em virtude dos espaços vazios que existem na matéria, ou sofrer espalhamento ao se chocar com o núcleo do átomo.

Figura 10. Texturização da página 12 do caderno “Evolução dos Modelos Atômicos (parte 2/2)”.

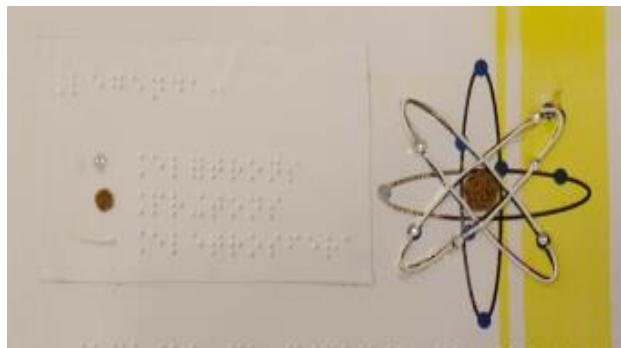


Fonte: Autora, 2021.

- Átomo: papel paraná 1,0 mm;
- Núcleo do átomo: botão de plástico pequeno;
- Feixes de partícula alfa: linha de algodão (tipo corrente).

No modelo proposto por Rutherford, Figura 11, foram mantidos três materiais utilizados anteriormente para padronizar. Os elétrons foram representados por *stickers* pequenos, a eletrosfera por linha de algodão (tipo corrente) e o núcleo do átomo pela lixa de madeira.

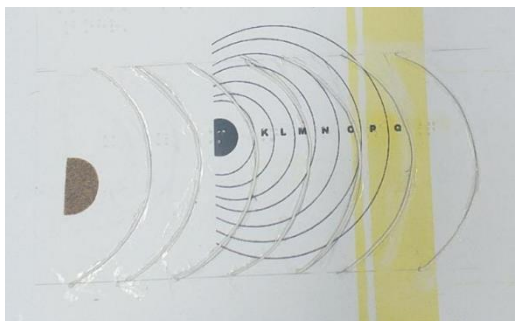
Figura 11. Texturização da página 14 do caderno “Evolução dos Modelos Atômicos (parte 2/2)”.



Fonte: Autora, 2021.

Na Figura 12, modelo proposto por Bohr das sete camadas eletrônicas, utilizou-se as mesmas texturas da figura anterior, com exceção dos stickers. Nesta imagem foi necessário ajustar o tamanho dessas camadas, de forma que houvesse espaço entre as letras que representam as camadas em braille. Com isso, desenhamos novamente as camadas em lápis e a linha foi colocada seguindo essa nova orientação.

Figura 12. Texturização da página 19 do caderno “Evolução dos Modelos Atômicos (parte 2/2)”.

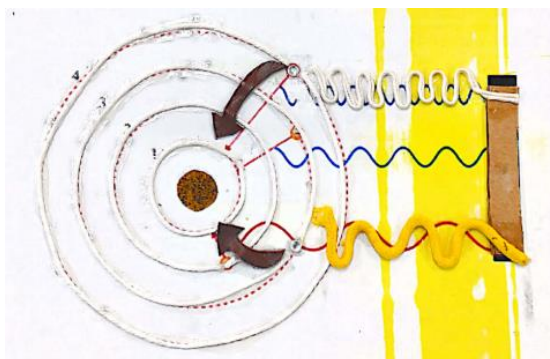


Fonte: Autora, 2021.

A figura do caderno, aqui representada pela 13, discute a relação do salto quântico com a liberação de energia eletromagnética. Os elementos semelhantes a texturização anterior foram mantidos, os novos foram representados pelos seguintes materiais:

- Seta do salto: tecido em couro com duas camadas sobrepostas;
- Onda eletromagnética com maior comprimento: linha de algodão cordonê encerada 2 mm;
- Onda eletromagnética com menor comprimento: linha de algodão trançada.

Figura 13. Texturização da página 21 do caderno “Evolução dos Modelos Atômicos (parte 2/2)”.



Fonte: Autora, 2021.

Em seguida partimos para o processo de termoformação (também conhecido como termoformagem), no qual cria-se um relevo em uma película de PVC. É utilizada uma máquina *Thermoform*, uma termoduplicadora, onde é colocada fina película de PVC sobre um molde (a página com as figuras texturizadas) e por um aquecimento ela ganha a forma das texturas utilizadas (CID, 2017). Pela Figura 14 é possível observar a máquina *thermoform* e a película.

Figura 14. Máquina thermoform e película PVC.



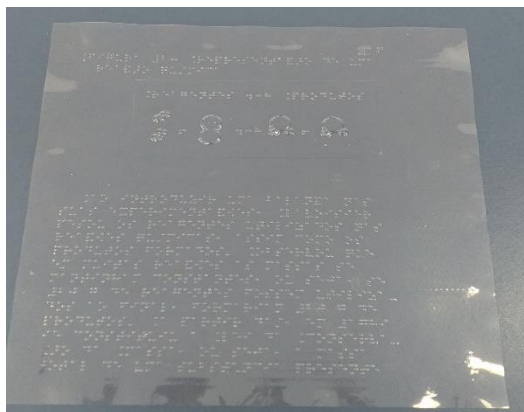
Fonte: Autora, 2021.

Esse processo é feito manualmente e demora poucos segundos, a principal vantagem de utilizá-lo é que o material se torna passível de distribuição. Como quase



todos os materiais didáticos produzidos no IBC tem essa finalidade, a termoduplicação possibilita, por um baixo custo, que esse material seja impresso inúmeras vezes. Além disso, como é uma película que será encadernada com o braille e o texto em tinta, amplia-se o uso de texturas. Na Figura 15 é possível observar o relevo gerado de um dos cadernos finalizados.

Figura 15. Película PVC com alto relevo.



Fonte: Autora, 2021.

## 5.2 AVALIAÇÃO DO MATERIAL

Esta etapa é primordial para dar credibilidade ao trabalho, é imprescindível que as pessoas com deficiência participem de todo o processo de desenvolvimento do material e ao final avaliem o recurso (Silva *et al.*, 2021b). Como levanta Sasaki (2017) “Nada sobre nós, sem nós”, não há como saber as reais necessidades, anseios e angústias das pessoas com deficiência sem dar voz a elas. É preciso integrá-las verdadeiramente nessas políticas, para que sejam capazes de incluir e dar visibilidade a esse público.

Existem alguns trabalhos na literatura que não seguem essa premissa, mas que vendem uma ideia inclusivista. Testam os materiais com videntes vendados, para simular de alguma forma a cegueira. Ser uma pessoa com deficiência visual está além de não “enxergar” por alguns minutos, a pessoa com deficiência tem as suas particularidades e individualidades. A deficiência afeta o modo como essa pessoa lê e compreende o mundo a sua volta, como aprende, se locomove, entre outros.

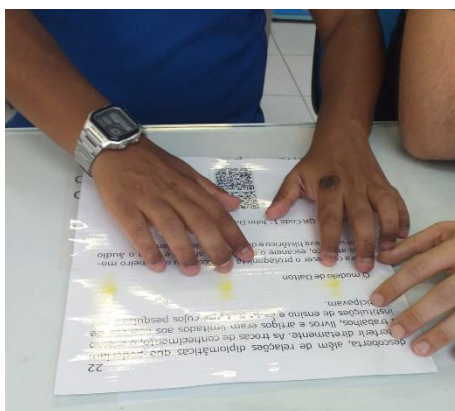
A avaliação dos cadernos pelos alunos do IBC não está disponível neste trabalho por conta dos prazos de defesa do TCC. Essa etapa será realizada entre os



meses de fevereiro e março de 2022 em sala de aula com a mediação de um(a) professor(a) de química. Assim como a atuação dos revisores cegos, a participação dos alunos na produção do recurso didático permite que o material esteja mais adequado para auxiliar o docente no ensino do conteúdo de evolução dos modelos atômicos aos ADVs. Somente depois disso pode ser solicitado o registro ISBN<sup>3</sup> e o material fica disponível para a ampla distribuição.

A Figura 16 mostra um dos momentos de avaliação do revisor cego, que com o auxílio de um vidente é guiado - simulando a atuação do professor em sala de aula na mediação do conteúdo para o aluno com o recurso didático. Como em todas as etapas os revisores são consultados e convidados a verificar a existência de erros, o produto final costuma ter poucas correções. De acordo com os avaliadores, os relevos estavam adequados à proposta e conseguiram atingir os objetivos.

Figura 16. Avaliação do revisor cego



Fonte: Autora, 2021.

Um dos pontos da avaliação que enfatiza que cada pessoa com deficiência visual é única, assim como as pessoas sem deficiência, foi o uso do QR Code. O primeiro revisor ao testar, escaneando pelo seu celular e depois que ouviu o áudio teve a seguinte fala:

*“Eu achei genial essa ideia do QR Code, porque hoje em dia a tecnologia está muito junta ao deficiente. Isso serve até como incentivo ao deficiente visual que ainda não*

---

<sup>3</sup> É a sigla para o termo em inglês “*International Standard Book Number*” (Padrão Internacional de Numeração de Livro) para um registro numérico de publicações. Esse registro assemelha-se a um código de barras, composto por 13 números que indicam: o autor, título, país, editora e edição.

*aderiu a essas tecnologias. Porque assim ... existem pessoas que não aderem. Então assim, mostrando pra eles isso acaba de uma certa forma incentivando o uso da tecnologia” (Revisor 1).*

Como nenhum outro material didático já produzido pelo instituto tinha a configuração braille-tinta-áudio, esperava-se que pudesse existir uma certa resistência ou até mesmo apresentar erros. As falas entusiasmadas do revisor 1 demonstram a importância de incluir a tecnologia nesses materiais, que é apontada por Nascimento, Machado e Costa (2020) como uma tendência nas produções atuais. Assim, além do material ficar mais dinâmico e interativo, ele estimula que os DVs aprendam a manusear recursos tecnológicos como esse que estão normalizados no nosso dia a dia.

Outros recursos como softwares leitores de tela e ampliadores de tela, lupa eletrônica para TV já são amplamente utilizados e a sua aplicação não se restringe somente à área de ensino (CID, 2017). Como uma parte do público alvo é composta por jovens, que possuem de certa forma uma maior afinidade pela tecnologia, agregá-la aos materiais didáticos pode chamar atenção desses alunos. Já para o público da Educação de Jovens e Adultos (EJA), que possuem uma dificuldade com essas inovações é uma oportunidade de apresentá-las. Em contrapartida ao Revisor 1, o 2 apresentou um pouco de resistência.

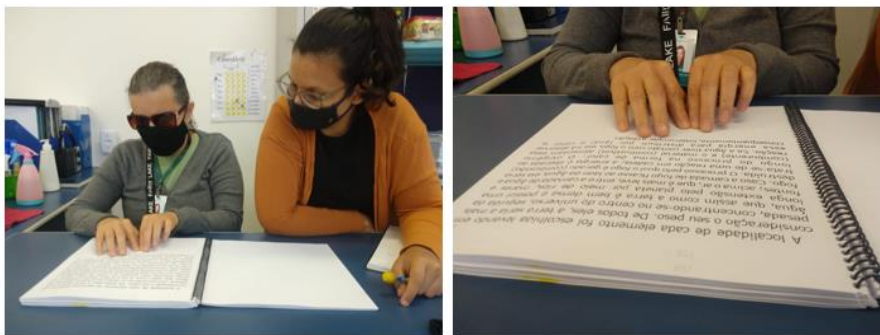
*“É interessante, né?! Mas assim, eu vou falar uma coisa que é uma opinião minha. Para o cego praticante da leitura braille, por mais que a tecnologia seja sensacional ela tem muitas limitações. Como essas informações são pequenas, eu acho interessante, agora se você pegar uma informação grande eu prefiro ler” (Revisor 2).*

Essas falas demonstram que em uma amostragem pequena, as preferências das pessoas com DV podem ser bem diferentes. Essa diferenciação pode ter sido influenciada pelos diferentes hábitos de leitura com materiais em braille e pelo acesso, e preferência, do uso de outras tecnologias assistivas pelos diferentes avaliadores.

Após a encadernação da primeira parte foi feita uma leitura de confronto com uma revisora cega (revisora 3), essa leitura aconteceu com o auxílio de um vidente como é demonstrado na Figura 17, que verifica se o texto em braille que está sendo lido pela revisora corresponde ao texto em tinta. Essa verificação é feita página a

página, os erros identificados são anotados e posteriormente corrigidos. Mesmo que já tenha ocorrido essa leitura anteriormente, ao longo da construção do material são realizadas modificações de ajuste. Desta forma, antes do caderno seguir para avaliação dos alunos, se faz essa revisão geral.

Figura 17. Leitura de confronto do caderno “Evolução dos Modelos Atômicos (parte 1/2)”.



Fonte: Autora, 2021.

Foram encontrados alguns erros como: trechos do texto em braille que não correspondiam ao em tinta e vice-versa, falta de legenda em braille, separação de palavras em braille incorreta e escrita incorreta das equações química. Foram necessárias algumas pausas durante a leitura para a revisora beber água e para que os mediadores, um professor de química do instituto e uma licenciada em química, discorressem sobre alguns pontos relevantes e curiosidades sobre o conteúdo.

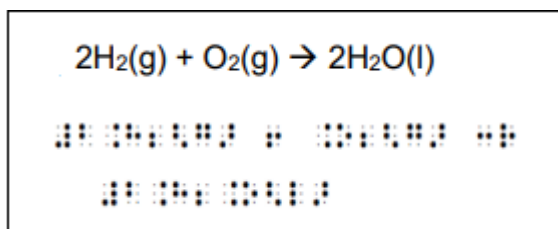
Assim como nas outras duas revisões, as figuras texturizadas foram aprovadas e cada textura utilizada foi facilmente diferenciada. Os QR Codes foram lidos pelo celular de um dos videntes, em virtude da revisora não ter essa funcionalidade ou algum aplicativo no seu aparelho que verificasse os códigos, o que pode ser feito em sala de aula para auxiliar o aluno a acessar os áudios. Assim como o revisor 1, a revisora 3 gostou bastante da inclusão do recurso no material e de saber quem eram os cientistas por trás das descobertas.

O erro na escrita das reações químicas citado anteriormente, deve-se a existência de uma grafia específica denominada Grafia Química Braille. De acordo com o documento a grafia “dispõe de símbolos representativos para transcrição em braille do componente curricular de Química, suas entidades em diferentes posições, diagramas, notações específicas, determinadas figuras e estruturas permitindo maior e melhor acesso das pessoas cegas aos textos científicos” (BRASIL, 2017, p. 9). A

criação de uma simbologia própria permite que as pessoas cegas tenham uma maior acessibilidade à escrita da área.

Na Figura 18 é possível observar um exemplo dessa grafia, inclusive essa reação está presente na parte 1 do caderno. Como os materiais produzidos precisam estar dentro do padrão das normas vigentes, seguindo a grafia química braille, as equações foram corrigidas.

Figura 18. Exemplo da escrita de uma equação química em braille.



Fonte: adaptado BRASIL, 2017, p. 25.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É imprescindível o debate sobre a Educação Especial nos cursos de formação de professores, destacando os cursos de licenciatura em química. Como a Química se trata de uma Ciência baseada em representações visuais, ter discussões que incomodem esses futuros professores e os permitam pensar “Como os não videntes podem ter acesso a essas representações?” desde a sua formação inicial se faz necessário. Porém, ao investigar os currículos dos cursos, as produções da área e os relatos dos ADVs é possível inferir que algo falhou no caminho.

Embora existam leis, decretos e estatutos, o cumprimento e a criação de políticas públicas para as pessoas com deficiência no Brasil acontecem de forma lenta. Pensando em formas de inclusão na sala de aula, os recursos didáticos são uma maneira, quando produzidos corretamente, de mediar o conteúdo a esses alunos com NEE. Alguns critérios importantes devem ser levados em consideração durante a produção: tamanho, significação tátil, aceitação e segurança, estimulação visual, fidelidade, resistência, revisão por DVs, presença de legendas, uso de fonte específica e impressões ampliadas.

Antes de começar a construir o material, o professor precisa conhecer o seu aluno, descobrir quais são as suas reais necessidades e particularidades. Com base nesse levantamento e os critérios citados anteriormente, iniciar a produção. Após finalizá-lo, avaliar com o aluno com deficiência e realizar os ajustes e modificações indicadas por ele. Parcerias como a descrita neste trabalho, entre o IFRJ e o IBC, tem a contribuir para a qualidade do produto gerado. Por mais que o docente siga todos os passos necessários, o envolvimento de profissionais especializados e a disponibilidade de mais instrumentos garante uma maior confiabilidade ao recurso.

O material gerado por este TCC, dois cadernos pedagógicos sobre “Evolução dos Modelos Atômicos”, se encontra em finalização. A previsão é que entre fevereiro e março de 2022, após a correção dos revisores cegos, os alunos da Educação Básica do IBC avaliem os cadernos. Em seguida, aos ajustes realizados (caso seja necessário), inicia-se o processo de registro. A matriz fica armazenada na Divisão de Desenvolvimento e Produção de Material Especializado e os materiais tornam-se passíveis de replicação. Desta forma, alunos de escolas públicas de qualquer região

do Brasil poderão ter acesso a eles através das solicitações de suas respectivas instituições.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, T. S.; ARAÚJO, F. V. Diferenças experienciais entre pessoas com cegueira congênita e adquirida: uma breve apreciação. **Revista Interfaces**, ano 1, v. 1, n. 3, jun. 2013.
- ARENARE, E. C. C; MÓL, G. S. Educação Inclusiva e Deficiência Visual: Mapeamento do Ensino de Química nos Encontros Nacionais de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPECs - 1997-2017). **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, mar. 2020.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: [https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88\\_Livro\\_EC91\\_2016.pdf](https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf). Acesso em: 01 set. 2021.
- BRASIL. **Decreto Nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999**. Diário Oficial da União, Brasília, 1999. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d3298.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3298.htm). Acesso em: 24 jun. 2021.
- BRASIL. **Decreto Nº 5.296, de 02 de dezembro de 2004**. Diário Oficial da União, Brasília, 2004. 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). Acesso em: 24 jun. 2021.
- BRASIL. **Decreto Nº 5.626, de 22 de dezembro de 2005**. Diário Oficial da União, Brasília, 2005. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/decreto/d5626.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5626.htm). Acesso em: 17 ago. 2021.
- BRASIL. Lei 10.436, 24 de abril de 2002. **Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras e dá outras providências**. Disponível: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/l10436.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10436.htm). Acesso em: 15 ago. 2021
- BRASIL. Lei 13.146, 06 de julho de 2015. **Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)**. Disponível em: [http://www.punf.uff.br/inclusao/images/leis/lei\\_13146.pdf](http://www.punf.uff.br/inclusao/images/leis/lei_13146.pdf). Acesso em: 21 jul. 2021.
- BRASIL. Lei 13.415 de 16 de fevereiro de 2017. **Altera as leis 9.394/96 e 11.494/07**. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm). Acesso em: 13 out. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2016. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf). Acesso em: 13 out. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Lei nº 9.394/96, de Diretrizes e Bases da Educação**. Brasília, 1996. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/tvescola/leis/lein9394.pdf>. Acesso em 23 jul. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. **Grafia Química Braille para uso no Brasil**. 3º ed. Brasília, 2017. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=comdocman&view=download&alias=74021-quimica-braille-para-uso-no-brasil-pdf&category\\_slug=outubro-2017-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=comdocman&view=download&alias=74021-quimica-braille-para-uso-no-brasil-pdf&category_slug=outubro-2017-pdf&Itemid=30192). Acesso em 20 dez. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. **Declaração de Salamanca**. Brasília, SEESP/MEC, 1994. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Modalidades Especializadas de Educação. **PNEE: Política Nacional de Educação Especial: Equitativa, Inclusiva e com Aprendizado ao Longo da Vida**. Brasília, SEMESP/MEC, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias/mec-lanca-documento-sobre-implementacao-da-pnee-1/pnee-2020.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2021.

CABRAL, L. S. A.; SILVA, A. M. Desafios para a formação de professores em Educação Especial e a contribuição do ensino colaborativo. **Revista Diálogos e Perspectivas em Educação Especial**, v. 4, n. 1, p. 61-72, 2017.

CERQUEIRA, J. B.; FERREIRA, E. M. B. Os recursos didáticos na Educação Especial. **Revista Benjamin Constant**, Rio de Janeiro, n. 5, p.15-20, 1996.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, jan-abr 2003.

CID, T. P. **Cinética química na ponta dos dedos**: um recurso de tecnologia assistiva para alunos com deficiência visual. 2017. 85f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química). Instituto Federal do Rio de Janeiro, Duque de Caxias, 2017.

CORRÊA, M. A. M. **Educação Especial**. v.1, 5º reimp., Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2010.

COSTA, K. M. G.; KALHIL, J. D. B.; TEIXEIRA, A. F. Perspectiva histórica da formação de professores de Química no Brasil. **Latin American Journal of Science Education**, v. 1, p. 1261-1 - 1261-15, 2015.

DEPAE. **Resolução CNE/CEB nº 2, de 11 de setembro de 2001**. Disponível em: <http://www.depae.prograd.ufu.br/legislacoes/resolucao-cneceb-no2-de-11-de-setembro-de-2001>. Acesso em: 23 jul. 2021.

FERNANDES, J. M.; FRANCO-PATROCÍNIO, S.; ZAMBELLI, M. H.; FREITAS-REIS, I. A elaboração de materiais para o ensino de modelos atômicos e distribuição

eletrônica para discente cego: produtos de um projeto PROBIC-JR. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 6, p. 95-108, 2017.

FIGUEIRA, E. **As pessoas com deficiência na história do Brasil: uma trajetória de silêncios e gritos!** 4 ed., Rio de Janeiro, 2021.

FOCHESATO, R. A.; GUIMARÃES, O. M. Tendências das pesquisas internacionais sobre Ensino de Ciências para deficientes visuais: foco nos materiais didáticos para o Ensino de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 3, n. 1, p. 47-68, 2017.

FREIRE, P. **A Educação na Cidade**. São Paulo: Cortez, 1991.

FREIRE, P. Educação “bancária” e educação libertadora. *In*: PATTO, M. H. S. (Org.). **Introdução à Psicologia Escolar**. 3 ed., São Paulo: Casa do Psicólogo, 1997, p. 61-81.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4 ed., São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, M. Deficiência Visual. **Cadernos da TV Escola**, Ministério da Educação, Secretaria de Educação a Distância, Brasília, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/deficienciavisual.pdf>. Acesso em: 10 out. 2021.

GOMES, V. Professor da Unesp é o primeiro cego a tornar-se livre-docente no país. **Notícias de Botucatu**, Botucatu, 14 jun. 2016. Cidade, Educação, Geral, Saúde & Comportamento. Disponível em: <https://noticias.botucatu.com.br/2016/06/14/professor-da-unesp-e-o-primeiro-cego-a-tornar-se-livre-docente-no-pais/>. Acesso em: 10 out. 2021.

JANNUZZI, G. Algumas concepções de educação do deficiente. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 09-25, maio 2004.

JESUS, J. G. Para o ENADE: O “esquema 3+1” permanece na formação dos professores de Geografia?. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PRÁTICAS DE ENSINO EM GEOGRAFIA, 14., 2019, São Paulo. **Anais ...** São Paulo: ENPEG, 2019. p. 3969-3981.

LEÃO, G. B. O.; SOFIATO, C. G. A educação de cegos no Brasil no século XIX: Revisitando a história. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Bauru, v. 25, n. 2, p. 283-300, abr.-jun., 2019.

MAGALHÃES, P. G. S.; KAWAKAMI, L. M. M. Recursos Didáticos para alunos com Deficiência Visual: Uma análise de Pesquisas no Brasil. **Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, v. 14, n. 50, p. 1153-1169, maio 2020.

MARANHÃO, J. C.; DAXENBERGER, A. C. S.; SANTOS, M. B. H. O Ensino de Química na perspectiva inclusiva: proposta de adaptação curricular para o ensino da evolução dos modelos atômicos. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, Mossoró, v. 4, n. 12, p. 568-587, nov. 2018.



MENDES, E. G. A radicalização do debate sobre inclusão escolar no Brasil. **Revista Brasileira de Educação**, v. 11, n. 33, p. 387-405, set.-dez. 2006.

MINAYO, M. C. S. Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social. *In*: MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 21° ed., Petrópolis: Editora Vozes, 2002, p. 09-29.

NASCIMENTO, T. S.; MACHADO, S. M. F.; COSTA, E. S. Ensino de Química e a deficiência visual: análise dos inventários descritivos sobre materiais didáticos. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 11, n. 6, p. 350-371, out./dez. 2020.

PAULA, T. E.; GUIMARÃES, O. M.; SILVA, C. Formação de Professores de Química no Contexto da Educação Inclusiva. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 11, n. 1, p. 03-29, mai. 2018.

PAULA, T. E.; GUIMARÃES, O. M.; SILVA, C. S. Necessidades Formativas de Professores de Química para a Inclusão de Alunos com Deficiência Visual. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 3, p. 853-881, dez. 2017.

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

RETONDO, C. G.; 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, nov. 2008.

RIBEIRO, S. D.; SOUSA, C. S.; SILVA, L. O.; PEREIRA, A. R.; PEREIRA, M. R. A aprendizagem de Química ao toque das mãos: uma proposta de material didático inclusivo. **Scientia Amazonia**, v. 8, n.3, C1-C9, 2019.

RIBEIRO, T.; CASA, G. M. A Educação Especial no Brasil: legislação e breve contexto histórico. **Revista Professare**, v. 7, n. 3, p. 34-46, nov. 2018.

SANTOS, L. S. **Química ao alcance das mãos**: produção de uma estação de tratamento de água bidimensional tátil para alunos com deficiência visual. 2019. 64f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química). Instituto Federal do Rio de Janeiro, Duque de Caxias, 2019.

SASSAKI, R. K. Nada sobre nós, sem nós: da integração à inclusão - Parte 2. **Revista Nacional de Reabilitação**, n. 58, p. 20-30, set-out 2007.

SCHEIBE, L. A formação pedagógica do professor licenciado - contexto histórico. **Perspectiva**, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 31-45, ago-dez 1983.

SILVA, A. C. **A importância do desenvolvimento de um material grafotátil na área de Química para alunos cegos e com baixa visão**. 2017. 43 f. Monografia

(Especialização em Educação Especial e Inclusiva). Universidade Cândido Mendes, Rio de Janeiro, 2017.

SILVA, A. C.; CID, T. P.; PENCO, V. N.; ESTEVÃO, A. P. S. S. Cinética química na ponta dos dedos: um recurso de tecnologia assistiva para alunos com deficiência visual. *In*: CASTRO, P. A. (Org.). Ebook: **Educação como (re)Existência: mudanças, conscientização e conhecimentos**. 1 ed., Campina Grande: Editora Realize, 2021a, p. 546-565.

SILVA, A. C.; CID, T. P.; ROCHA, A. C. S.; PENCO, V. S. N.; ESTEVÃO, A. P. S. S. RECURSO DIDÁTICO ACESSÍVEL SOBRE PROCESSOS DE SEPARAÇÃO DE MISTURAS PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, p. 5871-5884, 2021b.

SILVA, A. C.; SANTOS, A. P. B.; ESTEVÃO, A. P. S. S.; ROCHA, A. C. S.; OLIVEIRA, M. S.; CID, T. P.; PENCO, V. S. N. Confeção de materiais didáticos adaptados sobre propriedades específicas da matéria para alunos com deficiência visual. *In*: ARAÚJO, M. M.; ALVES, C. J. L. (Org.). **Educação: Minorias, Práticas e Inclusão 2**. 1ed. Ponta Grossa: Atena Editora, 2021, p. 214-232.

SILVA, A. C.; SANTOS, L. S.; PENCO, V. S. N.; ESTEVÃO, A. P. S. S. **Química ao alcance das mãos: produção de uma estação de tratamento de água bidimensional tátil para alunos com deficiência visual**. *In*: Eduardo Gomes Onofre; Margareth Maria de Melo; Sandra Meza Fernandez. (Org.). E-book: **Construindo diálogos na educação inclusiva: acessibilidade, diversidade e direitos humanos**. 1 ed., Campina Grande: Realize Editora, 2020, v. 1, p. 1256-1275.

SILVA, W. D. A.; DAMASCENO, M. M. S. A química no contexto da educação especial: o professor, o ensino e a deficiência visual. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 1, n. 1, p. 20-28, out. 2015.

SILVA, W. D. A.; RODRIGUES, I. C.; ARAÚJO, J. M. F.; SILVA, M. M. “Tem que colocar o dedo dele nos lugares que a Química tá, querer explicar alguma coisa, já que a gente não vê com a visão”: uma análise sobre a aprendizagem de alunos com deficiência visual no Ensino de Química. **Revista Diálogos e Perspectivas na Educação**, Marapá, v. 1, n. 1, p. 20-31, jul.-dez. 2019.

SOUZA, E. G.; VIEIRA, D. H. B.; CARVALHO, A. W.; GOMES, M. F.; SANTOS, G. A. Construção de uma tabela periódica interativa com recurso de áudio adaptada para o Ensino de Química a estudantes com deficiência visual. **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 12, p. 23-30, 2018.

UNICEF. **Declaração Universal dos Direitos Humanos**. 1948. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/declaracao-universal-dos-direitos-humanos>. Acesso em: 24 jul. 2021.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Visual impairment and blindness**. 2021. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>. Acesso em: 10 out. 2021.

## APÊNDICE A

### TEXTO DOS QR CODES E O CÓDIGO

#### QR Code 1: John Dalton (1766 – 1844)

John Dalton nasceu em 6 de setembro de 1766 na cidade de Eaglesfield (Inglaterra), antes mesmo de desenvolver a primeira teoria atômica foi uma longa jornada de estudos e descobertas. Inicia-se aos doze anos lecionando aulas na *Quaker 's School* de Springfield, sob a supervisão do professor que o alfabetizou juntamente com o seu pai. Após receber formação na área da Matemática e Ciências, tornou-se professor titular em uma escola fundada por seu primo George Bewley em Kendall, estabeleceu-se permanentemente em Manchester em 1783.

Durante quinze anos de sua vida, dedicou-se a observar mais de duzentos mil fenômenos meteorológicos. Em 1793 publicou suas anotações em um livro com outros trabalhos sobre gases, importantíssima base para a Química. Na série de documentos “Ensaio Experimentais”, Dalton voltou-se para os gases e todas as questões que o cercavam. Pautou-se nessas descobertas, nas teorias da Física Clássica e da Matemática para formular o primeiro modelo atômico com bases científicas.



#### QR Code 2: Curiosidade - Daltonismo

Daltonismo é uma expressão a uma anomalia na visão que afeta a percepção de determinadas cores, recebeu esse nome em homenagem a John Dalton, o primeiro cientista a estudar sobre ela. Além de ser portador de um dos tipos. Hoje também pode ser nomeada como discromatopsia, condição gerada quando as células do cone localizadas na retina são afetadas, e conseqüentemente a interpretação de alguns tipos de cores diminuem ou não são detectadas. Pode ser adquirida geneticamente ou gerada por outros problemas de visão.

Existem três tipos: protanopia que impede que a cor vermelha seja vista e os objetos com essas tonalidades podem ser visto no espectro do marrom ao verde (tipo sofrido por Dalton); deuteranopia quando o verde não pode ser visto, percebe-se tons de marrom a cinza; tritanopia, o tipo mais raro, que interfere na diferenciação de tonalidades de azul, o amarelo é observado como rosa claro e o laranja não é enxergado. Não existem tratamentos médicos para recuperar as células do cone danificadas, uma forma de resolver temporariamente é o uso de lentes ou óculos especiais.



### **QR Code 3: Joseph John Thomson (1856 – 1940)**

Joseph John Thomson nasceu em 18 de dezembro de 1856, em Cheetham Hill, onde viveu a maior parte da sua vida. O pontapé da sua vida acadêmica foi aos 14 anos quando ingressou no Owens College para cursar engenharia. Tendo aptidões e interesse pela Física, leis das combinações químicas e estrutura atômica da matéria. Aos dezenove anos na segunda tentativa, foi admitido para a Trinity College a fim de continuar seus estudos em Matemática e Física, permanecendo na instituição até sua morte aos 84 anos, em Cambridge (Inglaterra). Estudou a natureza da matéria e suas propriedades elétricas e químicas, e investigou experimentalmente a condução de eletricidade por gases.

Diferentemente de outros estudiosos, enfatizou teorias não-matemáticas com representação mecânica, quando buscava respostas matemáticas. Sua fama ultrapassou as fronteiras da Inglaterra, promovendo a vinda de jovens estrangeiros para que trabalhassem sob sua orientação no laboratório Cavendish, destacando Ernest Rutherford, que mais tarde iria propor um novo modelo atômico. Com a publicação do artigo “Raios Catódicos” em 1897, levou o prêmio Nobel e nove anos depois o segundo “em reconhecimento aos grandes méritos de suas investigações teóricas e experimentais sobre a condução de eletricidade em gases”.



#### **QR Code 4: Ernest Rutherford (1871 – 1937)**

Ernest Rutherford nasceu em 30 de agosto de 1871, próximo à cidade de Nelson, na Nova Zelândia. Sua vida acadêmica até o doutorado, sobre a magnetização do ferro, se deu no seu país de origem. Desenvolveu-se como pesquisador, quando entrou na Universidade de McGill em Montreal (Canadá), foi professor e dirigiu o laboratório de física durante dez anos. Lá trabalhou com Frederick Soddy, desenvolvendo pesquisas sobre a transmutação dos elementos em emissões radioativas. O seu encontro com Thomson, ocorreu na Universidade de Manchester (Inglaterra), quando Rutherford foi solicitado a preencher uma cadeira de Física da instituição, mais tarde com a aposentadoria de Thomson do Laboratório Cavendish se tornaria o novo diretor.

Foi um dos precursores do estudo sobre a radioatividade, iniciando com as emissões radioativas do urânio em Cambridge, juntamente com uma equipe de outros físicos conseguiu distinguir os tipos de emissão (alfa e beta), além de descrever as propriedades e características. Rutherford analisou curvas de decaimentos e recuperação de diversos elementos químicos classificados como radioativos, permitindo que elaborasse a teoria de transmutação - a teoria diz respeito à capacidade que determinados elementos químicos possuem em transformar-se em outro. Sua influência como cientista lhe conferiu um Prêmio Nobel de Física, em 1908, e a criação do terceiro modelo atômico aceito.



### **QR Code 5: Curiosidade - Marie Curie e a representatividade de mulheres na Ciência**

Maria Salomea Sklodowska nasceu em Varsóvia, Polônia, em 7 de novembro de 1877. Começou sua vida acadêmica indo para Paris, aos vinte quatro anos para cursar Física e Matemática. Três anos depois, casou-se com o professor Pierre Curie, responsável pela mudança do seu nome para Marie Curie. Por seu destaque e elevada capacidade de aprendizagem, teve acesso a uma carreira científica de grande sucesso, um feito extraordinário para uma mulher do século dezenove. Com o marido dedicou-se a estudar os elementos químicos “radioativos” e as suas aplicabilidades, tendo destaque o elemento rádio, testado na própria pele de Pierre que destinou o seu uso ao tratamento de tumores iniciando a radioterapia.

Por mais que Marie apresentasse capacidade como pesquisadora, como seu marido e os de sua época, enfrentou constantemente o preconceito da sociedade parisiense por ser uma mulher que iria contra os conceitos patriarcais moralmente aceitos. Após a morte do marido em um trágico acidente, Marie toma seu lugar e foi a primeira mulher a lecionar na Sorbonne. Com dois Prêmio Nobel, um da Física junto ao seu marido e com Henry Becquerel, e um da Química pela descoberta do elemento Rádio e Polônio. O tempo de exposição a tanta radiação gerou uma leucemia, a causa da sua morte. Irene Curie, filha de Marie e Pierre Curie, continuou o seu legado de seus pais, destacando-se nas suas pesquisas.



### **QR Code 6: Niels Bohr (1885 – 1962)**

Niels Bohr nasceu em 7 de outubro de 1885 em Copenhage, Dinamarca, filho de um professor universitário e neto de um influente político e comerciante judeu. Sua aptidão para a Física foi notada pelos professores ainda no ensino fundamental, suas perguntas necessitavam de um nível de conhecimento muito aprofundado na área, além de identificar erros nos livros didáticos. Os experimentos que fizera durante toda

a graduação, foram realizados em um pequeno laboratório caseiro do seu pai, uma vez que a universidade não tinha esse suporte. Sua dedicação e estudos realizados sobre tensão superficial da água e divulgado em um artigo científico, lhe rendeu uma medalha de ouro da Academia das Ciências Dinamarquesa.

Com o título de doutor, recebeu uma bolsa para estudar a estrutura do átomo com Thomson, na Inglaterra. Por divergências pessoais se uniu a um grupo de pesquisa da Universidade de Manchester, comandado por Rutherford, além de construir uma amizade. Por algumas das suas principais contribuições, a interpretação teórica da organização dos elementos na Tabela Periódica, teorias sobre as partículas subnucleares, o papel do isótopo 235 na fissão do urânio, a estrutura dos átomos e as radiações emitidas, foi premiado com o prêmio Nobel da Física em 1922. Durante a Segunda Guerra Mundial, exilou-se nos Estados Unidos por conta da sua descendência judaica e participou do projeto Manhattan em Los Alamos, Novo México.



### **QR Code 7: Curiosidade - Projeto Manhattan**

O Projeto Manhattan foi um programa criado pelos Estados Unidos durante a Segunda Guerra Mundial, a finalidade era gerar tecnologia e armas nucleares que pudessem mostrar poder às nações inimigas. O incentivo do projeto foi uma carta enviada para o presidente Franklin Roosevelt redigida pelos físicos Leo Swilard e Albert Einstein, na carta os cientistas alertavam o poder que os nazistas possuíam para construir armas nucleares.

O projeto contou com a participação de 50.000 pessoas, distribuídas em quatro bases pelos Estados Unidos. Foi inaugurado um reator nuclear na base de Los Alamos, Novo México, em 02 de dezembro de 1942. O primeiro teste de uma bomba atômica, conhecida como Trinity, foi feito três anos depois nessa mesma base.



O sucesso desse teste resultou em uma bomba na cidade de Hiroshima e três dias depois em Nagasaki, ambas no Japão, deixando 70.000 mortos.



## APÊNDICE B

Acesso ao caderno:

[https://drive.google.com/file/d/1hZeHKPM5OxwsKy\\_eAakwOyDLulaQILIJ/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1hZeHKPM5OxwsKy_eAakwOyDLulaQILIJ/view?usp=sharing)

## APÊNDICE C

Acesso ao caderno:

<https://drive.google.com/file/d/1FZb5gkIJF6PZBNFD30movO616ewalXrb/view?usp=sharing>

## APÊNDICE D

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Sr. (a) está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa **“Desenvolvimento de recursos didáticos e metodológicos na área de Ciências para alunos com deficiência visual”**. O objetivo geral do presente projeto consiste no desenvolvimento de recursos, materiais e metodologias adequados para o ensino de alunos com deficiência visual nas áreas de Ciências envolvendo mais especificamente Química, Biologia e Astronomia e também de materiais relacionados a Educação Infantil que agucem os alunos à Ciência.

O motivo que nos leva a estudar esse assunto é a demanda de materiais especializados pelas diferentes instituições de ensino no país devido à crescente entrada de alunos com deficiência visual em turmas regulares de ensino. Em especial, as salas de recursos destas instituições devem sempre conter material transcrito em braille com figuras em relevo para alunos cegos e materiais ampliados para alunos com baixa visão.

Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos: Produção e adaptação de materiais didáticos, de baixo custo, para alunos com deficiência visual, que possam ser reproduzidos por professores de salas regulares e/ou de recursos; com apoio e subsídios disponibilizados pelo IBC, produzir material didático especializado para distribuição em âmbito nacional nas áreas de Ciências, Biologia, Astronomia e Química de acordo com a demanda de escolas e professores; testagem do material com alunos cegos e com baixa visão do Ensino Fundamental e/ou Médio no IBC através de entrevistas, fotos da avaliação do material e preenchimento de questionários; divulgação de diferentes metodologias de ensino para pessoas cegas e com baixa visão através de publicações científicas; parcerias interinstitucionais entre o Instituto Benjamin Constant, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), o Observatório do Valongo (UFRJ), o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFRJ) na produção de material didático acessível; Produção de livros táteis na área da Educação Infantil para estimular os alunos pela leitura em Ciências.

Para participar deste estudo o Sr (a) não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelo pesquisador, que tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo.

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. O(A) Sr(a) não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma via será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida ao senhor. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos.

Eu, \_\_\_\_\_, portador do documento de Identidade \_\_\_\_\_ fui informado (a) dos objetivos da presente pesquisa de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Declaro que concordo em participar. Recebi uma via deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Rio de Janeiro, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do participante

Nome:

---

Assinatura do pesquisador(a)

Nome:

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar: CEP-UNIFAA - COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS DA FACULDADE DE MEDICINA DE VALENÇA

ENDEREÇO: RUA SARGENTO VITOR HUGO, 161, BLOCO B – BAIRRO DE FÁTIMA

CEP: 27600-000 – VALENÇA – RJ

FONE: (24) 24530700 – RAMAL: 817, E-MAIL: cep.unifaa@faa.edu.br

PESQUISADORES RESPONSÁVEIS: AIRES DA CONCEIÇÃO SILVA, ANA PAULA SODRÉ DA SILVA ESTEVÃO, ANDRÉA ESPINOLA DE SIQUEIRA, CRISTINA SILVA RIBEIRO DE SOUZA, FLÁVIA FERREIRA PASCOALINO, LÚCIO PAULO CRIVANO MACHADO, PRISCILA ALVES MARQUES, SILVIA LORENZ-MARTINS, SYLVIA SOARES DE SOUZA E VANESSA DE SOUZA NOGUEIRA PENCO

ENDEREÇO: AVENIDA PASTEUR, 350 – URCA

CEP: 22290-250 CIDADE: RIO DE JANEIRO – RJ

FONE: (21) 3478-4475 – EMAIL: airessilva@ibc.gov.br