



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA**

VIVIAN CAROLINE FARIAS

**BRICKS BRAILLE QUÍMICO: IMPLICAÇÕES PEDAGÓGICAS PARA O
ENSINO DE QUÍMICA A ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL**

**BELO HORIZONTE - MG
2023**

VIVIAN CAROLINE FARIAS

BRICKS BRAILLE QUÍMICO: IMPLICAÇÕES PEDAGÓGICAS PARA O ENSINO DE QUÍMICA A ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Tecnológica, com crédito à agência de fomento da bolsa da FAPEMIG.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre da Silva Ferry

Linha de Pesquisa IV – Práticas Educativas e Tecnologias Educacionais

**BELO HORIZONTE - MG
2023**

F224b Farias, Vivian Caroline
Bricks Braille químico: implicações pedagógicas para o ensino de química a estudantes com deficiência visual / Vivian Caroline Farias. – 2023.
193 f.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica.

Orientador: Alexandre da Silva Ferry.

Dissertação (mestrado) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais.

1. Educação inclusiva – Teses. 2. Pessoas com deficiência visual – Teses.
3. Braille (Sistema de escrita) – Teses. 4. Química – Estudo e ensino – Teses.
5. Ensino – Metodologia – Teses. 6. Imagem tridimensional – Modelos – Teses.
I. Ferry, Alexandre da Silva. II. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. III. Título.

CDD 371.9



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA - PPGET
Portaria MEC nº. 1.077, de 31/08/2012, republicada no DOU em 13/09/2012

Vivian Caroline Farias

“BRICKS BRAILLE QUÍMICO: IMPLICAÇÕES PEDAGÓGICAS PARA O ENSINO DE QUÍMICA A ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL”

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG, em 20 de dezembro de 2023, como requisito parcial para obtenção do título de Mestra em Educação Tecnológica, aprovada pela Comissão Examinadora de Defesa de Dissertação constituída pelos professores:

 gov.br

Documento assinado digitalmente
ALEXANDRE DA SILVA FERRY
Data: 01/02/2024 23:02:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Alexandre da Silva Ferry – Orientador
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais



Documento assinado digitalmente
WEBER HANRY MORAIS E FEU
Data: 30/01/2024 10:07:51-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Weber Hanry Morais e Feu
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais



Documento assinado digitalmente
IVINA PAULA DE SOUZA
Data: 28/12/2023 15:14:51-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Ivina Paula de Souza
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais



Documento assinado digitalmente
IVANISE MARIA RIZZATTI
Data: 28/12/2023 10:52:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Ivanise Maria Rizzatti
Universidade Federal de Roraima

Dedico este trabalho a minha mãe Schirlei das
Graças Alves da Rocha, meu exemplo e
inspiração de mulher, mãe, profissional e
pessoa.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela vida, saúde física e emocional e por permitir que o sonho de ser Mestre pudesse ser concretizado.

Minha mãe Schirlei das Graças Alves da Rocha, pelo apoio, suporte emocional, financeiro e por sempre ter me incentivado e acreditado no meu potencial.

Aos meus avós Marli Terezinha Farias, Almiro Farias (em memória), Idiair de Jesus Bühler e Levito Alves da Rocha (em memória), por terem exercido a função de pais em minha criação e formação de pessoa e caráter.

A minha prima Maria Anaide Bastos e a amiga de Curitiba Nathalia Novello, pelo apoio e suporte emocional.

Aos professores do Mestrado em Educação Tecnológica do CEFET-MG, especialmente da linha IV de pesquisa e aos colegas, em especial a Rafaela Pinto, da turma de 2021 e a Elen Cunha, da turma de 2022, do Mestrado em Educação Tecnológica, do CEFET-MG.

Ao colega Bernardo Lopes de Oliveira, aluno e voluntário do Laboratório *Maker* do CEFET – MG, pelos ensinamentos e auxílio durante a fase de confecção do recurso didático Bricks Braille Químico. E aos professores Enderson Cruz e Gabriel Tacchi, do laboratório *Maker* do CEFET-MG, pelos ensinamentos e contribuições durante a fase de confecção do recurso didático Bricks Braille Químico e escrita da dissertação.

Aos colegas mineiros Diego Silva Martins, Maria Auxiliadora Carvalho e Victor Leocádio Pinheiro, pelo acolhimento, auxílio e suporte emocional durante o período em que residi na cidade de Belo Horizonte-MG, para a realização do Mestrado.

Aos colegas do grupo de estudos GEMATEC, em especial ao Daniel Motta e Vinicius Rocha, pelo auxílio, contribuições e apoio.

A agência de fomento FAPEMIG, pela disponibilização do auxílio financeiro, através da bolsa de Mestrado e ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, pela disponibilização de infraestrutura adequada para a realização da pesquisa do Mestrado.

Também agradeço aqueles que duvidaram da minha capacidade, negaram auxílio e me desampararam quando mais precisei de suporte. Isso me proporcionou a ter mais determinação e garra para alcançar a conquista do título de Mestre.

E por fim, agradeço imensamente ao meu professor e orientador Dr. Alexandre da Silva Ferry, por proporcionar a realização deste sonho, por todos os seus ensinamentos, compartilhamento de experiências de vida e profissionais, pelas orientações e exigências. Graças a tudo isso é que evolui como pessoa e profissional durante esta trajetória.

“Considera o trabalho o melhor meio para progredir.”
Joanna de Ângelis

RESUMO

A presente dissertação é resultado de uma pesquisa de mestrado em Educação Tecnológica, realizada no campo de estudos sobre o Ensino de Ciências fundamentado em modelagem e a Educação inclusiva na temática da deficiência visual, dentro do contexto de uma linha de pesquisa sobre Práticas Educativas e Tecnologias Educacionais. Seu objeto de investigação são as implicações pedagógicas da utilização de um recurso didático inclusivo denominado Bricks Braille Químico no ensino de Química para estudantes com deficiência visual. Nesse contexto, a pesquisa é qualitativa, exploratória, conduzida por meio de entrevistas semiestruturadas e dois grupos focais. Ela foi orientada pelas seguintes questões: i) Quais são as implicações pedagógicas para as práticas educativas de professores de Ciências da Natureza frente a recursos didáticos inclusivos produzidos em um espaço Maker para o ensino de Química a estudantes com deficiência visual?; ii) Quais as contribuições que a Cultura Maker pode oferecer aos processos de produção de recursos didáticos inclusivos?; iii) Como proporcionar acesso às inscrições gráficas em Química a estudantes com deficiência visual? Diante disso, de acordo com a legislação brasileira, podemos compreender a Educação Inclusiva a partir da Teoria da Experiência da Ação Mediada (TEAM) e da Teoria da Ação Mediada (TAM), o que nos permitiu compreender a mediação pedagógica por meio do uso do BBQ em práticas docentes para alunos com deficiência visual. Além disso, os conceitos de John Gilbert, Justi e seus colaboradores, bem como Tarja Kinnuttila, fundamentam a confecção do Bricks Braille Químico, o qual incorpora a Grafia Química Braille, baseada no Manual da Grafia Química Braille para uso no Brasil. Assim, o percurso metodológico deste trabalho contou com o processo de modelagem desse recurso didático via prototipagem digital, utilizando softwares de modelagem tridimensional disponíveis no Lab Maker do CEFET-MG. As peças foram produzidas em impressoras 3D, e a pesquisa envolveu quatro grupos de participantes: professores cegos, professores de Ciências/Química experientes em Braille, professores de Química não familiarizados com Braille e estudantes cegos. Os resultados da investigação permitiram analisar as implicações pedagógicas da mediação do BBQ para o ensino de Química a estudantes cegos, bem como as possibilidades desse recurso no ensino inclusivo a estudantes com deficiência visual. Os resultados indicam que o BBQ é um recurso didático inclusivo com potencial promissor, proporcionando aos professores a utilização de um material didático acessível para a implementação em suas práticas docentes, tornando possível o ensino de tópicos de conteúdos da Química Orgânica, estequiometria, fórmulas estruturais e representações químicas.

Palavras-chave: Educação inclusiva; Deficiência visual; Grafia química braille; Ensino de Química; Recursos didáticos inclusivos; Modelagem 3D.

ABSTRACT

The present dissertation is the result of a master's research in Technological Education, conducted in the field of studies on Science Education based on modeling and inclusive education in the theme of visual impairment. It falls within the context of a research line on Educational Practices and Educational Technologies. The research focuses on the pedagogical implications of using an inclusive didactic resource called Bricks Braille Chemistry in the teaching of Chemistry for visually impaired students. In this context, the research is qualitative and exploratory, conducted through semi-structured interviews and two focus groups. It was guided by the following questions: i) What are the pedagogical implications for the educational practices of Natural Sciences teachers facing inclusive didactic resources produced in a Maker space for teaching Chemistry to visually impaired students?; ii) What contributions can the Maker Culture offer to the production processes of inclusive didactic resources?; iii) How to provide access to graphic inscriptions in Chemistry for visually impaired students? Therefore, according to Brazilian legislation, we can understand Inclusive Education based on the Theory of Mediated Action Experience (TEAM) and the Theory of Mediated Action (TAM), allowing us to comprehend pedagogical mediation through the use of BBQ in teaching practices for visually impaired students. Additionally, the concepts of John Gilbert, Justi, and their collaborators, as well as Tarja Knnuttila, underpin the creation of Bricks Braille Chemistry, which incorporates Braille Chemical Notation based on the Manual of Braille Chemical Notation for use in Brazil. Thus, the methodological process of this work involved the modeling of this didactic resource through digital prototyping, using 3D modeling software available at CEFET-MG's Maker Lab. The pieces were produced using 3D printers, and the research involved four groups of participants: blind teachers, experienced Braille Science/Chemistry teachers, Chemistry teachers unfamiliar with Braille, and blind students. The results of the investigation allowed for the analysis of the pedagogical implications of BBQ mediation for teaching Chemistry to blind students, as well as the possibilities of this resource in inclusive education for visually impaired students. The findings indicate that BBQ is an inclusive didactic resource with promising potential, providing teachers with the use of accessible teaching material for implementation in their teaching practices, enabling the teaching of Organic Chemistry topics, stoichiometry, structural formulas, and chemical representations.

Keywords: Inclusive Education; Visual Impairment; Braille Chemical Notation; Chemistry Teaching; Inclusive Didactic Resources; 3D Modeling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –Diagrama de interseção dos campos de estudo envolvidos na pesquisa.....	19
Figura 2 –Etapas da revisão sistemática.....	28
Figura 3 –Diagrama modelo de modelagem.....	52
Figura 4 –Percurso metodológico da pesquisa.....	60
Figura 5 –Fluxo de realização das entrevistas semiestruturadas.	66
Figura 6 –Fluxo de realização dos grupos focais.	67
Figura 7 –Roteiro de desenvolvimento de recurso didático inclusivo.	71
Figura 8 –Protótipo digital da peça que contém o símbolo do elemento oxigênio.	73
Figura 9 –Captura de imagem do software CuraUltimaker®.....	74
Figura 10 –Conjuntos parciais das peças do recurso didático produzido.	76
Figura 11 –Conjuntos parciais das peças do recurso didático produzido.	76
Figura 12 –Aluno cego manipulando peças do recurso didático.....	82
Figura 13 –Demonstração de ligação química através de um modelo tridimensional e o recurso didático Bricks Braille Químico.	86
Figura 14 –Revisor técnico braillista manipulando peças do recurso didático.	88
Figura 15 –Informações da formação dos participantes dos grupos focais.....	93
Figura 16 –Tempo de experiência profissional dos participantes.....	93
Figura 17 –Nível de conhecimento e convívio dos participantes com deficientes visuais.	94
Figura 18 –Recursos didáticos inclusivos Braille Químico Vazado, o Quebra-Cabeça Iônico e o Tabuleiro Alfanumérico em Braille.	95
Figura 19 –Participantes interagindo e manipulando recursos didáticos inclusivos.....	97
Figura 20 –Interação dos participantes do minicurso com o recurso didático Bricks Braille Químico.....	99
Figura 21 –Algumas peças de elementos químicos escolhidas pela dupla.....	101
Figura 22 –Algumas peças escolhidas pelo trio para compor o Mini Bricks Braille Químico.	103

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –Símbolos de alguns elementos químicos em braille	56
Quadro 2 –Símbolos de ligações covalentes em braille.....	56
Quadro 3 –Símbolos de coeficientes estequiométricos em braille.....	57
Quadro 4 –Símbolos de índices de fórmulas químicas em braille.	58
Quadro 5 –Símbolos de inscrições químicas variadas em braille.....	58
Quadro 6 –Categorias de análise dos dados empíricos.	69
Quadro 7 –Resultados do questionário de avaliação da organização geral minicurso.....	104
Quadro 8 –Resultados do questionário de avaliação dos participantes do segundo grupo focal acerca do BBQ.....	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –Resultados das buscas na base de dados da Benjamin Constant.	29
Tabela 2 –Resultados das buscas nas bases de dados <i>Scielo, Redalyc, Eric e Taylor and Francis Group</i>	31
Tabela 3 –Parâmetros definidos para impressão 3D das peças do recurso didático.....	74
Tabela 4 –Tabela dos elementos químicos do recurso didático Bricks Braille Químico.	77
Tabela 5 –Tabela das ligações químicas do recurso didático Bricks Braille Químico.	77
Tabela 6 –Tabela das setas químicas do recurso didático Bricks Braille Químico.	78
Tabela 7 –Tabela dos coeficientes estequiométricos e índices de fórmulas químicas.....	78
Tabela 8 –Tabela dos estados físicos da matéria, sinais de cargas elétricas, parênteses e anel aromático.	79
Tabela 9 –Quantidade de peças escolhidas pela dupla para compor o kit do Mini Bricks Braille Químico.	100
Tabela 10 –Quantidade de peças escolhidas pelo trio para compor o kit do Bricks Braille Químico.	102

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABS	<i>Acrylonitrile Butadiene Styrene</i>
AEE	Atendimento Educacional Especializado
BBQ	Bricks Braille Químico
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CEFET-MG	Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
CEP	Conselho de Ética em Pesquisa
CNC	Controle numérico computadorizado
CNE	Conselho Nacional de Educação
CONEP	Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
EAM	Experiência de Aprendizagem Mediada
ECA	Estatuto da Criança e do Adolescente
EPT	Educação Profissional e Tecnológica
EVA	Acetato de Vinila
FORQUAP	Formação e Qualificação Profissional
LABMAKER	Laboratório Maker
NAPNE	Núcleos de Atendimento a Pessoas com Necessidades Específicas
NBR	Norma Brasileira
IBC	Instituto Benjamin Constant
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
ISR	Instituto São Rafael
MEC	Ministério da Educação e Cultura
MG	Minas Gerais
RJ	Rio de Janeiro
PLA	Ácido Polilático
PNEEPEI	Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva
PPP	Projeto Político Pedagógico
REEPCT	Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica
SECADI	Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão
SECADI	Secretaria de Educação Especial
SESPE	Secretaria de Educação Especial
STL	<i>Standart Triangle Language</i>
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TAM	Teoria da Ação Mediada
TEAM	Teoria de Experiência da Ação Mediada
TECNEP	Tecnologia, Educação, Cidadania e Profissionalização
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e a Cultura

LISTA DE SÍMBOLOS

	Abre parênteses
	Anel aromático
	Bromo
	Carbono
	Carga negativa
	Carga positiva
	Cloro
	Coeficiente estequiométrico 1
	Coeficiente estequiométrico 2
	Coeficiente estequiométrico 3
	Coeficiente estequiométrico 4
	Coeficiente estequiométrico 5
	Coeficiente estequiométrico 6
	Coeficiente estequiométrico 7
	Coeficiente estequiométrico 8
	Coeficiente estequiométrico 9
	<i>Copyright</i>
	Enxofre
	Estado gasoso
	Estado Líquido
	Estado sólido
	Fecha parênteses
	Flúor
	Fósforo
	Hidrogênio
	Índice de fórmula química 0
	Índice de fórmula química 1
	Índice de fórmula química 2
	Índice de fórmula química 3
	Índice de fórmula química 4
	Índice de fórmula química 5
	Índice de fórmula química 6
	Índice de fórmula química 7
	Índice de fórmula química 8
	Índice de fórmula química 9
	Iodo
	Ligação dupla na horizontal
	Ligação dupla na vertical
	Ligação dupla oblíqua para a direita

⠠⠨⠠⠨	Ligação dupla oblíqua para a esquerda
⠠⠨⠠	Ligação simples na horizontal
⠠⠨	Ligação simples na vertical
⠠⠨⠠	Ligação simples oblíqua para a direita
⠠⠨⠠	Ligação simples oblíqua para a esquerda
⠠⠨⠠⠨⠠	Ligação tripla na horizontal
⠠⠨⠠⠨⠠	Ligação tripla na vertical
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠	Ligação tripla oblíqua para a direita
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠	Ligação tripla oblíqua para a esquerda
⠠⠠	Marca registrada
⠠⠠⠠	Nitrogênio
⠠⠠⠠	Oxigênio
⠠⠠⠠	Seta de equilíbrio para a direita
⠠⠠⠠	Seta de equilíbrio para a esquerda
⠠⠠⠠⠠	Seta de equilíbrio químico
⠠⠠⠠⠠	Seta de reversibilidade favorecendo a reação direta
⠠⠠⠠⠠	Seta de reversibilidade favorecendo a reação inversa
⠠⠠	Sinal de carga elétrica
⠠⠠⠠⠠⠠⠠	Sistema aquoso

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	19
1.1 -	Apresentação dos campos de estudo e da questão de pesquisa.....	19
1.2 -	Apresentação da Pesquisadora.....	20
1.3 -	Justificativa e Relevância	22
1.4 -	Panorama da Dissertação	26
2.	REVISÃO DA LITERATURA.....	28
2.1 -	Bases de dados e Periódicos consultados.....	28
2.2 -	Expressões Booleanas acessadas.....	30
2.3 -	Revisão: recursos didáticos táteis e inclusivos no ensino de Ciências.....	31
3.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	36
3.1 -	A Educação Especial no Brasil.....	36
3.2 -	A Educação Especial na perspectiva inclusiva.....	39
3.3 -	A Educação Inclusiva na temática da deficiência visual.....	41
3.4 -	A Educação Inclusiva no âmbito da Educação em Ciências	42
3.5 -	A Educação Inclusiva no âmbito da Educação Profissional e Tecnológica	43
3.6 -	A Cultura Maker e a Educação Tecnológica	44
3.7 -	Recursos Didáticos Inclusivos como produtos da Cultura Maker.....	46
3.8 -	Teoria da Experiência de Aprendizagem Mediada (TEAM)	47
3.9 -	Teoria da Ação Mediada (TAM).....	50
3.10 -	Modelos enquanto representações parciais de entidades de interesse científico.....	51
3.11 -	Modelos enquanto artefatos epistêmicos.....	53
3.12 -	A Grafia Química Braille para uso no Brasil.....	54
4.	METODOLOGIA DA PESQUISA	59
4.1 -	Percurso Metodológico da Pesquisa.....	59
4.2 -	Levantamento e análise de dados	61
4.3 -	A escolha dos participantes de pesquisa.....	63
4.4 -	Metodologia de transcrição das interações discursivas nas etapas de validação e grupos focais	67
4.5 -	Metodologia de análise dos dados.....	68
5.	METODOLOGIA DA PRODUÇÃO DO RECURSO DIDÁTICO	71
5.1 -	Metodologia da confecção do recurso didático Bricks Braille Químico.....	71
5.2 -	Modelagem do recurso didático Bricks Braille Químico.....	73
5.3 -	Parametrização do recurso didático Bricks Braille Químico	74

5.4 -	Confecção do recurso didático Bricks Braille Químico	75
5.5 -	Componentes do recurso didático Bricks Braille Químico	76
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	81
6.1 -	Realização da validação do recurso didático no ISR	81
6.2 -	Realização da validação do recurso didático no IBC	84
6.3 -	Realização dos grupos focais.....	92
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO.....	106
REFERÊNCIAS		109
APÊNDICES		120
Apêndice I – Custos para a confecção do recurso didático Bricks Braille Químico (BBQ)		120
Apêndice II – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para Maiores de Idade.....		123
Apêndice III – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para os Responsáveis dos Menores de Idade.....		128
Apêndice IV – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) para os Menores de Idade		133
Apêndice V – Termo de Autorização do Uso de Voz e Imagem		138
Apêndice VI – Roteiro das entrevistas semiestruturadas com os alunos com deficiência visual		140
Apêndice VII – Roteiro das entrevistas semiestruturadas com os revisores técnicos brailistas com deficiência visual		141
Apêndice VIII – Roteiro das entrevistas semiestruturadas com os professores com deficiência visual e videntes, conhecedores e usuários do Sistema Braille em suas práticas educativas		142
Apêndice IX – Roteiro dos Grupos Focais		143
Apêndice X – Formulário inicial para os participantes do Minicurso e dos Grupos Focais		148
Apêndice XI – Formulário de avaliação do Minicurso sobre a Grafia Química Braille.....		149
Apêndice XII – Transcrições das gravações da coleta de pesquisa com os alunos cegos do Instituto São Rafael – MG		151
Apêndice XIII – Transcrições das gravações da coleta de pesquisa com os Revisores Técnico Brailistas e Professores do Instituto Benjamin Constant – RJ.....		158
Apêndice XIV – Transcrições das gravações da coleta de pesquisa com os Grupos Focais durante o Minicurso sobre a Grafia Química Braille - MG.....		184
ANEXOS.....		193
ANEXO I– Declaração de Anuência		193
Instituto Benjamin Constant - RJ		193
ANEXO II – Declaração de Anuência.....		194
Instituto São Rafael – MG.....		194

ANEXO III – Declaração de Anuência	195
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais	195

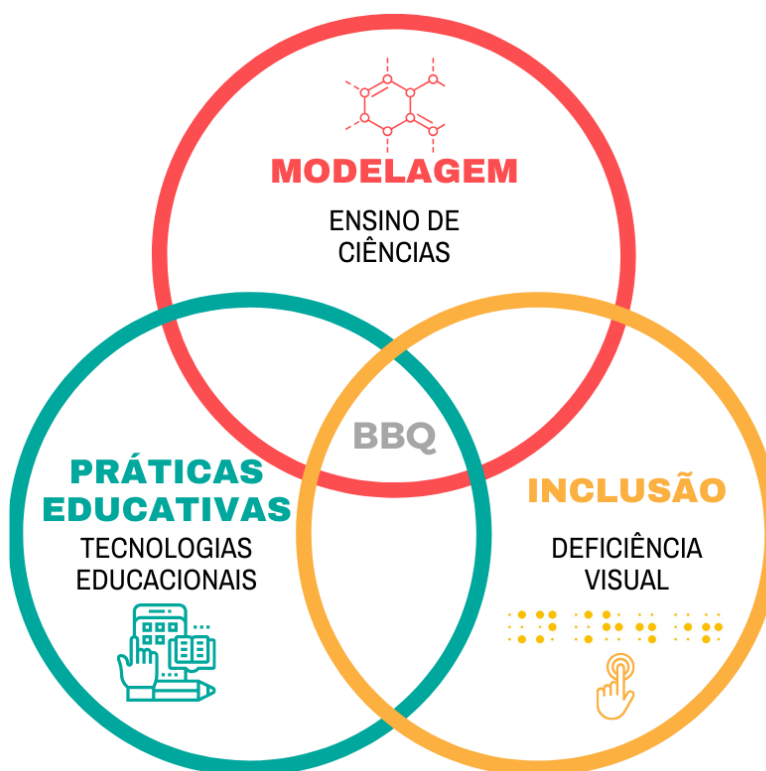
1. INTRODUÇÃO

1.1 - Apresentação dos campos de estudo e da questão de pesquisa

A pesquisa que originou a presente dissertação foi conduzida na interseção dos campos de estudos sobre o ensino de Ciências fundamentado em modelagem, a educação inclusiva na temática da deficiência visual e as Práticas Educativas e Tecnologias Educacionais, conforme demonstra a figura 1, uma das linhas de pesquisa do Programa de Pós Graduação em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG). Inserida nessa interseção, esta pesquisa de natureza qualitativa e do tipo exploratória tem como objeto de investigação as implicações pedagógicas da utilização de um recurso didático inclusivo, denominado Bricks Braille Químico, no ensino de Química a estudantes com deficiência visual.

Figura 1 – Diagrama de interseção dos campos de estudo envolvidos na pesquisa.

Descrição: Diagrama composto por três círculos em interseção, em que está escrito em cada um deles: (i) Modelagem | Ensino de Ciências; (ii) Inclusão | Deficiência visual; e (iii) Práticas educativas e Tecnologias educacionais. Na interseção dos três círculos encontra-se escrita a sigla do recurso didático inclusivo BBQ.



Fonte: Desenvolvida pela autora e orientador (2023).

Nesse contexto, o objetivo geral desta pesquisa foi analisar as percepções de professores de Química da Educação Básica – do ensino propedêutico e da Educação Profissional Técnica de Nível Médio (EPTNM), quanto ao uso de recursos didáticos inclusivos, produzidos em um espaço *maker*, para o ensino a estudantes com deficiência visual. Especificamente, identificar e discutir implicações pedagógicas do uso de recursos didáticos inclusivos, nas perspectivas de professores de Química que não conhecem o Sistema Braille, que têm incorporada a Grafia Química Braille e que foram produzidos por meio de tecnologias de prototipagem digital.

As questões norteadoras da sequência empírica da pesquisa foi orientada a partir de quatro questões: (1ª) Quais são as implicações pedagógicas para as práticas educativas de professores de Ciências da Natureza frente à recursos didáticos inclusivos, produzidos em um espaço *maker*, para o ensino de Química a estudantes com deficiência visual?; (2ª) Quais as contribuições que a cultura *maker* pode oferecer aos processos de produção de recursos didáticos inclusivos?; e (3ª) Como dar acesso as inscrições químicas bidimensionais a estudantes deficientes visuais?

Para responder a essas questões, recorreremos à interpretação dos conceitos estruturantes de dois referenciais teóricos: a Teoria da Experiência de Aprendizagem Mediada (TEAM) e a Teoria da Ação Mediada (TAM). Apoiamo-nos também em trabalhos desenvolvidos no campo da Educação em Ciências dedicados especificamente com o tema da modelagem, além de estudos sobre recursos didáticos inclusivos para estudantes com deficiência visual e a Grafia Química Braille. Os resultados dessa análise estão apresentados, principalmente, nos capítulos 2 e 3, dedicados a apresentar a nossa revisão bibliográfica e o nosso referencial teórico, nos quais pudemos contextualizar os conceitos sobre estes assuntos.

Em nossas considerações acerca dos resultados obtidos, apresentamos nossas percepções finais sobre os resultados da pesquisa resgatando as respostas encontradas para as questões que nortearam este trabalho, assim como as contribuições e implicações do trabalho para a pesquisa na Educação em Ciências, as limitações encontradas durante a pesquisa e os possíveis desdobramentos futuros que este trabalho pode seguir.

1.2 - Apresentação da Pesquisadora

Apresento, resumidamente, a minha trajetória acadêmica e profissional, a qual justifica o interesse em realizar esta pesquisa científica na área da inclusão, promoção de acessibilidade, e equidade a pessoas com deficiência visual.

Minha jornada começou em 2010, durante minha Graduação em Bacharelado em Fisioterapia. Iniciei experiências em grupos e estágios com pessoas que possuíam uma variedade de deficiências, inclusive a visual. Logo percebi que cada pessoa com deficiência possui uma

abordagem única para explorar o mundo. Foi ao escutar e entender as necessidades, peculiaridades, sonhos e desejos de cada paciente e aluno com deficiência que passaram por minha vida profissional que pude compreender as nuances da natureza humana e o propósito da minha existência: servir e amar.

A fluência marcante da minha mãe, professora e pedagoga, fortaleceu meu desejo de ensinar, auxiliar e me comunicar com as pessoas. Esse interesse pela educação me levou a embarcar, em 2016, nos cursos de Licenciatura em Biologia e Pedagogia. As licenciaturas me proporcionaram a oportunidade de atuar como docente tanto na rede pública quanto na rede privada, lecionando Ciências e Biologia para a Educação Básica, além de disciplinas no Ensino Superior. Paralelamente, desenvolvi habilidades na área da prototipagem digital, inicialmente como um hobby e posteriormente incorporando essa tecnologia às minhas atividades profissionais, principalmente no âmbito da inclusão.

No ano de 2020, em busca de atualização integral nas áreas de saúde e educação, ingressei nas Pós-Graduações *Lato Sensu* em Psicopedagogia e posteriormente em Educação Inclusiva. Em 2021, fui admitida no Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica do CEFET-MG, onde descobri um Projeto de Extensão em Educação Inclusiva para estudantes com deficiência visual, realizado em um espaço *maker* dentro da mesma instituição. Isso despertou meu interesse em realizar pesquisa científica nesse campo.

Desde sempre, demonstrei grande interesse e preocupação com a qualidade de vida de pacientes e alunos com deficiências. Minha constante busca foi encontrar maneiras de promover acessibilidade e tornar mais funcional a vida dessas pessoas. Meu enfoque esteve na área da saúde, educação e tecnologia, explorando maneiras de proporcionar recursos acessíveis para reabilitação e educação, especialmente para as pessoas com deficiência visual.

Com o objetivo de ingressar no mestrado e contribuir para a sociedade, especialmente na inclusão de pessoas com deficiência visual por meio dos meus conhecimentos em Ciências da Natureza, Pedagogia, Educação Inclusiva, modelagem tridimensional e impressão 3D, a realização do mestrado me aproximou das concepções de Modelagem no Ensino de Ciências da Natureza, da Cultura *Maker* no ambiente educacional, da Educação Inclusiva no ensino de Ciências da Natureza e da Educação Tecnológica. Esse período me permitiu iniciar minha formação como pesquisadora na área da Educação, mais especificamente na criação de recursos didáticos inclusivos. Além disso, motivou a minha participação em eventos acadêmicos e impulsionou minha busca contínua por formação e aprimoramento profissional.

Sou descendente de alemães e italianos, meus bisavôs migraram da Europa para o Brasil em busca de melhores condições de vida e, principalmente, oportunidades de trabalho no campo.

Assim, estabeleceram-se na região sul do Brasil. Nasci em Curitiba, no estado do Paraná, em uma família com raízes na área rural tanto do Paraná (lado materno) quanto de Santa Catarina (lado paterno). Ambos os lados da minha família ainda estão envolvidos profissionalmente no setor agropecuário, embora poucos tenham tido a chance de cursar uma graduação. Destaco que sou a segunda pessoa da família, tanto da parte materna quanto paterna, a ter a oportunidade de fazer um curso de mestrado.

1.3 - Justificativa e Relevância

A educação atual está cada vez mais focada na tecnologia, o que requer dos indivíduos o entendimento e interpretação destas. Isso significa que se faz necessário desenvolver novas habilidade de reflexão e compreensão do meio social para se adaptar às mudanças trazidas pela tecnologia na educação e na vida cotidiana. A educação tecnológica tem o propósito de formar estudantes críticos e conscientes, capazes de construir e refletir sobre as novas tecnologias com responsabilidade, humanidade e transformar a sociedade (Grispun, 2001).

É recente a conquista do direito à educação escolar para pessoas com deficiência, sendo que a qualidade do ensino para os alunos com deficiência visual deve ser a mesma para os alunos normovisuais e deve ter o mesmo nível de avaliação de aprendizagem, como é garantido pela Constituição brasileira por meio da Lei nº 7853, de 1988, no Artigo 2º, ao dizer que cabe ao Poder Público e seus órgãos o dever de assegurar às pessoas com deficiência o pleno exercício de seus direitos básicos, sendo um deles o direito à educação (Brasil, 1988).

A Declaração de Salamanca, de 1994, afirma que toda criança tem direito à educação, oportunidade de atingir e manter o nível adequado de aprendizagem, e que os alunos com necessidades educacionais especiais devem ter acesso à escola regular, com uma pedagogia centrada na criança e capaz de satisfazer a suas necessidades. As escolas regulares devem combater atitudes discriminatórias, construir uma sociedade inclusiva e fornecer a educação para todos, devendo, além disso, oferecer uma educação efetiva e eficaz (Santos e Teles, 2012).

Também no âmbito legal, a Lei Brasileira de Inclusão, criada em 2015, formalizou as práticas de inclusão educacional para atender às dificuldades de familiares e educadores, que buscam um documento legal que garante os direitos e a validade da educação inclusiva, visto que, profissionais e familiares necessitam de um norteammento sobre como operacionalizar o cotidiano dos alunos com deficiência visual, para que haja aprendizagem satisfatória no ensino regular (Serra, 2017).

A deficiência visual é uma característica de pessoas cegas ou com baixa visão e é causada por fatores genéticos ou adquiridos. Os estudantes com deficiência visual são elegíveis para a modalidade da Educação Especial ou Educação Inclusiva pois, de acordo com a Lei de Diretrizes e

Bases da Educação Nacional (LDBN), esses alunos possuem preferência para o atendimento na rede regular de ensino, tendo a necessidade da oferta de apoio especializado para esses estudantes (Silva e Stadler, 2022).

Sendo assim, conforme as Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica (Brasil, 2009) as escolas regulares devem ter professores capacitados e especializados para atender às necessidades educacionais dos alunos com deficiência visual. Além disso, o processo educativo deve considerar as particularidades de cada aluno e a inclusão deve ocorrer naturalmente (Silva e Stadler, 2022).

Como será evidenciado adiante, o uso de práticas educativas que explorem o sentido do tato revela-se importante na educação de estudantes com deficiência visual. Diante disso, torna-se imperativa a adoção de recursos e materiais didáticos que favoreçam não apenas o manuseio, mas também a exploração da percepção tátil como uma prática educacional fundamental (Schmidt, 2020).

Os recursos de imagens são importantes para a compreensão do conteúdo educacional, mas ainda assim, mesmo os alunos videntes apresentam dificuldades para assimilar os conteúdos de Química. Portanto, há uma inquietação sobre a prática de ensino, principalmente nos conteúdos de Química, para alunos com deficiência visual que, em decorrência das limitações impostas pela deficiência visual, exige-se um combinado de práticas educativas alternativas, tais como modelos, materiais ampliados, textos em Braille, gravações de áudio dentre outros (Oliveira 2018).

De acordo com Silva *et al* (2022), a respeito dos modelos no ensino de Ciências, os modelos podem ser utilizados como mediadores do aprendizado, eles permitem que o aluno manipule as entidades de interesse científico representadas e construa significados em torno dos conceitos envolvidos. Nesse contexto, a modelagem 3D representa um sistema figurativo que reproduz a realidade de modo esquematizado e concreto. Além disso, a manipulação dos modelos estimula a concentração, aumenta a atenção dos alunos e possibilita melhor compreensão acerca do espaço e das suas propriedades em relação ao mundo real (Silva *et al.*, 2022).

Portanto, faz-se necessário adaptar e possibilitar o ensino por meio de modelos didáticos que explorem os outros sentidos do corpo humano e façam conexões mentais, tanto para a utilização dos professores quanto para os alunos com deficiência visual (Primo e Pertile, 2022). No entanto, grande parte dos recursos didáticos táteis-visuais e lúdicos são confeccionados de modo caseiro, utilizando materiais simples, com baixa durabilidade e que demandam tempo e disponibilidade para a confecção manual (Leite e Dainez, 2022). Ao menos no Brasil, muitos recursos inclusivos para o ensino de Química apresentam-se com palitos, bolas de isopor, canudos,

pedaços de madeira, acetato de vinila (polímero EVA) e outros materiais, havendo a baixa introdução ou até mesmo a inexistência da Grafia Química Braille nesses recursos (Rodrigues *et al*, 2011).

Paulo, Borges e Delou (2018) discorrem em seu estudo que ao se construir um material didático inclusivo ou se adaptar um recurso para torná-lo inclusivo, é importante manter o padrão de qualidade e fidelidade aos materiais pedagógicos já existentes. Ainda de acordo com os autores Paulo, Borges e Delou (2018), esses recursos devem ter as seguintes características: a) cores fortes – para ser aplicável com os alunos normovisuais e com baixa visão; b) possuir diferentes texturas/relevos – desde que não causem sensação de desconforto ao serem manipulados; c) resistência – para evitar a depreciação com a manipulação constante; d) facilidade de acesso – para estimular o uso do recurso didático; e e) adaptação do material – para que ele sirva para os alunos videntes e com deficiência visual, proporcionando a inclusão de todos.

No ensino de Química, o professor, ao organizar o conteúdo a ser ensinado, precisa se atentar aos três níveis de representação do conhecimento químico, os quais Mortimer, Machado e Romanelli (2000) consideram necessariamente importantes para aprendizagem da Química: o macroscópico, o microscópico e o simbólico, pois representam diferentes maneiras de se abordar os conceitos químicos.

A produção do conhecimento em Química resulta da interação entre a teoria e a experimentação. Sendo assim, a presença dos fenômenos experimentais nas aulas de Química evita que os alunos confundam as fórmulas e modelos teóricos com a realidade. Portanto, é por meio da representação simbólica que se expressa a interação entre esses dois aspectos, independentemente da utilização de laboratório (Mortimer e Machado, 2017).

Esses níveis de representação da Química devem ser compreendidos pelos alunos, inclusive os com deficiência visual, pois são eles que permitem a representação, descrição e relação dos conceitos químicos com a realidade, sendo essenciais para a apropriação de conceitos e teorias que explicam a relação entre a Química e os fenômenos reais (Silva e Stadler, 2022).

Portanto, nesse cenário, o Ministério da Educação elaborou uma uniformização dos caracteres Braille para o uso na aprendizagem de Química – a Grafia Química Braille, que permite a representação dos números de átomos de compostos químicos, níveis de energia, tipos de ligações, os estados físicos das matérias, as estruturas dos grupos funcionais e outras normas químicas (Brasil, 2017).

Nas aulas de Química, os professores geralmente lidam com representações de estruturas (átomos, íons, moléculas) e inscrições gráficas (fórmulas químicas, gráficos, tabelas, quadros, ilustrações), as quais são importantes para a compreensão, construção de significados e atribuição

de sentidos em torno dos conceitos e tópicos de conteúdo típicos desse componente curricular. No entanto, para alunos com deficiência visual, esse trabalho exige que os recursos sejam acessíveis e adaptados, utilizando recursos que possibilitam as reproduções dos conteúdos visuais para o Sistema Braille (Rodrigues *et al.*, 2011). Sendo assim, a Grafia Química Braille é importante para a inclusão de alunos com deficiência visual pois possibilita a compreensão e utilização de símbolos químicos específicos. Essa grafia contém uma variedade de fórmulas, símbolos, equações, diagramas e outras notações específicas em Braille, o que torna possível e acessível o ensino de Química para indivíduos com deficiência visual (Silva e Stadler, 2022).

É preciso realizar mudanças e adequações nas dinâmicas de sala de aula para a educação inclusiva de pessoas com deficiência visual. Essas mudanças e adequações são necessárias para que se ofereça condições adequadas para o ensino, participação e interação de todos os alunos e professores. Schmidt (2020) e Oliveira (2018) relatam que o ensino de disciplinas de Ciências da Natureza exige que os educadores despertem a atenção dos alunos, principalmente dos alunos especiais, mesmo diante dos desafios educacionais existentes.

Para o educador brasileiro Paulo Freire (1996), a educação é o processo constante de criação do conhecimento e da busca da transformação e reinvenção da realidade, sendo importante e necessário o aluno “colocar a mão na massa”. O que torna a base para o que hoje denomina-se como *Cultura Maker*, a qual utiliza-se de artefatos digitais para produzir conhecimentos significativos para a comunidade. Esse modelo de educação segue a linha de pensamento e cumpre com a função social que Freire concedia às instituições escolares, a qual deve-se conhecer a realidade, refletir sobre ela e transformá-la naquilo que não atende às suas necessidades e de sua comunidade (Gonzaga, 2022).

A ideia principal da *Cultura Maker* é a experiência de embasamento prático, o que proporciona para o ambiente educacional um local para a construção do aprendizado por meio do trabalho coletivo, criativo e empático. Por meio das tecnologias tipicamente associadas à *Cultura Maker*, os estudantes são impulsionados a construir, modificar, fabricar e consertar diferentes materiais de maneira manual e personalizada. Portanto, por meio da difusão conceitual e baseando-se na ideia da *Cultura Maker*, diversos ambientes educacionais estão implementando espaços de aprendizagem prática, colaborativa e informal.

Esses espaços recebem variados nomes, tais como *makerspaces*, *Hackerspaces*, *FabLabs*, *Lab Maker*, entre outros, apresentando variadas tecnologias, tais como: kits robóticos, impressoras 3D, cortadoras e fresadoras a *laser* (CNC), *softwares* de modelagens bidimensionais e tridimensionais, as quais permitem a utilização destes dispositivos para as atividades de ensino e aprendizagem, proporcionando um ambiente de desenvolvimento de tecnologia e informática para a área da educação (Bezerra, 2023).

O movimento *Maker* ainda está em crescimento no Brasil e é por meio dele que houve a introdução da impressora 3D na educação como uma ferramenta para facilitar o processo de ensino, de modo a permitir que os estudantes construam os seus próprios objetivos para aprendizagem. Ele está associado à proposta de Papert (1986), a qual permite que os estudantes construam seus conhecimentos ao criar e compartilhar projetos. O construcionismo possibilita uma aprendizagem significativa, que integra o conteúdo à realidade do estudante e promove a construção autônoma do conhecimento através da interação com o ambiente em que se está envolvido (Santos e Andrade, 2020).

Sendo assim, a Cultura *Maker* pode estar aliada para a confecção de modelos didáticos educacionais pois está associada ao uso de recursos tecnológicos como impressora 3D, cortadoras a *laser* e prototipação para a criação, modificação e transformação de objetos. A abordagem *Maker* no ambiente educacional promove o desenvolvimento de trabalho em grupo, criatividade, habilidades sociais, autonomia, amplia a comunicação e utiliza a tecnologia, principalmente se alinhadas às competências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), uma vez que, apresentam uma série de habilidades transdisciplinares e transversais, proporcionando aos alunos inúmeras possibilidades de trabalho com a cultura digital somando à sua formação integral (Paula, Martins e Oliveira 2021).

Ademais, entendemos que Educação Tecnológica, tema central do programa em que este trabalho foi desenvolvido, trata-se de uma educação articulada para, sobre e mediada por tecnologia. Diante disso, consideramos que o tema da presente pesquisa que foi desenvolvida dentro da linha intitulada “Práticas Educativas e Tecnologias Educacionais”, se articula com a área de concentração desse programa, pois lida com aspectos teóricos e metodológicos relacionados ao uso de tecnologias educacionais para a promoção de práticas educativas inclusivas no ensino de Ciências a todos os estudantes, independentemente de suas condições visuais.

1.4 - Panorama da Dissertação

Esta dissertação segue uma estrutura composta por sete capítulos, cada um desempenhando um papel específico no desenvolvimento da pesquisa. Neste capítulo inicial, realizamos uma reavaliação da nossa questão de pesquisa, apresentando o perfil da pesquisadora e traçando os caminhos que nos levaram aos resultados obtidos neste estudo. Além disso, situamos nosso objeto de estudo no contexto apropriado e justificamos sua relevância.

No segundo capítulo, realizamos uma revisão abrangente da literatura que engloba estudos relacionados a modelos, modelagem e recursos didáticos inclusivos no ensino das Ciências da Natureza, bem como a aplicação da Grafia Química Braille para estudantes com deficiência visual. Já no terceiro capítulo, na seção de fundamentação teórica, exploramos os significados da Educação Especial e da Educação Inclusiva, tanto no contexto da deficiência visual

quanto no ensino de Ciências e na Educação Tecnológica.

Ademais, discutimos os conceitos de modelos e modelagem no âmbito do ensino inclusivo de Ciências e na Educação Profissional e Tecnológica. Essa base teórica fundamentou o todo o processo de criação do recurso didático denominado Bricks Braille Químico (BBQ), que é o elemento central utilizado na aplicação e coleta de dados desta pesquisa. Dentro deste mesmo capítulo, também examinamos os conceitos subjacentes à Teoria da Experiência de Aprendizagem Mediada (TEAM), à Teoria da Ação Mediada (TAM) e à aplicação da Grafia Química Braille, a qual foi incorporada no recurso didático BBQ. Para esse fim, buscamos suporte em textos que fornecessem informações etimológicas, morfológicas e históricas relevantes para a compreensão desses conceitos.

No quarto capítulo, abordamos a metodologia adotada na pesquisa, seu percurso metodológico, a escolha dos participantes, os cuidados éticos e os procedimentos para levantamento e análise de dados. Posteriormente, no quinto capítulo, apresentamos a metodologia da produção do BBQ - o recurso didático utilizado para a realização desta pesquisa. Neste capítulo, o leitor poderá compreender como a pesquisa foi organizada e executada a partir da etapa da modelagem do BBQ, via prototipagem digital por meio do *FreeCad®*, um *software* disponível no laboratório Maker do CEFET-MG, no campus VI, na cidade de Belo Horizonte-MG.

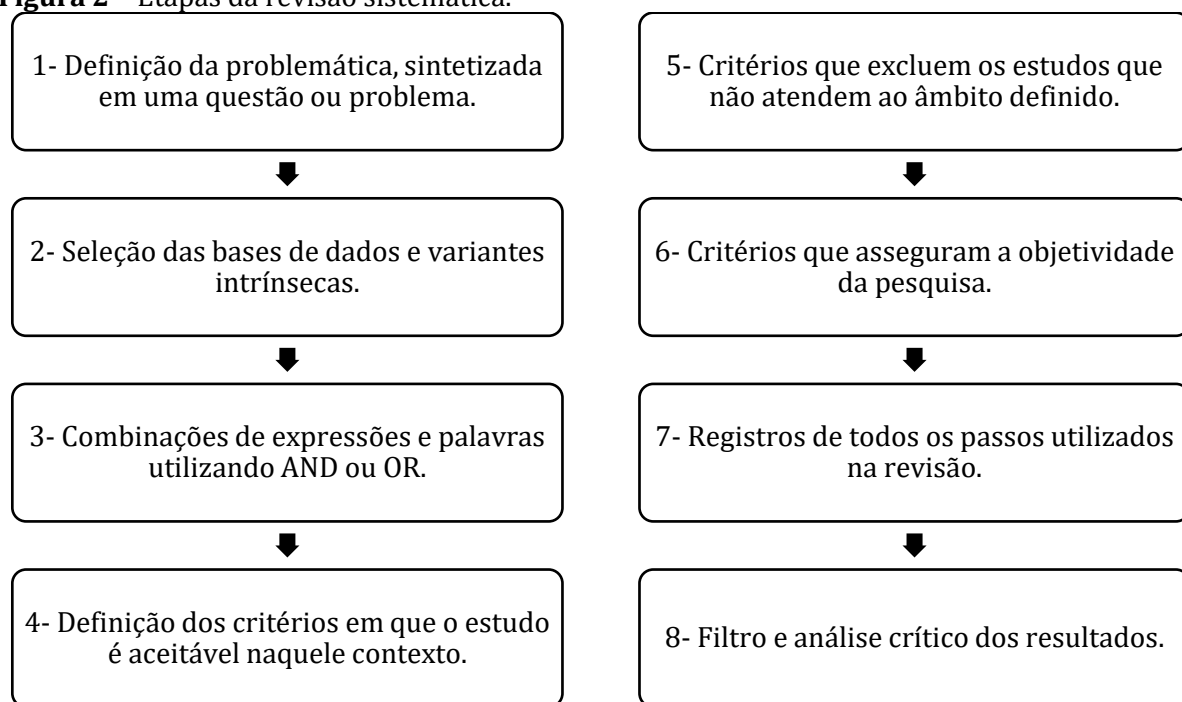
Já no sexto capítulo, apresentamos os resultados das análises estrutural e empírica dos procedimentos de confecção do recurso didático Bricks Braille Químico, das transcrições das gravações de vídeo e áudio obtidas durante as etapas de validação do BBQ e de dois grupos focais, bem como as discussões realizadas sobre os dados gerados. Por fim, no sétimo capítulo, apresentamos nossas considerações finais e conclusão acerca dos resultados obtidos das diversas etapas de levantamento e análise de dados que culminou na finalização desta pesquisa.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A revisão de literatura é fundamental para a escrita de um texto científico, pois ela oportuniza aos pesquisadores a elaboração de textos a partir de uma perspectiva histórica sobre determinado tema, em nível nacional e internacional. Os passos de uma revisão de literatura implicam: (i) o domínio dos descritores que representam o filtro entre a linguagem do autor e a terminologia da área; (ii) a definição das fontes de consulta; e (iii) atenção às referências bibliográficas dos textos publicados, pois são novas possibilidades de catalogação de autores e periódicos sobre o tema desejado (Dorsa, 2020).

Portanto, neste capítulo, apresentamos: (i) as bases de dados que foram utilizadas para a revisão; (ii) as expressões booleanas que foram acessadas nessas bases e os seus resultados das buscas; (iii) os periódicos nacionais e internacionais que fazem parte das bases e dos procedimentos para consultá-los. Sendo assim, as etapas para a revisão bibliográfica estão representadas na figura 2.

Figura 2 – Etapas da revisão sistemática.



Fonte: Desenvolvida pela Autora (2023)

2.1 - Bases de dados e Periódicos consultados

Acessamos o portal da revista Benjamin Constant, pois ela pertence ao Instituto Benjamin Constant, que é referência nacional no ensino a pessoas com deficiência visual. A revista está em seu 67º volume, sendo que o primeiro dele foi publicado no ano de 1995, portanto, fizemos as

buscas de artigos publicados nela entre o período de 1995 a 2023.

Fizemos o levantamento do número total de artigos publicados em todos os volumes e edições da Benjamin Constant, selecionados por meio da leitura flutuante que, segundo Bardin (2011), se configura como um primeiro contato com os textos a serem analisados, com o objetivo de identificar uma primeira percepção acerca dos dados desejados. Desse modo, fizemos a seleção, inicialmente, por meio da leitura dos títulos e dos resumos, os quais tratavam sobre o ensino de Química para estudantes com deficiência visual, recursos didáticos táteis e inclusivos para o Ensino de Ciências e da Grafia Química Braille. Nessa etapa, diversos artigos foram descartados pois não tratavam sobre os assuntos abordados no estudo desta pesquisa.

Os resultados das buscas mostraram que na década de 90 o número de pesquisas científicas na área de recursos didáticos inclusivos para deficientes visuais era escasso e na área de Ciências da Natureza para estes alunos era nulo. A partir dos anos 2000 a 2009 houve um aumento significativo das pesquisas científicas sobre a temática da educação para estudantes com deficiência visual, porém, ainda assim, havia uma carência de publicações nestas áreas. Somente a partir de 2010 notou-se uma maior atenção na realização de pesquisas sobre a confecção de recursos didáticos inclusivos para o ensino de Ciências da Natureza para estudantes com deficiência visual e, somente a partir de 2016 é que houve estudos envolvendo a Grafia Química Braille.

As buscas na Benjamin Constant apresentaram os seguintes resultados, conforme demonstra a tabela 1.

Tabela 1– Resultados das buscas na base de dados da Benjamin Constant.

PERÍODO	RESULTADOS	SELECIONADOS
1995-2023	394	11

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Para a definição das palavras-chave utilizadas nas buscas, apoiamo-nos na plataforma do *Thesaurus Brasileiro da Educação*, disponibilizada pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Após ler cada termo descritor, optamos por: “Ensino de Química”, “Ensino de Ciências da Natureza”, “Grafia Química Braille”, “deficientes visuais”, “cegos”, “ensino inclusivo”, “recursos didáticos táteis” e “impressão 3D”.

Entre as bases de dados que foram acessadas através do Portal de Periódicos CAPES/MEC, foram escolhidas quatro para a realização das buscas por artigos: (1ª) *Educational Resources Information Center* (ERIC); (2ª) Redalyc; (3ª) *Scientific Electronic Library Online* (SciELO); e (4ª) *Taylor and Francis Group*.

2.2 - Expressões Booleanas acessadas

A investigação se iniciou com a identificação dos principais termos do tema ou problema de pesquisa. Em seguida, utilizamos os operadores booleanos, palavras que informam aos sistemas de busca como combinar os termos ou as expressões da pesquisa. Sendo que, a busca booleana compreende três operadores lógicos, sendo eles: (i) *AND*; (ii) *OR*; e *AND NOT*. Consideramos impraticável a utilização do operador *AND NOT* pois ao utilizá-lo, reouveram os artigos que tratavam do conceito de um e não do outro, portanto, utilizamos os operadores *AND* para a recuperação dos artigos dos quais os títulos ou temas continham todas as palavras ou termos da pesquisa e, *OR* para recuperar os artigos que possuísem qualquer dos termos pesquisados, isolados ou em conjunto (Gil, 2022).

Nas quatro bases selecionadas as expressões booleanas foram elaboradas a partir dos principais termos descritores: “*chemistry*”, para o campo dos estudos sobre o ensino de Química; “*visually impaired*”, “*braille*” e “*blind*” para o campo de estudos sobre ensino para pessoas com deficiência visual e cegos; “*inclusive*”, para o campo da educação inclusiva; “*3D printer*” para o campo de estudos sobre a prototipagem digital; e “*táctil model*” e “*táctil resource*” para o campo de estudos sobre modelos táteis. Cada um desses termos foi associado a outros termos descritores para complementação, tais como: “*education*”, “*class*” e “*teaching*”.

As instruções adotadas em cada base de dados para a elaboração das expressões booleanas foram associadas aos diferentes termos descritores de diferentes áreas nos campos de busca *title* e *abstract*. A elaboração das expressões booleanas passou por testes e comparações umas com as outras. Aquelas que apresentaram resultados abrangentes e relevantes foram escolhidas e usadas.

A tabela 2 apresenta as expressões booleanas elaboradas e testadas para os campos de interesse da pesquisa. Além das expressões, a tabela apresenta os resultados da quantidade de artigos encontrados e selecionados nas buscas nas bases.

Tabela 2 – Resultados das buscas nas bases de dados *Scielo*, *Redalyc*, *Eric* e *Taylor and Francis Group*.

BASE	EXPRESSÕES BOOLEANAS	RESULTADOS	SELECIONADOS
Scielo	(Didactic resources) AND (chemistry education) AND (blind)	4	0
Scielo	(chemistry) AND (inclusive teaching resources)	2	0
Scielo	(Didactic resources) AND (blind)	1	1
Scielo	(Chemistry education) AND (visually impaired)	1	1
Redalyc	(chemistry) AND (blind) AND (modelling) AND (inclusive education)	7	1
Eric	(Chemistry N/1 education OR chemistry N/1 class* OR chemistry N/1 teaching) AND ("visually impaired" OR blind*) AND (3D printer OR tactil model OR tactil resource) AND braille	56	4
Eric	(science) AND (visually impaired) AND (3D printer OR tactil model)	16	1
Taylor and Francis Group	(chemistry) AND (models) AND (3D printer)	10	0

Fonte: Dados da pesquisa.

A pesquisa envolveu a revisão de artigos selecionados a partir das buscas realizadas com essas expressões booleanas. O foco dessa revisão estava na identificação de questões, problemas de pesquisa, referenciais teóricos e metodológicos. Alguns artigos foram excluídos porque não estavam relacionados ao escopo da pesquisa, mesmo que os termos descritores estivessem presentes no título, resumo ou palavras-chave.

A primeira fase da revisão resultou em 97 artigos dos quais apenas 8 tiveram todo o conteúdo explorado por se tratarem da temática da pesquisa e por não se tratarem de artigos científicos repetidos. A leitura completa desses trabalhos evidenciou focos temáticos das pesquisas em Ensino de Ciências, bem como no Ensino de Química, relacionados à recursos didáticos táteis e inclusivos a estudantes com deficiência visual.

2.3 - Revisão: recursos didáticos táteis e inclusivos no ensino de Ciências

Em 1996, Griffin e Gerber publicaram o primeiro artigo na revista Benjamin Constant sobre o desenvolvimento tátil de estudantes cegos. Eles destacaram que essa modalidade sensorial não apenas auxilia na compreensão das conexões entre as modalidades, mas também na compreensão do indivíduo em relação ao ambiente. O aprimoramento da percepção tátil é um elemento-chave para permitir que pessoas cegas organizem, transfiram e abstraia conceitos. À medida que o material em Braille se torna mais disponível, compreender as limitações desta modalidade torna-se essencial para determinar as abordagens de aprendizado mais eficazes para crianças cegas.

Ainda na década de 1990, Cerqueira e Ferreira (1996) realizaram um estudo sobre recursos didáticos para estudantes com deficiência visual. Naquela época, os recursos tecnológicos disponíveis abrangiam o Sistema de Leitura Ampliada, Circuito Fechado de Televisão,

softwares com ampliação de caracteres, *Thermoform* para criação de relevo em materiais plásticos, o Braille Falado como sintetizador de voz e minicomputador, bem como microcomputadores com periféricos como Sintetizadores de Voz, Terminal Braille, Impressora Braille, Scanner de Mesa e o Sistema Operacional *DOSVOX*.

Apesar desses avanços tecnológicos, os autores reconhecem que a interação dos alunos com deficiência visual com o ambiente ainda era um desafio. Eles enfatizam que a utilização de modelos se mostrou uma estratégia eficaz para contornar essa dificuldade, permitindo a compreensão de objetos de diferentes tamanhos, distâncias e características, que normalmente seriam inacessíveis. Entretanto, ressaltam a importância da seleção criteriosa dos modelos e da necessidade de complementar sua apresentação com explicações verbais.

Um estudo conduzido por Cardinali e Ferreira (2010), realizado no Brasil, concluiu que a percepção tátil assume um papel análogo à visão para os deficientes visuais. A imagem tátil, obtida por meio de modelos tridimensionais, se revelou um elo de aproximação com os recursos visuais usados pelos alunos videntes no processo de ensino-aprendizagem. A pesquisa evidenciou que o aprendizado de conteúdos por alunos cegos requer adaptações, uma vez que a ausência da visão exige o uso de materiais concretos e tangíveis para criar uma representação tátil e construir a compreensão mental. Com isso, o aprendizado adquire significado, diferenciando-se da mera memorização ao contextualizar o processo educacional.

Uma pesquisa adicional realizada no Brasil no contexto do Ensino de Ciências, conduzida por Silva (2014), ressaltou a importância de promover amplamente o uso de recursos alternativos e a criação de materiais especializados na educação especial do país. A exploração de estruturas tridimensionais foi apontada como um meio facilitador no processo de ensino-aprendizagem em diversos níveis educacionais. Esse enfoque em modelagem não apenas beneficia o ensino de Biologia, mas também se estende a várias outras disciplinas. Bem como, materiais didáticos acessíveis são essenciais não somente para indivíduos com deficiência visual, mas também para todos os alunos, independentemente de suas necessidades específicas.

As investigações de Powell (2013) se alinham com os pesquisadores brasileiros, pois através de seu estudo de caso envolvendo um aluno cego, no qual a utilização de um modelo 3D de um diagrama proporcionou uma experiência inédita e significativa. O aluno relatou que isso lhe permitiu uma interpretação precisa e desenvolvimento de um modelo mental para compreender relacionamentos de bancos de dados.

Similarmente, os estudos de Jo et al. (2016) também contribuem para essa perspectiva. Eles conduziram pesquisa no Instituto Coreano de Ciência e Tecnologia, explorando o uso da impressão 3D para criar materiais instrucionais táteis e em braille ajustáveis. Os resultados

demonstraram que esses materiais 3D foram altamente benéficos para alunos com deficiência visual, melhorando sua compreensão e memorização de conteúdo. Além disso, tanto alunos quanto professores avaliaram positivamente o uso desses materiais, que também infundiram vivacidade e interesse na sala de aula. Os professores perceberam maior eficácia no ensino, especialmente ao reforçar conceitos abstratos, aumentar a retenção dos alunos e melhorar o foco.

A pesquisadora Karbowski (2020) conduziu um estudo com base na ideia de criar modelos impressos em 3D com etiquetas em braille para transformar a mídia visual de ciência em tátil. O estudo teve origem durante um projeto para a conferência *TechOlympics*. Ela interagiu com pessoas cegas e professores de deficientes visuais para desenvolver modelos úteis e aprendeu a gerenciar a produção e qualidade dos modelos impressos em 3D visitando diversos locais. As conclusões do estudo foram positivas, resultando em pedidos adicionais de modelos. Os participantes ficaram impressionados com a velocidade e imediatez dos modelos. Pessoas cegas relataram que tocar os modelos trouxe novas perspectivas para a interpretação de conceitos, aumentando seu interesse em aprender a imprimir modelos.

Para Adelakun (2020), ao conduzir uma pesquisa ao longo de um trimestre, foram introduzidos diagramas táteis para alunos cegos e diagramas impressos para alunos videntes e professores nas aulas de Ciências. A equalização do acesso aos diagramas nos tópicos ensinados promoveu um ambiente inclusivo de aprendizado, uma mudança em relação à situação anterior. Os resultados evidenciaram uma melhoria significativa na participação dos alunos durante as atividades em sala de aula, o que impactou positivamente a aprendizagem. Como resultado, tanto os professores quanto os alunos expressaram o desejo de que esses diagramas fossem implementados em todas as disciplinas e fornecidos pelo governo às escolas.

Horowitz e Schultz (2014) destacam a importância dos recursos didáticos tridimensionais. Eles recomendam que centros de dados e departamentos de pesquisa nas áreas de ciências físicas, biológicas e matemáticas adotem a tecnologia de impressão 3D para criar bibliotecas de modelos físicos. Essas bibliotecas podem ser acessíveis e inclusivas, permitindo a impressão local dos modelos para distribuição em escolas para deficientes visuais, centros educacionais, museus e planetários. Com a tecnologia já em um estágio avançado, sua adoção pode trazer benefícios significativos tanto para grupos sub representados quanto para a comunidade científica, fornecendo recursos pedagógicos essenciais.

As ideias dos autores anteriores corroboram com o estudo de caso conduzido por Regiani e Mól (2013), que evidenciou como a presença de uma aluna com necessidades educativas especiais no Ensino Superior destaca a necessidade de reestruturar os sistemas educacionais em prol da inclusão. Nesse cenário, as barreiras pedagógicas, a falta de materiais adaptados e a falta de preparo por parte dos educadores emergem como desafios que comprometem o sucesso da

educação dessa aluna cega.

Conclusões estas que apresentam respaldo baseado na revisão bibliográfica realizada por Nepomuceno, Zander (2015), que após analisarem os resultados de 19 trabalhos, entre os anos de 1994 e 2015, concluíram que é de extrema importância a utilização de recursos didáticos adaptados ao ensino de Ciências e áreas afins, como Física e Química, aos alunos com deficiência visual. No entanto, também ressaltaram a necessidade de haver professores qualificados para desempenhar esse trabalho com qualidade.

Além disso, na revisão bibliográfica abrangente de 189 artigos científicos realizada por Machado e Fernandes (2021), observou-se que a Educação em Ciências emergiu como o campo predominante, representando aproximadamente 63% das análises. No entanto, apesar da expectativa de uma abordagem ampla em relação aos modelos e à modelagem nesse contexto, constatou-se que apenas um artigo tratou simultaneamente de Química e Física, enquanto outro abordou Biologia, Química e Física. Essa observação sugere que, na pesquisa interdisciplinar sobre modelagem no ensino de ciências, a convergência frequentemente se concentra em Matemática e Física, possivelmente devido à clareza da estrutura matemática presente na Física. Em resumo, os resultados destacam uma lacuna evidente em estudos relacionados à construção de modelos interdisciplinares no ensino secundário e terciário.

As pesquisas desses autores estão em sintonia com a análise bibliográfica conduzida por Mendes, Gomes, Caporale (2021). Eles constataram que avançar na inclusão escolar de estudantes com deficiência visual demanda uma reflexão contínua sobre aprimoramentos educacionais para superar barreiras. Além disso, a utilização de materiais concretos é uma abordagem benéfica, aproveitando os sentidos remanescentes dos alunos para facilitar um aprendizado significativo, a interação com colegas e a expansão do conhecimento.

Pesquisas recentes têm focado no Ensino de Química para estudantes com deficiência visual, uma delas realizada por Benite, Benite (2016). Esses pesquisadores realizaram um estudo de campo com alunos cegos, e observaram que no aprendizado de Química, uma disciplina que amplamente utiliza modelos para representar entidades abstratas do mundo real, é essencial que os alunos internalizem sua linguagem através de experiências que tornem visível o que é invisível.

Bem como, a criação de modelos mentais guiada pelo professor emerge como uma estratégia para que o aluno compreenda essa linguagem e a represente de maneira congruente com os conhecimentos validados pela comunidade científica. Hoje em dia, já existem recursos como a Grafia Química Braille, modelos em alto relevo e experimentos adaptados que podem enriquecer a percepção global do aluno com deficiência visual, mediados pelo professor.

Em seu estudo, Ferry, Schmidt e Assis (2022) apresentaram um modelo didático para o

ensino de Química, no qual um professor destacou que, independentemente do recurso mediacional utilizado, é crucial que o professor retome o conteúdo científico. Isso se deve ao fato de que os alunos com deficiência visual podem não ser capazes de estabelecer conexões entre as referências ao objeto e as informações relacionadas ao tópico de conteúdo científico a ser ensinado. Portanto, a plena eficácia do processo de modelagem e compreensão do conteúdo não pode depender exclusivamente dos alunos; a mediação adequada do professor é fundamental.

Nesse sentido, a pesquisa realizada por Dantas, Bastos e Firme (2022) ao avaliar os experimentos propostos nos livros didáticos em termos de acessibilidade, ressalta a urgência de aprimoramentos nas atividades experimentais direcionadas ao processo de ensino e aprendizagem de alunos com deficiência visual. Isso é evidenciado pelo fato de que as atividades analisadas presumem a visão dos alunos, o que cria obstáculos significativos para aqueles com deficiência visual. Diante dessa realidade, torna-se essencial explorar outras vias sensoriais, como tato, olfato, paladar e audição. Na elaboração de atividades práticas, é fundamental considerar as características de acessibilidade e a viabilidade de adaptações personalizadas para atender às necessidades específicas de cada aluno.

Ainda neste contexto, Perovano e Melo (2022) abordam que as aulas de Química, as quais têm um caráter predominantemente experimental e visual, trazem à tona inúmeros desafios. Porém, é factível produzir adaptações que permitam a participação efetiva das pessoas com deficiência visual, uma vez que a falta de um sentido não impede a assimilação de conhecimentos científicos. Se um experimento se basear principalmente na análise visual, é essencial fornecer descrições detalhadas dos eventos aos alunos com deficiência visual, garantindo, assim, o pleno exercício do direito de aprendizagem.

Para o Ensino de Ciências, Ferreira, Rodrigues e Costa (2020) destacam que, de acordo com relatos de participantes de sua pesquisa, a falta de materiais táteis torna a compreensão dos conteúdos altamente complexa e de difícil assimilação. Além disso, a dimensão do modelo didático merece atenção, visto que impacta diretamente na aprendizagem do aluno. Portanto, é recomendável que o tamanho seja conveniente para que tanto o aluno quanto o professor possam manipulá-lo facilmente durante todo o processo. Essas observações coincidem com o estudo de Salgado e Cruz (2021), que conduziram uma aula prática de Ciências empregando modelos táteis, complementados por legendas em braille. Essas legendas foram apontadas pelos alunos cegos como uma vantagem, permitindo a orientação precisa das mãos sobre os modelos explorados. Em conjunto, essas evidências endossam que os modelos são efetivos como auxiliares no aprendizado de indivíduos com deficiência visual.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, aprofundaremos nossa compreensão dos aspectos históricos, legais e conceituais relacionados à Educação Especial e à Educação Inclusiva no contexto brasileiro. Além disso, exploraremos a aplicação da Educação Inclusiva no campo do Ensino em Ciências e na Educação Profissional e Tecnológica. Dentro dessa temática, dedicaremos uma análise especial à integração da Cultura *Maker* na Educação Tecnológica e sua contribuição para o desenvolvimento de recursos didáticos inclusivos, cujas origens remontam às ideias de Seymour Papert (1986) e Mark Hatch (2006).

No que se refere à mediação no contexto da Educação Inclusiva, abordaremos a Teoria da Experiência de Aprendizagem Mediada, criada por Reuven Feuerstein (1994) e também descrita por Tébar (2011) e a Teoria da Ação Mediada, proposta por James Wertsch (1998) e baseada em Vygotsky (1981;1991). Essas teorias desempenham papéis fundamentais como referências teóricas nesta pesquisa, contribuindo para nossa discussão sobre a mediação da aprendizagem.

Para uma compreensão mais aprofundada de modelos no âmbito do ensino de Ciências e para embasar a produção do recurso didático inclusivo Bricks Braille Químico, fundamentamos nossa abordagem nos conceitos de modelos como representações parciais de entidades científicas de John Gilbert, Rosária Justi e seus colaboradores (1995;2020) e acerca de modelos como artefatos epistêmicos nos embasamos nos estudos de Knnuttila (2005).

No que concerne à Grafia Química adotada no Brasil, que serviu como base para a incorporação da simbologia Braille no recurso Bricks Braille Químico, adotamos a 3ª versão, do ano de 2017, divulgada pelo Ministério da Educação (MEC). Essa abordagem teórica e prática proporciona uma base sólida para a compreensão e produção do Bricks Braille Químico, enriquecendo nossa exploração das possibilidades de ensino inclusivo no contexto da Química.

3.1 - A Educação Especial no Brasil

De acordo com Drago e Gabriel (2023), no ano de 1822, após a independência do Brasil, houve um interesse inicial na educação de pessoas com deficiência. Os autores relatam que se utilizava termos como pedagogia de anormais, teratológica, curativa e terapêutica, os quais foram importados da Europa e refletiam interpretações diversas da educação de pessoas com deficiência, muitas vezes sob uma perspectiva médica, mística ou religiosa. Ademais, neste período, a educação destas pessoas era limitada devido à falta de políticas públicas e concepções médicas e sociais ultrapassadas. O país também estava influenciado por teorias racistas do darwinismo social europeu, o que justificava abordagens eugenistas para tratar pessoas consideradas anormais (Drago e Gabriel, 2023).

Secundino e Santos (2023) discorrem que durante o século XIX, o liberalismo econômico influenciou a elite brasileira, que buscava modernizar o país e se posicionar entre as potências mundiais. No entanto, a educação especial da época excluía pessoas com deficiência visual. Ainda segundo os autores, no final do século XIX, no Brasil, a abordagem pedagógica ganhou destaque como meio de controle social. No qual, o movimento da Escola Nova defendeu a escolarização universal, incluindo crianças com deficiência, mas com ênfase na disciplina e controle, em vez de uma abordagem verdadeiramente emancipatória.

No entanto, foi somente na segunda metade do século XX que várias mudanças ocorreram no cenário da educação especial no Brasil, surgindo instituições importantes as quais forneciam atendimento educacional e médico-hospitalar assistencialista, assim como o termo reabilitação ganhou destaque como objetivo da educação especial, abrangendo tratamentos médico-psicossociais para melhorar o desenvolvimento de pessoas com deficiência (Drago e Gabriel, 2023).

Posteriormente, em 1930, com a chegada de Getúlio Vargas ao poder, juntamente com o seu foco no desenvolvimento econômico interno do país, impulsionaram-se mudanças na educação, visando o aumento da produção e eficiência. O que levou a uma hierarquização dos trabalhadores e dos alunos, com a ideia de aproveitar os mais capazes, recuperar os menos capazes e manter em segundo plano aqueles que não se encaixavam em nenhum dos dois grupos (Secundino e Santos, 2023).

Desse modo, até o ano de 1964, o Brasil continuou sua trajetória com governos populistas, como Juscelino Kubitschek e João Goulart, até que houve o golpe militar, que foi quando os militares, com apoio de parte da sociedade civil, derrubaram o presidente democraticamente eleito. Nesse período, foi promulgada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBN) de 1961. Essa Lei, juntamente com a Lei nº 5.692/71 estabeleceram diretrizes para a educação especial, mas ainda mantiveram uma abordagem segregacionista e assistencialista (Drago e Gabriel, 2023).

Neste cenário, sabe-se que nas décadas de 1950, 1960 e 1970, os institutos especializados não cresceram devido à negligência do Estado em fornecer uma educação regular adequada para os alunos com deficiência. Essa situação passou a mudar durante as lutas pela redemocratização do país, especialmente na década de 1980, que marcou o final da Ditadura Militar brasileira, o qual consistia pelo movimento em busca das liberdades democráticas, despertando o país para a importância dos direitos sociais (Secundino e Santos, 2023).

Portanto, na década de 1980, com a redemocratização do Brasil e a emergência dos direitos sociais, a luta contra a segregação e a benevolência na educação especial ganhou força, e

os direitos das pessoas com deficiência passaram a ser reconhecidos como parte da cidadania. No entanto, ainda havia indefinições sobre o tratamento especial e a segregação persistia. Anos depois, alguns eventos internacionais, como a Conferência Mundial sobre Educação Especial em Salamanca, na Espanha, em 1994, influenciaram a conceituação do aluno e da educação especial, apontando para a integração e inclusão como diretrizes, em que o Brasil também se comprometeu com a inclusão em seus discursos oficiais sobre educação (Drago e Gabriel, 2023).

Com isso, durante toda a década de 1990, o Brasil vivenciou uma série de reformas abrangentes na área da Educação, inclusive na Educação Especial. A Secretaria de Educação Especial (SESPE), extinta durante o governo de Fernando Collor de Melo, foi reintegrada no governo de Itamar Franco. Desse modo, a Educação Especial passou a aderir à Política Nacional de Educação Especial de 1994, a qual foi respaldada pela Constituição Federal de 1988, pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDBN) de nº. 9394/96, pelo Plano Decenal de Educação para Todos de 1993 e pelo Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) de 1990 (Baptista, 2019).

Durante esse período, tanto a Educação em geral quanto a Educação Especial foram fundamentadas em princípios democráticos, liberdade e respeito à dignidade, adotando princípios específicos, incluindo normalização, integração, individualização (adaptação do ensino às necessidades individuais de cada aluno), efetividade dos modelos de atendimento educacional, ajuste econômico alinhado com a dimensão humana, interdependência (parcerias entre diferentes setores), construção do real (atendimento às necessidades dos alunos), valorização da dignidade dos alunos com necessidades especiais e legitimidade (participação das pessoas com deficiência na formulação de políticas públicas) (Garcia e Michels, 2011).

Desse modo, a LDBN n. 9394/96 desempenhou um papel importante devido a sua dedicação em um capítulo especialmente para a Educação Especial. Ela estabeleceu que o Estado tinha a responsabilidade de fornecer atendimento aos alunos com deficiência, preconizando uma educação pública, gratuita e, preferencialmente, na rede regular de ensino. Essa Lei também mencionava a possibilidade de serviços especializados na escola regular, sugeria que modalidades de atendimento fora da classe comum poderiam ser aceitas quando a integração não fosse possível, o que apresentava respaldo legal para manter alunos com deficiências graves em instituições especializadas (Baptista, 2019).

Em seguida, no início dos anos 2000, o Conselho Nacional de Educação (CNE) promulgou uma resolução estabelecendo as Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica, regulamentando os artigos da LDBN 9.394/96 relacionados à Educação Especial. Sendo que, enquanto esta Lei preferia o atendimento preferencialmente na rede regular, a resolução eliminou o termo "preferencialmente" e enfatizou que os alunos da Educação Especial poderiam ser atendidos na escola regular, mas também excepcionalmente em classes ou escolas especiais

(Garcia e Michels, 2011).

Posteriormente, no século XXI, alguns eventos internacionais, como a Convenção de Guatemala em 2001 e a Convenção de Nova Iorque em 2006, influenciaram a perspectiva inclusiva na Educação Especial brasileira. Com isso, houve uma mudança significativa nas diretrizes da política educacional para a Educação Especial no Brasil, a qual foi expandida para o atendimento da população, incluindo alunos com deficiências, altas habilidades e transtornos globais do desenvolvimento. Devido a essa nova definição, foi retomado os termos utilizados em documentos da década anterior, quando a política se baseava no princípio da integração (Baptista, 2019).

Seguidamente, em 2007, foi lançado o Programa de Implantação de Salas de Recursos Multifuncionais, o qual foi uma iniciativa importante na política de Educação Especial. O seu objetivo era apoiar os sistemas de ensino na organização do Atendimento Educacional Especializado (AEE), expandindo sua oferta aos alunos incluídos nas classes comuns do ensino regular. Este programa estava vinculado às salas de recursos multifuncionais e envolvia financiamento público federal, sendo implementado nas redes municipais e estaduais de educação (Baptista, 2019).

Consequentemente, em 2008, houve uma redefinição do conceito de Educação Especial brasileira, a qual passou a ser vista como uma modalidade de ensino que abrange todos os níveis, etapas e modalidades, fornecendo atendimento educacional especializado, recursos e serviços, orientando seu uso no processo de ensino e aprendizagem nas turmas comuns do ensino regular. Essa definição abandonou a ideia de Educação Especial como uma proposta pedagógica e concentrou-se na disponibilização de recursos e serviços. Além disso, o decreto 6.571/2008 introduziu o termo Atendimento Educacional Especializado (AEE) como substituto da Educação Especial, descrevendo-o como um conjunto de atividades, recursos de acessibilidade e pedagógicos organizados institucionalmente, fornecidos de forma complementar ou suplementar à formação dos alunos no ensino regular (Garcia e Michels, 2011).

3.2 - A Educação Especial na perspectiva inclusiva

A demanda por educação inclusiva para alunos com deficiência ganhou força no Brasil devido ao comprometimento do país com acordos internacionais estabelecidos a partir da Declaração de Jomtien em 1990 e a Declaração de Nova Delhi sobre Educação para Todos em 1993. Isso resultou na maior rede privada-assistencial de instituições especializadas em educação especial do país, a Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE), que elaborou e promoveu o documento "Educadora: A Escola que Buscamos" em resposta à necessidade de escolarização de sua população (Kassar, Rebelo e Oliveira, 2019).

No entanto, no segundo mandato do presidente Fernando Henrique Cardoso, no ano de

2001, o então Ministro da Educação, Paulo Renato Costa Souza, recebeu um ofício da Procuradoria da República do Distrito Federal sobre a matéria Educação Inclusiva. Este documento relatava um movimento que se fortalecia, mas que não se fazia notar. A análise das Diretrizes nacionais para a educação especial na Educação Básica, apresentada pela Procuradoria da República, chamava a atenção para o fato de que muitas crianças e adultos com deficiência não estavam sendo escolarizados, portanto, o Estado não estaria cumprindo devidamente o seu compromisso com a universalização da educação obrigatória (Kassar, Rebelo e Oliveira, 2019).

Entretanto, somente no início do primeiro mandato do governo de Luiz Inácio Lula da Silva, em 2003, houve uma mudança significativa nesse cenário. Isso deu-se por meio da proposta de se estabelecer um sistema educacional inclusivo como parte da Política Nacional de Educação. Nesse novo paradigma, a educação escolar de todas as crianças passou a ter como base a escola comum ou regular, enquanto a educação especial foi concebida como um complemento ou reforço à escolaridade obrigatória (Garcia e Michel, 2011).

Ainda em 2003, o governo federal introduziu o Programa Educação Inclusiva Direito à Diversidade, uma iniciativa que desempenhou um papel fundamental na transformação do sistema educacional em direção à inclusão. Para alcançar esse objetivo, foram feitos investimentos substanciais na formação de gestores e profissionais da educação, além da implementação do Atendimento Educacional Especializado e da promoção da acessibilidade nas escolas. No ano seguinte, em 2004, o Ministério Público Federal publicou uma diretriz que garantia o acesso de estudantes com deficiência às escolas e classes regulares, reforçando o compromisso com a disseminação dos princípios e diretrizes globais para a inclusão (Bueno, Bueno e Portilho, 2023).

Posteriormente, foi implementado o Programa de Implantação das Salas de Recursos Multifuncionais, regido pela Portaria Normativa nº. 13, de 24 de abril de 2007. Esse programa visava disponibilizar às escolas públicas de ensino regular equipamentos, recursos pedagógicos e de acessibilidade para aprimorar o AEE. No mesmo ano, o PNE abrangeu diversas áreas, incluindo a formação de professores para a educação especial, a criação de salas de recursos multifuncionais, a melhoria da acessibilidade em prédios escolares, o acesso e a permanência de pessoas com deficiência na educação superior, bem como a supervisão do acesso escolar das pessoas beneficiadas pelo Benefício de Prestação Continuada (Bueno, Bueno e Portilho, 2023).

No primeiro mandato do governo de Luiz Inácio Lula da Silva, a inclusão social foi apresentada como estratégia de desenvolvimento de longo prazo. Já no seu segundo mandato, ela se apresentou como desenvolvimento com inclusão social e educação de qualidade, definida por três eixos principais: crescimento econômico, agenda social e educação de qualidade, com a intenção de acelerar o crescimento econômico, promover a inclusão social e reduzir as desigualdades regionais (Kassar, Rebelo e Oliveira, 2019).

Continuando a trajetória dos planos do governo anterior, a gestão de Dilma Rousseff (2012-2015) prosseguiu com medidas para combater a pobreza e promover a participação social. Nesse contexto, foram estabelecidos os programas: Mais Brasil, Mais Desenvolvimento, Mais Igualdade e Mais Participação. Ambos os governos compartilharam características importantes, incluindo a formalização de um conjunto de direitos humanos e o enfrentamento de desafios e debates na política nacional de Educação Especial brasileira. Isso reforçou o compromisso com a proteção dos direitos sociais e civis, especialmente para aqueles em situações de desigualdade e exclusão social (Kassar, Rebelo e Oliveira, 2019).

No entanto, após o impeachment da presidente Dilma Rousseff, em 2016, houve mudanças na Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão (SECADI/MEC) e na Diretoria de Políticas de Educação Especial. No ano seguinte, a SECADI/MEC lançou editais para contratar consultores especializados na análise de documentos relacionados à educação especial brasileira, indicando a intenção de revisar a política educacional inclusiva. Em abril de 2018, foi apresentada uma proposta de atualização da política de 2008, com a promessa de consulta pública para garantir a participação da sociedade, sistemas de ensino e organizações educacionais de forma transparente e democrática (Kassar, Rebelo e Oliveira, 2019).

Neste cenário, atualmente, a inclusão de alunos com deficiência nas escolas regulares de ensino no Brasil é respaldada pela Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (PNEEPEI). Essa política estabelece que os sistemas de ensino devem disponibilizar currículos, métodos, recursos e uma organização específica para atender às necessidades dos alunos com deficiência. Além disso, garante a possibilidade de conclusão do ensino fundamental, de forma adaptada às suas necessidades, para aqueles que não conseguiram atingir o nível exigido devido às suas deficiências (Miranda, 2019).

3.3 - A Educação Inclusiva na temática da deficiência visual

Para compreender a deficiência visual, é essencial começar pela definição do termo, a qual se refere à limitação ou incapacidade de enxergar, que pode ser parcial ou total, resultante de alterações no globo ocular ou no sistema visual. Este grupo abrange indivíduos cegos e aqueles com visão reduzida, apresentando uma gama de níveis de acuidade visual, desde a percepção de luz até a proximidade com a visão normal (Miranda, 2008).

Portanto, pessoas que enfrentam a falta de visão se deparam com diversos desafios, os quais podem impactar seu desenvolvimento psicomotor, intelectual e socioemocional. Por isso, a educação de pessoas com deficiência visual oferece metodologias específicas que auxiliam estes alunos a se desenvolverem e se integrarem plenamente em seu ambiente social (Miranda, 2008).

Neste cenário, o Brasil Imperial foi o período em que se encontrou os primeiros registros

legais relacionados à inclusão de pessoas com deficiência visual. Sendo que o primeiro marco significativo relacionado a essas pessoas ocorreu em 12 de setembro de 1854, quando o Imperador Pedro II emitiu um Decreto Imperial que estabeleceu o Imperial Instituto de Meninos Cegos, no Rio de Janeiro. Após a transição para a república, essa instituição passou a ser conhecida como Instituto Benjamin Constant (IBC) e se tornou a única entidade responsável pela educação de pessoas com deficiência visual naquela época (Garcia e Braz, 2020).

Com isso, o Instituto Benjamin Constant (IBC) desempenhou um papel significativo para a comunidade cega brasileira. Em 1942, o IBC publicou gratuitamente edições em braille de livros, proporcionando acesso à leitura para a comunidade cega. Além disso, o instituto também se dedicou a atender outras necessidades educacionais, incluindo a formação de professores para lecionar para alunos com deficiência visual. Outro marco importante ocorreu em 1947, quando o IBC, em colaboração com a Fundação Getúlio Vargas do Rio de Janeiro, promoveu o primeiro curso de Especialização em Didática para Professores de Cegos (Lopes, 2019).

Com o tempo, o cenário educacional passou por profundas mudanças, impulsionadas pelo movimento Escola Nova, que almejava a reformulação do ensino com base nos princípios da autonomia e liberdade de cada criança, promovendo, assim, a universalização da educação. Somente em 1946, no Brasil, começaram a ser adotados recursos didáticos adaptados, como a impressão de livros em braille, proporcionando condições de estudo mais adequadas. Em 1950 ocorreu a inauguração da primeira turma de ensino em braille em São Paulo, dentro de uma escola de ensino regular (Garcia e Braz, 2020).

Anos depois, a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015) consolidou a garantia de um sistema educacional inclusivo para pessoas com deficiência visual em todos os níveis de ensino, inclusive nas instituições privadas. Essa legislação visa assegurar condições adequadas de acesso, permanência, participação e aprendizagem para esse público (Valentini et al., 2019). No entanto, para obter uma verdadeira inclusão de alunos com deficiência visual, é necessário que as escolas os acolham e se adaptem às suas necessidades. As instituições de ensino regulares precisam romper com modelos educacionais uniformes e combater práticas segregadoras (Nery e Sá, 2019).

3.4 - A Educação Inclusiva no âmbito da Educação em Ciências

A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil teve início na década de 1960, coincidindo com um movimento de inovação no ensino de Ciências na mesma época. A criação de programas de pesquisa em Ensino de Ciências foi uma resposta à crescente preocupação de profissionais da educação com a falta de materiais nacionais de apoio para professores do Ensino Fundamental e Médio, uma vez que projetos de ensino importados dos Estados Unidos e do Reino Unido não alcançaram o sucesso desejado (Silva e Landim, 2014).

Neste cenário, a educação inclusiva no Ensino de Ciências, requer a utilização de recursos pedagógicos específicos, os quais impulsionam e desenvolvem o ensino e aprendizagem, permitindo que os alunos superem desafios individuais e tenham acesso ao currículo. O ensino dessa disciplina visa capacitar cidadãos ativos, estimulando a curiosidade e o pensamento crítico, preparando-os para enfrentar os desafios da sociedade contemporânea. Isso, por sua vez, fortalece a democracia ao fomentar debates informados sobre questões científicas que afetam nosso cotidiano (Schinato e Strieder, 2020).

Assim, a falta de professores licenciados e o excesso de conteúdo surgem como obstáculos. Além disso, é comum a tendência de apresentar o conhecimento científico como imutável e inquestionável, muitas vezes devido à ênfase em definições e reprodução literal em livros didáticos e sistemas de avaliação. Este conhecimento, no entanto, é uma construção social moldada pela comunidade científica em resposta às demandas da sociedade e baseada em convenções humanas (Benite, Benite e Ribeiro, 2015).

Além disso, é importante questionar se as abordagens pedagógicas adotadas estão verdadeiramente contribuindo para a realização efetiva do processo de aprendizagem e inclusão, ou se há espaço para melhorias e adaptações que possam tornar a educação mais inclusiva e acessível a todos os alunos (Schinato e Strieder, 2020).

Neste âmbito, o uso de recursos didáticos é importante no contexto pedagógico, enriquecendo e aprimorando o processo de ensino para torná-lo mais adequado e eficaz. Eles são fundamentais para facilitar a aprendizagem de todos os alunos, incluindo aqueles com necessidades educacionais especiais dentro do sistema de ensino regular. Bem como, esses recursos têm a capacidade de fornecer aos estudantes elementos, informações e conhecimentos que tornam os conteúdos e temas apresentados mais acessíveis e compreensíveis durante o processo de ensino (Schinato e Strieder, 2020).

No contexto do ensino inclusivo de Ciências para estudantes com deficiência visual, a adoção da abordagem multissensorial não beneficia apenas esse grupo, mas também outros estudantes e membros da equipe escolar. Isso se deve ao fato de que a multissensorialidade, embora não fosse inicialmente um elemento central dos objetivos das práticas educacionais, emergiu como uma abordagem fundamental no processo de ensino. Nesse cenário, a importância dos recursos didáticos ganha destaque, uma vez que desempenham o papel de mediadores entre o professor e o aluno, representando um conhecimento enraizado na realidade social e histórica (Darim, Guridi e Amado, 2021).

3.5 - A Educação Inclusiva no âmbito da Educação Profissional e Tecnológica

No contexto educacional, o trabalho permite que compreendamos a evolução do

conhecimento por meio de sua estrutura subjacente na transferência de saberes. A análise das diferentes formas de produção e das dinâmicas de poder associadas a elas é fundamental para o desenvolvimento do indivíduo e sua compreensão mais profunda do conceito de trabalho. A Educação Profissional e Tecnológica (EPT) se integra harmoniosamente a essa perspectiva, adotando o trabalho como um princípio educativo essencial e promovendo a formação crítica e reflexiva dos indivíduos. Assim, a EPT reafirma, ao longo da evolução das sociedades e em consonância com os princípios democráticos, a participação efetiva de indivíduos que genuinamente fazem parte de seu contexto (Carvalho e Cavalcanti, 2020).

Desde o início da regulamentação da EPT no século XIX, as pessoas com deficiência foram sistematicamente excluídas dos programas de formação profissional. Elas enfrentaram restrições severas para ingressar em cursos profissionalizantes e a seleção de candidatos era conduzida inicialmente por médicos e posteriormente por psicólogos, que aprovavam apenas aqueles que podiam comprovar, por meio de atestados médicos, condições de saúde consideradas adequadas para exercer uma profissão (Costa e Nolêto, 2022).

No âmbito da Educação Profissional e Tecnológica (EPT), a extinta Ação Tecnologia, Educação Cidadania e Profissionalização para Pessoas com Necessidades Específicas (AÇÃO TECNEP) é amplamente reconhecida como um ponto de viragem nas iniciativas de colaboração da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPC) para promover a cultura da inclusão na EPT. Os Núcleos de Atendimento a Pessoas com Necessidades Específicas (NAPNE), que constituíram a principal ferramenta da AÇÃO TECNEP, continuam realizando buscas para promover o acesso, a permanência e o sucesso acadêmico dos estudantes com deficiências. Seu objetivo permanece o mesmo: promover uma cultura de convivência na diversidade, contribuindo para uma EPT mais inclusiva e equitativa. (Magalhães, Marques e Castaman, 2022).

A esse respeito, atualmente existe um ordenamento jurídico uma ampla legislação que busca reconhecer e garantir a inclusão de pessoas com deficiência no mercado de trabalho. Um exemplo notável é a Lei nº 13.146, de 06 de julho de 2015, que é a Lei Brasileira da Inclusão (LBI) que, em seu capítulo VI, estabelece que é proibido restringir o trabalho de pessoas com deficiência e discriminá-las em qualquer etapa do processo de emprego. Em conjunto, a LDBN, em seus artigos 58 e 59, também garante o acesso e a permanência destes estudantes nas escolas regulares de Educação Profissional, com o objetivo de promover sua efetiva integração na sociedade (Costa e Nolêto, 2022).

3.6 - A Cultura Maker e a Educação Tecnológica

De acordo com Santos e Andrade (2020), a Cultura *Maker* permite que através do uso das tecnologias estudantes possam construir e explorar materiais confeccionados em um ambiente

onde há incentivo à criatividade e possibilidades para resolver problemas. Para isso, algumas tecnologias são utilizadas em um espaço *Maker*, como por exemplo as impressoras 3D e as máquinas cortadoras a laser, as quais possibilitam confeccionar objetos capazes de potencializar o processo de ensino-aprendizagem no ambiente educacional.

Para desenvolver a cultura digital de forma abrangente, é fundamental ir além da mera aquisição de equipamentos e softwares. Esse processo engloba elementos que vão além das práticas pedagógicas, estendendo-se para fora da escola. Isso permite ações que não só beneficiam a aprendizagem dos conteúdos formais, mas também promovem autonomia, criatividade, empreendedorismo e habilidades de resolução de problemas, tanto para os alunos quanto para toda a comunidade (Carvalho e Bley, 2018).

É neste sentido que a atividade *maker* pode enriquecer o currículo escolar ao complementar outros aspectos do aprendizado. Enquanto o currículo tradicional foca na formação e conhecimento do aluno, a atividade *maker* promove a criação, o desenvolvimento tecnológico e a resolução de problemas do mundo real. Ao integrar conhecimentos de diferentes áreas, esta atividade atribui função social aos conceitos, promove uma aprendizagem significativa e o desenvolvimento integral dos alunos, além de cultivar habilidades, competências, atitudes e valores (Gonzaga, 2022).

O movimento *maker* associa-se à proposta de Papert (1986) que, segundo esse autor, permite que o estudante construa o seu conhecimento de forma autônoma, conforme ele compartilha abertamente os seus projetos e interage com o ambiente em que está envolvido. A partir de ideias, estudos e discussões, é possível, pela perspectiva *maker*, confeccionar recursos didáticos para a utilização na prática pedagógica de diferentes disciplinas e conteúdo (Vieira e Martins, 2020).

Este movimento enfatiza a flexibilidade curricular, tornando o professor um facilitador empático que promove a aprendizagem significativa, considerando as emoções dos alunos e não apenas cumprindo requisitos curriculares. O que permite que o conhecimento seja adquirido de maneira pessoal e significativa. As metodologias ativas de aprendizagem estão presentes nesse movimento educacional, envolvendo a autonomia e autogerenciamento do aluno em seu processo de aprendizagem, horizontal e significativo, baseado na participação dos estudantes (Bettio et al., 2021).

Com o surgimento da Cultura *Maker* e dos laboratórios de fabricação digital presentes nas instituições de ensino, a utilização da impressora 3D tem se tornado comum para os educadores e estudantes, promovendo, no contexto da inclusão, a possibilidade de confeccionar materiais adaptados para estudantes com diversas deficiências (Pires e Júnior, 2020).

Tanto nos Projetos Político-Pedagógicos (PPP) das escolas quanto na nova proposta da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), há referências frequentes à Cultura *Maker*, a qual envolve atividades como criar, fazer, colaborar, produzir, investigar, cooperar, exercitar, compartilhar e participar. Além disso, a BNCC estabelece dez competências gerais para a educação básica, ressaltando a valorização do conhecimento histórico, o uso de diferentes linguagens para comunicação, a compreensão ética e utilização das tecnologias digitais. Portanto, fica implícito que a BNCC sugere e orienta a incorporação da cultura *Maker* na educação (Arantes et al., 2020).

Nesse cenário, o movimento *maker* tem sido apontado como o próximo passo na evolução da educação e da tecnologia, apresentando-se como uma alternativa às aulas tradicionais, que muitos estudantes consideram passivas e repetitivas devido ao foco em metodologias expositivas. Este movimento deu origem aos espaços *maker*, os quais possuem raízes nos princípios de democratização dos meios de produção e na customização e personalização de produtos. Eles visam tornar as tecnologias de fabricação acessíveis a praticamente qualquer pessoa, capacitando as pessoas a moldarem seu próprio futuro tecnológico (Teixeira e Silva, 2017).

3.7 - Recursos Didáticos Inclusivos como produtos da Cultura Maker

É importante observar que a Educação Especial e Inclusiva frequentemente se baseia na criação de materiais pedagógicos que empregam predominantemente técnicas artesanais, especialmente para atender às necessidades educacionais de crianças com deficiência visual. No entanto, devido às características inerentes a essa forma de produção, ela apresenta limitações, tais como baixa capacidade de replicação e a exigência de um tempo considerável para sua elaboração. Isso pode levar os educadores a se afastarem de seu foco na sala de aula e a se distanciarem das reflexões sobre os processos cognitivos relacionados à aprendizagem na educação básica (Frosch, 2019).

De acordo com Rocha, Silva e Rocha (2022), o material didático compreende uma variedade de recursos que podem ser contextualizados e empregados para fins educacionais, fornecendo suporte às atividades pedagógicas, mesmo que não tenham sido originalmente concebidos com essa finalidade. Esses recursos, também conhecidos como tecnologias educacionais, abrangem uma ampla gama de ferramentas utilizadas durante o processo de ensino, com o objetivo de estimular os alunos e facilitar sua compreensão e entendimento do conteúdo. Nesse contexto, o ensino requer diversas mediações e estratégias por parte do professor, que, para desempenhar sua função com êxito, precisa realizar um planejamento cuidadoso e estabelecer objetivos claros a serem alcançados.

Por outro lado, as experiências que utilizam recursos digitais ou técnicas de prototipagem rápida representam oportunidades para a produção de materiais pedagógicos. Segundo Frosch (2019), esses recursos possuem três características fundamentais: i) o seu acesso pode ser

facilitado para o uso de todas as pessoas; ii) graças ao compartilhamento digital, os códigos, modelagens e protocolos desses recursos podem ser disponibilizados gratuitamente, o que facilitaria o acesso e a adaptação por parte dos educadores e desenvolvedores; e iii) esses recursos são altamente replicáveis, permitindo que o mesmo modelo seja impresso em 3D várias vezes, com adaptações personalizadas, ou utilizando o modelo primário idêntico disponível digitalmente (Frosch, 2019).

No contexto dos modelos tridimensionais, a modelagem 3D, como técnica integrante da Cultura *Maker*, desempenha um papel fundamental ao se constituir como uma tecnologia de fabricação aditiva que simplifica e torna a realidade mais acessível e compreensível para o observador. Além disso, Silva et. al., (2022), afirmam que a manipulação de objetos tridimensionais cativa a atenção dos alunos e aprofunda a compreensão do espaço e de suas características em relação ao mundo real. Nesse cenário, com o advento da tecnologia de impressão 3D, a modelagem tridimensional expandiu-se significativamente em diversas áreas, incluindo a educação, onde se tornou uma ferramenta poderosa.

Assim como outras tecnologias relacionadas à Cultura *Maker*, as Máquinas de Controle Numérico Computadorizado (CNC) são estruturas avançadas com a capacidade de fabricar objetos com base em cálculos computacionais. Isso é realizado por meio de mecanismos automatizados que operam de acordo com instruções específicas codificadas no sistema de controle da máquina. As máquinas CNC representam uma evolução do controle numérico e utilizam um computador para coordenar os movimentos dos eixos durante o processo de usinagem, tudo isso é feito por meio de programas integrados de *design* assistido por computador (Santos et al., 2022).

Os recursos didáticos inclusivos criados por meio da Cultura *Maker* podem abranger uma ampla variedade de itens e dispositivos, dependendo das necessidades específicas dos alunos e dos objetivos educacionais. A sua essência está na capacidade de inovação e adaptação para tornar a educação mais acessível e inclusiva.

3.8 - Teoria da Experiência de Aprendizagem Mediada (TEAM)

A transformação da situação e do perfil dos profissionais docentes na educação nos últimos anos varia de acordo com os países e regiões, sendo que o papel dos docentes é fundamental para a qualidade e pertinência da educação, assim como a forma em que são preparados é essencial para alcançar esta qualidade. Tébar (2011), expõe em seu estudo que para o professor e psicólogo Reuven Feuerstein, criador da Teoria da Experiência da Aprendizagem Mediada (TEAM) a expansão do enfoque mediador da educação é discutida e defendida como uma abordagem eficaz para a melhoria do profissionalismo dos educadores, bem como da qualidade da educação.

De acordo com Tébar (2011), a revolução social causada pelas tecnologias transformou a economia, os costumes, as leis e as prioridades da sociedade. Com isso, ainda segundo Tébar (2011), a educação tradicional vem sendo substituída por um conceito de aprendizagem ativa e pessoal do aluno, implicando mudanças profundas na pedagogia e exigindo um novo modelo de escola. Portanto, para o autor, essas mudanças necessitam flexibilizar e proporcionar autonomia no sistema educacional, com o objetivo de atender as demandas sociais que estão em constante mudança, discutir os desafios enfrentados por professores na adoção de novas tecnologias e métodos de ensino e a necessidade de uma formação atualizada e permanente.

Para Feuerstein, (1994) é importante que haja a priorização da aprendizagem dos alunos por meio do rompimento da ideia de que a escola existe apenas para transmitir conhecimentos, sendo necessário definir claramente o papel da educação escolar na sociedade, estabelecer um currículo básico para todos os alunos, fornecer formação adequada aos professores e prescrever formas de organização e funcionamento das escolas que sejam consistentes e flexíveis. Além disso, são características indispensáveis para os educadores que sejam competentes, tenham conhecimento da disciplina e compreendam os processos de desenvolvimento da criança (Farias, Maranhão e Cunha, 2008).

Portanto, o modelo da aprendizagem mediada, desenvolvida por Feuerstein (1994), se concentra na relação educativa entre professor e aluno, potencializando o rendimento dos educandos por meio da modificabilidade cognitiva estrutural. Segundo Almeida e Malheiro (2020), o professor mediador é descrito como um especialista que domina os conteúdos curriculares, estabelece metas, incentiva a busca das novidades, considera as diferenças individuais dos alunos e promove atitudes positivas. Ademais, ter uma atitude automodificadora para adaptar-se e modificar procedimentos e recursos para ajudar os alunos a superar suas dificuldades cognitivas, transformando o professor em pesquisador da própria atuação docente.

Salami e Sarmiento (2011) relatam que o professor Reuven Feuerstain (1994), possui uma visão positiva e otimista em relação à intervenção educativa, a qual é baseada em crenças sociais e humanas, tendo influências dos pensadores Vygotsky e Piaget. Também é de sua preocupação a inserção dos atos educativos em um processo integral para potencializar as capacidades dos indivíduos e criar um método eficiente de aprendizagem e desenvolvimento destes (Salami e Sarmiento, 2011).

Deste modo, a base teórica do professor Feuerstain destaca-se por sua visão antropológica e social positiva da educação, enfatizando a importância da mediação, a qual denomina-se “Experiência de Aprendizagem Mediada” (EAM). Essa teoria menciona que a mediação pode potencializar, nos indivíduos mediados, o desenvolvimento de modificabilidade estrutural cognitiva que se constitui na capacidade potencial do ser humano de transformar e de

transformar-se e, também que a mediação é uma posição humanizadora, positiva e potencializadora na complexidade das relações educativas (Gonçalves e Richartz, 2018).

Para Gonçalves e Richartz (2018), a falta de mediação pode levar a diferenças cognitivas e afetar o desenvolvimento das funções cognitivas e não intelectivas. Sendo assim, Gonçalves e Richartz (2018) discorrem que a TEAM, desenvolvida por Feuerstein (1994), é um meio de interação em que os estímulos que chegam ao sujeito são transformados por um agente mediador, geralmente os pais, irmãos ou educadores. Esse mediador filtra, seleciona e interpreta os estímulos de maneira adequada, escolhendo o melhor momento, ordem, intensidade e forma mais adequada para apresentá-los.

Uma das contribuições mais notáveis do professor Feuerstein é a incorporação da ideia de interação mediada entre o estímulo-organismo e a resposta, acrescentando a ação mediadora à fórmula do desenvolvimento cognitivo em função da interação, tendo como base a teoria de Piaget. Com isso, reconhece-se o valor mediador da intervenção humana para o desenvolvimento cognitivo da criança, diferentemente de Piaget, que considerava o fator humano apenas como um objeto entre outros (Almeida e Malheiro, 2022).

Portanto, de acordo com a Teoria de Experiência de Aprendizagem Mediada (TEAM), esse modo de interação em que os estímulos são transformados por um agente mediador, que seleciona e interpreta-os de maneira apropriada, podem levar os aprendizes a adquirir condutas apropriadas, aprendizagens, operações mentais, estratégias e significados, modificando a estrutura cognitiva deles. Visto que o desenvolvimento cognitivo da criança é resultado da exposição direta ao mundo e da experiência mediada, por meio da qual a cultura científica é transmitida (Battistuzzo, 2009).

Segundo a TEAM, para alcançar os objetivos educativos é necessário ter uma atitude flexível diante das dificuldades e capacidades de se adaptar a mudanças de estratégias, ritmos e tempos, havendo respeito, colaboração e comprometimento para a superação dos problemas que possam impedir o alcance destes objetivos. Portanto, o professor deve ter flexibilidade e adaptabilidade, conhecer cada aluno e as suas dificuldades, buscar motivá-los e envolvê-los no processo de aprendizagem, desenvolver habilidades de estudo e fomentar a autoestima e a autonomia (Tébar, 2011).

Turra, 2007 afirma que nesta Teoria, o professor mediador passa por três processos importantes: o processo cognitivo, processo afetivo-motivacional e processo socializador, nos quais o mediador ajuda os alunos a desenvolver consciência sobre as suas dificuldades e erros, desperta o interesse e eleva a autoestima dos alunos e promove a aprendizagem cooperativa em grupo.

3.9 - Teoria da Ação Mediada (TAM)

A Teoria da Ação Mediada (TAM) foi proposta na década de 1970 e 1980, pelo professor James V. Wertsch, doutor e vasto experiente em psicologia da educação e antropologia. Sua aproximação sociocultural é baseada na teoria de Vygotsky, a qual enfatiza a “ação mediada” e é delineada em três temas gerais: (i) a mediação de instrumentos e signos – estes considerados os mais importantes para Wertsch; (ii) estudos ocidentais; e (iii) relacionado à zona de desenvolvimento proximal, a abordagem sociocultural enfatiza a mediação como a chave para compreender as mudanças no desenvolvimento humano (Oliveira e Mortimer, 2022).

Lima e Oliveira (2021) relatam em seus estudos que para Wertsch (1998), os signos desempenham o papel de instrumentos que contribuem para a atividade psicológica, assim como um instrumento de trabalho auxilia na realização de uma tarefa específica. Nesse contexto, quando aplicamos esses conceitos ao ensino e aprendizagem, os signos funcionam como meios mediacionais no trabalho do professor, nas atividades de mediação e nos processos de compartilhamento de significados para conteúdos escolares.

Toda a linha histórica da vida e das obras de Vygotsky trouxeram contribuições para a Ciência e para a Educação, principalmente acerca do desenvolvimento da aprendizagem e a construção do conhecimento. Há algumas décadas a psicologia histórico-cultural de Vygotsky está contribuindo para o âmbito educacional e promovendo a reflexão sobre as práticas pedagógicas. Para ele, cada ser humano é histórico-cultural, ou seja, desde a pré-história, cada pessoa criou habilidades, capacidades e aptidões necessárias para cada momento histórico e, com o tempo foram internalizando as qualidades humanas disponíveis e necessárias para viver em um determinado tempo (Lima e Oliveira, 2021).

Os trabalhos de Vygotsky edificam uma psicologia e uma pedagogia baseada no quadro teórico-epistemológico do marxismo, o que deu origem ao conceito de mediação. Para ele, a mediação é o processo de intervenção de um elemento intermediário na relação humana, sendo essencial para tornar possível as atividades psicológicas voluntárias, intencionais e controladas pelo próprio indivíduo (Oliveira, 2002).

Para Martins e Moser (2012), os estudos de Vygotsky e seus discípulos denominaram de sociointeracionismo toda ação humana que presume de uma mediação e a aprendizagem que se faz pela interação com o outro através da interação social. Porém, Wertsch optou pelo termo sociocultural em vez do termo relatado anteriormente, por ser mais adequado e específico, sendo que é no contexto sociocultural que se confere o significado de ação.

Wertsch ampliou e explicou a teoria de Vygotsky, utilizando as ideias de outros teóricos como Bakhtin e Burke, utilizando de conceitos como gêneros discursivos e linguagens sociais para explicar a produção de enunciados e as perspectivas dos falantes. Além disso, ele também

problematiza a distinção entre as ferramentas materiais e as ferramentas psicológicas ou culturais (Paula e Moreira, 2014).

Para Wertsch, a criança em contato com o adulto aprende a utilizar os objetos, a cultura, ou seja, é por meio da mediação de uma pessoa mais experiente para ensinar a criança, através da demonstração de como fazer e também da instrução verbal, que ela vai se familiarizando com o objeto e desenvolvendo a aprendizagem, e é nesse processo que ocorre o desenvolvimento histórico-cultural, o qual é passado para outras gerações (Lima e Oliveira, 2021).

Nesse aspecto, Pereira e Ostermann (2012) relatam que a ação mediada utiliza ferramentas culturais disponíveis em um cenário sociocultural, como a linguagem e os instrumentos de trabalho, os quais moldam a ação humana. Sendo mais adequado falar de indivíduos atuando com ferramentas culturais do que simplesmente falar de indivíduos.

Portanto, a TAM consiste na análise adequada para o uso do funcionamento humano, pois a ação humana, incluindo a ação mental, utiliza meios mediacionais ou ferramentas culturais. Com isso, a ação humana, nesse sentido, situa-se em um contexto cultural, institucional e histórico. Nesse contexto, de acordo com a TAM, a sala de aula deve ser pensada como espaço de trabalho que ofereça oportunidades para os alunos atuarem com as ferramentas culturais, seja por meio de debates em grupo, atividades experimentais em laboratórios, resolução de problemas, recursos didáticos entre outras. Na perspectiva da ação mediada, é possível que os professores avaliem as habilidades específicas dos alunos ao utilizar determinadas ferramentas e refletir quais dessas são as mais adequadas aos estudantes para a realização de uma determinada atividade (Pereira e Ostermann, 2012).

3.10 - Modelos enquanto representações parciais de entidades de interesse científico

Inicialmente, o termo “modelo” se referia principalmente a modelos científicos ensinados a estudantes, mas com o tempo, houve um reconhecimento mais amplo de suas diversas interpretações. Alguns educadores adotaram a ideia de modelo como representação e começaram a explorá-los como ferramentas de ensino. A modelagem, assim, vai além da construção de modelos, abrangendo sua manipulação e uso, desempenhando um papel crucial na construção do conhecimento científico. (Gilbert e Justi, 2016).

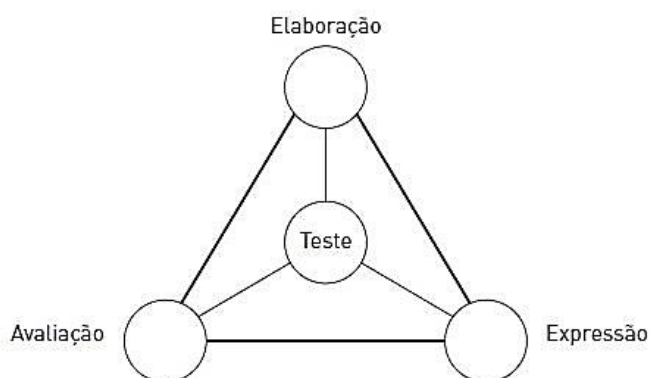
Para Gilbert e Bouter (1995), modelo é definido como uma representação parcial de um objeto ou ideia, que tem como objetivo facilitar a visualização, possibilitar a elaboração de explicações sobre as propriedades e os comportamentos do sistema modelado. Isso significa que um modelo não é uma cópia da realidade, mas sim uma maneira de representá-la a partir das interpretações pessoais dela. Os modelos são ferramentas utilizadas para produzir conhecimento, de modo que a sua construção e emprego são fundamentais no processo da pesquisa científica. No

contexto do ensino, o uso de modelos desempenha um papel fundamental ao permitir que os estudantes estabeleçam relações entre os modelos e os tópicos de conteúdo (Ferreira e Justi, 2008).

O processo de modelagem – elaboração, teste e reformulação dos modelos – é uma atividade capaz de desenvolver e potencializar as habilidades e os conhecimentos em Ciências (Justi e Gilbert, 2003). Por meio dos modelos é possível visualizar entidades abstratas e criar um modelo mental, o qual ocorre a partir da integração dinâmica e simultânea, pois o indivíduo é capaz de definir e entender os objetivos propostos para o modelo, buscar e obter informações sobre a entidade modelada, estabelecer uma analogia para fundamentar o modelo e integrar essas informações (Justi, 2015).

Entretanto, consideramos que a concepção acerca do processo de modelagem transcende a mera produção de modelos; ela abrange, igualmente, a validação e a aplicação desses modelos.. Além disso, este assunto também pode ser discutido a partir de diferentes perspectivas, incluindo a visão dos pesquisadores envolvidos no processo de pesquisa. De maneira evidente, a construção de modelos é um processo dinâmico, criativo, que envolve habilidades (Justi, 2015). Na maioria dos casos, a modelagem ocorre a partir de produção, teste e modificação de modelos. Sendo assim, Justi (2010), adotou em seu trabalho, acerca da modelagem, quatro etapas e que cada uma delas exerce influência nas outras, como representado na figura 3.

Figura 3 - Diagrama modelo de modelagem.



Fonte: Justi, 2010, p.223

Para se entender os relacionamentos que serão estabelecidos posteriormente, faz-se necessário compreender o significado de cada uma dessas quatro etapas, explanando as subetapas que as constituem. A primeira etapa, que envolve a criação de um modelo mental, estabelece metas e compreender metas propostas, coletar informações sobre a entidade a ser modelada, formular analogias como base e sintetizar essas informações na construção do modelo proposto (Justi e Gilbert, 2002; Justi, 2006).

Ainda para Justi e Gilbert (2002) e Justi (2006), na segunda etapa, o compartilhamento do

modelo mental pode ser feito por meio de diferentes formas de representação, tais como: modelos concretos, bi ou tridimensionais, verbais, matemáticos, gestuais ou virtuais. A terceira etapa consiste nos testes do modelo para avaliar a sua conformidade com os objetivos, estes podem ser empíricos ou mentais, definidos com base na entidade modelada e nas condições acessíveis. Por fim, a avaliação do modelo é feita por meio da identificação da amplitude e limitações dele e ocorre após a sua utilização em diferentes contextos.

Santos, Maia e Justi (2020) apresentam em seus estudos algumas vantagens da utilização de modelos no ensino de Ciências tais como a ampliação da visão da área da Ciências e a melhor compreensão do professor ao utilizar uma representação analógica. No entanto, para Santos, Maia e Justi (2020), o professor pode apresentar dificuldade ou não compreender sobre os seus significados, influenciando no alcance dos seus objetivos.

De acordo com Gilbert e Justi (2016), no contexto de modelagem, os professores desempenham dois níveis de ação que podem contribuir para a aprendizagem dos alunos o primeiro nível está relacionado à condução das atividades de modelagem e o outro está relacionado a ênfases especiais nas discussões em sala de aula. Os professores têm o papel de garantir que os alunos se engajem em todas as etapas da modelagem, permitindo, apoiando e encorajando para que eles usem as suas habilidades, contribuindo assim para a aprendizagem dos alunos, principalmente nas dimensões cognitivas e epistêmicas da Ciência.

3.11 - Modelos enquanto artefatos epistêmicos

A representação tornou-se um tópico de interesse para filósofos da Ciência, principalmente focado na modelagem. Isso pode parecer estranho, considerando que a Ciência utiliza várias representações que nem sempre são chamadas de modelos, como imagens visuais, gráficos, representações numéricas, tabelas e representações simbólicas de entidades como fórmulas químicas. No contexto dos modelos, a noção de representação apresenta desafios, pois o paradigma representacionista não se ajusta aos "graus de correspondência", enfatizando a correspondência precisa entre modelo e objeto alvo como critério. Modelos contêm idealizações, simplificações e elementos fictícios, resultando em representações imprecisas do mundo (Knuuttila, 2011).

Para Knuuttila (2011), modelos são considerados artefatos produtivos, ou seja, ferramentas epistêmicas. Eles são criados com base em questões científicas, utilizando habilmente os meios de representação disponíveis. Atuam como ferramentas externas para o pensamento, sendo sua criação e manipulação essenciais para a epistemologia. Essa perspectiva também resolve o desafio da má representação, ao considerar a construção idealizada como parte de uma estratégia epistêmica coerente.

Knuuttila (2005) define que modelos são artefatos que apoiam o pensamento humano e são materializados de maneira que favoreça a sua manipulação nas práticas epistêmicas. Entre elas, a autora destaca a representação, que é entendida como uma atividade criativa e mediadora que envolve processos, ideias e objetos, bem como a produção de conhecimento que está atrelada a questões científicas e objetivos específicos em relação aos modelos produzidos. Portanto, os modelos possibilitam a aprendizagem e a produção de conhecimento por meio do seu manuseio e utilização, apoiando a imaginação sobre os objetos, seu comportamento e interação entre si.

A abordagem artefactual analisa modelos científicos como objetos humanamente projetados com propósitos específicos em contextos científicos. Ela oferece uma alternativa à visão representacional de modelos, visando superar os problemas na compreensão do papel epistêmico da modelagem. Knuuttila (2021) descreve que as abordagens representacionais e artefactual podem coexistir, desde que a noção de representação seja interpretada de maneira adequada. No entanto, para entender como os cientistas adquirem conhecimento por meio da modelagem, a ênfase não deve estar na suposta relação de representação entre modelo e sistema-alvo, mas sim na construção deliberada de modelos como objetos epistêmicos específicos e em como eles são usados na Ciência.

Na visão de Knuuttila (2005), os modelos científicos devem ser compreendidos como agentes independentes, objetos concretos e que são construídos pelo ser humano com um propósito. Essa materialidade dos modelos atribui parte do significado epistêmico dos modelos aos seus processos de construção e manipulação. Assim, ao considerar os modelos como artefatos epistêmicos, atribui-se a eles funções além da representação, tornando-os também como produtivos.

3.12 - A Grafia Química Braille para uso no Brasil

A Grafia Química Braille representa uma valiosa ferramenta de referência para alunos, professores, transcritores e revisores do Sistema Braille em nosso país. Além disso, ela desempenha um papel fundamental no apoio aos estudos e na elaboração de grafias químicas para países de língua portuguesa e espanhola. Vale destacar que uma versão da Grafia Química Braille, em Braille negro, que representa o Braille em tinta, encontra-se disponível no portal do Ministério da Educação (Brasil, 2017).

A abrangência da Grafia Química Braille engloba tanto a Educação Básica quanto o Ensino Superior, abrindo as portas para o acesso à informação e a construção do conhecimento científico por um segmento significativo da população com deficiência visual no Brasil, sendo que, atualmente, a abordagem do ensino de química transcende a mera transmissão de conhecimento científico. Ela visa, igualmente, a formação de cidadãos críticos e conscientes, promovendo uma educação que transcende as barreiras da deficiência visual e capacita indivíduos a participar

plenamente na construção do saber e no desenvolvimento de uma sociedade mais inclusiva e equitativa (Brasil, 2017).

Neste cenário, Louis Braille, nascido na França, no ano de 1809, ofereceu uma contribuição muito importante na acessibilidade de indivíduos cegos à linguagem escrita. Braille, ao perder a sua visão, após um acidente, criou o sistema de leitura e escrita tátil que posteriormente recebeu o seu nome. Ele estudou no Instituto dos Jovens Cegos em Paris, local onde desenvolveu o seu sistema de escrita baseado em pontos em relevo. Esse sistema é utilizado até hoje para a acessibilidade e alfabetização de pessoas com deficiência visual (Sousa, 2004).

No Brasil, o Instituto Benjamin Constant, fundado na cidade do Rio de Janeiro em 1854, foi a primeira instituição a adotar o Sistema Braille na América Latina. No ano de 1999 foi criada a Comissão Brasileira do Braille com o propósito de promover o seu uso no país e em 2002, a grafia braille para a língua portuguesa foi aprovada. Com isso, o Ministério da Educação publicou e implantou a grafia braille, contribuindo para a unificação desta grafia nos países de língua portuguesa, conforme a recomendação da UNESCO e da União Mundial de Cegos (Barbosa et. al., 2022).

Com a criação do sistema de escrita em braille, foi possível proporcionar acessibilidade aos estudantes cegos no ensino de Química, a qual considera diferentes níveis de aprendizagem e compreensão de gráficos e diagramas durante o ensino dos seus conteúdos. No entanto, a representação simbólica destes conteúdos pode se tornar um obstáculo para o ensino para alunos cegos ou com baixa visão, devido às dificuldades das percepções e acesso às informações, o que resulta na exclusão destes alunos no processo de ensino e aprendizagem (Brasil, 2011).

A fim de mitigar esse tipo de problema e atender às especificidades da linguagem Química, o Ministério da Educação (MEC) produziu um manual da Grafia Química Braille para o uso no Brasil. A primeira versão foi disponibilizada em 2002, o seu segundo aprimoramento decorreu em 2011 e o terceiro e último em 2017. Por meio desse manual, é possível representar as substâncias e processos químicos em braille, permitindo que os estudantes com deficiência visual, usuário do Sistema Braille, tenham acesso ao nível representacional da Química. Também consta nele a representação de símbolos, equações e fórmulas químicas, permitindo a representação dos números de átomos de compostos químicos, os estados físicos da matéria, tipos de ligações, estrutura de grupos funcionais, níveis de energia e demais normas que são seguidas pela Química (Fernandes, Franco-Patrocínio e Ferreira-Reis, 2018).

A versão atual da Grafia Química Braille para uso no Brasil apresenta símbolos representativos para transcrição em Braille do componente curricular de Química, sendo elas: entidades químicas em diferentes posições, diagramas, estruturas e figuras, notações específicas,

as quais proporcionam um maior e melhor acesso das pessoas cegas aos textos científicos. Sendo assim, durante o processo de definição dos símbolos Braille, foram utilizados sinais representativos das propostas analisadas na versão preliminar, bem como, estabelecidos símbolos adicionais para abranger o máximo de elementos para a transcrição de textos em Química e diversos exemplos ilustrativos para facilitar o uso e a aplicação da transcrição por usuários e transcritores do Sistema Braille (Brasil, 2011).

O Sistema Braille é utilizado em todo o mundo para permitir que pessoas com deficiência visual leiam e escrevam, sendo essencial para promover a inclusão de pessoas cegas na sociedade, tornando a informação acessível e permitindo a comunicação por meio da leitura e da escrita tátil. Este sistema apresenta 63 sinais formados por um conjunto matricial de seis pontos, os quais são denominados de sinal fundamental. No Braille, cada sinal ocupa uma célula braille, podendo representar letras, números e outros símbolos utilizados para a interação de pessoas com deficiência visual na sociedade (Oliveira et al., 2013).

O quadro 1, apresenta a simbologia braille correspondente aos elementos químicos Flúor, Enxofre, Hidrogênio, Cloro, Bromo, Fósforo, Oxigênio, Iodo, Nitrogênio e Carbono. O quadro 2 apresenta a simbologia braille correspondente às ligações simples, duplas e triplas e o quadro 3 a simbologia referente aos coeficientes estequiométricos. No quadro 4 há os índices de fórmulas químicas, e por fim, no quadro 5, a simbologia em braille referente estados físicos da matéria, sistema aquoso, setas de equilíbrio químico e de reversibilidade, sinais de abre e fecha parênteses, anel aromático, sinal de carga elétrica, carga positiva e negativa. Todos esses símbolos em braille citados nos quadros abaixo, constam no Manual da Grafia Química Braille para uso no Brasil (Brasil, 2017).

Quadro 1- Símbolos de alguns elementos químicos em braille

Descrição do quadro 1: Simbologia da Grafia Química Braille dos elementos químicos Flúor (composto por duas celas braille, com os pontos 46 124), Enxofre (composto por duas celas braille, com os pontos 46 235), Carbono (composto por duas celas braille, com os pontos 46 14), Oxigênio (composto por duas celas braille, com os pontos 46 135), Fósforo (composto por duas celas braille, com os pontos 46 1234), Hidrogênio (composto por duas celas braille, com os pontos 46 125), Cloro (composto por três celas braille, com os pontos 46 14 123), Nitrogênio (composto por duas celas braille, com os pontos 46 1345), Iodo (composto por duas celas braille, com os pontos 46 24) e Bromo (composto por três celas braille, com os pontos 46 12 1235).

 Flúor	 Hidrogênio	 Bromo	 Oxigênio	 Nitrogênio
 Enxofre	 Cloro	 Fósforo	 Iodo	 Carbono

Fonte: Desenvolvida pela Autora (2023)

Quadro 2 – Símbolos de ligações covalentes em braille

Descrição do quadro 2: Simbologia da Grafia Química Braille das ligações químicas simples na horizontal (composto por duas celas braille, com os pontos 5 2), simples na vertical (composto por uma cela braille,

com os pontos 456), simples oblíqua para a direita (composto por uma cela braille, com os pontos 34), simples oblíqua para a esquerda (composto por uma cela braille, com os pontos 16); ligações covalentes dupla na horizontal (composto por duas celas braille, com os pontos 56 23), dupla na vertical (composto por duas celas braille, com os pontos 456 123), dupla oblíqua para a direita (composto por duas celas braille, com os pontos 34 34), dupla oblíqua para a esquerda (composto por duas celas braille, com os pontos 16 16); ligações covalentes tripla na horizontal (composto por duas celas braille, com os pontos 456 123), tripla na vertical (composto por duas celas braille, com os pontos 456 123456), tripla oblíqua para a direita (composto por três celas braille, com os pontos 34 34 34) e tripla oblíqua para a esquerda (composto por três celas braille, com os pontos 16 16 16).

Tipo de ligação	Orientação da ligação covalente			
	Horizontal	Vertical	Oblíqua para direita	Oblíqua para esquerda
Simples	⠠⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠
Dupla	⠠⠠⠠⠠	⠠⠠⠠⠠	⠠⠠⠠⠠	⠠⠠⠠⠠
Tripla	⠠⠠⠠⠠	⠠⠠⠠⠠	⠠⠠⠠⠠⠠	⠠⠠⠠⠠⠠

Fonte: Desenvolvida pelo orientador (2023) baseado em Brasil (2017).

Quadro 3 – Símbolos de coeficientes estequiométricos em braille

Descrição do quadro 3: Simbologia da Grafia Química Braille dos coeficientes estequiométricos 1 (composto por duas celas braille, com os pontos 3456 1), 2 (composto por duas celas braille, com os pontos 3456 12), 3 (composto por duas celas braille, com os pontos 3456 14), 4 (composto por duas celas braille, com os pontos 3456 145), 5 (composto por duas celas braille, com os pontos 3456 15), 6 (composto por duas celas braille, com os pontos 3456 124), 7 (composto por duas celas braille, com os pontos 3456 1245), 8 (composto por duas celas braille, com os pontos 3456 125) e 9 (composto por duas celas braille, com os pontos 3456 24).

⠠⠠⠠ Coeficiente estequiométrico 1	⠠⠠⠠ Coeficiente estequiométrico 4	⠠⠠⠠ Coeficiente estequiométrico 7
⠠⠠⠠ Coeficiente estequiométrico 2	⠠⠠⠠ Coeficiente estequiométrico 5	⠠⠠⠠ Coeficiente estequiométrico 8
⠠⠠⠠ Coeficiente estequiométrico 3	⠠⠠⠠ Coeficiente estequiométrico 6	⠠⠠⠠ Coeficiente estequiométrico 9

Fonte: Desenvolvida pela Autora (2023)

Quadro 4 – Símbolos de índices de fórmulas químicas em braille.

Descrição do quadro 4: Simbologia da Grafia Química Braille dos índices de fórmula química 0 (composto por uma cela braille com os pontos 356), 1 (composto por uma cela braille com o ponto 2), 2 (composto por uma cela braille com os pontos 23), 3 (composto por uma cela braille com os pontos 25), 4 (composto por uma cela braille com os pontos 256), 5 (composto por uma cela braille com os pontos 26), 6 (composto por uma cela braille com os pontos 235), 7 (composto por uma cela braille com os pontos 2356), 8 (composto por uma cela braille com os pontos 236) e 9 (composto por uma cela braille com os pontos 26)

⠠ Índice de fórmula química 0	⠠ Índice de fórmula química 1	⠠ Índice de fórmula química 2	⠠ Índice de fórmula química 3	⠠ Índice de fórmula química 4
⠠ Índice de fórmula química 5	⠠ Índice de fórmula química 6	⠠ Índice de fórmula química 7	⠠ Índice de fórmula química 8	⠠ Índice de fórmula química 9

Fonte: Desenvolvida pela Autora (2023)

Quadro 5 – Símbolos de inscrições químicas variadas em braille.

Descrição do quadro 5: Simbologia da Grafia Química Braille para indicação dos estados físicos nas equações químicas: sólido (composto por três celas braille com os pontos 126 234 345), líquido (composto por três celas braille, com os pontos 126 123 345), gasoso (composto por três celas braille com os pontos 126 1245 345), sistema aquoso (composto por quatro celas braille com os pontos 126 1 12345 345); seta simples para a direita (composto por duas celas braille, com os pontos 25 1235), seta simples para a esquerda (composto por duas celas braille, com os pontos 2456 25), seta de reversibilidade favorecendo a reação direta (composto por três celas braille com os pontos 56 25 125), seta de reversibilidade favorecendo a reação inversa (composto por três celas braille, com os pontos 256 25 12), seta de equilíbrio químico (composto por três celas braille, com os pontos 256 25 125); abre parênteses (composto por uma cela braille com os pontos 126), fecha parênteses (composto por uma cela braille com os pontos 345), sinal de carga elétrica (composto por uma cela braille, com o ponto 5), carga negativa (composto por uma cela braille com os pontos 36), carga positiva (composto por uma cela braille com os pontos 235); e anel aromático (composto por duas celas braille, com os pontos 246 135).

⠠ Estado Sólido	⠠ Estado Gasoso	⠠ Seta de reversibilidade favorecendo a reação direta
⠠ Estado Líquido	⠠ Seta simples para a direita	⠠ Seta de reversibilidade favorecendo a reação inversa
⠠ Sistema Aquoso	⠠ Seta simples para a esquerda	⠠ Seta de equilíbrio Químico
⠠ Abre Parênteses	⠠ Carga Negativa	⠠ Anel Aromático
⠠ Fecha Parênteses	⠠ Carga Positiva	⠠ Sinal de carga elétrica

Fonte: Desenvolvida pela Autora (2023)

4. METODOLOGIA DA PESQUISA

O presente capítulo apresenta detalhadamente a metodologia da pesquisa desenvolvida, a qual envolveu a exploração detalhada do processo de coleta e análise de dados, bem como a seleção criteriosa dos participantes da pesquisa. Em particular, descreveremos em detalhes a metodologia utilizada para transcrever as interações discursivas durante as etapas de validação do recurso educacional BBQ.

Essas etapas envolvem a etapa de validação do BBQ com alunos cegos do 9º ano do Instituto São Rafael, professores videntes usuários do Sistema Braille e revisores técnicos brailistas cegos do Instituto Benjamin Constant, além dos grupos focais com professores videntes não usuários do Sistema Braille. Adicionalmente, examinamos minuciosamente a abordagem empregada para a análise dos dados coletados. O capítulo 5 se concentrará na metodologia específica utilizada na produção do BBQ.

Essa pesquisa adotou uma abordagem qualitativa devido a quatro características distintas: i) a pesquisa se baseia na obtenção direta de dados a partir do ambiente natural, com o pesquisador atuando como o principal instrumento; ii) os dados coletados se apresentam na forma de palavras e imagens, em oposição a dados quantitativos; iii) prioriza o processo em detrimento dos meros resultados ou produtos, destacando a ênfase no entendimento das etapas e dinâmicas envolvidas; e iv) a análise dos dados segue uma abordagem indutiva, não visando confirmar ou refutar hipóteses preconcebidas. Em vez disso, as abstrações são desenvolvidas à medida que os dados específicos coletados são agrupados e examinados (Bogdan e Biklen, 1994).

Quanto aos seus objetivos, a pesquisa se classifica como exploratória, em razão de explicitar ou facilitar a formulação de hipóteses sobre problemas, de modo a proporcionar maior familiaridade. Portanto, buscamos obter uma grande quantidade de informações e conhecimentos acerca de fenômenos como preâmbulos para investigações posteriores, identificar os fatores e as implicações em determinadas situações e gerar hipóteses para futuros estudos (Vilelas, 2017). Além de que, ao utilizar entrevistas semiestruturadas e grupos focais, sua principal finalidade reside em desenvolver, esclarecer e ajustar conceitos e ideias, com o propósito de formular problemas precisos ou hipóteses a serem testados em estudos subsequentes (Gil, 2019).

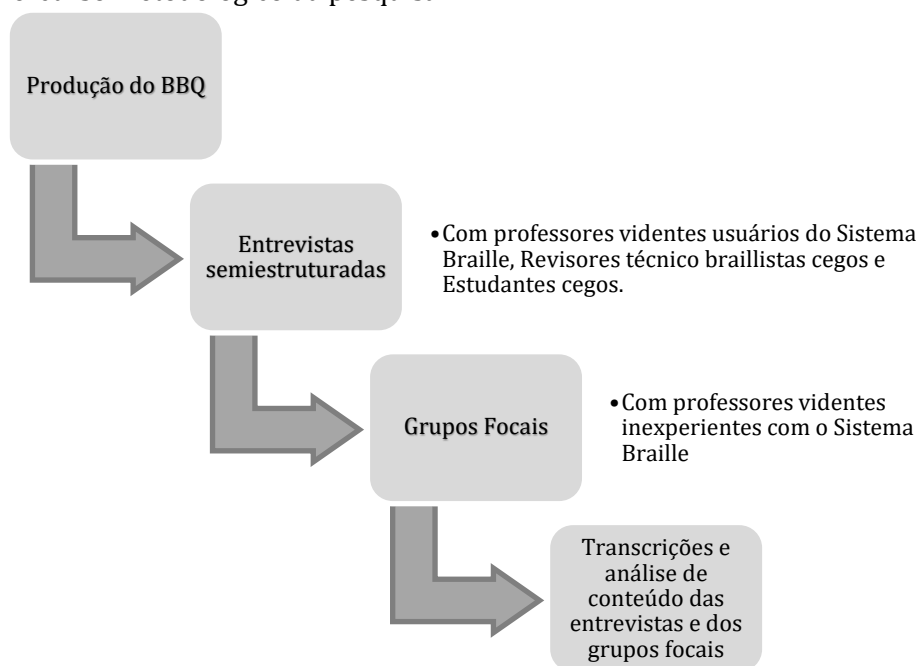
4.1 - Percurso Metodológico da Pesquisa

Esta pesquisa apresenta caráter qualitativo pois reconhece uma relação dinâmica entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito. Por meio dela é possível explorar e estudar a sociedade e às suas interpretações que os indivíduos dão às suas expectativas e ao mundo em que vivem (Vilelas, 2017). Além disso, os dados coletados são acontecimentos pessoais em um momento e em um lugar, sendo utilizados dados que expliquem a situação que está ocorrendo,

tais como: (i) fotografias; (ii) filmagens de vídeo; (iii) gravações de voz; e (iv) observação visual e auditiva (Stake, 2011).

Apresentamos o desenvolvimento da pesquisa relatada nesta dissertação a partir de duas sequências metodológicas paralelas e complementares, como podem ser vistas na Figura 4, que culmina na convergência de seus resultados.

Figura 4 – Percurso metodológico da pesquisa.



Fonte: Desenvolvida pela Autora (2022)

A sequência da investigação empírica deste trabalho se concretizou pela realização de entrevistas semiestruturadas e de dois grupos focais, sendo que nas entrevistas semiestruturadas contaram com a participação de professores de Química, revisores braillistas e alunos com deficiência visual dos Institutos Benjamin Constant (RJ) e São Rafael (MG), e nos dois grupos focais contaram com a participação de professores de Química da Educação Básica e da Educação Profissional Técnica de Nível Médio (EPTNM).

Os participantes foram questionados sobre as características gerais de confecção e utilização do BBQ, da prática docente em Química para estudantes com deficiência visual e da utilização de recursos didáticos inclusivos, que possuem a inserção da Grafia Química Braille, especialmente sobre o Bricks Braille Químico.

As entrevistas semiestruturadas ocorreram por meio da combinação de perguntas abertas e fechadas, em que os indivíduos entrevistados tiveram a possibilidade de relatar as suas experiências e, o entrevistador seguiu perguntas previamente definidas, enquadradas no contexto de uma conversa informal, conforme orientações em Vilelas (2017). Já os grupos focais ocorreram por meio de entrevistas em grupos, buscando entender atitudes, preferências, necessidades e

sentimentos dos participantes.

A principal característica do grupo focal é o uso explícito da interação entre um grupo de pessoas, os quais produzem dados que seriam menos acessíveis fora do contexto da interação grupal. Estes dados são considerados ricos devido a possibilitação da captura de expressões e formas de linguagem não apreensíveis por outras técnicas, de forma rápida, fácil e prática (Vilelas, 2017).

Essa sequência iniciou-se com a adequação e submissão do projeto de pesquisa, do qual este trabalho se origina, a um Comitê de Ética em Pesquisa, via Plataforma Brasil. No processo de submissão, foi necessário o planejamento da dinâmica de realização das entrevistas semiestruturadas e dos grupos focais. Após a aprovação do projeto, realizamos a confecção do recurso didático Bricks Braille Químico (BBQ), as entrevistas semiestruturadas durante a validação do BBQ e os grupos focais durante os dois dias de um minicurso, que nos permitiram levantar e analisar os dados, segundo as orientações da Análise de Conteúdo de Bardin (2011).

Por fim, os resultados das análises foram convergidos com fins de buscar respostas para as questões levantadas e que guiaram os procedimentos deste trabalho. Os processos detalhados de cada sequência estão apresentados neste capítulo, bem como os demais procedimentos metodológicos e ferramentas utilizadas durante a construção da pesquisa.

4.2 - Levantamento e análise de dados

Consideramos importante lembrar que todos os cuidados éticos foram tomados a fim de apresentar uma pesquisa íntegra e idônea que garantiu todos os direitos dos participantes da pesquisa, principalmente suas liberdades individuais e os anonimatos, além de preservar suas dignidades perante os procedimentos realizados durante o levantamento e análise dos dados aqui apresentados.

A investigação empírica desta pesquisa consubstancia sua argumentação através dos dados obtidos com a participação de docentes da disciplina de Química, profissionais revisores brailistas e discentes cegos do 9º ano do Ensino Fundamental do Instituto São Rafael, localizado em Belo Horizonte (MG), bem como em dois grupos focais realizados com docentes de Química da Educação Básica, e se propôs a analisar as percepções, ideias e opiniões sobre o uso de recursos didáticos bidimensionais e tridimensionais, inclusivos, com a inserção da Grafia Química Braille, principalmente da utilização do recurso didático Bricks Braille Químico (BBQ), em situações de ensino de Química para deficientes visuais.

Buscamos cumprir os critérios da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), que exige o acompanhamento de um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) para assegurar os direitos de liberdade e garantir a dignidade dos sujeitos dentro dos processos de coleta de dados. Sendo

assim, o projeto do qual esta pesquisa se origina foi submetido ao CEP, identificado com o CAAE: 65443722.9.0000.8507, via PlataformaBrasil no dia 03 de novembro de 2022, cujo parecer nº: 5.915.617 de aprovação e autorização da pesquisa foi liberado no dia 28 de fevereiro de 2023.

Para a submissão do projeto, construímos uma série de documentos, por exigência do processo, que contiveram a descrição os aspectos de abrangência da investigação, a descrição da participação dos sujeitos de pesquisa, as autorizações institucionais, os materiais metodológicos de apoio e os roteiros procedimentais.

O documento que comprovou a garantia da liberdade dos sujeitos na participação da pesquisa foram os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE – Apêndices II e III) e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE - Apêndice IV). Nestes termos, estão apresentados os objetivos da pesquisa, a metodologia de participação (validação do recurso didático Bricks Braille Químico e grupos focais), os riscos e as ações estratégicas para mitigá-los, os benefícios, as informações de consulta legal (resoluções e códigos penais) e os contatos do CEP, responsável pelo acompanhamento da investigação, e dos pesquisadores, para consultas posteriores dos sujeitos, caso entendam como necessário.

O TCLE e o TALE se configuraram como documentos mais importantes deste processo, bem como o Termo de Autorização do uso de voz e imagem. Os termos foram lidos antes da realização da validação do BBQ e dos grupos focais e assinado pelos participantes da pesquisa e/ou seus responsáveis legais, que ficaram, cada um, com uma cópia para si, e pelos pesquisadores, que garantiram serem os únicos a ter contato com o material produzido durante a atividade.

Além do TCLE, do TALE e do Termo de Autorização do uso de voz e imagem, foram submetidos ao CEP outros documentos: i) folha de rosto, gerada pela própria plataforma; ii) Declaração de Anuência das Instituições onde foram realizados a validação do BBQ e os grupos focais para o levantamento de dados; iii) os currículos dos pesquisadores extraídos da plataforma Lattes/CNPq; iv) os roteiros das etapas de validação e dos grupos focais; v) o parecer de aprovação do projeto de pesquisa emitido pelo colegiado do Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica, ao qual esta pesquisa está vinculada e vi) e o texto do projeto em documento separado.

Após a apreciação, aprovação e autorização do CEP, foi possível a realização do levantamento de dados junto aos sujeitos de pesquisa.

4.3 - A escolha dos participantes de pesquisa

Tendo em vista a necessidade de uma análise mais profunda da confecção e das implicações pedagógicas do BBQ, os participantes selecionados são graduados na área da Química, docentes da disciplina de Química na rede básica de ensino e/ou na EPTNM, conhecedores ou não do Sistema Braille e da Grafia Química Braille, profissionais revisores técnicos braillistas do Instituto Benjamin Constant, conhecedores e que fazem o uso regular do Sistema Braille e da Grafia Química Braille e discentes cegos do 9º ano do ensino fundamental, que fazem o uso regular do Sistema Braille, do Instituto São Rafael.

O procedimento adotado para a etapa de validação do BBQ consistiu na separação dos professores, revisores técnicos braillistas e alunos, de acordo com sua disponibilidade, sendo necessário dispor de 1 hora para a participação. Os grupos focais consistiram na separação dos professores de acordo com sua disponibilidade, pois era necessário reuni-los em dois encontros e com duração de 3 horas cada.

Além disso, a decisão de formar dois grupos focais, levou em consideração que obter coleta de dados no primeiro e no segundo dia de minicurso, enriqueceria a análise e discussão dos resultados, pois inicialmente os professores não teriam ou teriam pouco conhecimento sobre o Sistema Braille e da Grafia Química Braille e, ao término do minicurso os professores teriam mais conhecimento sobre o assunto.

Esses grupos focais foram encontros nos quais os participantes exploraram e debateram o ensino de Química mediado por recursos didáticos inclusivos, com destaque ao BBQ, orientados por estímulos apropriados. Essa técnica é notável pela sua interação grupal, emergente do processo de coleta de dados, e é por meio de uma vivência envolvente que se promovem as trocas, descobertas e participações comprometidas. Essa abordagem também cria um ambiente descontraído para abordar questões em grupo, diferenciando-se das respostas individuais (Ressel et al., 2008).

Portanto, a sua constituição foi cuidadosamente planejada, visando estabelecer pelo menos um ponto em comum entre os participantes. Para este estudo, optamos por formar dois grupos com base no critério de compartilharem a mesma área de atuação profissional. Essa abordagem proporcionou um ambiente propício para a troca de relatos de experiências, identificação de necessidades, exploração de valores e crenças, todos eles interligados ao tema central da pesquisa.

O tamanho de cada grupo foi estabelecido com base em orientações encontradas na literatura especializada em grupos focais. De acordo com essa literatura, uma faixa considerada ideal varia de 6 a 15 indivíduos (Ressel et al., 2008). No entanto, deve-se salientar que o número de participantes pode ser ajustado conforme os objetivos específicos de cada pesquisa. Nesse

cenário, nosso estudo envolveu nove indivíduos no primeiro encontro do grupo focal. No entanto, no segundo encontro, devido a diferentes razões pessoais, apenas seis desses participantes puderam estar presentes.

Visando diminuir a dificuldade de gerir e tratar os dados produzidos nas etapas de validação do BBQ e dos dois grupos focais, limitamos a participação para a etapa de validação cinco revisores técnicos do Instituto Benjamin Constant (IBC-RJ), um professor de Ciências e um professor de Química do IBC-RJ, atuantes na docência do Sistema Braille e/ou da Grafia Química Braille e três alunos cegos do Instituto São Rafael-MG.

Todos os participantes menores de 18 anos de idade assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), os responsáveis legais por eles e os participantes maiores de idade assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o termo de autorização do uso de voz e imagem, sendo que o TCLE e o termo de autorização do uso de voz e imagem para os participantes com deficiência visual foram disponibilizados através da leitura de modo oral pela pesquisadora e assinados pela régua-guia dos participantes.

Segundo Souza (2020), um grupo focal necessita de um pesquisador ativo para promover discussões interativas sobre um determinado tema, o qual é o objeto de pesquisa, entre um grupo de pessoas selecionadas e reunidas. Por isso, esse instrumento se apresentou como a ferramenta de coleta de dados mais adequada para os propósitos da investigação desta pesquisa, durante a fase do minicurso. Esses procedimentos foram orientados pelas seguintes questões norteadoras: a) Quais são as implicações pedagógicas para as práticas educativas de professores de Ciências da Natureza frente à recursos didáticos inclusivos, produzidos em um espaço Maker, para o ensino de química a estudantes com deficiência visual?; b) Quais as contribuições que a cultura Maker pode oferecer aos processos de produção de recursos didáticos inclusivos?; c) Como dar acesso nas práticas educativas em Química?; e d) Como dar acesso as inscrições químicas bidimensionais a estudantes deficientes visuais?

Sendo assim, buscamos compreender as percepções, ideias e opiniões de professores, revisores técnicos brailistas e alunos, participantes com e sem deficiência visual, sobre o uso de recursos didáticos inclusivos, com a inserção da Grafia Química Braille, em especial o BBQ, para o ensino de Química a estudantes com deficiência visual.

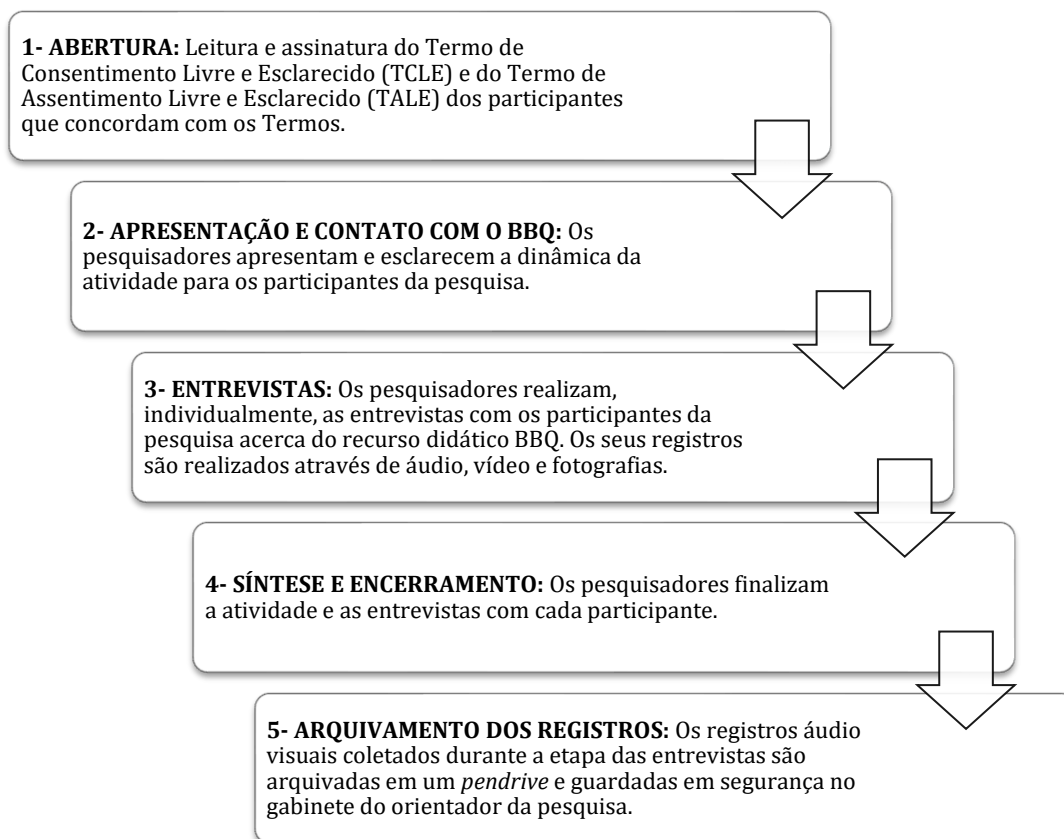
Por esse motivo, como dissemos anteriormente, foram convidados a participar dos grupos focais nove professores de Química distribuídos em dois grupos, nos dois dias de minicurso. Os professores participantes dos dois grupos focais, na fase do minicurso, receberam, cada um, duas cópias do TCLE para assinar. A pesquisadora leu os termos juntamente com o grupo de participantes, coletou as assinaturas e sanou as dúvidas sobre os termos contidos no documento.

Nas etapas de coletas da pesquisa, os gravadores e câmeras de vídeo foram ligados para captura das falas e imagens. O mediador fez a abertura apresentando os propósitos da pesquisa e pediu que cada participante se apresentasse para fins de registro. Em seguida, listou as diretrizes do funcionamento da entrevista semiestruturada e, junto aos participantes, indicou algumas regras básicas como respeitar o turno de fala e respeitar o tempo que foi controlado pelo Mediador e o Auxiliar, a fim de facilitar a captura das falas e posterior transcrição.

Todas as interações gravadas em áudio durante a pesquisa foram transcritas, em detalhes, para posterior análise de dados com o auxílio da função do transcritor do *Word®*. Com ele, foi possível reduzir consideravelmente o tempo que esse tipo de trabalho exige, de maneira completa (Bogdan e Biklen, 2013)

Cada entrevista foi composta por uma sequência de perguntas, como pode ser visto nos Apêndices V e VI, relacionadas a: i) experiência na docência e com o Sistema Braille e Grafia Química Braille; ii) percepções, ideias e opiniões sobre os aspectos físicos e da confecção do recurso didático BBQ e iii) percepções, ideias e opiniões sobre o uso de recursos didáticos inclusivos com a incorporação do Sistema Braille, especialmente sobre o BBQ. A validação do BBQ ocorreu em 5 etapas: abertura, apresentação e contato com o BBQ, entrevistas, síntese e encerramento e arquivamento dos registros da pesquisa, como mostra a Figura 5.

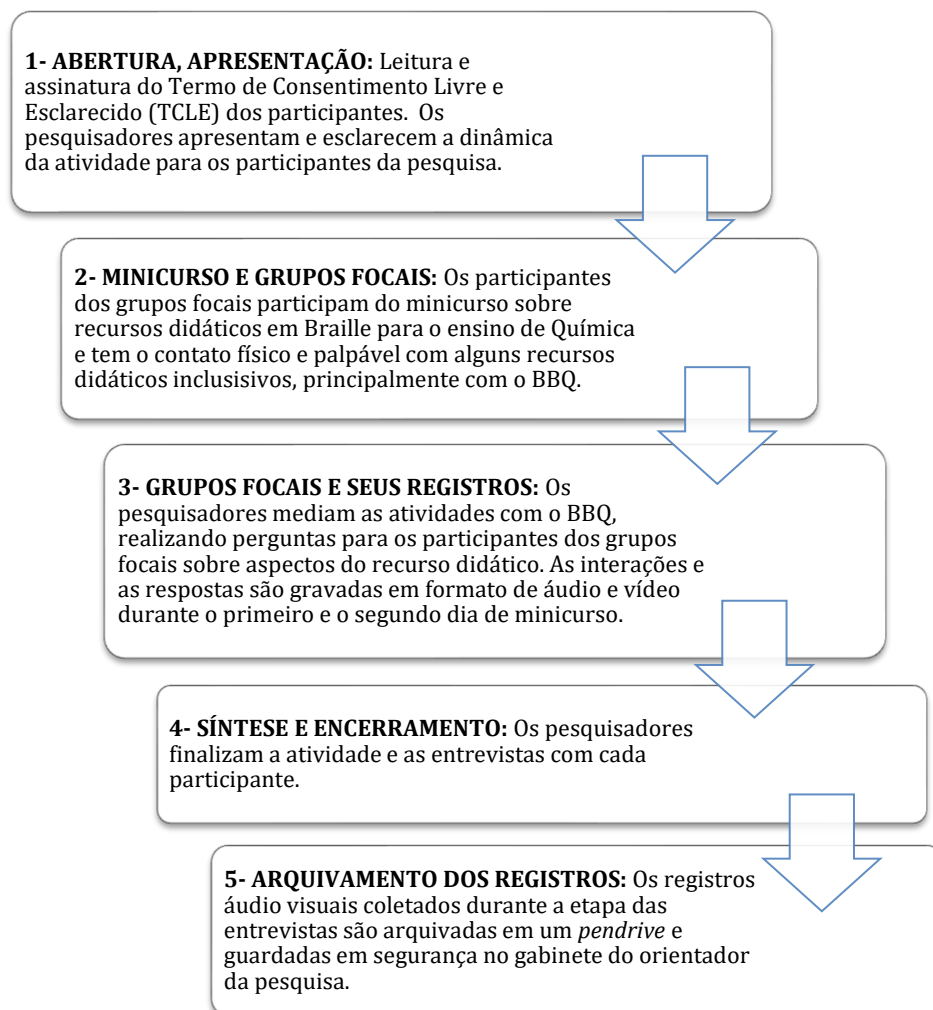
Figura 5 – Fluxo de realização das entrevistas semiestruturadas.



Fonte: Desenvolvida pela Autora (2023).

Cada grupo focal foi conduzido por meio de uma série de perguntas, conforme descrito nos Apêndices VII e VIII, abordando: i) experiência na docência e com o Sistema Braille e Grafia Química Braille; ii) percepções, ideias e opiniões sobre os aspectos físicos e produção do recurso didático BBQ e iii) percepções, ideias e opiniões sobre o uso de recursos didáticos inclusivos com a integração do sistema Braille, focando especialmente no BBQ. Essa fase se desenvolveu em cinco etapas: abertura e introdução, realização do minicurso e grupos focais, condução dos grupos focais e seus registros, síntese e encerramento, e arquivamento das informações registradas, como ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Fluxo de realização dos grupos focais.



Fonte: Desenvolvida pela Autora (2023)

Após as etapas de validação e dos dois grupos focais, o mediador, junto aos participantes, fez uma síntese sobre o recurso didático apresentado e os assuntos que o mesmo se relaciona. Por fim, o encerramento de cada fase dos grupos focais contou com a resposta dos participantes a dois questionários avaliativos, um para os participantes no primeiro dia do minicurso e outro para os participantes no segundo e último dia de minicurso, como pode ser visto nos Apêndices IX e X.

4.4 - Metodologia de transcrição das interações discursivas nas etapas de validação e grupos focais

A transcrição é frequentemente necessária em pesquisas sociais quando dados são registrados por meio de gravações de áudio ou vídeo. Independentemente da abordagem de análise a ser usada, manual ou com *software* específico, a transcrição tem o propósito de preparar e padronizar os dados, tornando-os manuseáveis e facilitando sua análise sistemática e interpretação posterior (Azevedo et al., 2017).

As transcrições completas das gravações em áudio e vídeo estão disponíveis no Apêndice XI deste trabalho. As partes que apresentam identificação dos participantes foram substituídas pela identificação Aluno 1, 2, 3, ou Revisor Brailista 1, 2, 3, ..., 5 ou Professor 1, 2, ou Professor 1, 2, 3, ..., 09, em cumprimento da garantia do anonimato dos sujeitos de pesquisa, conforme previsto nos TCLE e TALE.

4.5 - Metodologia de análise dos dados

A análise dos dados empíricos gerados durante as entrevistas semiestruturadas e nos grupos focais, escolhida de acordo com os propósitos desta pesquisa, foi realizada tendo como referencial metodológico os pressupostos e orientações da Análise de Conteúdo de Lawrence Bardin.

Segundo Bardin (2011), a Análise de Conteúdo trata-se de um conjunto de técnicas de análise das comunicações. Qualquer veículo de significados de um emissor para um receptor, deve ser decifrado pelas técnicas de análise de conteúdo, tais como: textos, vídeos, áudios, imagens, entre outros, com a finalidade de inferenciar conhecimentos, estes quantitativos ou não, relativos às condições de produção ou recepção, por meio de procedimentos sistemáticos.

Portanto, consideramos que, para obtermos elementos relevantes a partir dos dados coletados, esse referencial demonstrou-se apropriado para a análise pretendida. Apesar de a fonte original dos dados consistir em gravações de áudio e vídeo, optamos por realizar transcrições. Isso se deve ao fato de que, de acordo com Knoblauch et al. (2018), a transcrição é um passo fundamental e indispensável na pesquisa qualitativa, devendo ser redigida de forma clara, legível e compreensível. Além disso, ela deve ser analisada e explorada com rigor científico, reduzindo possíveis vieses.

Bardin (2011) destaca que a análise de conteúdo segue quatro estágios: (i) organização da análise; (ii) codificação; (iii) categorização; e (iv) tratamento dos resultados, inferência em bruto e interpretação desses resultados. Na fase de pré-análise, ocorre a organização do material, incluindo a seleção dos documentos a serem analisados, a formulação de hipóteses e objetivos, bem como a criação de indicadores essenciais para a interpretação final. Seguindo a abordagem de Bardin (2011), a exploração do material e o tratamento dos resultados obtidos e interpretados envolvem operações de codificação, decomposição ou enumeração, seguindo regras previamente estabelecidas. Esses resultados brutos são processados de forma significativa e confiável, permitindo a obtenção de resultados fidedignos.

Na etapa de codificação, selecionamos trechos e expressões que pudessem ser categorizados nas categorias identificadas na análise dos dados (Quadro 6). Esses trechos selecionados serviram para identificar a unidade de registro central, ou seja, o tema principal. A

partir dessa unidade de registro, pudemos encontrar informações no material relacionadas às ideias, percepções e opiniões dos participantes sobre o tema em estudo: as implicações pedagógicas da utilização do recurso didático Bricks Braille Químico no ensino de Química para estudantes com deficiência visual.

Quadro 6 – Categorias de análise dos dados empíricos.

CATEGORIAS	SUBCATEGORIAS	FINALIDADE DA CATEGORIA
1. Inclusividade	1.1 Capacidade de utilizar o BBQ de maneira prática associado à teoria; 1.2 Capacidade de se ajustar, modificar ou mudar as peças do recurso didático conforme situações, contextos ou condições.	Analisar se o BBQ pode ser adaptado para o ensino de Química a estudantes com deficiência visual em salas de aula regulares de ensino.
2. Acessibilidade	2.1 Capacidade do recurso didático ser utilizado por pessoas videntes ou com deficiência visual.	Compreender se o BBQ é acessível para todos os professores e alunos, com e sem deficiência visual.
3. Legibilidade	3.1 Capacidade de entendimento e compreensão do significado e modo de uso do recurso didático; 3.2 Capacidade de entendimento e compreensão da Simbologia Braille incorporada nas peças do recurso didático; 3.3 Capacidade de entendimento e compreensão da Grafia Comum e das cores incorporadas nas peças do recurso didático.	Identificar se o BBQ foi projetado de maneira adequada conforme as normas técnicas do Sistema Braille, se o recurso BBQ é preciso e baseado em informações atualizadas e confiáveis e se os usuários videntes e cegos são capazes de compreender e identificar a utilização e aspectos físicos das peças do BBQ.
5. Usabilidade	5.1 Eficácia do recurso didático para explicar conceitos teóricos e abstratos; 5.2 Capacidade dos professores videntes e cegos utilizarem o BBQ em suas práticas educativas; 5.3 Capacidade dos alunos videntes e cegos utilizarem o BBQ no processo de aprendizagem.	Identificar se o BBQ proporciona a utilização de maneira correta e adequada para que os professores e alunos, com e sem deficiência visual, possam utilizar em suas aulas de Ciências e Química.
6. Interatividade	6.1 Envolvimento dos alunos nas atividades com o recurso didático; 4.2 Interação dos alunos videntes e cegos, juntamente com o professor e o BBQ.	Verificar se o BBQ é capaz de manter o interesse e a interação dos alunos e professores para a sua utilização.

Fonte: Desenvolvido pela Autora (2023)

Este quadro apresenta seis categorias que foram derivadas das sequências de perguntas realizadas durante as etapas de validação do recurso didático BBQ, bem como dos grupos focais envolvendo os participantes. Cada sequência de perguntas tinha um propósito específico para coletar informações que direcionaram a definição das categorias mencionadas previamente.

Salientamos que, dada a abordagem qualitativa adotada para analisar os resultados, as enumerações foram feitas de maneira subjetiva. Isso significa que nossa análise não se concentrou na contagem de frequência de ocorrências de palavras específicas, mas sim na identificação de expressões semanticamente equivalentes cujos significados fossem pertinentes para nossos objetivos de pesquisa.

O tratamento dos dados foi conduzido de maneira cuidadosa, o qual realizamos a categorização das transcrições das interações discursivas, alinhando-as com as categorias estabelecidas no Quadro 6. Essas categorizações foram definidas considerando, por um lado, a perspectiva geral dos participantes em relação ao tema, e por outro, levando em conta as visões individuais de cada participante.

Durante a fase de validação do BBQ, os participantes foram convidados a examinar, manipular e compartilhar suas opiniões acerca dos aspectos físicos e funcionais do recurso didático. Além disso, no segundo grupo focal realizados com os professores de Química, foram requisitadas avaliações do BBQ sob duas perspectivas distintas: uma visão abrangente do grupo e uma perspectiva individual de cada participante.

Com base nessas avaliações, conduzimos uma análise das observações e comparações feitas tanto em nível individual quanto pelo grupo como um todo. Esse processo possibilitou a identificação das potencialidades e fragilidades apontadas por cada participante em relação ao recurso, abrangendo tanto a perspectiva individual quanto a visão coletiva.

5. METODOLOGIA DA PRODUÇÃO DO RECURSO DIDÁTICO

5.1 - Metodologia da confecção do recurso didático Bricks Braille Químico

A investigação proposta envolve a confecção de um recurso didático que foi idealizado e produzido no âmbito das atividades de um projeto de extensão, intitulado Incluir-Ciência, coordenado pelo professor orientador desta pesquisa e desenvolvido no Laboratório CEFETMaker (ou simplesmente, Lab Maker) da mesma instituição do Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica no qual este trabalho está inserido.

O planejamento foi fundamental para a criação e desenvolvimento do recurso didático denominado Bricks Braille Químico, pois, a partir dele pudemos definir os objetivos de aprendizagem, o público-alvo, os conteúdos abordados e as estratégias de ensino utilizadas. O roteiro apresentado na figura 7, elaborado pelo orientador desta pesquisa, foi proposto com a finalidade de orientar sobre os itens fundamentais que foram considerados no processo de criação de recursos didáticos, além de fornecer sugestões práticas para adaptar os materiais para estudantes com deficiência visual. Com um planejamento adequado e um roteiro claro, pudemos criar um recurso didático mais eficaz e inclusivo, capaz de engajar e atender às necessidades de todos os alunos.

Figura 7 – Roteiro de desenvolvimento de recurso didático inclusivo.



Fonte: Desenvolvida pela Autora (2023)

Primeiramente, analisamos as necessidades e objetivos de aprendizagem dos alunos para identificar se o recurso didático Bricks Braille Químico poderia ser útil para o ensino de Química, em seguida definimos claramente o objetivo que pretendíamos alcançar com o uso deste recurso, selecionamos os materiais e equipamentos que utilizaríamos para desenvolvê-lo e planejamos o seu design, considerando aspectos como a organização visual, a linguagem utilizada e a usabilidade.

Atentamo-nos quanto à definição dos tópicos de conteúdo a serem explorados pelo BBQ, levando em consideração a relevância deles para os alunos, as habilidades e conhecimentos prévios dos estudantes. Além disso, consideramos a diversidade dos alunos, de modo a garantir que as temáticas fossem inclusivas, interativas e acessíveis a todos. Ao analisar as possíveis estratégias e abordagens que poderiam ser realizadas, buscamos adaptá-las para atender às necessidades e características dos estudantes.

Consideramos a utilização das tecnologias disponíveis no laboratório maker, *sendo* os *softwares* de modelagem, as impressoras 3D e a máquina de corte e gravação a *laser* (CNC) as mais adequadas para a produção do recurso didático, de modo a garantir que o material didático fosse atraente, de qualidade, durável, acessível e efetivo para a utilização pedagógica dos professores e para a aprendizagem dos alunos. Além disso, consideramos o tempo e orçamento disponíveis para a sua confecção.

Ao término da produção do BBQ, o recurso didático passou por testes realizados com os autores desta pesquisa, alunos, professores e revisores técnicos brailistas, ambos cegos e videntes, conhecedores do Sistema Braille ou da Grafia Química Braille, de modo a se certificar a efetividade da confecção, identificar possíveis melhorias e garantir a sua qualidade. Consequentemente, o BBQ pôde ser disponibilizado para a aplicação e coleta dos dados desta pesquisa.

Esse recurso didático tem como propósito auxiliar professores de Química na representação de entidades e processos de interesse científico estudadas no contexto desse componente curricular: estruturas de compostos orgânicos e inorgânicos por meio de diferentes tipos de fórmulas químicas, e fenômenos químicos típicos, como as reações de neutralização, de combustão, de oxirredução, de precipitação etc. Em outros termos, esse recurso foi idealizado para se ensinar aspectos da Grafia Química Braille a estudantes com deficiência visual. A sua idealização foi inspirada no uso de kits compostos por pequenas peças ou bloquinhos de encaixe, cujo criador e fabricante mais conhecido é a empresa Lego®. Por essa razão, o recurso foi

denominado em nosso grupo de trabalho como Bricks¹ Braille Químico (BBQ).

A produção do BBQ envolveu procedimentos de prototipagem digital, testes de parametrização, testes de impressão, testes de encaixe, testes táteis para reconhecimento e leitura das inscrições em braille, discussões entre os membros do projeto de extensão sobre aspectos funcionais do recurso, sua portabilidade e procedimentos de uso (elaboração de manual).

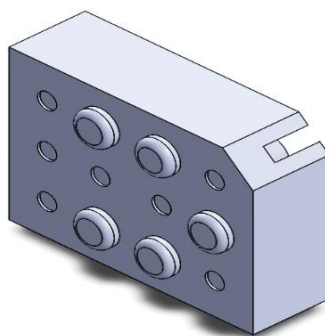
5.2 - Modelagem do recurso didático Bricks Braille Químico

Assim, como se pode ver na figura 8, a modelagem das peças do BBQ foi realizada via prototipagem digital, por meio de um *software* gratuito, denominado *FreeCad*®, disponível no Lab Maker. Nessa etapa, nos baseamos nas normas técnicas NBR 9050, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a qual estabelece as razões de diâmetro, altura e distância entre os pontos braille.

No processo de criação e prototipagem do recurso, foi determinado que cada peça deveria apresentar as seguintes características e informações: (i) sinais químicos em braille para símbolos de elementos, coeficientes estequiométricos para equações químicas, estados de agregação de substâncias, cargas elétricas de espécies químicas, setas e ligações covalentes, entre outros tipos de inscrições química; (ii) uma arquitetura de espessura (altura) padronizada em 10 milímetros; (iii) 24 milímetros de largura, com comprimento variável, a depender do número de celas braille de cada sinal; (iv) corte diagonal no canto superior direito como indicador de posição de leitura para o estudante com deficiência visual; (v) cores tipicamente empregadas na representação de elementos químicos em kits de modelagem molecular; e (vi) marcadores dos pontos da cela braille que não compunham os sinais braille das peças (braille negro), a fim facilitar o reconhecimento das celas braille pelo mediador vidente no uso do recurso.

Figura 8 - Protótipo digital da peça que contém o símbolo do elemento oxigênio.

Descrição da figura 8: Desenho digital de um sólido geométrico de face retangular contendo duas celas braille com os pontos (46 135).



Fonte: Desenvolvida pela Autora (2023)

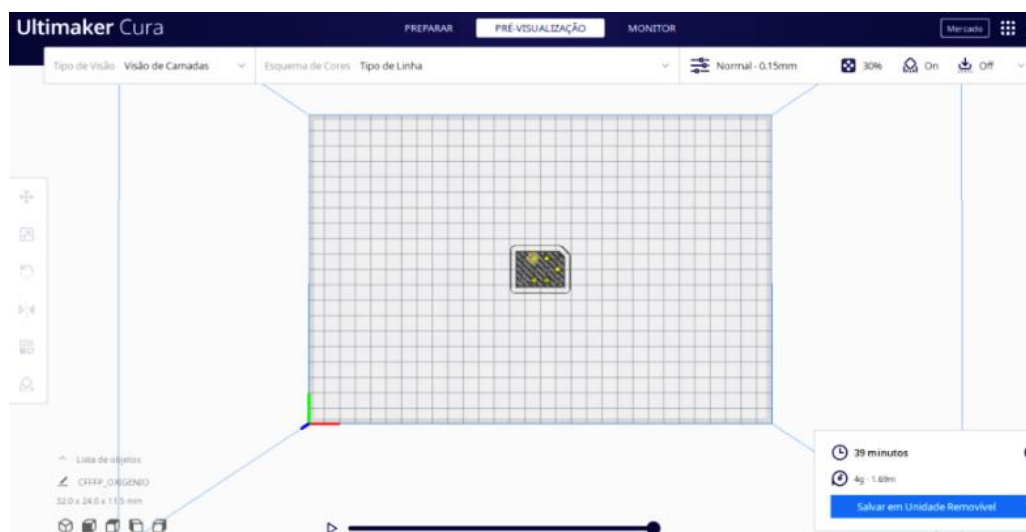
¹ O termo inglês *bricks* significa, em português, tijolos.

5.3 - Parametrização do recurso didático Bricks Braille Químico

Posteriormente, as peças foram salvas em arquivo do tipo *Standart Triangle Language* (STL), que é compatível com a tecnologia de impressão 3D, sendo que, neste formato de arquivo, a impressão torna-se relativamente simples. O arquivo STL foi transferido para o *software* gratuito denominado *CuraUltimaker®*, para que fossem parametrizadas as peças que foram tridimensionalmente impressas, conforme demonstra na figura 9.

Figura 9 - Captura de imagem do software CuraUltimaker®.

Descrição da figura 9: mesa virtual de trabalho do *software* de parametrização de impressão 3D, sobre a qual há a imagem de um protótipo digital de uma das peças do recurso didático BBQ.



Fonte: Desenvolvida pela Autora (2023)

Os parâmetros definidos no *software CuraUltimaker®* permitiram que a confecção das peças resultasse em uma boa qualidade nos aspectos preenchimento e acabamento. Apresentamos na tabela 3, a parametrização definida para a impressão tridimensional das peças do *kit* que compõe o BBQ.

Tabela 3- Parâmetros definidos para impressão 3D das peças do recurso didático.

AJUSTES DE IMPRESSÃO	VALORES
Densidade do preenchimento	50%
Distância da linha de preenchimento	1,333 mm
Espessura da camada de preenchimento	0,15 mm
Velocidade de impressão	50 mm/s
Velocidade de percurso	120 mm/s
Velocidade da camada inicial	25 mm/s
Velocidade do <i>Skirt</i>	25 mm/s
Tipo de aderência da mesa de impressão	Skirt
Contagem de linhas de <i>Skirt</i>	1
Distância do <i>Skirt</i>	3,0 mm

Mínimo comprimento do <i>Skirt</i>	250,0 mm
Espessura das paredes	1,0 mm
Número de filetes das paredes	2
Distância de varredura da parede externa	0,2 mm
Espessura superior das paredes	0,8 mm
Espessura inferior das paredes	0,8 mm
Número de camadas superiores das paredes	6
Número de camadas inferiores das paredes	6
Altura da primeira camada	0,3 mm
Altura de camada	0,15 mm
Larguras de extrusões	0,4 mm
Largura de extrusão da camada inicial	100%
Perfil – Normal	0,15 mm

Fonte: Desenvolvida pela Autora (2023)

5.4 - Confecção do recurso didático Bricks Braille Químico

Inicialmente, para a impressão das peças do BBQ, foram utilizadas impressoras 3D das marcas GTMAX 3D® para a impressão com filamentos poliméricos de *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) e ENDER 2 PRO®, para a impressão com filamentos poliméricos de ácido polilático (PLA). Para as inscrições sobre a tampa da caixa de madeira, a qual utilizamos para guardar o recurso didático BBQ, usamos uma máquina de controle numérico computadorizado (CNC) para realizar a gravação a *laser* da grafia comum e em Braille, conforme demonstrado na figura 8, ambos equipamentos disponíveis no Lab *Maker* da instituição onde este trabalho foi executado.

Figura 10 - Conjuntos parciais das peças do recurso didático produzido.

Descrição da figura 8: grandes conjuntos de peças com diferentes cores e símbolos em braille, algumas dispostas sobre uma plataforma de encaixe e outras dentro de uma caixa com divisórias.



Fonte: Desenvolvida pela Autora (2023)

Para a confecção das peças, foram utilizados filamentos de ABS, PLA e placas de plástico da fabricante Lego® conforme exposto na figura 11. A escolha desses materiais para a confecção das peças do recurso didático considerou algumas propriedades mecânicas, como a durabilidade e resistência à manipulação, impactos e atritos.

Figura 11 – Conjuntos parciais das peças do recurso didático produzido.



Fonte: Desenvolvida pela Autora (2023).

5.5 - Componentes do recurso didático Bricks Braille Químico

A seguir, apresentamos nas tabelas 4, 5, 6, 7 e 8 a quantidade de peças compostas no *kit* do recurso didático confeccionado, os nomes correspondentes de cada peça, as cores, tempo de duração de impressão tridimensional e a quantidade de material de filamento ABS e PLA utilizados para a sua impressão.

Tabela 4 - Tabela dos elementos químicos do recurso didático Bricks Braille Químico.

Descrição da tabela 4: Indicativo da composição, quantidades, cores, tempo de duração da impressão tridimensional e quantidade de material utilizado na confecção das peças que simbolizam os elementos químicos Flúor, Iodo, Enxofre, Fósforo, Hidrogênio, Oxigênio, Nitrogênio, Carbono, Cloro e Bromo.

ELEMENTOS E LIGAÇÕES QUÍMICAS	UNIDADES	COR	TEMPO DE IMPRESSÃO (minutos)	Comprimento usado de filamento (metros)
Flúor	4	Verde Claro	30	1,53
Iodo	4	Roxo	31	1,38
Enxofre	4	Amarelo	32	1,40
Fósforo	4	Azul Claro	32	1,40
Hidrogênio	32	Branco	31	1,39
Oxigênio	8	Vermelho	31	1,39
Nitrogênio	6	Azul Escuro	32	1,40
Carbono	15	Preto	31	1,38
Cloro	6	Verde Escuro	57	2,61
Bromo	4	Marrom	57	2,62

Fonte: Desenvolvida pela Autora (2023)

Tabela 5 - Tabela das ligações químicas do recurso didático Bricks Braille Químico.

Descrição da tabela 5: Indicativo da composição, quantidades, cores, tempo de duração da impressão tridimensional e quantidade de material utilizado na confecção das peças que simbolizam as ligações simples, oblíquas, duplas e triplas.

ELEMENTOS E LIGAÇÕES QUÍMICAS	UNIDADES	COR	TEMPO DE IMPRESSÃO (minutos)	Comprimento usado de filamento (metros)
Simples na horizontal	15	Cinza	31	1,37
Dupla na horizontal	30	Cinza	39	1,68
Tripla na horizontal	3	Cinza	32	1,40
Simples na vertical	30	Cinza	22	0,92
Dupla na vertical	7	Cinza	31	1,38
Tripla na vertical	2	Cinza	33	1,44
Simples oblíqua para a esquerda	4	Cinza	22	0,92
Simples oblíqua a direita	4	Cinza	22	0,92
Dupla oblíqua a direita	3	Cinza	58	2,48
Dupla oblíqua a esquerda	3	Cinza	58	2,48
Tripla oblíqua a direita	3	Cinza	58	2,48
Tripla oblíqua a esquerda	3	Cinza	58	2,48

Fonte: Desenvolvida pela Autora (2023)

Tabela 6 - Tabela das setas químicas do recurso didático Bricks Braille Químico.

Descrição da tabela 6: indicativo da composição, quantidades, cores, tempo de duração da impressão tridimensional e quantidade de material utilizado na confecção das peças das setas simples, de equilíbrio e de reversibilidade.

SETAS	UNIDADES	COR	TEMPO DE IMPRESSÃO (MINUTOS)	QUANTIDADE DE MATERIAL (METROS)
Equilíbrio para a esquerda	2	Cinza	32	1,40
Simples para reação direta	5	Cinza	37	1,74
Reversibilidade favorecendo a reação direta	1	Cinza	58	2,48
Reversibilidade favorecendo a reação inversa	1	Cinza	59	2,49
Seta de reversibilidade	2	Cinza	59	2,49
Simples para reação inversa	5	Cinza	37	1,74

Fonte: Desenvolvida pela Autora (2023)

Tabela 7 - Tabela dos coeficientes estequiométricos e índices de fórmulas químicas.

Descrição da tabela 7: indicativo da composição, quantidades, cores, tempo de duração da impressão tridimensional e quantidade de material utilizado na confecção das peças dos índices de fórmula química (IFQ) e dos coeficientes estequiométricos (CE) pertencentes à simbologia da Grafia Química Braille do recurso didático BBQ.

IFC e CE	UNIDADES	COR	TEMPO DE IMPRESSÃO (minutos)	Comprimento usado de filamento (metros)
IFQ 0	2	Cinza	22	0,94
IFQ 1	2	Cinza	22	0,91
IFQ 2	6	Cinza	22	0,92
IFQ 3	4	Cinza	22	0,92
IFQ 4	4	Cinza	22	0,93
IFQ 6	2	Cinza	22	0,93
IFQ 7	2	Cinza	23	0,95
IFQ 8	2	Cinza	22	0,92
IFQ 9	2	Cinza	22	0,92
CE 1	2	Cinza	31	1,39
CE 2	4	Cinza	39	1,69
CE 3	3	Cinza	39	1,69
CE 4	2	Cinza	32	1,41
CE 5	2	Cinza	32	1,40
CE 6	2	Cinza	32	1,40
CE 7	2	Cinza	39	1,78
CE 8	2	Cinza	39	1,80
CE 9	2	Cinza	39	1,80

Fonte: Desenvolvida pela Autora (2023)

Tabela 8- Tabela dos estados físicos da matéria, sinais de cargas elétricas, parênteses e anel aromático.

Descrição da tabela 8: indicativo da composição, quantidades, cores, tempo de duração da impressão tridimensional e quantidade de material utilizado na confecção das peças dos estados físicos da matéria (gasoso, sólido, líquido e aquoso), dos sinais de carga elétrica, carga negativa e carga positiva, pertencentes à simbologia da Grafia Química Braille do recurso didático BBQ.

ESTADOS DA MATÉRIA E SINAIS DE CARGA	UNIDADES	COR	TEMPO DE IMPRESSÃO (minutos)	Comprimento usado de filamento (metros)
Estado Sólido	4	Cinza	57	2,62
Estado Líquido	4	Cinza	57	2,62
Estado Gasoso	4	Cinza	57	2,63
Sistema aquoso	4	Cinza	77	3,28
Sinal de Carga	6	Cinza	22	0,91
Carga Negativa	4	Cinza	22	0,92
Carga Positiva	4	Cinza	18	0,88
Abre parênteses	8	Cinza	22	0,92
Fecha parênteses	8	Cinza	22	0,92
Anel aromático	6	Cinza	32	1,40

Fonte: Desenvolvida pela Autora (2023)

A escolha de utilizar cores na impressão das peças com símbolos de elementos químicos surgiu das discussões internas no grupo de trabalho, após os primeiros testes com um conjunto mais amplo de peças e também pelos estudos de Cerqueira e Ferreira (2000), os quais citam que os recursos didáticos para alunos com deficiência visual devem ter cores fortes e contrastantes para estimular a visão funcional do aluno que apresenta baixa visão.

Observamos que, especialmente para professores menos familiarizados com o Sistema Braille e a Grafia Química Braille, a impressão utilizando um único filamento de cor poderia gerar dificuldades na manipulação das peças, desmotivando seu uso. Notamos que o emprego de cores comumente utilizadas em outros kits de modelagem molecular, juntamente com a etiquetagem das peças com a grafia comum, em tinta, facilita a identificação e otimiza a montagem de fórmulas químicas.

Quanto às características funcionais, portabilidade e utilização do recurso, ao simular situações de ensino de fórmulas e equações químicas, a equipe avaliou que, apesar de composto por mais de 300 peças, o recurso didático é relativamente compacto, leve e facilmente transportável para uma sala de aula. Além disso, a equipe ressaltou que a utilização de cores seria importante para permitir a pronta identificação das peças pelo usuário com visão, frequentemente o professor.

Avaliamos a precificação do *kit* completo do recurso didático BBQ com base nos custos dos materiais ABS e PLA, cotados a R\$ 79,90 por quilo pela empresa 3D Fila®, sediada em Belo Horizonte, MG. O custo total para a fabricação das peças foi de R\$ 90,96, detalhado no Apêndice I

deste trabalho. As placas de plástico fornecidas pela empresa Lego®, que funcionam como bases para o encaixe das peças, variam em preço de R\$ 20,00 a R\$ 100,00, dependendo do local de compra.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 - Realização da validação do recurso didático no ISR

Na fase inicial de validação do Bricks Braille Químico (BBQ), realizada com três alunos - todos eles com deficiência visual e usuários do Sistema Braille – perguntamos a esses estudantes se eles conheciam o brinquedo composto por blocos de encaixe da Lego® e as respostas foram as seguintes:

<i>Aluno 1: “[...] sim. Eu acho legal! Já montei carro com as peças da Lego [...]”</i>
<i>Aluno 2: “[...]Sim. Eu achei muito interessante, já montei várias coisas, de simples peças a gente consegue fazer diferentes coisas, né?! Vai da imaginação[...]”</i>
<i>Aluno 3: “[...] conheço [...]”</i>

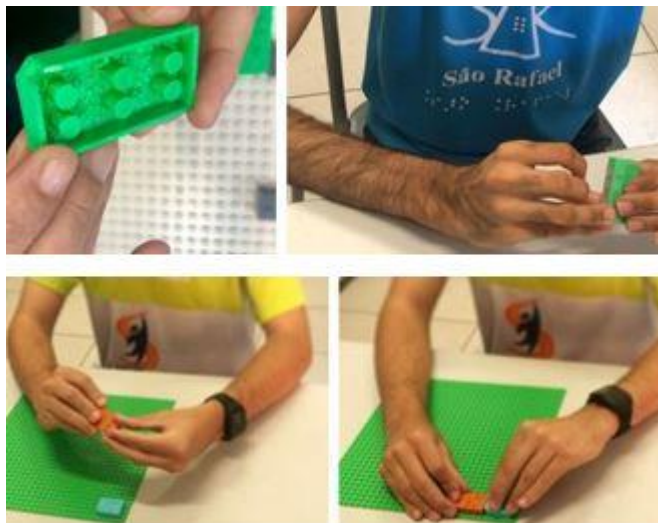
Em seguida fornecemos uma concisa explicação sobre o recurso didático Bricks Braille Químico, detalhando seu processo de fabricação e sua finalidade educacional, além de destacar as semelhanças das peças do BBQ com as peças da Lego®. Nesse contexto, notamos que os três estudantes exibiram uma reação entusiástica e uma clara curiosidade em explorar o recurso com maior profundidade.

Neste cenário, para discutirmos acerca das interações desses alunos, nos baseamos em algumas categorias, as quais foram criadas de acordo com a análise de conteúdo de Bardin (2011) e durante as entrevistas com esses participantes, pudemos identificar aspectos inclusivos, acessíveis, legíveis, usuais e lúdicos do recurso didático Bricks Braille Químico (BBQ).

Em um primeiro momento, fornecemos algumas peças avulsas e algumas fórmulas e equações químicas, as quais estavam previamente montadas na placa de encaixe. De maneira individualizada, solicitamos a cada estudante que explorassem as peças de forma tátil e de modo geral, conforme exemplificado na figura 12.

Figura 12 - Aluno cego manipulando peças do recurso didático.

Descrição da figura 10: aluno cego manipulando uma peça do elemento Cloro, composta por 3 celas braille, realizando o reconhecimento das informações compostas na peça, tais como: simbologia braille, indicador de posição de leitura e parte posterior de encaixe da peça. E outro aluno cego manipulando e realizando o encaixe das peças correspondentes aos elementos químicos Bromo e Fósforo, do recurso didático Bricks Braille Químico, na placa/base de encaixe.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Ao longo desse procedimento, notamos que um dos alunos enfrentava desafios consideráveis, tanto do ponto de vista motor quanto cognitivo, dificultando a interação com os pesquisadores. Devido a essas dificuldades, não foi viável concluir a validação do recurso didático com esse aluno em particular. No entanto, vale ressaltar que os outros três alunos, todos matriculados no 9º ano do Ensino Fundamental, do Instituto São Rafael, conseguiram concluir a etapa de validação com êxito.

Podemos perceber que, ao apresentar algumas peças do BBQ aos alunos 1 e 3, eles enfrentaram dificuldades em identificar a posição correta para iniciar a leitura do Braille incorporado nas peças. Percebemos que eles apresentaram dificuldades de compreensão da simbologia de algumas peças devido ao desconhecimento de inscrições próprias da Grafia Química Braille.

Durante as entrevistas os estudantes foram orientados sobre a existência de um indicador de orientação tátil, representado por um corte diagonal no canto superior das peças, que auxilia na identificação da posição adequada para a leitura. Foi somente após receber essa orientação que os alunos 1 e 3 conseguiram reconhecer este marcador e realizar a leitura de forma precisa. Por outro lado, o aluno 2 identificou rapidamente o indicador de posição de leitura, sem necessitar da mediação por parte dos pesquisadores, conforme demonstrado nos trechos a seguir.

- Pesquisadora: “[...] eu vou te auxiliar... Essa é a posição certa para você fazer a leitura do Braille, tem um corte na diagonal, no canto superior direito da peça. Então, ele deverá sempre estar nessa posição para você fazer a leitura [...]”
 - Aluno 1: “[...]ah tem mesmo! É um H maiúsculo[...] essa aqui é a letra O em maiúsculo! [...]”
 - Pesquisadora: Isso mesmo!
 - Aluno 1: “[...] na primeira peça eu não tinha reparado, mas depois que foi me falado eu me localizei nas outras [...]”
-
- Aluno 3: “[...] essa peça aqui é a letra S? [...]”
 - Pesquisadora: “[...] não, parece ser a letra S pois você manuseou a peça na posição incorreta. Consegue perceber que tem um indicador de posição de leitura nela?”
 - Aluno 3: “[...] ah sim! Então é a letra O.”

Os alunos foram capazes de realizar a leitura tátil corretamente da maioria das peças manipuladas. No entanto, devido a incorporação de inscrições próprias da Grafia Química Braille, os estudantes fizeram associações entre algumas dessas inscrições e outros sinais semelhantes de outras áreas de conhecimento. Por exemplo: o sinal braille que representa uma ligação covalente dupla foi confundido com o sinal de igual das equações matemáticas. Eles também tiveram dificuldade de compreender a quantidade de células Braille de cada peça, conforme identificado nos trechos seguintes.

- Pesquisadora: “[...] agora estou te apresentando uma peça [...] você consegue me dizer quais são os pontos Braille que estão nela?”
- Aluno 1: “[...] os pontos 2 e 4?”
- Pesquisadora: “[...] não. São os pontos 5 de uma célula Braille e 2 de outra célula Braille. Então essa peça tem 2 células Braille.”
- Aluno 1: “[...] parece que é uma célula só! [...] Parece o sinal de dois pontos [...]”
- Pesquisadora: “[...] parece mesmo, mas essa peça na Grafia Química Braille representa o sinal de ligação química entre dois átomos[...]
- Aluno 1: “[...] nessa outra fórmula aqui tem as letras H e O maiúsculas e o sinal de igual? [...]”
- Pesquisadora: “[...] parece o sinal de igual, mas na Grafia Química Braille esse sinal significa que é uma ligação química dupla.”
- Aluno 1: “[...] nesta outra fórmula tem as letras H e N maiúsculas e a letra l? [...]”
- Pesquisadora: “[...] no contexto da Química essa letra que parece um l simboliza uma ligação simples na vertical [...] o que você está achando do Braille das peças?”
- Aluno 1: “[...] está bem legível
- Aluno 2: “[...] esse ponto e vírgula aqui representa o que? [...]”
- Pesquisadora: “[...] esse símbolo em Braille também corresponde ao sinal de ponto e vírgula, mas na Grafia Química Braille ele simboliza o número 2 subscrito. [...]”
- Aluno 2: “[...] nesta fórmula tem um H maiúsculo, um N maiúsculo e tem a letra l [...]”
- Pesquisadora: Parece a letra l, mas na Grafia Química Braille ela representa a ligação simples na vertical.
- Aluno 2: “[...] se eu tivesse conhecimento de Química teria sido mais fácil [...] essas

- nomenclaturas da Química eu não sei [...]"*
- *Aluno 3: "[...] nesta fórmula tem o Cl e a outra peça eu não sei o que é. Parece sinal de dois pontos [...]"*
 - *Pesquisadora: "[...] essa simbologia na Grafia Química Braille significa que é uma ligação química [...]"*
 - *Aluno 3: "[...] aqui tem uma seta para a direita, letra H, número 2, letra O e a letra g entre parênteses [...]"*
 - *Pesquisadora: "[...] você sabe o que essa letra g entre parênteses significa na Grafia Química Braille?"*
 - *Aluno 3: "[...] não sei."*
 - *Pesquisadora: "[...] significa que está no estado físico gasoso."*

No que tange os aspectos físicos do BBQ, podemos identificar que as peças estão com textura, tamanho, altura e largura adequadas, a incorporação do Braille está padronizada e os seus encaixes estão precisos. Os três alunos consideraram que o BBQ é um recurso didático promissor na educação inclusiva pois ele estimula os alunos, tanto videntes quanto deficientes visuais, proporcionando o aprendizado de todos e de uma maneira mais atrativa. Como podemos identificar por meio de alguns comentários tecidos pelos participantes.

- *Aluno 1: "[...] para mim, a matéria [Química] é um tanto complexa né, só que nesse caso [com o BBQ] daria para entender melhor [...]"*
- *Pesquisadora: "[...] você preferiria estudar Química com o BBQ ou com um livro em Braille?"*
- *Aluno 1: "[...] Depende do livro. Já para usar esse recurso aqui [o BBQ], o professor tem que estar junto [...]"*
- *Pesquisadora: "[...] para você, como seria estudar Química utilizando o BBQ? [...]"*
- *Aluno 2: "[...] seria bem tranquilo, porque o professor iria me explicar e aí seria mais fácil. E aqui com o BBQ está exemplificado também, dá para entender perfeitamente [...]"*
- *Pesquisadora: "[...] o que você achou do BBQ?"*
- *Aluno 2: "[...] está muito bom. Até para quem é vidente [...]"*
- *Aluno 3: "[...] aprender Química como o BBQ seria mais fácil. Porque eu já estudei química sem ele e foi difícil [...] na escola que eu estudava eu não tinha nada de Braille, então eu ficava só escutando as aulas [...]"*

6.2 - Realização da validação do recurso didático no IBC

Na segunda etapa do processo de validação do BBQ, entrevistamos dois professores de Ciências e Química, os quais atuam no ensino de alunos com deficiência visual da Educação Básica e no Ensino Superior. Esses professores são videntes, mas possuem um amplo conhecimento do Sistema Braille, além de utilizá-lo regularmente em suas práticas de ensino.

Interrogamos esses professores acerca das suas experiências profissionais no âmbito do ensino de Química e Ciências para estudantes com deficiência visual. Selecionamos alguns trechos de suas contribuições, as quais estão expostas a seguir.

Pesquisadora: “[...] você usa muito a reglete?”
Professor 1: “[...] uso! Porque é o instrumento que eles (os deficientes visuais) têm. Por exemplo, no curso de revisor brailista, que tem a disciplina e Grafia Química Braille 1 e 2, eles têm que saber reconhecer, eles têm que ter uma boa leitura para reconhecer os sinais de ligação, rebaixada, entender o que é o índice de fórmula química, coeficiente estequiométrico, se tem espaço ou não, seta, etc... Então eles têm que ler corretamente porque se tiver escrito errado ele tem que apontar para o transcritor corrigir.”
Pesquisadora: “[...] é mais importante para eles saberem ler e reconhecer o Braille? Escrever menos? [...]”
Professor 1: “[...] sim. Escrever menos, mas eles também fazem a escrita. Como eles estão tendo a chance de ter essa disciplina com um professor de Química, a gente treina também essa parte de escrita porque eu acho que fixa melhor [...] eu acho que ajuda na fixação até do futuro trabalho deles enquanto revisores. Então, é muito importante que eles saibam ler porque vai ser o trabalho deles, de pegar os materiais prontos e saberem se está correto ou não. Então eu foco muito na leitura, tanto é que as avaliações eu levo coisas impressas para eles acharem erros [...]”
Pesquisadora: “[...] e quando o aluno está utilizando a reglete para escrever e ele erra? [...]”
Professor 1: “[...] ele apaga e escreve de novo... O cego ele mesmo abaixa o Braille que ele escreveu e fica passando o dedo para perceber se ficou perceptível ou não. Mas no caso do Bricks Braille Químico isso tudo ficaria mais facilitado. O aluno errou? Ele vai, retira a peça, desconecta e encaixa novamente no lugar correto. Então facilitaria e muito nesse aspecto [...]”

Apresentamos o recurso didático Bricks Braille Químico para esses professores, que puderam visualizar e manipular as peças, montar estruturas químicas nas placas de encaixe e tiveram a oportunidade de ouvir a explicação sobre a sua confecção, finalidade, modo de uso e aplicabilidade do BBQ. A seguir, demonstramos alguns trechos das respostas obtidas durante a interação dos professores com os pesquisadores a respeito de suas práticas pedagógicas e considerações sobre a funcionalidade do BBQ para o ensino de Química a estudantes com deficiência visual.

Pesquisadora: “[...] você considera o uso do recurso BBQ interessante para o ensino da Grafia Química Braille para estudantes com deficiência visual?”
Professor 1: “[...] sim! Muito importante [...] ele é em formato de jogo, então ele tem a parte da ludicidade, de você poder brincar. Parecem com peças de um jogo, de um Lego, de montagem, então tem essa parte lúdica e consegue juntar boa parte do Braille [...] tem toda a simbologia das letras que eles (os deficientes visuais) já conhecem e fica mais fácil de montar as estruturas químicas, as reações [...] como é só de encaixe fica mais simples de usar, de montar e do entendimento do todo, de como é aquela molécula para os alunos [...]”
Professor 2: “[...] muito! É bem lúdico, acho que será muito útil [...] é sempre bom ter um recurso didático lúdico, eles (os alunos) gostam, é diferente, eles se interessam, é muito mais interessante do que ensinar somente no papel [...]”
Pesquisadora: “[...] na sua visão de professor de Química, você acredita que é mais fácil fazer essa montagem das fórmulas e equações químicas através do BBQ ou através da reglete?”
Professor 1: “[...] através do BBQ. Na reglete até as moléculas mais simples ficam complexas de escrever [...]”

Professor 2: “[...] eu tenho um aluno cego que ele faz tudo com essas peças de blocos de encaixe [...] esse recurso aqui ele iria amar aprender com ele, nossa! [...] tenho certeza que ele iria aprender Química com o BBQ [...]”

Pesquisadora: “[...] você acha que esse recurso poderia ser útil na disciplina de Química?”

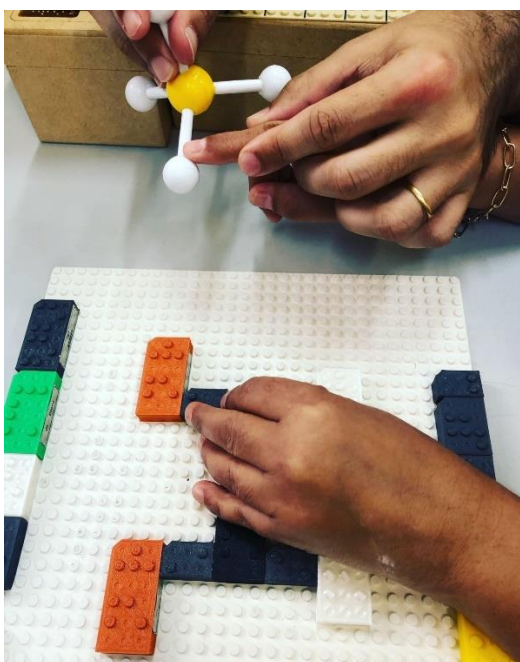
Professor 1: “[...] sim! Totalmente! [...]”

Pesquisadora: “[...] você costuma fazer atividade em duplas com os alunos? [...] você faria utilizando o BBQ?”

Professor 2: “[...] sim [...] eles podem conversar sobre quais peças pegar, a posição, como encaixar, etc. [...]”

Durante a entrevista com o Professor 1, o qual é docente da disciplina de Química Braille no IBC, tivemos a oportunidade de acompanhar uma breve mediação pedagógica dele com um profissional revisor técnico braillista (cego), exemplificando uma ligação química simples covalente, em que há o compartilhamento de um par de elétrons entre dois átomos, utilizando o Bricks Braille Químico e um modelo tridimensional. Notamos que com associação destes dois recursos didáticos, o cego pode compreender melhor sobre os assuntos químicos abordados, conforme demonstramos na figura 13.

Figura 13 - Demonstração de ligação química através de um modelo tridimensional e o recurso didático Bricks Braille Químico.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Além dos aspectos pedagógicos do BBQ, também perguntamos aos professores as considerações sobre os aspectos físicos da confecção do recurso didático. Estas contribuições estão mencionadas a seguir.

Pesquisadora: “[...] sobre o tamanho, a altura e a largura das peças, você as considera adequadas para a realização das atividades que fizemos agora? Por que? [...]”

<i>Professor 1: “[...] sim. Achei o tamanho ideal, os cegos conseguiram ler bem o Braille, ficou nítido, achei o tamanho perfeito!”</i>
<i>Professor 2: “[...] sim. As placas de encaixe também são fáceis de pegar com as duas mãos, está no tamanho ideal, é leve [...]”</i>
<i>Pesquisadora: “[...] o que você achou da altura e a largura dos pontos Braille e a distância entre eles?”</i>
<i>Professor 1: “[...] para mim ficou ótimo, ficou perfeito e com aprovação que eu vi dos revisores brailistas eu já vi que está super adequado.”</i>
<i>Professor 2: “[...] para mim está ótimo [...]”</i>
<i>Pesquisadora: “[...] você acha que o emprego das cores no BBQ apresenta algum papel relevante para o uso do recurso por professores videntes?”</i>
<i>Professor 1: “[...] sim! Achei muito bacana essa diferenciação que vocês deram, pois ajuda e auxilia o professor a não ter todas as peças iguais, monocromáticas. Então facilita ele achar os elementos químicos, as ligações e inclusive pode utilizar em uma aula, em uma escola regular inclusiva, com todos os alunos, acho que os alunos vão perceber melhor essa conexão.”</i>
<i>Professor 2: “[...] para os alunos com baixa visão e professores também pode ajudar [...] até mesmo professores videntes que sabem Braille muito bem, eles nunca serão fluentes igual um indivíduo cego [...]”</i>
<i>Pesquisadora: “[...] sobre a textura, o material do BBQ, o que você achou?”</i>
<i>Professor 1: “[...] achei ótimo. Vocês usaram o PLA e o ABS que são baratos para comprar, fácil de reproduzir [...] esse recurso é durável, é para a vida toda, as peças não quebram, tem segurança [...]”</i>

Ambos os participantes explanaram o desejo de obter um kit do BBQ para que eles possam utilizar em sala de aula. No entanto, eles disseram que gostariam de ter acesso aos projetos das peças para que eles pudessem fazer a impressão 3D, que a quantidade ideal de placas de encaixes seriam 2 para cada aluno e professor, para ser possível a montagem de fórmulas e equações químicas extensas. Eles também elogiaram a elaboração do BBQ:

<i>Professor 1: “[...] eu achei lindo! Eu adorei o cuidado de vocês, porque isso é muito levado em conta... O cuidado que vocês com a caixa com divisórias onde o material fica guardado, com o armazenamento do material [...] com essa coisa de pegar a caixa e levar para sala de aula e retornar com tudo ali dentro da caixa [...] as etiquetas de identificação com a grafia comum nas peças, esse cuidado todo que as vezes é muito negligenciado [...]”</i>

Adicionalmente, envolvemos cinco profissionais que trabalham como revisores técnico brailistas no IBC, sendo todos eles cegos. Para estes participantes, solicitamos que explorassem por meio do tato as peças a fim de reconhecer a escrita Braille, além de realizar o encaixe e desencaixe delas na placa base, como se vê na figura 14.

Figura 14 - Revisor técnico brailleista manipulando peças do recurso didático.

Descrição da figura 14: revisor técnico brailleista manipulando, realizando a leitura tátil e o encaixe na placa das peças do recurso didático Bricks Braille Químico, sendo a primeira delas correspondente ao elemento Oxigênio, composto por duas celas braille, com os pontos 46 125 e a outra peça correspondente ao elemento Hidrogênio, composto por duas celas braille, com os pontos braille 46 125.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Após o contato e manuseio com o Bricks Braille Químico, fizemos algumas perguntas aos revisores técnicos brailleistas acerca das suas experiências profissionais na validação de recursos didáticos para pessoas com deficiência visual e pudemos conhecer algumas dificuldades que eles relataram sobre a vida escolar na infância e adolescência, conforme os trechos a seguir:

Revisor Brailleista 1: “[...] quando o aluno cego não faz o Ensino Médio, quando ele não faz Química para cegos, sempre foi um grande desafio, porque a escola regular faz meio que para passar, a apreensão do conhecimento em si, ela é muito dificultada [...] eu tinha um professor muito interessado e realmente algumas coisas eu aprendi, mas é um grão de areia no deserto, sabe?! [...] era um professor em 100 [...] os professores geralmente dizem que não são pagos e nem obrigados a saber Braille [...] boa parte dos projetos para deficientes visuais não vão para frente por falta de incentivo e recurso [...] também a sociedade tem que ser menos egoísta e pensar mais no outro [...]”

Revisor Brailleista 2: “[...] quando estudei no Ensino Fundamental, no Instituto Benjamin Constant, eu tive uma professora que gostava de utilizar muitos recursos didáticos táteis, eu achava então que nós alunos cegos tínhamos pleno contato, eu consegui aprender [...] no Ensino Médio eu estudei em outro colégio e não aprendi muito não. Eu tinha aulas com o uso de recursos didáticos, de vez em quando, com os estagiários de apoio, então eu usava mais desenhos em telas e recebia apoio dos outros alunos videntes [...] essa parte de escrever (na reglete), que dava para passar na disciplina, eu aprendia bastante, o problema era não usar muitos materiais táteis para desenvolver [...] eu conseguia aprender, mas dependia muito da forma de explicação do professor [...] se os professores soubessem o Braille, talvez me ajudariam mais até mesmo na hora de desenvolver certas complexidades dos conteúdos [...]”

Revisor Brailleista 3: “[...] na minha época de estudante a gente não tinha materiais de Química adaptados para cegos, então a gente tinha que escrever muito [...] era muito ruim, eu fiz para passar [...] o máximo que a gente tinha era a tela de desenho, mas nunca nenhum professor teve essa preocupação comigo. O meu Ensino Médio foi em 2001, 2002 [...] na minha 7ª série eu tive introdução a Química, eu estudava no Instituto Benjamin Constant, mas quando eu saí, fui estudar o Ensino Médio em outra escola, não tinha tantos recursos e nem professores preparados [...] eu acho que tem que ter professores preparados para atender o aluno com deficiência, seja ela qual for [...] o professor

pode conhecer o Braille, mas ele tem que saber como lidar com o deficiente, entender os problemas e as dificuldades do aluno [...] ter disposição e sensibilidades [...] eu sei que não é fácil estar em uma sala com 40, 50 alunos, mas pelo menos o professor deve tentar [...]"

Revisor Braillista 4: "[...] sou professora de Braille e represento o Instituto Benjamin Constant na Comissão Brasileira de Braille [...] é nessa Comissão que se estabelece os manuais e normas sobre o Braille [...] eu tive Química, mas eu não tive Química acessível [...] era tudo de qualquer jeito [...] meus professores não utilizavam recursos didáticos acessíveis [...]"

Revisor Braillista 5: "[...] eu fui aluna no Instituto Benjamin Constant, aqui a gente que é cego tem todo o suporte, mas quando a gente vai para uma escola que se diz inclusiva, a história é outra [...] no meu Ensino Médio eu fui fazer Magistério, as matérias eram reduzidas e os professores não tinham preparo para lidar com o aluno cego, então eu confesso que fiquei um pouco prejudicada [...] a gente fazia muitas aulas em laboratório, pegava materiais na mão, por exemplo massa de modelar. Enquanto os alunos videntes ficavam fazendo experiências eu ficava somente ouvindo [...]"

Apresentamos algumas peças avulsas e posteriormente fórmulas e equações químicas para estes participantes realizarem a leitura tátil do Braille, bem como reconhecer as estruturas químicas. Notamos que todos eles foram capazes de reconhecer o Braille, porém a simbologia específica da Grafia Química Braille eles apresentaram dificuldades e dúvidas. O que foi justificado por eles pelo fato de fazer pouco uso ou até mesmo desconhecer as especificidades desta grafia, como mostra os trechos a seguir.

Revisor Braillista 1: "[...] por falta do conhecimento dos símbolos da Grafia Química Braille [...] essa aqui é a letra E com acento agudo? [...]"

Revisor Braillista 2: "[...] esse carbono está ligado em cima de um símbolo que eu não sei [...]"

Revisor Braillista 4: "[...] quando eu vou fazer a leitura tátil de Química eu tenho que ir conferir lá na Grafia Química Braille [...] aqui tem uma peça com os pontos 34 que eu não lembro o que é [...]"

Revisor Braillista 5: "[...] eu não consigo [...] a simbologia eu não sei [...] talvez seja porque eu não sei Química Braille [...]"

Devido às particularidades da Grafia Química Braille e ao primeiro contato com o recurso didático BBQ, os revisores braillistas necessitaram da mediação dos pesquisadores para explicarem as especificidades da simbologia Química Braille, bem como da utilização do BBQ. Notamos que essa mediação pedagógica facilitou a sua utilização e a compreensão do recurso e dos conteúdos de Química. Portanto, os comentários realizados pelos participantes, demonstrados a seguir, sinalizam que é fundamental a mediação do professor que tenha o conhecimento tanto do BBQ quanto de Química e da Grafia Química Braille.

Revisor Braillista 1: "[...] o mundo é visual, por mais que haja a descrição, tem muitas coisas que não adianta somente ter áudio descrição, ela é importante, mas em determinadas coisas eu prefiro ficar com o que eu mentalizei sobre [...]"

Revisor Braillista 2: "[...] o material para o vidente é tudo visual, até esse aluno vidente precisará de uma explicação [...] é diferente receber a mensagem que o professor quer passar para o aluno [...] é importante a mediação do professor no contato inicial, sim [...]"

Revisor Braillista 4: "[...] o material concreto ele sempre vai valorizar o aprendizado da pessoa cega [...] a mediação do professor é necessária, principalmente no início, pois o aluno precisa aprender a utilizar o material. A partir do momento que o aluno souber como manipular e como funciona o

recurso didático, ele vai conseguir utilizar sozinho [...]"

Os Revisores Brailistas que participaram desta pesquisa, na etapa de validação do BBQ, possuem um vasto conhecimento em Braille e em avaliações de recursos didáticos inclusivos para pessoas com deficiência visual e atuam nesta área há mais de 10 anos. A seguir demonstramos trechos dos comentários destes profissionais.

Revisor Brailista 3: "[...] eu avalio a qualidade do material, a textura, o tamanho, se o Braille está de acordo com a exigência tátil, se está entendível, se não está muito junto ou grudado e com falhas [...] também se não há nada cortante [...]"

Revisor Brailista 4: "[...] eu acho que depende de cada material [...] no BBQ, eu estou avaliando a espessura, o afastamento, a altura e o tamanho dos pontos Braille, a textura, se o Braille é confortável ao toque, o tamanho e altura da célula Braille e a altura da placa base [...] cada material é um tipo de avaliação [...]"

Pesquisadora: "[...] em uma avaliação, você leva em consideração também outras questões além do Braille? Por exemplo, se o recurso oferece algum risco de machucar durante o manuseio? [...]"

Revisor Brailista 5: "[...] eu avalio a questão do Braille, a textura do material, se não machuca ou causa algum ferimento [...]"

Portanto, as suas considerações acerca do BBQ foram baseadas nas avaliações físicas e funcionais deste recurso didático. Os principais pontos que os Revisores Brailistas avaliaram foram o tamanho, altura, largura, espessura das peças, das placas de encaixe e do Braille incorporado nas peças, também o indicador de posição de leitura tátil, a textura, qualidade e durabilidade do material e a segurança durante o manuseio, conforme os trechos a seguir.

Revisor Brailista 1: "[...] se diminuir a altura das peças terá problema com a escrita para as etiquetas com a grafia comum para o professor vidente [...] então o tamanho está ideal [...] tem o Braille escrito aqui, tem o Braille negro, tem os encaixes das peças, o cego não vai sair tomando tudo [...] para mim está perfeito! [...] o Braille já é uma coisa volumosa, se ampliar mais não ficará bom [...]"

Revisor Brailista 2: "[...] o indicador de posição de leitura é importante, me ajuda a fazer a leitura do Braille, pois em Braille se mudar a posição da leitura, uma letra corresponde a outra [...] para mim está bom, não está exagerado e está tatilmente acessível [...]"

Revisor Brailista 3: "[...] muito boa a textura [...] super indico e super aprovo [...] as peças ficam fixas e não escorregam ou caem [...] acho que do jeito que está aqui está muito bom [...]"

Revisor Brailista 4: "[...] se a peça for mais baixa, alguns alunos terão dificuldade de encaixar e desencaixar [...] o tamanho dos pontos Braille está bom [...] os espaços entre os pontos Braille estão bons, vocês conseguiram manter o mesmo espaçamento em todas as peças. Vocês conseguiram padronizar isso em todas as peças [...] fez toda a diferença esse marcador de posição de leitura! [...] eu gostei, mas agora sobre a textura, vocês não conseguiram fazer as peças mais lisas? [...] o cego não gosta do áspero, ele dá uma incomodada. Mas esse áspero das peças não é um impeditivo para o cego fazer a leitura, mas se conseguir fazer um pouco mais liso as mãos do cego iriam gostar um pouco mais [...] a ideia é muito boa, o tamanho do Braille eu acho que está bom, se fosse menor talvez não ficasse bom por ser no Lego [...] eu gostei dessa ideia do Braille que vocês fizeram na impressora 3D [...] esse Braille aqui está legal! Eu já tive contato com Braille da 3D que eu tive vontade de choras, machucou meu dedo [...] eu acho que as peças em PLA estão melhores e o ponto Braille também estão mais corretos. Nas peças em ABS o acabamento está pior, parece até que o Braille está mais pontudo [...] cuidado com o material resina, pois o Braille que eu tive contato em textos, que foi feito com resina, tinha um cheiro muito forte, desagradável, o que incomoda os olhos inclusive [...]"

Revisor Brailista 5: "[...] estão perfeitos [...] esse negócio aqui é fantástico [...]"

Ao entrevistar os profissionais especializados em Braille, notamos que a tarefa de transcrever fórmulas e equações químicas, especialmente aquelas envolvendo estruturas planas, usando a reglete, que é a ferramenta tradicionalmente utilizada por pessoas cegas para criar textos em relevo, é considerada pelos participantes um processo relativamente mais complexo e demorado, que requer o uso de várias folhas de papel devido à extensão dessas estruturas.

A partir das respostas dos participantes, vimos que o uso do BBQ oferece algumas vantagens em relação ao uso da reglete, tornando essa tarefa mais fácil, rápida, prática, e até mesmo lúdica, além de resultar em uma apresentação mais organizada das informações, constituindo-se como um complemento para o processo de ensino e aprendizagem dos alunos. Os trechos de respostas a seguir corroboram essa percepção.

Revisor Braillista 1: “[...] se conseguir montar inicialmente com o BBQ acho que vai dar uma visão melhor para depois fazer na reglete, pois na reglete a gente trabalha linha por linha, então diminuiria a dificuldade de compreender para escrever [...]

Revisor Braillista 2: “[...] acho que o BBQ vai ajudar bastante [...] para fazer essa ligação química na reglete é um problema [...] aqui é possível simular a inclinação e na reglete também dá, mas é só no tato mesmo para o cego entender [...] então representadas no BBQ foi a melhor forma de ensinar isso [...]

Revisor Braillista 3: “[...] claro que é mais fácil escrever usando o BBQ do que a reglete [...]

Revisor Braillista 4: “[...] a escrita da Grafia Química Braille não é fácil, então quando você pensa em escrever na reglete e na máquina Perkin, é complicado [...] o BBQ tem uma vantagem também para o aluno ter noção de como vai ficar a escrita, como ele tem que utilizar a reglete e a Perkin para ele organizar a escrita, então eu acho que pode ser um auxílio antes do aluno cego fazer a escrita [...] e fazer brincando também [...]

Revisor Braillista 5: “[...] o BBQ é um material concreto e tornou mais fácil [...]

Pesquisadora: “[...] você preferiria montar uma estrutura química na reglete ou com o BBQ?”

Revisor Braillista 5: “[...] com o BBQ, com certeza! [...] com as peças do BBQ é melhor, o tamanho é maior, é melhor assim [...] na reglete pode ser que escape algum ponto ou se apague [...]

Um dos pontos principais do BBQ é proporcionar a interação e engajamento entre os alunos videntes, cegos e professores com o recurso didático, promovendo um ensino inclusivo, lúdico e eficaz. Neste sentido, questionamos os Revisores Braillistas sobre as opiniões deles nestes aspectos e então a seguir trouxemos alguns trechos das considerações deles.

Revisor Braillista 1: “[...] isso aqui atende baixa visão também [...] acho inclusivo e inclusive para o professor mesmo. Isso vai ser uma motivação para ele, não vai precisar ter que ficar, obrigatoriamente, lendo em Braille porque tem as etiquetas com a grafia comum [...] não vai ter aquela desculpa: eu não sou obrigado a entender o Braille! [...]

Revisor Braillista 2: “[...] está acessível para todos, incluindo todos. Com o BBQ receberão informações por igual, não está excluindo ninguém, ele é inclusivo [...]

Pesquisadora: “[...] algumas peças do recurso didático BBQ são coloridas, elas foram impressas em várias cores pensando no professor vidente, que normalmente não conhece o Braille e utilizará esse recurso. Você acha que isso, de alguma forma, vai ajudar o professor?”

Revisor Braillista 2: “[...] vai! Acho de extrema importância [...] para nós cegos isso não influencia,

mesmo que tenhamos memória visual [...] vai influenciar para quem tem baixa visão, para os alunos que estão aprendendo o Braille ainda e para o professor vidente [...]"

Revisor Brailista 3: "[...] pra gente que é cego não faz diferença nenhuma, mas para os videntes eu acho legal. Às vezes um professor está iniciando, não tem muita prática com o Braille, então as cores acabam facilitando para ele manusear o material. Também ajuda para os alunos com baixa visão, embora eles geralmente não utilizam o Braille. Somente aprende o Braille aqueles que tem baixa visão com tendência a ficarem cegos [...]"

Revisor Brailista 4: "[...] legal que dá para trabalhar com quem tem baixa visão [...]"

Revisor Brailista 5: "[...] facilita para os professores que não conhecem o Braille e também pode ser um estímulo para quem tem baixa visão [...]"

No contexto geral, a partir da análise das transcrições das entrevistas e dos grupos focais, as respostas dos participantes indicam que o recurso apresenta potencialidades para o ensino inclusivo de Química ao possibilitar o acesso às representações químicas bidimensionais. Por meio dos Revisores Brailistas, realizou-se uma avaliação integral do recurso didático e expressou-se seu total apoio e aprovação a esta inovadora abordagem. O reconhecimento por essa contribuição é evidenciado nas seguintes declarações:

Revisor Brailista 1: "[...] a minha avaliação geral é que esse recurso é um facilitador muito grande, principalmente para os cegos que tem interesse em evoluir no aprendizado em Química, o trabalho está excelente e eu o aprovo na totalidade."

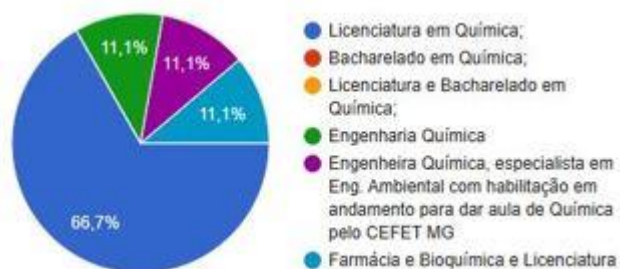
Revisor Brailista 2: "[...] eu sempre digo que o Braille não tem que ser chato, do livro didático, do livro paradidático, que é bom, mas é cansativo. Eu acho que o Braille tem que ser divertido também [...] com esse recurso aqui dá para ir além. Essa ideia de vocês dá para criar outros recursos [...] eu acho que os alunos vão adorar esse recurso!"

Revisor Brailista 3: "[...] esse trabalho aqui é muito especial e muito bonito. Para nós deficientes visuais isso é muito gratificante, saber que tem gente que se interessa pela causa, de poder oferecer uma acessibilidade maior e tentar fazer uma inclusão de verdade."

6.3 - Realização dos grupos focais

Previamente ao início do minicurso no primeiro dia, conduzimos a aplicação de um questionário individual junto a todos os participantes, apresentado no Apêndice X deste trabalho. Esse questionário abordou diversos aspectos relacionados à experiência profissional de cada um dos participantes. Na Figura 15, apresentamos as formações iniciais deles. Os resultados indicam dos 9 participantes, quatro possuem formação em Farmácia, bioquímica ou Licenciatura, 1 são graduado em Engenharia Química, um possui graduação em Engenharia Química com habilitação para lecionar Química, e finalmente, um tem licenciatura em Química.

Figura 15 - Informações da formação dos participantes dos grupos focais.



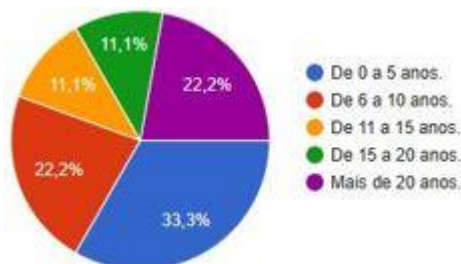
Fonte: Dados da pesquisa.

A maioria dos participantes possui Especialização Lato Sensu, enquanto cinco detêm o título de Mestre e quatro são Doutores. No entanto, é importante notar que, apesar dessas formações avançadas, seis destes participantes não realizaram suas Pós-Graduações na área da Educação ou do Ensino. Além disso, quatro dos participantes optaram por cursos na área da Educação Inclusiva, tais como: "Formação Docente – Questões Contemporâneas" (FORQUAP), "Sistema Braille, Código Matemático Unificado e Alfabetização em Braille", "Pesquisa de Doutorado na Área da Educação Inclusiva", "Recursos Didáticos para Alunos com Deficiência Visual", e o "Minicurso de Ensino de Química para Alunos Surdos".

Quanto às suas experiências no campo da docência, conforme evidenciado na Figura 16, podemos observar que três dos participantes possuem uma trajetória de até 5 anos, enquanto dois acumularam entre 6 e 10 anos de experiência. Além disso, um deles desempenha atividades docentes por um período de 11 a 15 anos, e a mesma proporção se aplica àquele que possui uma bagagem de 15 a 20 anos de atuação. Por fim, dois dos participantes da pesquisa apresentam uma rica vivência de mais de duas décadas no âmbito educacional.

É relevante destacar que os participantes exercem a docência em uma variedade de níveis, incluindo a educação básica, graduação e pós-graduação. Adicionalmente, seis deles têm experiência prévia no ensino de Química na Educação Profissional Técnica de Nível Médio (EPTNM).

Figura 16 - Tempo de experiência profissional dos participantes.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

A maioria dos participantes conhecem indivíduos com deficiência visual, porém não mantém convívio direto com elas. Outros dois relataram ter tido contatos esporádicos com indivíduos com deficiência visual, enquanto dois também afirmam não ter qualquer conhecimento desse tipo, conforme é retratada na figura 17.

Figura 17 - Nível de conhecimento e convívio dos participantes com deficientes visuais.



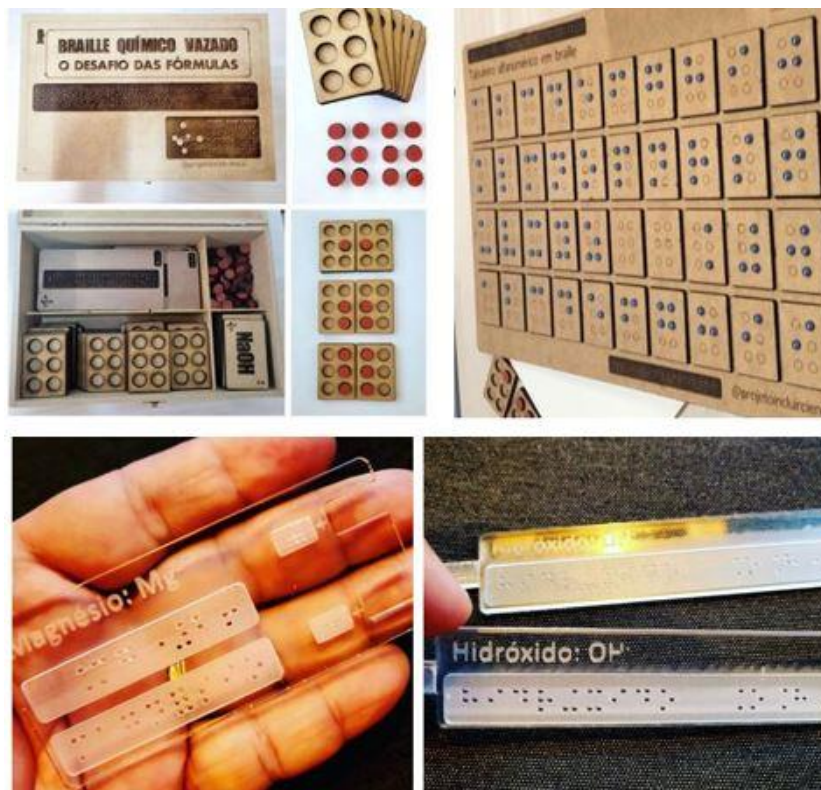
Fonte: Dados da pesquisa (2023).

A presença de alunos com deficiência visual na trajetória dos participantes exibe um notável contraste. Enquanto a maioria significativa, ou seja, sete dos participantes, nunca tiveram a oportunidade de trabalhar com alunos que possuem deficiência visual, apenas dois tiveram experiência como docentes desse grupo específico de estudantes.

Isso se reflete na habilidade dos participantes em relação ao Sistema Braille, onde um conhece profundamente o sistema, quatro possuem um conhecimento básico e outros quatro não têm familiaridade com ele. No que diz respeito à Grafia Química Braille, especificamente, a maioria expressiva, ou seja, oito participantes desconhecem, enquanto apenas um está familiarizado com ela.

Em uma etapa subsequente do minicurso, durante a realização do primeiro grupo focal, os participantes foram apresentados a alguns recursos didáticos inclusivos voltados para a deficiência visual. Esses recursos foram elaborados como parte do Projeto Incluir-Ciência, com o auxílio de máquinas de corte e gravação a laser (CNC). Os recursos apresentados incluíram o Braille Químico Vazado, o Quebra-Cabeça Iônico e o Tabuleiro Alfanumérico em Braille, conforme ilustrado na Figura 18.

Figura 18 - Recursos didáticos inclusivos Braille Químico Vazado, o Quebra-Cabeça Iônico e o Tabuleiro Alfanumérico em Braille.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

No decorrer do primeiro grupo focal, o objetivo de apresentar os recursos didáticos inclusivos, os quais foram confeccionados em um espaço *Maker*, foi de proporcionar um conhecimento abrangente sobre os materiais pedagógicos desenvolvidos para o ensino do Sistema Braille e da Grafia Química Braille. Esses recursos são distintos pela sua natureza manipulável, baseada em sobreposições e encaixes.

Em seguida, foi discutido sobre as vantagens e limitações de cada recurso, o que estimulou os participantes a refletirem profundamente sobre o conceito de inclusão e a considerarem maneiras de adaptar e desenvolver materiais didáticos acessíveis e tecnológicos. Além disso, foi ministrada uma explicação abrangente sobre a estrutura fundamental do Sistema Braille, abrangendo elementos como a célula Braille e os símbolos utilizados para representar letras e algarismos. Para auxiliar na compreensão do tema, foram disponibilizados materiais de apoio, incluindo amostras de Braille impressas em papel, permitindo que os participantes explorassem o Sistema Braille tanto visualmente quanto por meio do tato.

Posteriormente, foi introduzida a Grafia Química Braille como um sistema de escrita em relevo para representar estruturas químicas, símbolos e fórmulas químicas. Este tópico foi explorado com o auxílio do recurso didático Braille Químico Vazado, abordando os seguintes aspectos gráficos: (i) representação de elementos químicos, incluindo símbolos, números

atômicos e números de massa; (ii) representações de íons, considerando cargas positivas e negativas; (iii) símbolos gráficos comuns em Química, como índices em fórmulas e estados físicos em equações; (iv) fórmulas estequiométricas e fórmulas moleculares; e (v) o reconhecimento de inscrições químicas em papel.

Essa abordagem abrangente proporcionou aos participantes uma sólida compreensão da Grafia Química Braille, capacitando-os não apenas a criar, mas também a interpretar materiais químicos acessíveis para pessoas com deficiência visual. A atividade lúdica, na qual a turma foi dividida em duas equipes para trabalhar com o Braille Químico Vazado, permitiu que os participantes reproduzissem inscrições químicas em Braille, criassem fórmulas moleculares em Braille e desenvolvessem fórmulas estruturais condensadas.

O mediador também apresentou exemplos de fórmulas estruturais planas nos slides, o que auxiliou na identificação de elementos e nas diferentes representações de ligações simples, duplas e triplas. O grupo explorou a representação de ligações covalentes em várias direções (horizontais, verticais e oblíquas) e trabalhou com fórmulas estruturais planas abrangendo: alcanos, alcenos, alcinos, funções oxigenadas, funções nitrogenadas, compostos aromáticos (incluindo benzeno, naftaleno, antraceno, fenol, ácido benzoico, tolueno, anilina, benzaldeído, compostos dissustituídos e compostos trissustituídos) e cicloalcanos.

Posteriormente, os participantes do minicurso foram envolvidos em uma atividade de reconhecimento de fórmulas e representações de reações químicas em Braille. Os participantes escreveram a equação de neutralização entre o HCl e NaOH, bem como a equação de precipitação do cloreto de prata a partir da mistura de solução de nitrato de prata e cloreto de sódio. Quanto às expectativas do grupo com a abordagem do tema sobre a Grafia Química Braille, observamos que é um assunto ainda desconhecido por eles. No entanto, eles demonstraram grande entusiasmo e curiosidade em aprender. Apresentamos a seguir um trecho de um comentário feito por um participante.

Professor 4: “[...] é desafiador, né! Principalmente para quem não conhece. Pois, quando você tem os símbolos da Grafia Química Braille para o estudante cego identificar, é uma coisa. Para nós que somos professores videntes que não conhecemos, fazer a leitura do Braille é difícil, nós somos analfabetos do Braille.”

Ao término dessas atividades, ficou claro que a apresentação desses recursos gerou um entusiasmo considerável entre os participantes e esses materiais se mostraram adequados para a exploração dos aspectos químicos trabalhados ao longo do minicurso. Além disso, a abordagem lúdica e envolvente desses recursos se mostrou altamente eficaz em envolver os participantes em uma compreensão profunda e significativa dos tópicos abordados. Essa dinâmica pode ser ilustrada na Figura 19, que captura a interação entre os participantes e os recursos didáticos utilizados.

Figura 19 - Participantes interagindo e manipulando recursos didáticos inclusivos.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Após uma discussão interativa sobre os desafios enfrentados por professores ao trabalhar com estudantes cegos nas aulas de Química, exploramos uma série de aspectos relacionados ao acesso aos conteúdos, à inclusão dos estudantes no ambiente escolar, à interação com colegas e à socialização. Durante esse diálogo, os participantes compartilharam suas experiências e colaboraram na formulação de estratégias para superar tais desafios.

O mediador do minicurso conduziu uma sessão de perguntas e discussões durante o primeiro grupo focal, que estão disponíveis no Apêndice IX deste trabalho. Nesse momento, capturamos as percepções iniciais dos professores acerca de suas experiências e obstáculos no ensino de Química em salas de aula inclusivas conforme descrito nos trechos a seguir.

Professor 1: “[...] teria que analisar quais tecnologias seriam mais adequadas para conseguir ensinar o aluno cego, pois o nosso mundo ele é muito visual[...]. Eu utilizaria modelos físicos, iria em busca de informações sobre o assunto, pediria materiais didáticos para o Instituto Benjamin Constant[...]. E seria interessante todas as escolas terem diversos recursos didáticos inclusivos, independentemente de ter algum aluno com deficiência ou não, porque até providenciarem e aguardar chegar o envio do material, pode demorar muito.”

Professor 2: “[...] eu buscava me preparar, fazer um curso de especialização na área, porque eu não faço ideia de como atuar com esses alunos, diferente das pessoas que já possuem experiência e improvisar para ensinar esses alunos às vezes não é interessante.”

Professor 4: “[...] quando eu levo modelos tridimensionais nas minhas aulas para os alunos videntes, eles já ficam muito surpresos e curiosos.”

Professor 5: “[...] eu tive a oportunidade de ministrar duas aulas de Química para um aluno cego e o que eu fiz foi apresentar para ele modelos tridimensionais táteis de moléculas químicas, eu percebia que os modelos e a audição compensam um pouco[...], mas é desafiador ter alunos com deficiência visual em sala de aula.”

Ao serem questionados sobre quais os tipos de suporte esses participantes gostariam de receber para que pudessem atuar na Educação Inclusiva de deficientes visuais, visando melhorar as suas práticas educativas e a aprendizagem desses alunos, notamos que de modo geral, os professores salientaram da importância de obterem uma formação profissional e disponibilização de materiais didáticos adequados para o ensino inclusivo, como pode-se perceber nos trechos a seguir.

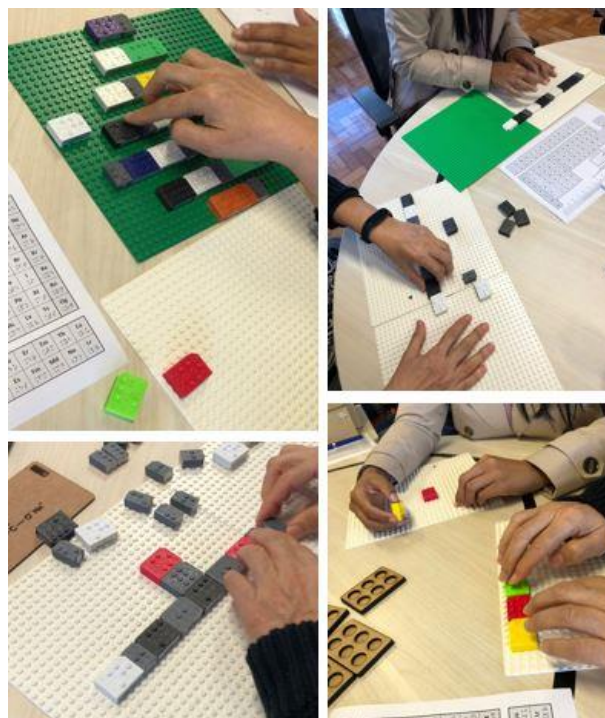
Professor 1: “[...] formação de professores no ambiente escolar, para que não seja preciso os professores se deslocarem, pois isso oportuniza melhor o cronograma [...], mas não formação teórica e sim formação prática [...] ter sempre os recursos adequados para receber alunos com deficiência visual, porque não sabemos quando teremos esses alunos matriculados em nossas escolas, e nem sempre estamos preparados para recebe-los, por isso que geralmente os alunos com deficiência visual acabam procurando instituições específicas para o atendimento desse tipo de deficiência. E aí eu questiono: onde está a integração então? [...] porque é necessário a demanda surgir nas escolas para então ir em busca de oportunizar o ensino para alunos com deficiência?”

Professor 7: “[...] ter materiais didáticos inclusivos nas instituições de ensino [...]”

Professor 8: “[...] tecnologias assistivas educacionais [...]”

No segundo dia do minicurso, o Bricks Braille Químico foi apresentado aos participantes. Durante a sessão, foi explorado o processo de criação desse recurso, que foi desenvolvido em um ambiente *maker*. Além disso, foi discutido as oportunidades e influências proporcionadas por espaços desse tipo. Durante a apresentação, algumas fórmulas químicas foram construídas com as peças do BBQ. Durante a discussão, foram abordados diversos aspectos importantes, tais como usabilidade, qualidade, aspectos estéticos, funcionalidade e outros pontos relevantes relacionados ao BBQ. A figura 20 retrata a dinâmica de interação dos participantes do minicurso com o Bricks Braille Químico.

Figura 20 - Interação dos participantes do minicurso com o recurso didático Bricks Braille Químico.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Solicitamos ao grupo que realizasse várias tarefas com as peças do BBQ, incluindo a identificação do Braille presente nelas, o reconhecimento de algumas fórmulas químicas dispostas nas placas de encaixe, a identificação das substâncias representadas em cada placa, a determinação do tipo de fórmula química apresentada e a construção de diversas fórmulas, abrangendo fórmulas moleculares, estruturais condensadas, estruturais planas e de linhas, bem como equações químicas. Notamos que todos os participantes conseguiram executar essas tarefas com êxito. A seguir, compartilhamos trechos de comentários feitos pelos participantes no que concerne ao BBQ.

<i>Professores 1 e 2: “[...] foi fácil de ler, tem etiquetas aqui nas peças com a escrita em tinta.”</i>
<i>Professor 1: “[...] essa fórmula que tem os parênteses e o estado físico da matéria, eu já olho enxergando que os parênteses em Braille parecem com os parênteses da grafia comum [...] aqui tem várias habilidades sendo trabalhadas.”</i>
<i>Professor 2: “[...] ou seja, o BBQ é um kit de modelagem molecular [...] muito legal. Eu quero mais peças para brincar mais de encaixar e montar fórmulas químicas [...]”</i>
<i>Professor 4: “[...] facilita a nossa vida [...]”</i>

Após as atividades, conduzimos uma série de perguntas relacionadas ao recurso didático BBQ e às atividades realizadas, detalhadas no Apêndice IX. Também pedimos aos participantes que montassem um kit básico para aulas de Química, denominado Mini Bricks Braille Químico. Nesse contexto, uma dupla e um trio de participantes escolheram peças e quantidades que

consideravam essenciais para compor uma versão compacta do Bricks Braille Químico, visando o uso cotidiano em sala de aula.

A dupla optou por peças de elementos químicos, índices de fórmulas químicas, ligações químicas, sinais de carga elétrica (positiva e negativa), anéis aromáticos, coeficientes estequiométricos, setas de equilíbrio químico e estados físicos da matéria. A tabela 9 contém os detalhes das peças e suas quantidades.

Tabela 9 - Quantidade de peças escolhidas pela dupla para compor o kit do Mini Bricks Braille Químico.

PEÇAS	QUANTIDADE (unidades)	PEÇAS	QUANTIDADE (unidades)
Carbono	15	Ligação simples na horizontal	6
Hidrogênio	13	Ligação dupla na vertical	2
Oxigênio	5	Ligação tripla na horizontal	2
Enxofre	3	Ligação simples na vertical	9
Nitrogênio	2	Ligação simples para fórmula de linhas	5
Flúor	2	Ligação dupla para fórmula de linhas	2
Bromo	2	Ligação dupla oblíqua	2
Iodo	2	Ligação tripla para fórmula de linhas	2
Fósforo	1	Anel aromático	1
Índice de fórmula química: 0	5	Sinal de carga elétrica	1
Índice de fórmula química: 1	4	Carga negativa	1
Índice de fórmula química: 2	11	Carga positiva	0
Índice de fórmula química: 3	3	Coeficiente estequiométrico: 1	1
Índice de fórmula química: 4	1	Coeficiente estequiométrico: 2	4
Índice de fórmula química: 5	3	Coeficiente estequiométrico: 3	2
Índice de fórmula química: 6	0	Coeficiente estequiométrico: 4	1
Índice de fórmula química: 7	2	Coeficiente estequiométrico: 5	1
Índice de fórmula química: 8	0	Coeficiente estequiométrico: 6	1
Índice de fórmula química: 9	3	Coeficiente estequiométrico: 7	0
Seta de equilíbrio químico	1	Coeficiente estequiométrico: 8	1
Seta de equilíbrio deslocado para a esquerda	3	Coeficiente estequiométrico: 9	1
Estado sólido	2	Estado líquido	3
Estado gasoso	1	Estado aquoso	2

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Capturamos uma imagem fotográfica do kit Mini BBQ montado pela dupla, a qual está apresentada na Figura 21.

Figura 21 – Algumas peças de elementos químicos escolhidas pela dupla.

Descrição da figura 18: peças dos elementos químicos Carbono, Oxigênio, Hidrogênio, Enxofre, Nitrogênio, Flúor, Bromo, Iodo e Fósforo, alguns símbolos de ligações químicas, índices de fórmulas químicas, setas, coeficientes estequiométricos, estados físicos da matéria, anel aromático e sinais de cargas elétricas escolhidas pela dupla para compor o kit do recurso didático Mini Bricks Braille Químico.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Por sua vez, o trio escolheu peças que incluíam elementos químicos, índices de fórmulas químicas, ligações químicas, sinais de carga elétrica positiva, símbolos de abre e fecha parênteses, anel aromático, setas de equilíbrio químico e estados físicos da matéria. Os detalhes das peças e suas quantidades estão registrados na Tabela 10.

Tabela 10 - Quantidade de peças escolhidas pelo trio para compor o kit do Bricks Braille Químico.

PEÇAS	QUANTIDADE (unidades)	PEÇAS	QUANTIDADE (unidades)
Carbono	10	Ligação simples na horizontal	10
Hidrogênio	22	Ligação dupla na vertical	3
Oxigênio	5	Ligação tripla na horizontal	3
Cloro	2	Ligação simples na vertical	10
Nitrogênio	1	Ligação dupla oblíqua para a direita	3
Flúor	2	Ligação dupla oblíqua para a esquerda	3
Fósforo	1	Ligação covalente simples oblíquas para a esquerda	4
Iodo	2	Ligação covalente simples oblíquas para a direita	6
Índice de fórmula química: 2	6	Anel aromático	1
Índice de fórmula química: 3	4	Abre parênteses	2
Carga positiva	1	Fecha parênteses	2
Estado sólido	1	Estado líquido	1
Estado gasoso	1	Estado aquoso	1
Seta simples para a direita	1	Seta de equilíbrio químico deslocado para a direita	1
Seta simples para a esquerda	1	Seta de equilíbrio químico deslocado para a esquerda	1
Seta de equilíbrio químico	2		

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Notamos que os participantes optaram por selecionar as peças do BBQ referente a elementos e sinais químicos mais utilizados na prática pedagógica nas aulas de Química. No entanto, observamos que a dupla escolheu mais e variadas peças do BBQ com relação ao trio, e ao serem questionados acerca dessas escolhas, os participantes explicaram que é devido a baixa familiaridade e conhecimento com a Grafia Química Braille ao selecionar as peças em um curto tempo.

Além disso, obtivemos fotografias do kit Mini BBQ montado pelo trio, as quais estão exibidas na Figura 22.

Figura 22 - Algumas peças escolhidas pelo trio para compor o Mini Bricks Braille Químico.

Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Após a conclusão do minicurso, solicitamos aos participantes suas opiniões sobre o BBQ, as quais exibimos a seguir, e também apresentamos a eles um questionário elaborado com base na escala *Likert*. Esse questionário estava disponível *online* por meio de um *QR Code* e consistia em afirmações auto avaliativas (consulte o Apêndice XI). As opções de resposta abrangiam as opções "Discordo totalmente" até "Concordo totalmente", com níveis intermediários como "Discordo parcialmente", "Indiferente" e "Concordo parcialmente". Essa abordagem foi escolhida para coletar informações que pudessem revelar o nível de satisfação dos participantes em relação ao minicurso sobre a Grafia Química Braille e os recursos didáticos inclusivos em Braille.

Professor 1: "[...] maravilhoso! [...] proporciona integração porque não precisa separar o aluno cego dos alunos videntes [...]"

Professor 4: "[...] muito bom. Excelente! [...] achei que as cores das peças facilitaram para o professor vidente identificar as peças mais rapidamente, mas as peças das ligações são confusas [...] achei que para montar fórmula Química utilizando o BBQ é mais rápido do que no Braille Vazado [...] para montar uma prova para um aluno cego pode montar rapidinho as estruturas químicas na placa base, o aluno já faz a leitura, o professor já corrige, pode desmontar rapidamente e montar outras estruturas. Fantástico! Muito bom!"

Professor 5: "[...] ele não é uma substituição, mas sim um complemento, depende da atividade. Agora, o que eu achei mais legal nele é que ele permite que o professor que não é especialista em Braille, ele consiga trabalhar com mais facilidade com o recurso, principalmente por causa dessa ideia das cores, acho que isso faz toda a diferença [...] esse recurso didático permite que o aluno cego consiga fazer a identificação, mas ele também não torna o trabalho do professor difícil a ponto de ele não conseguir executar [...] então torna o trabalho mais fácil e mais ágil [...]"

Professor 1: "[...] facilita demais (o Braille negro)! Pensando até mesmo em uma atividade em dupla com um aluno vidente e um aluno cego, o aluno vidente consegue identificar os pontos Braille com mais facilidade, os professores videntes que não são alfabetizados em Braille também conseguem se situar melhor [...]"

Obtivemos a participação de 5 participantes do segundo grupo focal para responder ao questionário no final do minicurso. Os resultados da avaliação dos participantes acerca da organização geral do minicurso estão demonstrados no quadro 7.

Quadro 7 - Resultados do questionário de avaliação da organização geral minicurso.

PERGUNTA	RESULTADOS
A clareza e organização dos materiais apresentados foram adequadas.	Todos os participantes concordaram totalmente.
O tempo foi bem distribuído entre os diferentes módulos do minicurso.	4 participantes concordaram totalmente e 1 concordou parcialmente.
As atividades propostas foram relevantes e enriquecedoras.	Todos os participantes concordaram totalmente.
O minicurso atendeu às minhas expectativas em relação ao aprendizado sobre Grafia Química Braille.	4 participantes concordaram totalmente e 1 concordou parcialmente.
O conteúdo apresentado foi relevante e abrangente	4 participantes concordaram totalmente e 1 concordou parcialmente.
A abordagem utilizada facilitou a compreensão dos conceitos e técnicas relacionadas à Grafia Química Braille.	Todos os participantes concordaram totalmente.
As atividades práticas propostas foram úteis para o meu entendimento e prática da Grafia Química Braille	Todos os participantes concordaram totalmente.
Os materiais e recursos utilizados nas atividades práticas foram adequados e facilitaram a aprendizagem	Todos os participantes concordaram totalmente.
A apresentação dos instrutores foi clara e envolvente.	Todos os participantes concordaram totalmente.
A comunicação dos instrutores foi eficiente e acessível.	Todos os participantes concordaram totalmente.
Os instrutores demonstraram conhecimento e domínio do assunto abordado.	Todos os participantes concordaram totalmente.
O minicurso contribuiu para o meu entendimento da importância da inclusão de estudantes com deficiência visual no ensino de Química.	Todos os participantes concordaram totalmente.
Eu me sinto mais preparado(a) para utilizar a Grafia Química Braille em recursos didáticos e práticas de ensino inclusivas.	3 participantes concordam totalmente e 2 concordam parcialmente.

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Os resultados da avaliação dos participantes em relação ao recurso didático "Bricks Braille Químico" estão expostos no Quadro 8.

Quadro 8 - Resultados do questionário de avaliação dos participantes do segundo grupo focal acerca do BBQ.

PERGUNTA	RESULTADOS
O BBQ foi útil para a minha compreensão dos conceitos e técnicas relacionadas à Grafia Química Braille.	Todos os participantes concordaram totalmente.
O BBQ possui qualidade e usabilidade satisfatórias.	Todos os participantes concordaram totalmente.
O BBQ pode ser integrado de forma efetiva às minhas práticas de ensino de Química inclusivas.	Todos os participantes concordaram totalmente.
O BBQ tem o potencial de facilitar o entendimento dos conceitos e estruturas químicas em Braille.	Todos os participantes concordaram totalmente.
O BBQ oferece possibilidades para promover a interação e participação dos estudantes com deficiência visual.	Todos os participantes concordaram totalmente.
O BBQ pode proporcionar uma experiência tátil enriquecedora para o aprendizado de Química.	4 participantes concordaram totalmente e 1 não soube avaliar.
A qualidade dos materiais utilizados no BBQ é satisfatória.	4 participantes concordaram totalmente e 1 concordou parcialmente.
A funcionalidade do BBQ pode atender às necessidades e expectativas dos estudantes com deficiência visual.	Todos os participantes concordaram totalmente.
O BBQ pode ser fácil de utilizar e manipular durante as atividades práticas.	Todos os participantes concordaram totalmente.
O BBQ possibilita a exploração de diferentes estruturas e representações químicas de forma clara e acessível.	Todos os participantes concordaram totalmente.
O BBQ tem potencial para despertar o interesse e engajamento dos estudantes com deficiência visual nas aulas de Química.	Todos os participantes concordaram totalmente.
O BBQ pode complementar de maneira eficaz as explicações e demonstrações realizadas pelos instrutores durante o minicurso.	4 participantes concordaram totalmente e 1 não soube avaliar.
O BBQ pode ser utilizado de forma integrada a outros recursos didáticos, como áudio descrições ou materiais em Braille, para enriquecer ainda mais o aprendizado de Química pelos estudantes com deficiência visual.	Todos os participantes concordaram totalmente.

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

Sobre a primeira questão norteadora do nosso trabalho, que trata de quais são as implicações pedagógicas para as práticas educativas de professores de Ciências da Natureza frente à recursos didáticos inclusivos, produzidos em um espaço *maker*, para o ensino de Química a estudantes com deficiência visual, verificamos que a criação de recursos didáticos inclusivos oferece aos professores a oportunidade de aprofundar seu próprio entendimento dos tópicos, fortalecendo assim sua capacidade de ensinar de maneira eficaz. Os recursos feitos sob medida pelos próprios professores também podem ser facilmente adaptados para atender às necessidades específicas de sua comunidade escolar ou contexto educacional.

Notamos que os materiais didáticos se constituem como elementos essenciais na promoção da inclusão e no apoio ao sucesso acadêmico e social de alunos com deficiência visual, permitindo que eles participem plenamente do processo de aprendizagem e alcancem seu potencial máximo. Portanto, é necessário que as escolas e instituições educacionais forneçam recursos educacionais acessíveis e adaptados a esses alunos.

No entanto, pudemos observar que através dos conceitos da Teoria da Experiência de Aprendizagem Mediada e da Teoria da Ação Mediada, apenas a disponibilização de recursos didáticos sem a mediação do professor pode não apresentar eficiência, pois a mediação pedagógica no processo de aprendizagem desempenha um papel fundamental em várias dimensões. Assim como as Ferramentas Culturais, ao serem introduzidas pelos educadores, elas capacitam os estudantes e promovem a interação deles com o conhecimento de sua cultura.

Nossa segunda questão norteadora acerca das contribuições que a cultura *maker* pode oferecer aos processos de produção de recursos didáticos inclusivos, foi respondida no decorrer deste trabalho, nas etapas de revisão de literatura, confecção do recurso didático Bricks Braille Químico e nas discussões e análises dos resultados, tendo como aspecto geral que a cultura *maker* é capaz de empoderar os educadores, permitindo que eles desenvolvam materiais didáticos personalizados que atendam às necessidades específicas de seus alunos. Isso envolve a capacidade de adaptar os recursos de ensino para se adequar aos diversos estilos de aprendizado e níveis de habilidade presentes na sala de aula. Além disso, ela incentiva ativamente a participação dos alunos na criação desses recursos, estimulando seu envolvimento no processo educativo.

Neste aspecto, os materiais didáticos acessíveis desempenham um papel fundamental na educação de alunos com deficiência visual, pois auxiliam na acessibilidade, compreensão e na

participação ativa desses estudantes no processo de aprendizado, permitem que os alunos com deficiência tenham a mesma oportunidade de aprendizado que os alunos sem deficiência, os torna mais independentes, sem ter a necessidade constante de assistência de terceiros para acessar informações, promove autonomia e autoconfiança, proporciona uma experiência de aprendizado mais inclusiva, uma vez que os alunos podem explorar e revisar o material no formato mais adequado às suas necessidades, promove a inclusão social, permite que os alunos com deficiência visual acompanhem as discussões em sala de aula e participem de atividades de grupo de maneira mais eficaz, o que proporciona um ensino mais direcionado às suas habilidades e interesses, com igualdade de oportunidades na vida.

Neste contexto, por meio do desenvolvimento do Bricks Braille Químico, um recurso didático resultado desta pesquisa, produzido em um ambiente *maker*, utilizando a tecnologia de prototipagem digital, conseguimos criar uma ferramenta com um grande potencial para auxiliar o aprendizado de estudantes com deficiência visual em aspectos essenciais da Grafia Química Braille, incluindo a montagem de fórmulas e equações químicas, principalmente as estruturas químicas planas. O recurso foi validado por profissionais revisores técnicos braillistas, por alunos cegos e professores videntes de Química.

Relativamente à terceira questão deste estudo, a qual respondemos em como dar acesso as inscrições químicas bidimensionais a estudantes com deficiências visual, identificamos que a partir das interações com os participantes da pesquisa concluímos que o Bricks Braille Químico se constitui como um material didático resistente, de fácil manuseio, replicável e acessível para alunos e professores, independentemente de suas condições visuais, tendo como diferencial a inclusão de sinais braille nas peças, tornando-o não apenas visual, mas também tátil por meio da impressão tridimensional. Isso abre novas oportunidades de acesso aos conceitos da Grafia Química Braille para estudantes com deficiência visual, indo além do que os livros didáticos em braille oferecem.

Ainda sabemos que o ensino inclusivo é um desafio significativo à maioria dos professores, provavelmente devido à falta de formação adequada no que diz respeito ao trabalho com pessoas com deficiência. Embora tenha havido avanços importantes na legislação e nas políticas de inclusão educacional, ainda existem muitos obstáculos a serem superados para garantir um sistema educacional verdadeiramente inclusivo.

Para superar esses desafios, é necessário um compromisso contínuo do governo, das instituições educacionais, dos professores e da sociedade em geral. Isso inclui investimentos em infraestrutura, formação de professores, disponibilização de recursos didáticos inclusivos, conscientização sobre inclusão e uma mudança de cultura que valorize a diversidade e a inclusão como princípios fundamentais da Educação. É um processo complexo, mas essencial para garantir

que todos os estudantes tenham igualdade e equidade de oportunidades nos processos escolares.

Podemos concluir, através das considerações dos participantes dos grupos focais do minicurso que o Bricks Braille Químico é um recurso didático com alto potencial para o ensino de Química a estudantes com deficiência visual. Observamos que o BBQ possui pontos positivos, tais como: ser um recurso de fácil entendimento pelo professor vidente e pelo aluno cego, proporciona o ensino de química orgânica, estequiometria, tabela periódica, fórmulas estruturais, representações químicas com os alunos cegos, e outros pontos que podem ser melhorados, como por exemplo optar por utilizar materiais de cores foscas para que o professor vidente consiga visualizar melhor os pontos em Braille das peças.

REFERÊNCIAS

- ADELA KUN, Sariat A. Exploring STEM Kit© Diagrams for Braille Readers in Inclusive Classrooms. **Journal of Science Education**, v. 23, n. 1, 2020. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1257197.pdf>. Acesso em 17/11/2023.
- ALMEIDA, Willa Nayana Corrêa.; MALHEIRO, João Manoel da Silva. A aprendizagem mediada de Reuven Feuerstain: uma revisão teórico-conceitual dos critérios de mediação. **Revista Cocar**, Belém, v. 14, n. 30, p. 1-22, set/dez, 2020. <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/431406?mode=full>. Acesso em 17/11/2023.
- ALMEIDA, Willa Nayana Corrêa.; MALHEIRO, João Manoel da Silva. O constructo teórico de Reuven Feuerstein: aspectos sobre a modificabilidade cognitiva estrutural e a experiencia de aprendizagem mediada. **Revista Atos de Pesquisa em Educação**, Blumenau, v. 17, e9324, 2022. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/OCONSTRUCTOTE%C3%93RICODEREUVENFEUERSTEIN%3AASPECTOSAlmeidaMalheiro/9763fbcd882c8b56ad7f91d6f130a91b85d0d460>. Acesso em 17/11/2023.
- ARANTES, Giordano Muneiro; MIRANDA, Jessica da Silva; BARBOSA, Míriam Lúcia; FRANCO, Rômulo José; AMARAL, Sergio Ferreira do. Utilizando a programação em blocos na educação como proposta da cultura *Maker*. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, Curitiba, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/347149812_UTILIZANDO_A_PROGRAMACAO_EM_BLOCOS_NA_EDUCACAO_COMO_PROPOSTA_DA_CULTURA_MAKER_USING_BLOCK_PROGRAMMING_IN_EDUCATION_AS_A_MAKER_CULTURE_PROPOSAL. Acesso em 17/11/2023.
- AZEVEDO, Vanessa; CARVALHO, Margarida; FERNANDES-COSTA, Flávia; MESQUITA, Soraia; SOARES, Joana; TEIXEIRA, Filipa; MAIA, Ângela. Transcrever entrevistas: questões conceituais, orientações práticas e desafios. **Revista de Enfermagem Referência**, v. IV, n. 14, 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/3882/388255675017/388255675017.pdf>. Acesso em 17/11/2023.
- BARBOSA, Luciane Maria Molina; GUEDES, Denyse Moreira; SOFIATO, Cássia Geciauskas; CARDOSO, João Casqueira. Braille e suas peculiaridades no ensino das pessoas com deficiência visual. **Revista Educação em Foco**, v. 27, fluxo contínuo, Juiz de Fora, 2022. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/003124917>. Acesso em 17/11/2023.
- BAPTISTA, Claudio Roberto. Política pública, Educação Especial e escolarização no Brasil. **Revista Educação e Pesquisa**, v. 45, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/8FLTQYvVChDcF77kwPHtSww/>. Acesso em 17/11/2023.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**, 1. Ed. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BATTISTUZZO, Lúgia Helena Caldana. A experiência de aprendizagem mediada de Reuven Feuerstein: a modificabilidade em alunos de cursos profissionalizantes. **Revista Quaestrio**, Sorocaba, v. 11, n. 1, p. 187-190, maio, 2009. Disponível em: <https://uniso.emnuvens.com.br/quaestio/article/view/93>. Acesso em 17/11/2023.
- BENITE, Anna Maria Canavarro; BENITE, Claudio Roberto Machado; RIBEIRO, Eveline Borges Vilela. Educação inclusiva, ensino de Ciências e linguagem científica: possíveis relações. **Revista Educação Especial**, v. 28, n. 51, p. 81-90, 2015. Disponível em:

<https://repositorio.bc.ufg.br/riserver/api/core/bitstreams/479d8218-02fc-4fd2-ad51-bd77d05c305d/content>. Acesso em 17/11/2023.

BENITE, Claudio Roberto Machado; BENITE, Anna Maria Canavarro. Ensino de Química para alunos com deficiência visual: estudos sobre a formação de modelos mentais de compostos orgânicos. **Revista Benjamin Constant**, ano 23, v. 1, n. 60, p. 6-28, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://revista.ibc.gov.br/index.php/BC/article/view/758>. Acesso em 17/11/2023.

BETTIO, Fabio Garcez; BRUSTOLIN, Eloise Cristina Teixeira Freitas; ROMANOWSKI, Joana Paulin, MEDEIROS, Luciano Frontino de. Movimento Maker: contribuições para a aprendizagem nos cenários educacionais do século XXI. **EDUCERE**, Curitiba, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/356542461_Maker_Movement_Contributions_to_Learning_in_21st_Century_Educational_Scenarios. Acesso em 17/11/2023.

BEZERRA, Francisco Diego Vidal. Abordagem da cultura Maker no processo de ensino: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Conexões, Ciência e Tecnologia**, Fortaleza, v. 17, p. 01-11, fevereiro, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/372127905_ABORDAGEM_DA_CULTURA_MAKER_NO_PROCESSO_DE_ENSINO_UMA_REVISAO_SISTEMATICA_DA_LITERATURA. Acesso em 17/11/2023.

BRASIL, **Lei Nº 7.853, de 24 de outubro de 1988**. Dispõe sobre o apoio às pessoas portadoras de deficiência, sua integração social, sobre a Coordenadoria para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência – CORDE, institui a tutela jurisdicional de interesses coletivos ou difusos dessas pessoas, disciplina a atuação do Ministério Público, define crimes, e dá outras providências. Subchefia para assuntos jurídicos, Casa Civil, Presidência da República, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7853.htm. Acesso em 17/11/2023.

BRASIL (1999). **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro01.pdf>. Acesso em 17/11/2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. **Grafia Química Braille para Uso no Brasil** / elaboração: RAPOSO, Patrícia Neves... [et al.]. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão – Brasília: SECADI, 2017. 3ª edição. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=10240-quimica-braille-09032012&Itemid=30192. Acesso em 17/11/2023.

BUENO, Josiane Jocoski; BUENO, Sávio; PORTILHO, Evelise Maria Labatut. Aspectos históricos da Educação Inclusiva no Brasil. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v. 18, n. 00, Araraquara, 2023. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/17822>. Acesso em 17/11/2023.

CARDINALI, Sandra Mara Mourão; FERREIRA, Amauri Carlos. A aprendizagem da célula pelos estudantes cegos utilizando modelos tridimensionais: um desafio ético. **Revista Benjamin Constant**, n. 46, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <https://revista.ibc.gov.br/index.php/BC/article/view/423>. Acesso em 17/11/2023.

CARVALHO, Ana Beatriz Gomes; BLEY, Dagmar Pocrifka. Cultura Maker e o uso de tecnologias

digitais na educação: construindo pontes entre as teorias e práticas no Brasil e na Alemanha. **Revista Tecnologias na Educação**, ano 10, v. 26. Disponível em: <https://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2018/09/Art2-vol.26-EdicaoTematicaVIII-Setembro2018.pdf>. Acesso em 17/11/2023.

CARVALHO, Ermans Quintela; CAVALCANTI, Ricardo Jorge de Sousa. Inclusão na Educação Profissional e Tecnológica: abordagem emancipatória do trabalho como princípio educativo. **Revista Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3219>. Acesso em 17/11/2023.

CERQUEIRA, Jonir Bechara; FERREIRA, Elise de Melo Borba. Recursos didáticos na educação especial. **Revista Benjamin Constant**, n. 15, artigo 3, 2000. Disponível em: <https://revista.ibc.gov.br/index.php/BC/article/view/602>. Acesso em 17/11/2023.

COSTA, Francisca Raquel da; NOLÊTO, Rute Glésia Lima. Interface entre Educação Inclusiva e Educação Profissional e Tecnológica: uma análise da produção acadêmica no período entre 2017-2021. **Revista Ensino e Pesquisa**, v. 20, n. 1, p. 41-57, União da Vitória, 2022. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/ebooks/conedu/2019/ebook2/PROPOSTA_EV127_MD4_ID8714_19082019233224.pdf. Acesso em 17/11/2023.

DANTAS, Lucas Maia; BASTOS, Amélia Rota Borges de; FIRME, Márcia Von Frühauf. Análise das condições de acessibilidade em atividades experimentais para estudantes com deficiência visual presentes em livros didáticos de Química. **Revista Benjamin Constant**, v. 28, n. 65, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://revista.ibc.gov.br/index.php/BC/article/view/886>. Acesso em 17/11/2023.

DARIM, Lucas Pasquali; GURIDI, Veronica Marcela; AMADO, Beatriz Crittelli. A multissensorialidade nos recursos didáticos planejados para o ensino de Ciências orientado a estudantes com deficiência visual: uma revisão da literatura. **Revista Educação Especial**, v. 34, Santa Maria, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/48289>. Acesso em 17/11/2023.

DENARI, Gabriela Bueno. Ensino de química e inclusão escolar de alunos com deficiência visual: desafios e possibilidades. **Revista Tecné, Episteme y Didaxis, número extraordinário**, p. 1-6. Bogotá, Colômbia, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/332323773_Ensino_de_quimica_e_inclusao_escolar_de_alunos_com_deficiencia_visual_desafios_e_possibilidades. Acesso em 17/11/2023.

DORSA, Arlinda Cantero. O papel da revisão de literatura na escrita de artigos científicos. **Revista Interações**, n. 4, v. 21, Campo Grande, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/inter/a/cts4sLz6CkZYQfZWBS4Lbr/>. Acesso em 17/11/2023.

DRAGO, Rogério; GABRIEL, Emilio. A pessoa com deficiência e a educação especial no Brasil nos últimos 200 anos: sujeitos, conceitos e interpretações. **Revista Educação Especial Santa Maria**, v. 36, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/73415>. Acesso em 17/11/2023.

FARIAS, Iara Maria de.; MARANHÃO, Renata Veloso de Albuquerque.; CUNHA, Ana Cristina Barros da. Interação professor-aluno com autismo no contexto educação inclusiva: análise do padrão de mediação do professor com base na Teoria da Experiência de Aprendizagem Mediada (Mediated Learning Experience Theory). **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 14, n. 3, p. 365-384, Marília, 2008. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbee/a/yP3fxxtVtksKbz8VHyXfCtM/>. Acesso em 17/11/2023

FERNANDES, Jomara Mendes.; FRANCO-PATROCÍNIO, Sandra; FREITAS-REIS, Ivoni. Possibilidades para o fazer docente ao aprendiz cego em aulas de Química: uma interface com a história da Tabela Periódica. **Revista História da Ciência e Ensino**, v. 18, p. 181-199, Juiz de Fora, Minas Gerais, 2018. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/hcensino/article/view/40388>. Acesso em 17/11/2023.

FERREIRA, Poliana Flávia Maia; JUSTI, Rosária da Silva. Modelagem e o “Fazer Ciência”. **Revista Química Nova na Escola**, n. 28, p. 32-36, 2008. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4293498/mod_folder/content/0/modelagem.pdf. Acesso em 17/11/2023.

FERREIRA, Thalita Cássia Rodrigues Paiva; RODRIGUES, Amanda Séllos; COSTA, Flávia Lage Pessoa da. Análises e discussões acerca do uso de um material didático tátil para o ensino do tema padrões de herança a estudantes com deficiência visual. **Revista Benjamin Constant**, ano 24, v. 2, n. 61, p. 24-41, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://revista.ibc.gov.br/index.php/BC/issue/view/117>. Acesso em 17/11/2023.

FERRY, Alexandre da Silva; SCHMIDT, Núbia Silva; ASSIS, Luciana Paula de. Modelagem analógica para o ensino de estequiometria química a estudantes com deficiência visual: o recurso didático do sanduíche estequiométrico. **Revista Benjamin Constant**, v. 28, n. 65, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://revista.ibc.gov.br/index.php/BC/article/view/896>. Acesso em 17/11/2023.

FIGUEIREDO, Rosana Mendes Éleres de; KATO, Olívia Misae. Estudos nacionais sobre o ensino para cegos: uma revisão bibliográfica. **Revista brasileira de Educação Especial**. Vol. 21, n 4, p. 477-488. Marília, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbee/a/pCYtKJrNMhMLcVLY5DqHs9R/>. Acesso em 17/11/2023.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo. Ed. 25, **Editora Paz e Terra**, 1996.

FROSCH, Renato. Experiência de produção de recursos pedagógicos abertos em laboratório de inovação cidadã – LABIC: uma análise do comum. **Revista Cadernos de Educação**, v. 18, n. 36, jan-jun, 2019. Disponível em: <https://www.metodista.br/revistas/revistas-metodista/index.php/cadernosdeeducacao/article/view/9718>. Acesso em 17/11/2023.

GARCIA, Fabiane Maia; BRAZ, Aissa Thamy Alencar Mendes. Deficiência visual: caminhos legais e teóricos da escola inclusiva. *Revista Ensaio: Avaliações e Políticas Públicas em Educação*, v. 28, p. 622-641, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ensaio/a/6D8gzB5Dd7vnLG3FXmvN4bw/#>. Acesso em 17/11/2023.

GARCIA, Rosalba Maria Cardoso; MICHELS, Maria Helena. A política de Educação Especial no Brasil (1991-2011): uma análise da produção do GT15-Educação Especial da ANPED. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 17, p. 105-124, Marília, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbee/a/G89VhYqSyh7VqLbhb5hF4Xm/>. Acesso em 17/11/2023.

GILBERT, John. Kenward.; BOULTER, Carol. Stretching models too far. Annual Meeting of the American Educational Research Association. **Anais...** San Francisco, 1995.

GILBERT, John Kenward; JUSTI, Rosária. Modeling-based teaching in Science Education. **Editora Springer**, v. 9, p. 30, 187.

GONÇALVES, Julia Eugênia.; RICHARTZ, Terezinha. Aplicabilidade da teoria da experiência da aprendizagem mediada de Reuven Feuerstein na Educação a Distância. **Revista Psicopedagogia**, São Paulo, v. 35, n. 107, maio/ago, 2018. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862018000200008. Acesso em 17/11/2023.

GONZAGA, Kátia Valéria Pereira. Construindo uma proposta curricular inovadora na educação básica a partir da cultura Maker. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 1084-1109, jul/set, 2022. Disponível em: https://www.academia.edu/93189093/Construindo_uma_proposta_curricular_inovadora_na_educacao%3%A7%C3%A3o_b%C3%A1sica_a_partir_da_cultura_maker. Acesso em 17/11/2023.

GRIFIN, Harold C.; GERBER, Paul J. Desenvolvimento tátil e suas implicações na educação de crianças cegas. **Revista Benjamin Constant**, n. 5, Rio de Janeiro, 1996. Disponível em: <https://revista.ibc.gov.br/index.php/BC/article/view/658>. Acesso em 17/11/2023.

HOROWITZ, Seth S.; SCHULTZ, and Peter H. Printing Space: using 3D printing of digital terrain models in geosciences education and research. **Journal of Geoscience Education**, v. 62, p. 138-145, 2014. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.5408/13-031.1>. Acesso em 17/11/2023.

JO, Wonjin; I, Jang Hee; HARIANTO, Rachel Ananda; SO, Ji Hyun; LEE, Hyebin; LEE, Heon Ju; MOON, And Myoung-Woon. Introduction of 3D Printing Technology in the Classroom for visually impaired Students. **Journal of Visual Impairment & Blindness**, march-april, 2016. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0145482X1611000205>. Acesso em 17/11/2023.

JUSTI, R. La Enseñanza de Ciencias Basada en la Elaboración de Modelos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 24, n. 2, p. 173-184, 2006. Disponível em: <https://ensciencias.uab.cat/article/view/v24-n2-justi>. Acesso em 17/11/2023.

JUSTI, Rosária. Relações entre argumentação e modelagem no contexto da ciência e do ensino de ciências. **Revista Ensaio**, v. 17, nº especial, p. 31-48, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/PJnWzcv8fLY3zJtqgxTXtnJ/>. Acesso em 17/11/2023.

JUSTI, Rosária.; GILBERT, John. Models and modelling in chemical education. In I. J. Gilbert, O. d. Jong, R. Justi, J. v. Driel & D. Treagust (Eds.), **Chemical Education: Towards Research-based Practice** (pp. 47-68). Dordrecht: Kluwer. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/0-306-47977-X_3. Acesso em 17/11/2023.

JUSTI, R.; GILBERT, J. K. Modelling, teachers' views on the nature of modelling, implications for the education of modellers. **International Journal of Science Education**, v. 24, n. 4, p. 369-387, 2002. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500690110110142>. Acesso em 17/11/2023.

KARBOWSKI, Caroline Frances. See3D: Printing for people who are blind. **Journal of Science Education**, v. 23, n. 1, 2020. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1247154.pdf>. Acesso em 18/11/2023.

KASSAR, Mônica de Carvalho Magalhães; REBELO, Andressa Santos; OLIVEIRA, Regina Tereza Cestari de. Embates e disputas na política nacional de Educação Especial brasileira. **Revista Educação e Pesquisa**, v. 45, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/SVmZZLzBnrZFnyqXR9TSpYc/>. Acesso em 18/11/2023.

KNOBLAUCH, Hubert.; Schnettler, Bernt.; & Tuma R. (2018), Videography in Uwe Flick (ed), **The SAGE Handbook of Qualitative Data Collection**. London: Sage, pp.362-377

KNUUTTILA, Tarja. **Models as epistemic artefacts**: Toward a non-representationalist account of scientific representation. Helsinki, Finland: University of Helsinki. 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/47930919_Models_as_epistemic_artefacts_Toward_a_non-representationalist_account_of_scientific_representation. Acesso em 18/11/2023.

KNUUTTILA, Tarja. Modelling and representing: Na artefactual approach to model-based representation. **Elsevier Journal**, p. 262-271, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0039368110001135>. Acesso em 18/11/2023.

KNUUTTILA, Tarja. Epistemic artifacts and the modal dimension of modeling. **European Journal for Philosophy of Science**, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13194-021-00374-5>. Acesso em 18/11/2023.

LEITE, Giulia Vecchia Mello de Castro; DAINÉZ, Debora. Ensino de Ciências da Natureza e recursos didáticos-pedagógicos no contexto da educação inclusiva: um estudo bibliográfico. **Revista Educação Especial**, Santa Maria, v. 35, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/69720>. Acesso em 18/11/2023.

LIMA, Eliane da Silva; OLIVEIRA, Jôsy de Souza Paixão. Vygotsky: sua teoria e a contribuição na educação. **Seminário Gepráxis**, v. 8, n. 14, p. 1-2, Vitória da Conquista, maio, 2021. Disponível em: https://www.facos.edu.br/publicacoes/revistas/e-ped/agosto_2012/pdf/vygotsky_-_sua_teorica_e_a_influencia_na_educacao.pdf. Acesso em 18/11/2023.

LOPES, Marcelo Wilton Vieira. A importância do docente no processo de inclusão de alunos com deficiência visual. **Revista Research Society and Development**, v. 8, n. 9, 2019. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/5606/560662200016/560662200016.pdf>. Acesso em 18/11/2023.

MACHADO, Juliana; FERNANDES, Bruna Levy Pestana. Concepções de Modelo na Pesquisa em Educação em Ciências: características e tendências. **Revista Ciência & Educação**, v. 27, Bauru, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/qHjhV5TWfcVdQ6F9hgSsflN/?format=pdf>. Acesso em 18/11/2023.

MAGALHÃES, Dayana Rocha Gonçalves de; MARQUES, Welisson; CASTAMAN, Ana Sara. Educação Profissional e Tecnológica: considerações sobre a perspectiva inclusiva das pessoas com necessidades específicas. **Revista Exitus**, v. 12, p. 01-25, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/362117474_EDUCACAO_PROFISSIONAL_E_TECNOLOGICA_consideracoes_sobre_a_perspectiva_inclusiva_das_pessoas_com_necessidades_especificas. Acesso em 18/11/2023.

MARTINS, Onilza Borges; MOSER, Alvino. Conceito de mediação em Vygotsky, Leontiev e Wertsch. **Revista Intersaberes**, v. 7, n. 13, p. 8-28, jan/jun, 2012. Disponível em: <https://www.revistasuninter.com/intersaberes/index.php/revista/article/view/245?articlesBySameAuthorPage=2>. Acesso em 18/11/2023.

MELLO, Elisabete Marcon. Um estudo das dificuldades enfrentadas por deficientes visuais com as representações matemáticas. **Anais [...]** p. 1-301, São Paulo, 2012. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/epd/article/view/460>. Acesso em

18/11/2023.

MENDES, Rosana Maria; GOMES, Adrielly Antonia Santos; CAPORALE, Silvia Maria Medeiros. A deficiência visual e a baixa visão: estado da arte das pesquisas acadêmicas em Educação Matemática. **Revista Bolema**, v. 35, n. 69, p. 413-431, Rio Claro, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/zW5rfb665sFqmFz9wD8zxRd/>. Acesso em 18/11/2023.

MIRANDA, Fabiana Darc. Aspectos históricos da Educação Inclusiva no Brasil. **Revista Pesquisa e Prática em Educação Inclusiva**, v. 2, n. 3, Manaus, 2019. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/17822>. Acesso em 18/11/2023.

MIRANDA, Maria de Jesus Cano. Inclusão escolar e deficiência visual. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v. 3, n. 1, 2, págs. 2-22, 2008. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/2678>. Acesso em 18/11/2023.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. Manual do professor de Química. 3ª ed. São Paulo: **Scipione**, 2017.

MOSQUERA, Carlos; FERNANDES, Lorena Barolo; ARRUDA, Mariana; LUZ, Gastão O.F. da. Neurociência cognitiva: deficientes visuais na escola inclusiva. **Revista Incantare**, Curitiba, v. 6, n. 1, jan/jul, 2015. Disponível em: https://www.academia.edu/103314915/52_Neuroci%C3%Aancia_cognitiva_deficientes_visuais_na_escola_inclusiva. Acesso em 18/11/2023.

MOZZER, Nilmara Braga, JUSTI, Rosária. Modelagem analógica no ensino de Ciências. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, p. 155-182, 2018. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/883>. Acesso em 18/11/2023.

NEPOMUCENO, Taiane Aparecida Ribeiro; ZANDER, Leiza Daniele. Uma análise dos recursos didáticos táteis adaptados ao ensino de Ciências a alunos com deficiência visual inseridos no ensino fundamental. **Revista Benjamin Constant**, ano 21, v. 1, n. 58, p. 49-63, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <https://www.sumarios.org/artigo/uma-an%C3%A1lise-dos-recursos-did%C3%A1ticos-t%C3%A1teis-adaptados-ao-ensino-de-ci%C3%Aancias-alunos-com>. Acesso em 18/11/2023.

NERY, Érica Santana Silveira; SÁ, Antônio Villar Marques de. A deficiência visual em foco: estratégias lúdicas na Educação Matemática Inclusiva. **Revista Educação Especial**, v.32, Santa Maria, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/35402>. Acesso em 18/11/2023.

OLIVEIRA, Andressa Antônio de. **Um olhar sobre o ensino de Ciências e Biologia para alunos deficientes visuais**. Dissertação de Mestrado, UFES. São Mateus, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufes.br/items/7ceb5ed0-d098-4663-a65a-14c89f425855>. Acesso em 18/11/2023.

OLIVEIRA, Julieta Saldanha de; FENNER, Herton; APPELT, Helmoz Roseniaim; PIZON, Chausa dos Santos. Ensino de química inclusivo: tabela periódica adaptada a deficientes visuais. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, v. 8, n.2, 2013. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID208/v8_n2_a2013.pdf. Acesso em 18/11/2023.

OLIVEIRA, Leandro Antonio; MORTIMER, Eduardo Fleury. Percepções de professores de Química do Ensino Superior sobre o uso de modelos moleculares em seus percursos profissionais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 22, 2022. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/362933148_Percepcoes_de_Professores_de_Quimica_do_Ensino_Superior_Sobre_o_uso_de_Modelos_Moleculares_em_Seus_Percursos_Profissionais. Acesso em 18/11/2023.

OLIVEIRA, Marta Kohl. Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio-histórico, 4 ed. São Paulo: **Scipione**, 2002. Disponível em: <http://publicacoes.fcc.org.br/cp/article/view/933>. Acesso em 18/11/2023.

PAULA, Helder de Figueiredo e; MOREIRA, Adelson Fernandes. Atividade, ação mediada e avaliação escolar. **Educação em Revista**, v. 30, nº 1, p. 17-36, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/edur/a/hYDQRLnCCc494PkndSCbJyL/?format=pdf>. Acesso em 18/11/2023.

PAULO, Paula Rodrigues N. F.; BORGES, Márcia Narcizo; DELOU, Cristina Maria C. Produção de materiais didáticos acessíveis para o ensino de química orgânica inclusivo. **Revista Areté**, v. 11, n. 23, jan/jun, Manaus, 2018. Disponível em: PRODUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS ACESSÍVEIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA INCLUSIVO.pdf (uea.edu.br). Acesso em 18/11/2023.

PAPERT, Seymour. Constructionism: A new opportunity for elementary science education. **Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, Media Laboratory, Epistemology and Learning Group**, 1986. Disponível em: 20210116112502329.pdf (dailypapert.com). Acesso em 18/11/2023.

PEREIRA, Alexsandro Pereira de; OSTERMANN, Fernanda. A aproximação sociocultural à mente, de James V. Wertsch, e implicações para a educação em ciências. **SciELO**, Bauru, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/ciedu/a/gy95SJjrzbZ7KSHpWFDWMxk/>. Acesso em 18/11/2023.

PEROVANO, Laís Perpetuo; MELO, Douglas Christian Ferrari de. Ensino de Química para alunos com deficiência visual e o direito à aprendizagem como parte do direito à educação. **Revista Benjamin Constant**, v. 28, n. 65, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <http://revista.ibc.gov.br/index.php/BC/article/view/890>. Acesso em 18/11/2023.

PIRES, Mylena Iasmim Figueiredo; JÚNIOR, Airton José Vinholi. Modelos concretos em impressão 3D como materiais inclusivos na Educação Profissional e Tecnológica. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 12, Curitiba, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/361957064_IMPRESSAO_3D_E_PESQUISAS_EM_CIENTIAS_DA_NATUREZA_UM_OLHAR SOBRE_A_PRODUCAO_CIENTIFICA_NA_AREA. Acesso em 18/11/2023.

POWELL, Valerie J. H.; SIRINTERLIKCI, Arif; ZOMP, Christopher; JOHNSON, Randall S.; MILLER, Phillip; POWELL, James C. Dealing with unseen obstacles to education in the digital age. **IADIS International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA)**, 2013. Disponível em: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED562226.pdf>. Acesso em 18/11/2023.

PRIMO, Camila Scanholato; PERTILE, Eliane Brunetto. Ciências e Biologia para alunos cegos: metodologias de ensino. **Revista Insignare Scientia**, vol. 5, n. 1. Jan/abril, 2022, Paraná. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/362198864_Ciencias_e_biologia_para_alunos_cegos_metodologias_de_ensino. Acesso em 18/11/2023.

REGIANI, Anelise Maria; MÓL, Gerson de Souza. Inclusão de uma aluna cega em um curso de licenciatura em química. **Revista Ciência e Educação**, v. 19, n. 1, p. 123-134, 2013. Disponível em: www.scielo.br/j/ciedu/a/tWQTqQrn7MzG3SFDB4v6zP/?format=pdf. Acesso em 18/11/2023.

RESSEL, Lúcia Beatriz; BECK, Carmem Lúcia Colomé; GUALDA, Dulce Maria Rosa; HOFFMANN, Izabel Cristina; SILVA, Rosângela Marion da; SEHNEM, Graciela Dutra. O uso do grupo focal em pesquisa qualitativa. **Revista Texto Contexto Enferm**, Florianópolis, 2008. Disponível em: www.scielo.br/j/tce/a/nzznnfzrCVv9FGXhwnGPQ7S/?format=pdf. Acesso em 18/11/2023.

ROCHA, Elisa Helena Bassi; SILVA, Nailda Aparecida; ROCHA, Ricael Spirandeli. O material didático como recurso pedagógico na Educação Especial e Inclusiva. **Revista Aquila**, n. 27, ano XIII, jul-dez, 2022. Disponível em: <http://ojs.uva.br/index.php/revista-aquila/article/view/252>. Acesso em 18/11/2023.

SALAMI, Marcelo; SARMENTO, Dirléia Fanfa. Interfaces conceituais entre os pressupostos de L. S. Vygotsky e de R. Feuerstein e suas implicações para o fazer psicopedagógico no âmbito escolar. **Revista Psicopedagogia**, vol. 28, n. 85, São Paulo, 2011. Disponível em: [http:// Interfaces conceituais entre os pressupostos de L. S. Vygotsky e de R. Feuerstein e suas implicações para o fazer psicopedagógico no âmbito escolar \(bvsalud.org\)](http://Interfaces%20conceituais%20entre%20os%20pressupostos%20de%20L.%20S.%20Vygotsky%20e%20de%20R.%20Feuerstein%20e%20suas%20implica%C3%A7%C3%B5es%20para%20o%20fazer%20psicopedag%C3%B3gico%20no%20%C3%A2mbito%20escolar%20(bvsalud.org)). Acesso em 18/11/2023.

SALGADO, Silvia de Souza Ferreira; CRUZ, Osilene Maria de Sá e Silva da. A descrição do sistema digestório humano para pessoas cegas por meio de acessibilidade tátil e em áudio. **Revista Benjamin Constant**, v. 27, n. 63, Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: [http:// revista.ibc.gov.br/index.php/BC/article/view/840](http://revista.ibc.gov.br/index.php/BC/article/view/840). Acesso em 18/11/2023.

SANTOS, Alex Reis dos; TELES, Margarida Maria. Declaração de Salamanca e Educação Inclusiva. **3º Simpósio Educação e Comunicação**, edição internacional, set. 2012, p. 77-87. Disponível em: [http:// www.educabrasil.com.br/declaracao-de-salamanca/](http://www.educabrasil.com.br/declaracao-de-salamanca/). Acesso em 18/11/2023.

SANTOS, Danrley Alves dos; FONSECA, Luis Carlos Costa; PINTO, Mauro Sérgio Silva; RIBEIRO, Francisco Adelson Alves. Protótipo CNC: um novo recurso para ambientes Maker como apoio didático ao ensino/aprendizagem em cursos de Robótica educacional. **Revista Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/360328148_Prototipo_CNC_um_novo_recurso_para_ambientes_maker_como_apoio_didatico_ao_ensinoaprendizagem_em_cursos_de_Robotica_Educacional. Acesso em 18/11/2023.

SANTOS, Monique, MAIA, Poliana, JUSTI, Rosária. Um modelo de Ciências para fundamentar a introdução a aspectos de natureza da Ciência em contextos de ensino e para analisar tais contextos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 581-616, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/342969450_Um_Modelo_de_Ciencias_para_Fundamentar_a_Introducao_de_Aspectos_de_Natureza_da_Ciencia_em_Contextos_de_Ensino_e_para_Analisar_tais_Contextos. Acesso em 18/11/2023.

SANTOS, Jarles Tarsso Gomes; ANDRADE, Adja Ferreira de. Impressão 3D como recurso para o desenvolvimento de material didático: Associando a Cultura Maker à resolução de problemas. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 18, nº 1, 2020. Disponível em: [http:// seer.ufrgs.br/renote/article/view/106014](http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/106014). Acesso em 18/11/2023.

SCHINATO, Liliani Correia Siqueira; STRIEDER, Dulce Maria. O ensino de Ciências na perspectiva da educação inclusiva e a importância dos recursos didáticos. **Revista Temas em Educação**, v. 29, n. 2, p. 23-41, João Pessoa, 2020. Disponível em: [http:// doaj.org/article/d58b897db02f4c80a63d99ab93f0bf21#:~:text=Os%20recursos%20didáticos%20](http://doaj.org/article/d58b897db02f4c80a63d99ab93f0bf21#:~:text=Os%20recursos%20did%C3%A1ticos%20)

Ono%20ensino%20inclusivo%20de%20Ciências,de%20suprir%20as%20carências%20dos%20alunos%20sem%20distinção.. Acesso em 18/11/2023.

SCHMIDT, Núbia Silva. **Implicações pedagógicas do uso de modelos analógicos no ensino de química para estudantes com deficiência visual**. Dissertação de Mestrado, CEFET-MG. Belo Horizonte, 2020. Disponível em: http://sig.cefetmg.br/sigaa/public/programa/defesas.jsf?lc=pt_BR&id=302. Acesso em 18/11/2023.

SECUNDINO, Francisco Karyvaldo Magalhaes; SANTOS, João Otacílio Libardoni dos. Educação Especial no Brasil: um recorte histórico-bibliográfico. **In Preprints SciELO, 2023**. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.5582>. Acesso em 17/11/2023.

SERRA, Dayse. A educação inclusiva em tempos de judicialização do estado: o cotidiano das escolas com a lei brasileira de inclusão – nº 13.146/2015. **Polêmica – Revista Eletrônica da UERJ**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 27-35, janeiro, fevereiro e março, 2017. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/28294>. Acesso em 17/11/2023.

SILVA, Andréia Santos; ALVES, Gustavo Henrique Varela Saturnino; FERREIRA, Alessandra Teles Sirvinkas; FRAGEL-MADEIRA, Lucianne. Avaliação de modelos 3D como recurso educacional para o ensino de Biologia: uma revisão da literatura. **Revista REnCiMa**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 1-28, abr/jun, 2022. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/3200>. Acesso em 17/11/2023.

SILVA, Grazielle Del Sent da Silva; STADLER, João Paulo. Proposta de uma Tabela Periódica adaptada com vistas à acessibilidade de estudantes com deficiência visual: um recurso didático para o ensino inclusivo. **Revista Insignare Scientia**, v. 5, n. 3, maio/ago, 2022. Disponível em: <https://doaj.org/article/f6dceb85d6af428fb6a69a2b33e8f492>. Acesso em 17/11/2023.

SILVA, Rodrigo Marinho da. Ensino de Ciências para deficientes visuais: desenvolvimento de modelos didáticos no Instituto Benjamin Constant. **Revista Benjamin Constant**, ano 20, n. 57, v. 1, p. 109-126, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <https://revista.ibc.gov.br/index.php/BC/article/view/362>. Acesso em 17/11/2023.

SILVA, Tatiane Santos; LANDIM, Myrna Friederichs. Tendências de pesquisa em ensino de Ciências voltadas a alunos com deficiência visual. **Revista Scientia Plena**, v. 10, 2014. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/8637/2/TendenciasPesquisaEnsinoCiencias.pdf>. Acesso em 17/11/2023.

SOUSA, Jose Belarmino de. Aspectos Comunicativos da Percepção Tátil: a Escrita em Relevo como Mecanismo Semiótico da Cultura. 2004. **Tese de Doutorado em Programa de Pós Graduação em Comunicação Semiótica pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo**. São Paulo. 2004. Disponível em: http://www.ufrgs.br/infotec/teses-03-04/resumo_2481.html. Acesso em: 17 abr. 2022.

SOUZA, Luciana Karine de. Recomendações para a realização de grupos focais na pesquisa qualitativa. **Psi UISC** (Santa Cruz do Sul), v. 4, n. 1, jan/jun, 2020, p. 52-66. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/psi/article/view/13500>. Acesso em 17/11/2023.

STELLA, Larissa Ferreira; MASSABNI, Vânia Galindo. Ensino de Ciências Biológicas: materiais didáticos para alunos com necessidades educativas especiais. **Ciência & Educação** (Bauru)

[online]. v. 25, n. 2, 2019. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/cKGN5zGwbT9p5tZVXYCH5Nm/?format=pdf>. Acesso em 17/11/2023.

TÉBAR, Lorenzo. O perfil do professor mediador, pedagogia na mediação. **Editora Senac**. 1ª ed. São Paulo.

TEIXEIRA, Clarissa Stefani; SILVA, Mônica Renneberg. A Cultura Maker em prol da inovação: boas práticas voltadas à sistemas educacionais. **Anais da Conferência ANPROTEC**. 2017. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/326642446_A_Cultura_Maker_em_Prol_da_Inovacao_nos_Sistemas_Educacionias. Acesso em 17/11/2023.

TURRA, Neide, Catarina. Reuven Feuerstein “Experiência de aprendizagem mediada: um salto para a modificabilidade cognitiva estrutural”. **Revista Educere et Educare Revista de Educação**, São Paulo, v. 2, n. 4, jul/dez, 2007, p. 297-310. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/educereeteducare/article/view/1671>. Acesso em 17/11/2023.

VALENTINI, Carla Beatris; BISOL, Cláudia Alquati; PAIM, Luani dos Santos; EHLERS, Ana Paula Fachinetto. Educação e deficiência visual: uma revisão de literatura. **Revista Educação Especial**, v. 32, Santa Maria, 2019. Disponível em:
<https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/33154>. Acesso em 17/11/2023.

VIEIRA, Estela Aparecida Oliveira; MARTINS, Ronei Ximenes. Estudo exploratório para implementação de um espaço Maker. **Revista Dialogia**, n. 35, p. 245-262, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/343957947_Estudo_exploratorio_para_implementacao_de_um_espaco_maker. Acesso em 17/11/2023.

VYGOTSKI, Lev Semenovich. Obras Escogidas: V-Fundamentos de Defectologia. **Editora Aprendizaje Visor**. 1ª e 2ª ed. Madrid, 1989 e 1997.

VILLELAS, José. Investigação o processo de construção do conhecimento. **Editora Sílabo**. 2ª ed. Lisboa, 2017. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/263702242_Investigacao_O_processo_de_Construcao_do_Conhecimento. Acesso em 17/11/2023.

WERTSCH, James. From social interaction to higher psychological processes: a clarification and application of Vygotsky's theory. **Human Development**, Berkeley, v. 22, nº 1, p. 1-22, 1979. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/26763969>. Acesso em 17/11/2023.

APÊNDICES

Apêndice I – Custos para a confecção do recurso didático Bricks Braille Químico (BBQ)

PEÇAS	UNIDADES DE PEÇAS	QUANTIDADE DE FILAMENTO UTILIZADO (METROS)	PREÇO UNIDADE (R\$)	PREÇO TOTAL(R\$)
Flúor	4	1,53	0,31	1,22
Iodo	4	1,38	0,27	1,10
Enxofre	4	1,40	0,28	1,11
Fósforo	4	1,40	0,28	1,11
Hidrogênio	32	1,39	0,28	8,85
Oxigênio	8	1,39	0,28	2,21
Nitrogênio	6	1,40	0,28	1,68
Carbono	15	1,38	0,27	4,12
Cloro	6	2,61	0,52	3,12
Bromo	4	2,62	0,52	2,08
Ligação tripla na horizontal	3	1,40	0,28	0,84
Ligação simples na horizontal	15	1,37	0,27	4,09
Ligação dupla na vertical	7	1,38	0,27	1,92
Ligação dupla na horizontal	30	1,68	0,33	10,03
Ligação dupla oblíqua a esquerda	3	2,48	0,49	1,48
Ligação tripla oblíqua a esquerda	3	2,48	0,49	1,48
Ligação dupla oblíqua a direita	3	2,48	0,49	1,48
Ligação tripla oblíqua a direita	3	2,48	0,49	1,48
Ligação tripla na vertical	2	1,44	0,29	0,57
Ligação simples na vertical	30	0,92	0,18	5,49
Ligação simples oblíqua para a esquerda	4	0,92	0,18	0,73
Ligação simples oblíqua para a direita	4	0,92	0,18	0,73
Seta de equilíbrio para a esquerda	2	1,40	0,28	0,56

Seta simples para a reação direta	5	1,74	0,35	1,73
Seta de reversibilidade favorecendo a reação direta	1	2,48	0,49	0,49
Seta de reversibilidade favorecendo a reação inversa	1	2,49	0,49	0,49
Seta de reversibilidade	2	2,49	0,49	0,99
Seta simples para reação inversa	5	1,74	0,35	1,73
Seta de equilíbrio para a direita	2	1,40	0,28	0,56
Índice de fórmula química 2	6	0,92	0,18	1,10
Índice de fórmula química 3	4	0,92	0,18	0,73
Índice de fórmula química 6	2	0,93	0,18	0,37
Índice de fórmula química 7	2	0,95	0,20	0,38
Índice de fórmula química 8	2	0,92	0,18	0,37
Índice de fórmula química 9	2	0,92	0,18	0,37
Índice de fórmula química 0	2	0,94	0,19	0,37
Índice de fórmula química 1	2	0,91	0,18	0,36
Índice de fórmula química 4	4	0,93	0,18	0,74
Coefficiente estequiométrico 2	4	1,69	0,34	1,34
Coefficiente estequiométrico 3	3	1,69	0,34	1,01
Coefficiente estequiométrico 4	2	1,41	0,28	0,56
Coefficiente estequiométrico 8	2	1,80	0,36	0,72

Coeficiente estequiométrico 1	2	1,39	0,28	0,55
Coeficiente estequiométrico 7	2	1,78	0,35	0,71
Coeficiente estequiométrico 5	2	1,40	0,28	0,56
Coeficiente estequiométrico 6	2	1,40	0,28	0,56
Coeficiente estequiométrico 9	2	1,80	0,36	0,72
Estado Gasoso	4	2,63	0,52	2,09
Estado Sólido	4	2,62	0,52	2,08
Estado Líquido	4	2,62	0,52	2,08
Carga Negativa	4	0,92	0,18	0,73
Carga Elétrica	6	0,91	0,18	1,09
Carga Positiva	4	0,88	0,17	0,70
Abre parênteses	8	0,92	0,18	1,46
Fecha parênteses	8	0,92	0,18	1,46
Sistema aquoso	4	3,28	0,65	2,61
Anel aromático	6	1,40	0,28	1,67
TOTAL				90,96

Apêndice II – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para Maiores de Idade

Projeto CAAE: 65443722.9.0000.8507 aprovado pelo Sistema CEP/CONEP, em 28 de fevereiro de 2023.

Meu nome é Vivian Caroline Farias, sou mestranda no programa de Pós-Graduação em Educação Profissional Tecnológica no Centro federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET MG) e venho através deste documento solicitar a você, a permissão para aplicar a pesquisa de nome “Bricks Braille Químico: Implicações pedagógicas para o ensino de Química para estudantes deficientes visuais”. E te convidar para uma possível participação.

Este convite só está ocorrendo após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), que é o órgão responsável por defender seus interesses, dignidade e integridade diante desta pesquisa.

Este documento se chama Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Com ele, eu como pesquisadora e meu orientador Professor Dr. Alexandre da Silva Ferry, buscamos esclarecer o propósito da pesquisa, o seu funcionamento e como você estará envolvido (a).

Qualquer dúvida que surgir, você tem toda a liberdade de perguntar. Se após os esclarecimentos você não se sentir à vontade, a pesquisa não será aplicada, isso sem que haja qualquer incômodo da parte da pesquisadora e nem mesmo necessidade de que você esclareça os seus motivos.

O propósito da pesquisa será analisar as percepções de professores de Química, atuantes preferencialmente na Educação Profissional e Tecnológica, quanto ao uso de recursos didáticos, produzidos em um espaço *Maker*, para o ensino a estudantes com deficiência visual.

Especificamente, pretende-se identificar e discutir implicações pedagógicas das possibilidades de uso de um recurso didático, produzido por meio de tecnologias de prototipagem digital, para o ensino da Grafia Química Braille a estudantes com deficiência visual, tanto na perspectiva de professores de Química que não dominam o Sistema Braille quanto na de professores que dominam e fazem uso regular da Grafia Química Braille em sala de aula.

Você poderá contribuir para a pesquisa quando fizer um comentário ou uma pergunta e eu me concentrarei a entender os modos que ele utilizará o recurso didático para a interação. Como benefícios indiretos ao participante, será a contribuição com a sociedade, comunidade científica, comunidade de pesquisadores em Educação em Ciências. Como benefícios diretos, será a oportunidade de auxiliar no avanço do conhecimento e na identificação das implicações pedagógicas, das possibilidades de uso de recursos didáticos inclusivos e na utilização de tecnologias de prototipagem digital, para o ensino da Grafia Química Braille a estudantes com deficiência visual.

Serão utilizados equipamentos como câmeras fotográficas e de filmagem e gravador de áudio focados nos comentários acerca da interação entre você e o recurso didático. Entendo que as gravações, podem causar a você algum tipo de incômodo. E por isso estarei atenta aos sinais negativos, interrompendo imediatamente a observação. Você também tem a liberdade de se direcionar a mim, pedindo que apague o conteúdo. Esse pedido pode ocorrer a qualquer momento. Logo após o ocorrido, por telefone ou em outro dia em que a pesquisa esteja sendo novamente aplicada. Ao fazer esse pedido, esclareço que não há necessidade de se justificar. Você será imediatamente atendido (a).

Entendo que os riscos decorrentes da participação dos revisores brailistas, professores e alunos são mínimos. Estes riscos restringem-se a: inibição, desconforto ou constrangimento por estar sendo filmado, fotografado, gravado e interrogado, cansaço físico e mental, ansiedade, impaciência por causa de uma possível demanda intelectual excessiva durante a entrevista ou grupo focal, dano à reputação dos participantes decorrente de uma possível perda do sigilo, anonimato ou confiabilidade durante a realização das entrevistas ou do grupo focal se forem realizados em local inapropriado, com alta circulação de pessoas.

Outro risco à reputação dos participantes decorre de um possível acesso indevido aos registros feitos em arquivos audiovisuais das respostas dos participantes, feitos em arquivos de áudio e vídeos, e registros imagens realizados por fotografias, por pessoas que não integram a equipe de pesquisadores.

Além dos riscos mencionados que estão relacionados à pesquisa, consideramos como um eventual risco sanitário a possibilidade da contaminação pelo coronavírus, causador da Covid-19, durante o contato pessoal e possíveis manipulações de objetos, caso não sejam adotadas as medidas de proteção socialmente conhecidas, com os participantes tanto nas entrevistas ou no grupo focal.

Como medida preventiva para mitigar este risco, iremos adotar as medidas de proteção socialmente conhecidas, como distanciamento mínimo de 1,5 metro entre os participantes e pesquisadores, disponibilidade de álcool em gel 70% e máscara cirúrgica e manter o ambiente com boa ventilação.

Assumo com você, o compromisso de que esse material será utilizado unicamente para fins desta pesquisa e o acesso estará restrito a mim (a pesquisadora) e ao meu orientador. A sua imagem e a sua voz jamais serão vinculadas a qualquer tipo de mídia (redes sociais, jornais etc.). O material coletado durante a aula será transportado para um cartão de memória e guardado em um armário com chave no gabinete do professor orientador.

Você não terá nenhum custo com a pesquisa, nem receberá qualquer vantagem financeira. Mas acredito que terá a oportunidade de refletir como os recursos didáticos utilizados por seu professor podem auxiliar a sua aprendizagem.

Se lhe restou alguma dúvida, tenha total liberdade de perguntar. Além disso, quero destacar que se concordar em participar da pesquisa hoje, no futuro você poderá desistir sem que haja quaisquer danos a você.

Como participante da pesquisa e de acordo com a legislação brasileira, você é portador de diversos direitos, além do anonimato, da confidencialidade, do sigilo e da privacidade, mesmo após o término ou interrupção da pesquisa. Farei a leitura desses direitos esclarecendo os significados das palavras e das frases.

Assim, lhe é garantido:

- A observância das práticas determinadas pela legislação aplicável, incluindo as Resoluções 466 (e, em especial, seu item IV.3) e 510 do Conselho Nacional de Saúde, que disciplinam a ética em pesquisa e este Termo;
- A plena liberdade para decidir sobre sua participação sem prejuízo ou represália alguma, de qualquer natureza;
- A plena liberdade de retirar seu assentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem prejuízo ou represália alguma, de qualquer natureza. Nesse caso, os dados coletados de sua participação até o momento da retirada do consentimento serão descartados a menos que você autorize explicitamente o contrário;
- O acompanhamento e a assistência, mesmo que posteriores ao encerramento ou interrupção da pesquisa, de forma gratuita, integral e imediata, pelo tempo necessário, sempre que requerido e relacionado a sua participação na pesquisa, mediante solicitação ao pesquisador responsável;
- O acesso aos resultados da pesquisa;
- A indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa;
- O acesso a este Termo. Este documento é rubricado e assinado por você, pela pesquisadora e por duas testemunhas, em duas vias, sendo que uma via ficará em sua propriedade. Se perder a sua via, poderá ainda solicitar uma cópia do documento a pesquisador responsável.

Assumo com você(s), o que consta nos Artigos 19 e 21, da Resolução CNS nº 510, de 07 de abril de 2016:

- Art. 19. O pesquisador deve estar sempre atento aos riscos que a pesquisa possa acarretar aos participantes em decorrência dos seus procedimentos, devendo para tanto serem adotadas medidas de precaução e proteção, a fim de evitar danos ou atenuar seus efeitos.

- §1 o Quando o pesquisador perceber qualquer possibilidade de dano ao participante, decorrente da participação na pesquisa, deverá discutir com os participantes as providências cabíveis, que podem incluir o encerramento da pesquisa e informar o sistema CEP/CONEP.
- §2 o O participante da pesquisa que vier a sofrer qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa, previsto ou não no Registro de Consentimento Livre e Esclarecido, tem direito a assistência e a buscar indenização.

Qualquer dúvida ou necessidade – nesse momento, no decorrer da sua participação ou após o encerramento ou eventual interrupção da pesquisa – pode ser dirigida a mim, por e-mail: vivian.fisioterapia@hotmail.com, telefone (41) 99971-5276, pessoalmente ou via postal para Rua dos Crenaques, 435, apto 203, bloco 4, Santa Mônica, em Belo Horizonte.

Se preferir, ou em caso de reclamação ou denúncia de descumprimento de qualquer aspecto ético relacionado à pesquisa, você poderá recorrer ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), vinculado à CONEP (Comissão Nacional de Ética em Pesquisa), comissões colegiadas, que têm a atribuição legal de defender os direitos e interesses dos participantes de pesquisa em sua integridade e dignidade, e para contribuir com o desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões éticos.

Você poderá acessar a página do CEP, disponível em: <<http://www.cep.cefetmg.br>> ou contatá-lo pelo endereço: Av. Amazonas, n. 5855 - Campus VI; E-mail: cep@cefetmg.br; Telefone: +55 (31) 3379-3004 ou presencialmente, no horário de atendimento ao público: às terças-feiras: 12:00 às 16:00 horas e quintas-feiras: 07:30 às 12:30 horas.

Se optar por participar da pesquisa, peço-lhe que rubrique todas as páginas deste Termo, identifique-se e assine a declaração a seguir, que também deve ser rubricada e assinada pela pesquisadora e pelas testemunhas.

DECLARAÇÃO

Eu, _____, abaixo assinado, de forma livre e esclarecida, declaro que aceito participar da pesquisa como estabelecido neste TERMO.

Assinatura do participante da pesquisa

Assinatura da pesquisadora
Vivian Caroline Farias

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do participante.

Testemunha (não ligadas aos pesquisadores)

Nome: _____ Ass: _____

Nome: _____ Ass: _____

(Cidade), _____ de _____ de 2023.

Se quiser receber os resultados da pesquisa, indique seu e-mail ou, se preferir, endereço postal, no espaço a seguir:

Apêndice III – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE|) para os Responsáveis dos Menores de Idade

Projeto CAAE: 65443722.9.0000.8507, aprovado pelo Sistema CEP/CONEP, em 28 de fevereiro de 2023.

Prezados (as) _____ e _____, o (a) aluno (a) _____ pelo (a) qual você (s) é (são) responsável (is) está sendo convidado (a) a participar da pesquisa intitulada “Bricks Braille Químico: Implicações pedagógicas para o ensino de Química para estudantes deficientes visuais”.

Pedimos a sua colaboração para que o analisem os termos desta pesquisa e assinem, caso estejam de acordo com a participação do (a) aluno (a).

O nome da pesquisadora é Vivian Caroline Farias, ela é mestranda no programa de Pós-Graduação em Educação Profissional Tecnológica no Centro federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET MG).

Este convite só está ocorrendo após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), que é o órgão responsável por defender os interesses, dignidade e integridade dos participantes da pesquisa.

Este documento se chama Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Com este Termo, a pesquisadora e o seu orientador Professor Dr. Alexandre da Silva Ferry, buscam esclarecer o propósito da pesquisa, o seu funcionamento e como o (a) aluno (a) estará envolvido (a).

Qualquer dúvida que surgir, você tem toda a liberdade de perguntar. Se após os esclarecimentos você não se sentir à vontade, a pesquisa não será aplicada, isso sem que haja qualquer incômodo da parte da pesquisadora e nem mesmo necessidade de que você esclareça os seus motivos.

O propósito da pesquisa será analisar as percepções de professores de Química, atuantes preferencialmente na Educação Profissional e Tecnológica, quanto ao uso de recursos didáticos, produzidos em um espaço *Maker*, para o ensino a estudantes com deficiência visual.

Especificamente, pretende-se identificar e discutir implicações pedagógicas das possibilidades de uso de um recurso didático, produzido por meio de tecnologias de prototipagem digital, para o ensino da Grafia Química Braille a estudantes

com deficiência visual, tanto na perspectiva de professores de Química que não dominam o Sistema Braille quanto na de professores que dominam e fazem uso regular da Grafia Química Braille em sala de aula.

O aluno poderá contribuir para a pesquisa quando fizer um comentário ou uma pergunta e eu me concentrarei a entender os modos que ele utilizará o recurso didático para a interação. Como benefícios indiretos ao participante, será a contribuição com a sociedade, comunidade científica, comunidade de pesquisadores em Educação em Ciências. Como benefícios diretos, será a oportunidade de auxiliar no avanço do conhecimento e na identificação das implicações pedagógicas, das possibilidades de uso de recursos didáticos inclusivos e na utilização de tecnologias de prototipagem digital, para o ensino da Grafia Química Braille a estudantes com deficiência visual.

Serão utilizados equipamentos como câmeras fotográficas e de filmagem e gravador de áudio focados nos comentários acerca da interação entre você e o recurso didático. Entendo que as gravações, podem causar a você algum tipo de incômodo. E por isso estarei atenta aos sinais negativos, interrompendo imediatamente a observação. Você também tem a liberdade de se direcionar a mim, pedindo que apague o conteúdo. Esse pedido pode ocorrer a qualquer momento. Logo após o ocorrido, por telefone ou em outro dia em que a pesquisa esteja sendo novamente aplicada. Ao fazer esse pedido, esclareço que não há necessidade de se justificar. Você será imediatamente atendido (a).

Entendo que os riscos decorrentes da participação dos revisores brailistas, professores e alunos são mínimos. Estes riscos restringem-se a: inibição, desconforto ou constrangimento por estar sendo filmado, fotografado, gravado e interrogado, cansaço físico e mental, ansiedade, impaciência por causa de uma possível demanda intelectual excessiva durante a entrevista ou grupo focal, dano à reputação dos participantes decorrente de uma possível perda do sigilo, anonimato ou confiabilidade durante a realização das entrevistas ou do grupo focal se forem realizados em local inadequado, com alta circulação de pessoas.

Outro risco à reputação dos participantes decorre de um possível acesso indevido aos registros feitos em arquivos audiovisuais das respostas dos participantes, feitos em arquivos de áudio e vídeos, e registros imagens realizados por fotografias, por pessoas que não integram a equipe de pesquisadores.

Além dos riscos mencionados que estão relacionados à pesquisa, consideramos como um eventual risco sanitário a possibilidade da contaminação pelo coronavírus, causador da Covid-19, durante o contato pessoal e possíveis manipulações de objetos, caso não sejam adotadas as medidas de proteção socialmente conhecidas, com os participantes tanto nas entrevistas ou no grupo focal.

Como medida preventiva para mitigar este risco, iremos adotar as medidas de proteção

socialmente conhecidas, como distanciamento mínimo de 1,5 metro entre os participantes e pesquisadores, disponibilidade de álcool em gel 70% e máscara cirúrgica e manter o ambiente com boa ventilação.

Assumo com você, o compromisso de que esse material será utilizado unicamente para fins desta pesquisa e o acesso estará restrito a mim (a pesquisadora) e ao meu orientador. A sua imagem e a sua voz jamais serão vinculadas a qualquer tipo de mídia (redes sociais, jornais etc.). O material coletado durante a aula será transportado para um cartão de memória e guardado em um armário com chave no gabinete do professor orientador.

Você não terá nenhum custo com a pesquisa, nem receberá qualquer vantagem financeira. Mas acredito que terá a oportunidade de refletir como os recursos didáticos utilizados por seu professor podem auxiliar a sua aprendizagem.

Se lhe restou alguma dúvida, tenha total liberdade de perguntar. Além disso, quero destacar que se concordar em participar da pesquisa hoje, no futuro você poderá desistir sem que haja quaisquer danos a você.

Como participante da pesquisa e de acordo com a legislação brasileira, você é portador de diversos direitos, além do anonimato, da confidencialidade, do sigilo e da privacidade, mesmo após o término ou interrupção da pesquisa. Farei a leitura desses direitos esclarecendo os significados das palavras e das frases.

Assim, lhe é garantido:

- A observância das práticas determinadas pela legislação aplicável, incluindo as Resoluções 466 (e, em especial, seu item IV.3) e 510 do Conselho Nacional de Saúde, que disciplinam a ética em pesquisa e este Termo;
- A plena liberdade para decidir sobre sua participação sem prejuízo ou represália alguma, de qualquer natureza;
- A plena liberdade de retirar seu assentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem prejuízo ou represália alguma, de qualquer natureza. Nesse caso, os dados coletados de sua participação até o momento da retirada do consentimento serão descartados a menos que você autorize explicitamente o contrário;
- O acompanhamento e a assistência, mesmo que posteriores ao encerramento ou interrupção da pesquisa, de forma gratuita, integral e imediata, pelo tempo necessário, sempre que requerido e relacionado a sua participação na pesquisa, mediante solicitação ao pesquisador responsável;
- O acesso aos resultados da pesquisa;
- A indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa;

- O acesso a este Termo. Este documento é rubricado e assinado por você, pela pesquisadora e por duas testemunhas, em duas vias, sendo que uma via ficará em sua propriedade. Se perder a sua via, poderá ainda solicitar uma cópia do documento a pesquisador responsável.

Assumo com você(s), o que consta nos Artigos 19 e 21, da Resolução CNS nº 510, de 07 de abril de 2016:

- Art. 19. O pesquisador deve estar sempre atento aos riscos que a pesquisa possa acarretar aos participantes em decorrência dos seus procedimentos, devendo para tanto serem adotadas medidas de precaução e proteção, a fim de evitar danos ou atenuar seus efeitos.
- §1º Quando o pesquisador perceber qualquer possibilidade de dano ao participante, decorrente da participação na pesquisa, deverá discutir com os participantes as providências cabíveis, que podem incluir o encerramento da pesquisa e informar o sistema CEP/CONEP.
- §2º O participante da pesquisa que vier a sofrer qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa, previsto ou não no Registro de Consentimento Livre e Esclarecido, tem direito a assistência e a buscar indenização.

Qualquer dúvida ou necessidade – nesse momento, no decorrer da sua participação ou após o encerramento ou eventual interrupção da pesquisa – pode ser dirigida a mim, por e-mail: vivian.fisioterapia@hotmail.com, telefone (41) 99971-5276, pessoalmente ou via postal para Rua dos Crenaques, 435, apto 203, bloco 4, bairro Santa Mônica, em Belo Horizonte.

Se preferir, ou em caso de reclamação ou denúncia de descumprimento de qualquer aspecto ético relacionado à pesquisa, você poderá recorrer ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), vinculado à CONEP (Comissão Nacional de Ética em Pesquisa), comissões colegiadas, que têm a atribuição legal de defender os direitos e interesses dos participantes de pesquisa em sua integridade e dignidade, e para contribuir com o desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões éticos.

Você poderá acessar a página do CEP, disponível em: <http://www.cep.cefetmg.br> ou contatá-lo pelo endereço: Av. Amazonas, n. 5855 - Campus VI; E-mail: cep@cefetmg.br; Telefone: +55 (31) 3379-3004 ou presencialmente, no horário de atendimento ao público: às terças-feiras: 12:00 às 16:00 horas e quintas-feiras: 07:30 às 12:30 horas.

Se optar por participar da pesquisa, peço-lhe que rubrique todas as páginas deste Termo, identifique-se e assine a declaração a seguir, que também deve ser rubricada e assinada pela pesquisadora e pelas testemunhas.

DECLARAÇÃO

Eu, _____, abaixo assinado, de forma livre e esclarecida, declaro que aceito a participação do (a) aluno (a) na pesquisa como estabelecido neste TERMO.

Assinatura do (a) responsável

Caso haja um segundo responsável, pedimos também sua autorização.

Eu, _____, abaixo assinado, de forma livre e esclarecida, declaro que aceito a participação do (a) aluno (a) na pesquisa como estabelecido neste TERMO.

Assinatura do (a) responsável

Assinatura da Pesquisadora
Vivian Caroline Farias

Belo Horizonte, _____ de _____ de 2023.

Apêndice IV – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) para os Menores de Idade

Projeto CAAE: 65443722.9.0000.8507, aprovado pelo Sistema CEP/CONEP, em 28 de fevereiro de 2023.

Meu nome é Vivian Caroline Farias, sou mestranda no programa de Pós-Graduação em Educação Profissional Tecnológica no Centro federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET MG) e venho através deste documento solicitar a você, após consentimento do seu responsável, a permissão para aplicar durante as aulas de Química a pesquisa de nome “Bricks Braille Químico: Implicações pedagógicas para o ensino de Química a estudantes com deficiência visual”. E te convidar para uma possível participação.

Este convite só está ocorrendo após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), que é o órgão responsável por defender seus interesses, dignidade e integridade diante desta pesquisa.

Este documento se chama Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE). Com ele, eu, Vivian Caroline Farias e o meu orientador Dr. Alexandre da Silva Ferry, buscamos esclarecer o propósito da pesquisa, o seu funcionamento e como você estará envolvido (a).

Qualquer dúvida que surgir, você tem toda a liberdade de perguntar. Se após os esclarecimentos você não se sentir à vontade, a pesquisa não será aplicada, isso sem que haja qualquer incômodo da parte da pesquisadora e nem mesmo necessidade de que você esclareça os seus motivos.

O propósito da pesquisa será analisar as percepções de professores de Química, atuantes preferencialmente na Educação Profissional e Tecnológica, quanto ao uso de recursos didáticos, produzidos em um espaço *Maker*, para o ensino a estudantes com deficiência visual.

Especificamente, pretende-se identificar e discutir implicações pedagógicas das possibilidades de uso de um recurso didático, produzido por meio de tecnologias de prototipagem digital, para o ensino da Grafia Química Braille a estudantes com deficiência visual, tanto na perspectiva de professores de Química que não dominam o Sistema Braille quanto na de professores que dominam e fazem uso regular da Grafia Química Braille em sala de aula.

Você poderá contribuir para a pesquisa quando fizer um comentário ou uma pergunta e eu me concentrarei a entender os modos que ele utilizará o recurso didático para a interação. Como benefícios indiretos ao participante, será a contribuição com a sociedade, comunidade científica, comunidade de pesquisadores em Educação em Ciências. Como benefícios diretos, será a oportunidade de auxiliar no avanço do conhecimento e na identificação das implicações pedagógicas, das possibilidades de uso de recursos didáticos inclusivos e na utilização de

tecnologias de prototipagem digital, para o ensino da Grafia Química Braille a estudantes com deficiência visual.

Serão utilizados equipamentos como câmeras fotográficas e de filmagem e gravador de áudio focados nos comentários acerca da interação entre você e o recurso didático. Entendo que as gravações, podem causar a você algum tipo de incômodo. E por isso estarei atenta aos sinais negativos, interrompendo imediatamente a observação. Você também tem a liberdade de se direcionar a mim, pedindo que apague o conteúdo. Esse pedido pode ocorrer a qualquer momento. Logo após o ocorrido, por telefone ou em outro dia em que a pesquisa esteja sendo novamente aplicada. Ao fazer esse pedido, esclareço que não há necessidade de se justificar. Você será imediatamente atendido (a).

Entendo que os riscos decorrentes da participação dos revisores brailistas, professores e alunos são mínimos. Estes riscos restringem-se a: inibição, desconforto ou constrangimento por estar sendo filmado, fotografado, gravado e interrogado, cansaço físico e mental, ansiedade, impaciência por causa de uma possível demanda intelectual excessiva durante a entrevista ou grupo focal, dano à reputação dos participantes decorrente de uma possível perda do sigilo, anonimato ou confiabilidade durante a realização das entrevistas ou do grupo focal se forem realizados em local inadequado, com alta circulação de pessoas.

Outro risco à reputação dos participantes decorre de um possível acesso indevido aos registros feitos em arquivos audiovisuais das respostas dos participantes, feitos em arquivos de áudio e vídeos, e registros imagens realizados por fotografias, por pessoas que não integram a equipe de pesquisadores.

Além dos riscos mencionados que estão relacionados à pesquisa, consideramos como um eventual risco sanitário a possibilidade da contaminação pelo coronavírus, causador da Covid-19, durante o contato pessoal e possíveis manipulações de objetos, caso não sejam adotadas as medidas de proteção socialmente conhecidas, com os participantes tanto nas entrevistas ou no grupo focal.

Como medida preventiva para mitigar este risco, iremos adotar as medidas de proteção socialmente conhecidas, como distanciamento mínimo de 1,5 metro entre os participantes e pesquisadores, disponibilidade de álcool em gel 70% e máscara cirúrgica e manter o ambiente com boa ventilação.

Assumo com você, o compromisso de que esse material será utilizado unicamente para fins desta pesquisa e o acesso estará restrito a mim (a pesquisadora) e ao meu orientador. A sua imagem e a sua voz jamais serão vinculadas a qualquer tipo de mídia (redes sociais, jornais etc.). O material coletado durante a aula será transportado para um cartão de memória e guardado em um armário com chave no gabinete do professor orientador.

Você não terá nenhum custo com a pesquisa, nem receberá qualquer vantagem financeira.

Mas acredito que terá a oportunidade de refletir como os recursos didáticos utilizados por seu professor podem auxiliar a sua aprendizagem.

Se lhe restou alguma dúvida, tenha total liberdade de perguntar. Além disso, quero destacar que se concordar em participar da pesquisa hoje, no futuro você poderá desistir sem que haja quaisquer danos a você.

Como participante da pesquisa e de acordo com a legislação brasileira, você é portador de diversos direitos, além do anonimato, da confidencialidade, do sigilo e da privacidade, mesmo após o término ou interrupção da pesquisa. Farei a leitura desses direitos esclarecendo os significados das palavras e das frases.

Assim, lhe é garantido:

- A observância das práticas determinadas pela legislação aplicável, incluindo as Resoluções 466 (e, em especial, seu item IV.3) e 510 do Conselho Nacional de Saúde, que disciplinam a ética em pesquisa e este Termo;
- A plena liberdade para decidir sobre sua participação sem prejuízo ou represália alguma, de qualquer natureza;
- A plena liberdade de retirar seu assentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem prejuízo ou represália alguma, de qualquer natureza. Nesse caso, os dados coletados de sua participação até o momento da retirada do consentimento serão descartados a menos que você autorize explicitamente o contrário;
- O acompanhamento e a assistência, mesmo que posteriores ao encerramento ou interrupção da pesquisa, de forma gratuita, integral e imediata, pelo tempo necessário, sempre que requerido e relacionado a sua participação na pesquisa, mediante solicitação ao pesquisador responsável;
- O acesso aos resultados da pesquisa;
- A indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa;
- O acesso a este Termo. Este documento é rubricado e assinado por você, pela pesquisadora e por duas testemunhas, em duas vias, sendo que uma via ficará em sua propriedade. Se perder a sua via, poderá ainda solicitar uma cópia do documento a pesquisador responsável.

Assumo com você(s), o que consta nos Artigos 19 e 21, da Resolução CNS nº 510, de 07 de abril de 2016:

- Art. 19. O pesquisador deve estar sempre atento aos riscos que a pesquisa possa acarretar aos participantes em decorrência dos seus procedimentos, devendo para

tanto serem adotadas medidas de precaução e proteção, a fim de evitar danos ou atenuar seus efeitos.

- §1º Quando o pesquisador perceber qualquer possibilidade de dano ao participante, decorrente da participação na pesquisa, deverá discutir com os participantes as providências cabíveis, que podem incluir o encerramento da pesquisa e informar o sistema CEP/CONEP.
- §2º O participante da pesquisa que vier a sofrer qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa, previsto ou não no Registro de Consentimento Livre e Esclarecido, tem direito a assistência e a buscar indenização.

Qualquer dúvida ou necessidade – nesse momento, no decorrer da sua participação ou após o encerramento ou eventual interrupção da pesquisa – pode ser dirigida a mim, por e-mail: vivian.fisioterapia@hotmail.com, telefone (41) 99971-5276, pessoalmente ou via postal para Rua dos Crenaques, 435, apto 203, bloco 4, bairro Santa Mônica, em Belo Horizonte.

Se preferir, ou em caso de reclamação ou denúncia de descumprimento de qualquer aspecto ético relacionado à pesquisa, você poderá recorrer ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), vinculado à CONEP (Comissão Nacional de Ética em Pesquisa), comissões colegiadas, que têm a atribuição legal de defender os direitos e interesses dos participantes de pesquisa em sua integridade e dignidade, e para contribuir com o desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões éticos.

Você poderá acessar a página do CEP, disponível em: <http://www.cep.cefetmg.br> ou contatá-lo pelo endereço: Av. Amazonas, n. 5855 - Campus VI; E-mail: cep@cefetmg.br; Telefone: +55 (31) 3379-3004 ou presencialmente, no horário de atendimento ao público: às terças-feiras: 12:00 às 16:00 horas e quintas-feiras: 07:30 às 12:30 horas.

Se optar por participar da pesquisa, peço-lhe que rubrique todas as páginas deste Termo, identifique-se e assine a declaração a seguir, que também deve ser rubricada e assinada pela pesquisadora e pelas testemunhas.

DECLARAÇÃO

Eu, _____, abaixo assinado, de forma livre e esclarecida, declaro que aceito a participação do (a) aluno (a) na pesquisa como estabelecido neste TERMO.

Assinatura do Participante

Assinatura da pesquisadora
Vivian Caroline Farias

Belo Horizonte, _____ de _____ de 2023.

Se quiser (em) receber os resultados da pesquisa, indique o e-mail ou, se preferir (em), o endereço postal, no espaço a seguir:

Apêndice V – Termo de Autorização do Uso de Voz e Imagem

Eu, _____, de posse do **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO** da pesquisa intitulada “Bricks Braille Químico: Implicações pedagógicas para o ensino de Química para estudantes deficientes visuais”, após ter ciência e entendimento quanto aos: (i) riscos e benefícios que essa pesquisa poderá trazer e (ii) métodos que serão usados para a coleta de dados; e por estar ciente da necessidade da gravação de voz, filmagem e foto, **AUTORIZO**, por meio deste Termo, que a pesquisadora **Vivian Caroline Farias**, capture fotografia, filmagem e gravação de voz de minha pessoa ou do (a) _____, o (a) qual eu sou responsável legal, para fins EXCLUSIVOS da referida pesquisa científica e com a condição de que esse material, na sua forma original, não seja divulgado. Nessas condições, apenas o material derivado do original poderá, nos termos desta autorização, ser divulgado em meios científicos, tais como, teses, dissertações, trabalhos de conclusão de curso, artigos em periódicos, congressos e simpósios ou outros eventos de caráter científico-tecnológico – no sentido de preservar o meu direito ao ANONIMATO e demais direitos, como definido na regulamentação ética da pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil.

As fotografias, filmagens e gravações de voz ficarão sob a propriedade e a guarda da pesquisadora responsável pela pesquisa, Vivian Caroline Farias e somente esta e seu orientador, Alexandre da Silva Ferry, terão acesso aos arquivos.

Esta **AUTORIZAÇÃO** foi concedida mediante o compromisso da pesquisadora citada em garantir-me que:

1. a transcrição da gravação de minha voz me seja disponibilizada, caso a solicite;
2. os dados coletados serão usados exclusivamente para gerar informações para a pesquisa aqui tratada e outras publicações científicas dela decorrentes;
3. a minha identificação não será revelada em nenhuma das vias de publicação científica das informações geradas pela pesquisa;
4. a utilização das informações geradas pela pesquisa para qualquer outra finalidade não especificada no TCLE somente poderá ser feita mediante minha autorização;
5. os dados coletados serão armazenados por 5 (cinco) anos, sob a responsabilidade do(s) pesquisador(es) responsável(veis) pela pesquisa; e, após esse período, serão destruídos;
6. a interrupção de minha participação na pesquisa poderá ser feita a qualquer momento, sem nenhum ônus, mediante mera comunicação ao(à) pesquisador(a) responsável, que,

nesse caso, deverá providenciar a devolução (e adoção de medidas condizentes com essa situação) do material relacionado a esta autorização.

Valido esta autorização assinando e rubricando este documento em duas vias de igual teor e forma, ficando uma em minha posse.

_____, ____ de _____, ____.

Local e data

Nome completo do Participante da Pesquisa ou
Nome completo do Responsável Legal do Participante da Pesquisa

Assinatura do Participante da Pesquisa ou do
Responsável Legal do Participante da Pesquisa

Nome e Assinatura da Pesquisadora Responsável
Vivian Caroline Farias

Nome e Assinatura do Orientador Responsável
Alexandre da Silva Ferry

Apêndice VI – Roteiro das entrevistas semiestruturadas com os alunos com deficiência visual

Caracterização do perfil dos participantes da entrevista	Alunos cegos (do 9º ano), conhecedores do sistema Braille do Instituto São Rafael – MG.
Equipe de coordenação	Alexandre da Silva Ferry – Orientador e Vivian Caroline Farias – Mestranda
Encontro e condução da entrevista	<u>Duração prevista do encontro:</u> 1 encontro, com duração de 30 minutos. <u>Local:</u> Em sala individual do Instituto São Rafael – MG.
Aplicação do Questionário	Os estudantes manusearão o recurso com a mediação da pesquisadora e responderão as perguntas: - Esse recurso foi inspirado nos brinquedos de montar e encaixar, com peças de encaixe, podendo encaixar uma sobre as outras e/ou ao lado das outras, da empresa Lego. Você conhece os brinquedos da Lego? Já teve a oportunidade de brincar com eles? - Após a apresentação da base e de algumas peças, entregar o recurso para o entrevistado e perguntar se ele consegue reconhecer o Braille que está inserido nelas. Perguntar se o deficiente visual é capaz de reconhecer se a escrita está em maiúsculo ou minúsculo. - Você teve dificuldade em encontrar a posição correta de leitura da peça? - Solicitar ao deficiente visual para fazer o encaixe das peças na base, colocando-as uma ao lado da outra, de modo a ler CH. - Dar outra peça para o deficiente visual, corresponde a uma ligação covalente simples na horizontal, solicitar para que ele a manipule e a encaixe entre as peças da letra C e da letra H. Observação a ação do participante e se estiver com dificuldade de manusear as peças, intervir. - Você conseguiria montar a fórmula da água (H₂O)? Entregar para o participante as 3 peças correspondentes para que ele encaixe e monte a fórmula. - Apresentar duas fórmulas químicas montadas e solicitar para o participante realizar a leitura tátil de cada peça. Perguntar se ele é capaz de ter uma percepção total das fórmulas como um todo? Por exemplo: fórmula estrutural do CO₂, fórmula estrutural do etanol/álcool etílico e fórmula estrutural da amônia. - Apresentar duas equações químicas montadas e solicitar para o participante realizar a leitura tátil de cada peça. Perguntar se ele é capaz de ter uma percepção total das equações como um todo? Por exemplo: evaporação da água (H₂O líquido → H₂O gasoso) e (H₂ + Cl₂ → 2HCl) - Sobre o tamanho, altura e largura das peças, você as considerou adequadas para a realização das atividades que fizemos agora? Por quê? - O que você achou da altura e largura dos pontos Braille e a distância entre eles? Por quê? - Para você, como seria estudar química, com um professor utilizando este recurso em sala de aula? Por quê?

Apêndice VII – Roteiro das entrevistas semiestruturadas com os revisores técnicos braillistas com deficiência visual

Caracterização do perfil dos participantes da entrevista	Profissionais revisores braillistas com deficiência visual do Instituto Benjamin Constant – RJ.
Equipe de coordenação	Alexandre da Silva Ferry – Orientador e Vivian Caroline Farias – Mestranda
Encontro e condução da entrevista	<u>Duração prevista do encontro:</u> 1 encontro, com duração de 45 minutos. <u>Local:</u> Em sala individual do Instituto Benjamin Constant – RJ.
Aplicação do Questionário	Os revisores braillistas com deficiência visual manusearão o recurso didático, enquanto os pesquisadores observam e posteriormente farão perguntas sobre o BBQ. Ao término da análise dos revisores braillistas, os pesquisadores farão as perguntas: - Quais critérios você utilizou para realizar a validação do recurso didático? - Para você, enquanto revisor técnico braillista, o que é importante de se observar na avaliação do BBQ? - Você acha que esse recurso didático está adequado para ensinar a Grafia Química Braille para um estudante com deficiência visual? - Você acha que o emprego das cores no recurso didático apresenta algum papel relevante para o uso do recurso por professores videntes?

Apêndice VIII – Roteiro das entrevistas semiestruturadas com os professores com deficiência visual e videntes, conhecedores e usuários do Sistema Braille em suas práticas educativas

Caracterização do perfil dos participantes da entrevista	Professores com deficiência visual e videntes dos Institutos Benjamin Constant – RJ e São Rafael – MG.
Equipe de coordenação	Alexandre da Silva Ferry – Orientador e Vivian Caroline Farias – Mestranda
Encontro e condução da entrevista	<u>Duração prevista do encontro:</u> 1 encontro, com duração de 45 minutos. <u>Local:</u> Em salas individuais dos Institutos Benjamin Constant – RJ e São Rafael – MG.
Aplicação do Questionário	Perguntas para os professores videntes: -Você considera o uso do recurso interessante para o ensino da grafia química para estudantes com deficiência visual? -Você usaria esse recurso para ensinar grafia química braille em sala de aula? -Como o recurso poderia ser disponibilizado para você em sala de aula (quantidade de peças do BBQ e placas de encaixe)? - Sobre o tamanho, altura e largura das peças, você as considerou adequadas para a realização das atividades que fizemos agora? Por quê? - O que você achou da altura e largura dos pontos Braille e a distância entre eles? Por quê? - Você acha que o emprego das cores no recurso didático apresenta algum papel relevante para o uso do recurso por professores videntes? -Você tem alguma sugestão de melhoria e aprimoramento do recurso? Perguntas para os professores com deficiência visual: -Você considera o uso do recurso interessante para o ensino da grafia química para estudantes com deficiência visual? -Você usaria esse recurso para ensinar grafia química braille em sala de aula? -Como o recurso poderia ser disponibilizado para você em sala de aula (quantidade de peças do BBQ e placas de encaixe)? - Sobre o tamanho, altura e largura das peças, você as considerou adequadas para a realização das atividades que fizemos agora? Por quê? -O que você achou da altura e largura dos pontos Braille e a distância entre eles? Por quê? -Você tem alguma sugestão de melhoria e aprimoramento do recurso?

Apêndice IX – Roteiro dos Grupos Focais

COMPOSIÇÃO	
PARTICIPANTES	Professores da disciplina de Química da Educação Básica, Profissional e/ou Tecnológica, conhecedores ou não do Sistema Braille. <u>Critérios de inclusão:</u> Professores de Química, conhecedores ou não do Sistema Braille, atuantes na Educação Básica, Profissional e/ou Tecnológica. Esses que forem convidados e aceitarem a participar do minicurso e assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). <u>Critérios de exclusão:</u> Professores de disciplinas que não seja Química, não atuantes na Educação Básica, Profissional e/ou Tecnológica, indivíduos que não aceitem assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).
EQUIPE DE COORDENAÇÃO	2 pesquisadores: Alexandre da Silva Ferry - Orientador Vivian Caroline Farias – Mestranda
ENCONTRO DO GRUPO FOCAL	<u>Duração prevista do encontro:</u> 2 encontros, com duração de 3:00 horas cada. <u>Local:</u> No laboratório <i>Maker</i> do CEFET - MG, campus VI, reservado previamente com a diretoria do laboratório. <u>Realização:</u> 05 e 06 de julho de 2023.
FERRAMENTAS	
AMBIENTAÇÃO	Os professores se posicionarão em círculo juntamente com o mediador e a pesquisadora auxiliar. Em seguida, o mediador explicará sobre os temas e as questões a serem discutidas sobre os recursos didáticos inclusivos para o ensino de Química a estudantes deficientes visuais. O pesquisador auxiliar observará, fazendo registros de anotações, fotografias, vídeos e gravações de áudio pertinentes à pesquisa sobre o modo como os participantes percebem e compreendem sobre recursos didáticos inclusivos para ensino de Química a estudantes deficientes visuais, além das ideias e opiniões relativas ao tema discutido: Bricks Braille Químico: Implicações pedagógicas para o ensino de Química a estudantes com deficiência visual.

APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO	Inicialmente é aplicado um questionário com os participantes, o qual contém as seguintes perguntas: • Qual é a sua formação acadêmica inicial? • Você realizou alguma Pós Graduação? • Algum curso de Pós Graduação realizado foi na área da Educação ou do Ensino? • Você já teve a oportunidade de realizar algum curso na área da Educação Inclusiva? • Se sim, qual(is) curso(s)? • Qual é o seu tempo de experiência na Docência? • Em qual segmento educacional você atua? • Você atua ou já atuou na Educação Profissional Técnica de Nível Médio (EPTNM)? • Se sim, em qual(is) curso(s)? • Você tem ou já teve aluno (s) com deficiência visual? • Você tem ou já teve algum contato ou vivência com pessoas com deficiência visual: familiares, amigos, colegas de trabalho? • Assinale o grau de conhecimento que você tem sobre o Sistema Braille. • Assinale o grau de conhecimento que você tem sobre a Grafia Química Braille. Posteriormente, durante uma rodada de perguntas e discussões interativas com o primeiro grupo focal, os participantes respondem às seguintes perguntas: • Quais as suas experiências e desafios no ensino de Química em salas de aula inclusivas? • Vocês já tiveram alguma experiência em sala de aula envolvendo estudantes com deficiência visual? Como foi essa experiência? • Para aqueles que ainda não tiveram essa experiência: vocês já se imaginaram em sala de aula ensinando Química para um estudante cego? Como vocês imaginam essa situação? • Quais são os principais desafios que vocês consideram que enfrentariam ao ensinar Química para estudantes com deficiência visual? • Como vocês adaptariam seus materiais didáticos para atender às necessidades desses estudantes? • Que tipo de suporte você gostaria de receber para melhorar a inclusão de estudantes com deficiência visual na sua sala de aula? • Quais são as suas expectativas em relação ao uso da Grafia Química Braille? Por fim, durante o segundo grupo focal, após apresentar algumas fórmulas químicas montadas com o BBQ e explorar a usabilidade do recurso, sua qualidade, aspectos estéticos, funcionalidade e outros aspectos relevantes, é solicitado aos participantes que façam o reconhecimento de algumas fórmulas montadas nas bases de encaixe. - Em seguida os participantes respondem as seguintes perguntas: • Vocês conseguem me dizer quais são as substâncias representadas em cada base? • Qual é o tipo de fórmula química representada em cada uma? • O que vocês acharam do recurso BBQ? • Vamos montar algumas fórmulas? i. Fórmulas moleculares: H₂O, HCl, HBr, I₂, CH₃COOH, H₃PO₄ ii. Fórmulas estruturais condensadas: H₃CCH₂CH₃, C₆H₁₂O₆ iii. Fórmulas estruturais planas: CH₄, CH₃CH₂OH, CH₃COOH, CH₃COCH₃ iv. Fórmulas estruturais de linhas: butano, but-1-eno, but-2-eno, • Vamos montar uma equação química? i. Formação da amônia ii. Combustão do metano
---	--

	iii. Nitração do benzeno • Como você avalia a usabilidade do Bricks Braille Químico como recurso didático para o ensino de Química? • Quais são os pontos fortes do recurso? E os pontos a serem melhorados? • De que maneira o Bricks Braille Químico poderia ser integrado às suas práticas de ensino? - É solicitado para o grupo focal fazer a montagem de um kit básico para as aulas de Química, chamado de mini BBQ. Em seguida, são feitas as perguntas: • Quais peças e em quais quantidades você considera fundamentais para a composição de uma versão mini do Bricks Braille Químico para uso cotidiano em sala de aula? - Comparar os kits montados e as duplas deverão responder as perguntas: • Por que vocês escolheram essas peças? • Haveria alguma inscrição química que vocês gostariam de incluir nesse kit que não havia na caixa maior? • O que vocês conseguiriam trabalhar em sala de aula? • Vocês precisariam de algum tipo de apoio para usar esse recurso com um estudante cego em sala de aula? Que tipo de apoio? Por quê? • Por último, como vocês avaliam essa experiência do minicurso?
--	--

OPERACIONALIZAÇÃO

ATIVIDADES REALIZADAS COM OS GRUPOS FOCALIS NO MINI CURSO	Dia 1 do minicurso: Módulo 1 1. Apresentação, aplicação de questionário (formulário eletrônico) e grupo focal. • Apresentações pessoais, do Projeto Incluir-Ciência e do Lab Maker. • Apresentação da pesquisa do Mestrado. • Coleta das assinaturas nos TCLE. • Aplicação do questionário (<i>link</i> e QR Code). 2. Grupo Focal 1. • Iniciou-se uma discussão interativa sobre os desafios que os professores enfrentam no contexto da inclusão de estudantes com deficiência visual nas aulas de Química. • Explorou-se os aspectos relacionados ao acesso aos conteúdos, à integração dos estudantes com deficiência visual no ambiente escolar, à interação com os demais estudantes e à socialização. • Incentivou-se os participantes a compartilharem suas experiências pessoais e a discutirem possíveis estratégias para superar esses desafios. • Realizou-se uma rodada de perguntas e discussões com o grupo focal, registrando as percepções iniciais dos professores sobre suas experiências e desafios no ensino de Química em salas de aula inclusivas. 3. Apresentação de exemplos de recursos didáticos inclusivos:
---	---

	• Apresentação e uso do Quebra-cabeça iônico e do Braille vazado. • Discussão sobre as vantagens e limitações de cada recurso, estimulando os participantes a refletirem sobre o conceito de inclusão e sobre como adaptar e desenvolver materiais didáticos acessíveis. Módulo 2 4. Exposição inicial do Sistema Braille: • Explicação sobre a estrutura básica do Sistema Braille, incluindo a cela Braille e os símbolos utilizados para letras e algarismos. • Demonstração de como as células Braille são formadas e como os símbolos são combinados para formar palavras e números em Braille. • Fornecimento de materiais de apoio, como amostras de Braille impresso em papel, para que os participantes possam explorar o Sistema Braille visualmente e de forma tátil. 5. Introdução à Grafia Química Braille: • Apresentação da Grafia Química Braille como uma forma de representar estruturas químicas, símbolos e fórmulas químicas em Braille. • Abordagem dos seguintes aspectos gráficos da Grafia Química Braille (<i>Atividades com o Braille Vazado</i>): i. Elementos químicos: símbolos, número atômico e número de massa. ii. Representações de íons: carga positiva e carga negativa iii. Símbolos gráficos comuns em Química: - Índices de fórmulas - Estados físicos em equações iv. Fórmulas estequiométricas e fórmulas moleculares v. Reconhecimento de inscrições em papel 6. Atividade lúdica com o Braille Químico Vazado: • Organização da turma em duas equipes. • Distribuição das peças do jogo para cada equipe. • As equipes deverão fazer o revezamento de duplas a cada rodada. • Em cada rodada, é sorteada uma inscrição química que deverá ser reproduzida em braille pelos participantes. • Assim que uma dupla sinalizar o término da montagem da fórmula em braille, o mediador deverá interromper a atividade para conferir a correção da fórmula reproduzida. • Os pontos obtidos pelas duplas deverão ser registrados até o final da 10ª rodada. Dia 2 Módulo 3: 7. Aplicação da Grafia Química Braille: • Retomada da construção de fórmulas moleculares em braille. • Iniciada a construção de fórmulas estruturais condensadas. • Apresentação de exemplos de fórmulas estruturais planas nos slides para reconhecimento de elementos e diferentes formas de representação de ligações simples, duplas e triplas • Abordagem da representação de ligações covalentes simples, duplas e triplas, horizontais, verticais e oblíquas • Representação, a partir de projeções em slides, das fórmulas estruturais planas de: i. Alcanos
--	---

	ii. Alcenos iii. Alcinos iv. Funções oxigenadas v. Funções nitrogenadas vi. Compostos aromáticos (benzeno, naftaleno, antraceno, fenol, ácido benzoico, tolueno, anilina, benzaldeído, compostos dissustituídos, compostos trissustituídos) vii. Cicloalcanos • Atividade de reconhecimento de fórmulas em braille. • Atividade de representação de reações químicas em braille: i. Escrever a equação de neutralização do HCl e NaOH ii. Substituir o HCl pelo H₂SO₄ iii. Escrever a equação de precipitação do cloreto de prata a partir das misturas de solução de nitrato de prata e cloreto de sódio. Módulo 4: Grupo Focal 2 – Apresentação do Bricks Braille Químico • Apresentação do Bricks Braille Químico e explicação de como ele foi produzido. • Apresentação de algumas fórmulas químicas montadas com o BBQ e exploração da usabilidade do recurso, sua qualidade, aspectos estéticos, funcionalidade e outros aspectos relevantes. • Pedido para os participantes fazerem o reconhecimento de algumas fórmulas montadas nas bases de encaixe.
--	--

Apêndice X – Formulário inicial para os participantes do Minicurso e dos Grupos Focais

PERGUNTAS:

- 1 – Qual é o seu nome completo?
- 2 – Qual é a sua formação acadêmica inicial?
- 3 – Você realizou alguma Pós Graduação?
- 4 – Algum curso de Pós Graduação realizado foi na área da Educação ou do Ensino?
- 5 – Você já teve a oportunidade de realizar algum curso na área da Educação Inclusiva?
- 6 – Se sim, qual (is) curso (s)?
- 7 – Qual é o seu tempo de experiência na Docência?
- 8 – Em que segmento educacional você atua?
- 9 – Você atua ou já atuou na Educação Profissional Técnica de Nível Médio (EPTNM)?
- 10 – Se sim, em qual (is) curso (s)?
- 11 – Você tem ou já teve aluno (s) com deficiência visual?
- 12 – Você tem ou já teve algum contato ou vivência com pessoas com deficiência visual: familiares, amigos, colegas de trabalho?
- 13 – Assinale o grau de conhecimento que você tem sobre o Sistema Braille: i – conheço muito bem; ii – conheço pouco; iii – não conheço.
- 14 – Assinale o grau de conhecimento que você tem sobre a Grafia Química Braille: i – conheço muito bem; ii – conheço pouco; iii – não conheço.

Apêndice XI – Formulário de avaliação do Minicurso sobre a Grafia Química Braille

Caros participantes,

Agradecemos por terem participado do nosso minicurso sobre Grafia Química Braille. Queremos garantir que sua experiência tenha sido a mais satisfatória possível, e sua opinião é fundamental para isso.

Gostaríamos de convidá-los a compartilhar sua avaliação por meio deste formulário. Suas respostas nos ajudarão a entender melhor seus pontos de vista, suas percepções sobre a qualidade do curso e como podemos aprimorar futuras edições.

Por favor, leve alguns minutos para responder às perguntas sobre diferentes aspectos do minicurso, utilizando a escala *Likert* de 1 a 5. Sua opinião é valiosa para nós, pois nos permite ajustar e melhorar continuamente nossos cursos e recursos educacionais.

Valorizamos seu feedback e estamos empenhados em oferecer uma experiência de aprendizagem inclusiva e de alta qualidade. Com base nas suas avaliações, poderemos identificar áreas fortes e oportunidades de melhoria, garantindo que nosso trabalho atenda às suas expectativas e necessidades.

Agradecemos antecipadamente por seu tempo e dedicação ao preencher o formulário de avaliação. Seus comentários são importantes para nós e nos ajudarão a continuar aprimorando nossos cursos e recursos.

Por favor, indique seu grau de satisfação em relação aos seguintes aspectos do minicurso, utilizando a escala de 1 a 5, em que: 1 - Discordo totalmente 2 - Discordo parcialmente 3 - Neutro 4 - Concordo parcialmente 5 - Concordo totalmente

SOBRE A ORGANIZAÇÃO GERAL DO MINICURSO:

- 1 – A clareza e organização dos materiais apresentados foram adequadas.
- 2 – O tempo foi bem distribuído entre os diferentes módulos do minicurso.
- 3 – As atividades propostas foram relevantes e enriquecedoras.

SOBRE O CONTEÚDO E ABORDAGEM:

- 1 – O minicurso atendeu às minhas expectativas em relação ao aprendizado sobre Grafia Química Braille.
- 2 – O conteúdo apresentado foi relevante e abrangente.
- 3 – A abordagem utilizada facilitou a compreensão dos conceitos e técnicas relacionadas à Grafia Química Braille.

SOBRE A QUALIDADE DAS ATIVIDADES PRÁTICAS:

- 1 – As atividades práticas propostas foram úteis para o meu entendimento e prática da Grafia Química Braille.
- 2 – Os materiais e recursos utilizados nas atividades práticas foram adequados e facilitaram a aprendizagem.

SOBRE A APRESENTAÇÃO E COMUNICAÇÃO:

- 1 – A apresentação dos instrutores foi clara e envolvente.
- 2 – A comunicação dos instrutores foi eficiente e acessível.
- 3 – Os instrutores demonstraram conhecimento e domínio do assunto abordado.

SOBRE A RELEVÂNCIA PARA A MINHA PRÁTICA COMO PROFESSOR (A) DE QUÍMICA:

- 1 – O minicurso contribuiu para o meu entendimento da importância da inclusão de estudantes com deficiência visual no ensino de Química.
- 2 – Eu me sinto mais preparado (a) para utilizar a Grafia Química Braille em recursos didáticos e

práticas de ensino inclusivas.

SOBRE O RECURSO DIDÁTICO BRICKS BRAILLE QUÍMICO (BBQ):

Se você não souber avaliar alguma afirmação, assinale a última coluna “Não sei avaliar”.

1 – O BBQ foi útil para a minha compreensão dos conceitos e técnicas relacionadas à Grafia Química Braille.

2 – O BBQ possui qualidade e usabilidade satisfatórias.

3 – O BBQ pode ser integrado de forma efetiva às minhas práticas de ensino de Química inclusivas.

4 – O BBQ tem o potencial de facilitar o entendimento dos conceitos e estruturas químicas em Braille.

5 – O BBQ oferece possibilidades para promover a interação e participação dos estudantes com deficiência visual.

6 – O BBQ pode proporcionar uma experiência tátil enriquecedora para o aprendizado de Química.

7 – A qualidade dos materiais utilizados no BBQ é satisfatória.

8 – A funcionalidade do BBQ pode atender às minhas necessidades e expectativas dos estudantes com deficiência visual.

9 – O BBQ pode ser fácil de utilizar e manipular durante as atividades práticas.

10 – O BBQ possibilita a exploração de diferentes estruturas e representações químicas de forma clara e acessível.

11 – O BBQ tem potencial para despertar o interesse e engajamento dos estudantes com deficiência visual nas aulas de Química.

12 – O BBQ pode complementar de maneira eficaz as explicações e demonstrações realizadas pelos instrutores durante o minicurso.

13 – O BBQ pode ser utilizado de forma integrada a outros recursos didáticos, como áudio descrições ou materiais em Braille, para enriquecer ainda mais o aprendizado de Química pelos estudantes com deficiência visual.

*Se você tiver algum comentário adicional, sugestões ou observações sobre o minicurso, por favor, compartilhe conosco.

Apêndice XII – Transcrições das gravações da coleta de pesquisa com os alunos cegos do Instituto São Rafael – MG

PESQUISADORA: Você já ouviu falar no brinquedo de peças de encaixe da empresa Lego?

ALUNO 1: Sim.

PESQUISADORA: E o que você acha dele?

ALUNO 1: Eu acho legal! Já montei carro com as peças da Lego.

PESQUISADORA: Eu vou te apresentar uma placa que é uma base da Lego. Você já conhecia?

ALUNO 1: Não, nunca toquei nisso.

PESQUISADORA: Quero que você manuseie ela e me diga o que você está achando.

ALUNO 1: Bom, ela é quadrada e tem um monte de pininhos.

PESQUISADORA: Agora eu vou colocar na sua mão uma pecinha e quero que você me diga o que você consegue identificar nela, sendo que nela tem algo escrito em um braille representado maior do que você está acostumado a ler. Você consegue ler o que está escrito nela?

ALUNO 1: Essa é uma retangular, mas não estou conseguindo ler o que está nela.

PESQUISADORA: Eu vou te auxiliar... Essa é a posição certa para você fazer a leitura do braille, tem um corte na diagonal no canto superior direito da peça, ele sempre deverá estar nessa posição para você fazer a leitura.

ALUNO 1: Ah tem mesmo! É um H maiúsculo.

PESQUISADORA: Isso. Essa peça na química representa o elemento hidrogênio. Eu vou te dar uma segunda peça agora, ela é um pouco maior pois tem mais celas braille. Você consegue identificar o que está escrito nela?

ALUNO 1: Tem um B maiúsculo e um r.

PESQUISADORA: Isso. O que representa o elemento bromo na química.

Agora eu vou colocar mais outra peça na sua mão para você fazer a leitura tátil.

ALUNO 1: Esse aqui é um P maiúsculo.

PESQUISADORA: Isso. Você teve alguma dificuldade para encontrar a posição correta da leitura da peça?

ALUNO 1: Na primeira peça eu não tinha reparado, mas depois que foi me falado eu me localizei nas outras.

PESQUISADORA: Vou pedir para você encaixar as peças nessa placa/base que eu te apresentei no início, ok?

ALUNO 1: Eu nunca fiz isso antes... (participante tentou e conseguiu na segunda tentativa).

PESQUISADORA: Agora a outra peça você vai encaixar alinhada e ao lado da primeira peça que você acabou de encaixar.

ALUNO 1: (participante conseguiu encaixar na primeira tentativa de maneira correta)

PESQUISADORA: E agora a terceira peça para você encaixar ao lado das outras que você já encaixou.

ALUNO 1: Ah tá, essa aqui é a primeira que eu peguei, que é o H. (conseguiu encaixar adequadamente na primeira tentativa).

PESQUISADORA: Vou te dar mais uma peça para você fazer a leitura.

ALUNO 1: Essa aqui é o O maiúsculo.

PESQUISADORA: Isso.

ALUNO 1: Eu reparei que todas as letras são maiúsculas. Dava até para escrever palavras aqui com essas peças.

PESQUISADORA: Agora estou te apresentando uma peça que não representa nenhuma letra, você consegue me dizer quais são os pontos braille que estão nela?

ALUNO 1: Os pontos 24?

PESQUISADORA: Não. São os pontos 5 de uma cela braille e o 2 da outra cela braille. Então aí temos 2 celas braille nessa peça.

ALUNO 1: Parece que é uma cela só.

PESQUISADORA: Eu quero que você coloque essa peça entre duas peças que você já tinha

encaixado. Então você tem que tirar uma e colocar ela entre.

ALUNO 1: (participante conseguiu realizar adequadamente e sem dificuldades)

PESQUISADORA: Agora essa peça você faz ideia do que ela representaria?

ALUNO 1: Sinal de dois pontos?

PESQUISADORA: Parece mesmo o sinal de dois pontos, mas na verdade essa peça na grafia química braille ela representa o sinal de ligação química entre dois átomos.

Eu vou deixar aqui somente as duas peças de elementos químicos e a peça do sinal de ligação, você sabe qual fórmula química é essa?

ALUNO 1: H, dois pontos e O.

PESQUISADORA: O que está escrito aí na verdade é o H, ligação e O. Mas isso você vai estudar depois no ensino médio.

ALUNO 1: É a fórmula da água?

PESQUISADORA: É quase a fórmula da água. Vamos fazer o seguinte? Eu vou te dar 3 peças para você tentar montar a fórmula da água. Você sabe qual é a fórmula da água?

ALUNO 1: H₂O?

PESQUISADORA: Isso. Estou retirando então a peça da ligação simples daqui e vou te dar a peça com o número 2, só que esse 2 ele está subscrito porque é uma fórmula química.

ALUNO 1: Aqui são os pontos 23? Então vem o H primeiro, depois o 2 e o O no final.

PESQUISADORA: Isso. Agora pode encaixar as peças na placa/base.

ALUNO 1: (participante conseguiu realizar rapidamente e sem dificuldades).

PESQUISADORA: Você gostou dos encaixes das peças?

ALUNO 1: Gostei.

PESQUISADORA: Agora eu vou te dar uma outra placa/base, nessa daqui já tem 3 fórmulas químicas montada, elas são fórmulas estruturais e são mais complexas do que a fórmula da água. Você consegue fazer a leitura do braille nessas peças?

ALUNO 1: Como eu te falei, eu não aprendi química ainda.

PESQUISADORA: Não tem problema, você pode me falar apenas o que você conseguir reconhecer.

ALUNO 1: Aqui em cima tem H maiúsculo.

PESQUISADORA: E no meio dessa estrutura?

ALUNO 1: Tem H, sinal de dois pontos. Ah, eu esqueço que o sinal de dois pontos é a ligação química, tem também o C maiúsculo, aí tem a ligação de novo e no final um H maiúsculo.

PESQUISADORA: E mais para baixo, você consegue ler?

ALUNO 1: Estou achando confuso, tem que pensar muito para fazer essa leitura.

Aqui em baixo tem um l?

PESQUISADORA: Essa peça que parece a letra l, na grafia química braille ela representa também uma ligação simples na vertical.

ALUNO 1: Essa fórmula aqui é bem complexa.

PESQUISADORA: Agora passa para a próxima fórmula que está logo abaixo.

ALUNO 1: Tem H maiúsculo, O maiúsculo, sinal de igual.

PESQUISADORA: Parece mesmo o sinal de igual, mas na grafia química braille esse sinal significa uma ligação química dupla. Você tinha visto na fórmula anterior as ligações simples, essa daí é uma ligação dupla.

ALUNO 1: Entendi. Tem C maiúsculo, outra ligação dupla e um O maiúsculo.

PESQUISADORA: E a 3ª fórmula logo abaixo, você reconhece?

ALUNO 1: H maiúsculo, N maiúsculo, tem a letra l...

PESQUISADORA: Parece um l mas é a ligação simples na vertical.

O que você está achando do braille das peças?

ALUNO 1: Está bem legível.

PESQUISADORA: Agora eu vou te mostrar 2 placas/bases juntas, elas estão grudadas, nelas nós temos uma equação química montada. Você consegue reconhecer o que tem escrito nessas peças?

ALUNO 1: Essas coisas são mais tensas porque eu ainda não aprendi isso.

PESQUISADORA: Não tem problema.

ALUNO 1: Esses pontos 23 é o que mesmo?

PESQUISADORA: É o 2 subscrito na fórmula química.

ALUNO 1: Ah, então é H₂O. E aqui na frente é o que?

PESQUISADORA: Aí tem escrito o estado físico dessa água.

ALUNO 1: Líquido?

PESQUISADORA: Isso.

ALUNO 1: Aqui tem uma seta para a direita. Essa aqui eu já aprendi a fazer. Aí tem H₂O, gasoso.

PESQUISADORA: Isso mesmo. Então só para relembrar: está escrito H₂O líquido, aí seta para a direita, H₂O gasoso. Agora vamos para a equação de baixo.

ALUNO 1: Sinal de mais?

PESQUISADORA: Isso mesmo.

ALUNO 1: Então é H₂ + parece um C e um I?

PESQUISADORA: Isso mesmo. Que significa o elemento Cloro.

ALUNO 1: Aí tem de novo o número 2.

PESQUISADORA: Isso.

ALUNO 1: Seta para a direita de novo.

PESQUISADORA: Isso.

ALUNO 1: Agora tem o número 2 mesmo.

PESQUISADORA: Isso, sem estar subscrito.

ALUNO 1: Sim. Tem o sinal de número antes e está bem legível. Tem H e o Cloro novamente.

PESQUISADORA: Então relembrando a equação: H₂ + Cl₂, seta para a direita, 2HCl.

ALUNO 1: Parece equação de segundo grau.

PESQUISADORA: Mas é uma equação química.

O que você achou do tamanho da altura e da largura das peças?

ALUNO 1: Tamanho ideal, claro que as vezes varia né, mas estão no tamanho ideal.

PESQUISADORA: Você teve dificuldade de encaixar e desencaixar as peças?

ALUNO 1: Não. Foi tranquilo. A única dificuldade que eu tive foi saber o braille de algumas peças, porque eu não estudei química ainda.

PESQUISADORA: O que você achou da altura, largura e distância dos pontos braille?

ALUNO 1: A distância dá para perceber legal de que realmente está separando.

PESQUISADORA: Como você acha que seria estudar química com esse recurso didático?

ALUNO 1: Para mim a matéria é um tanto complexa né, só que nesse caso daria para a gente entender melhor.

PESQUISADORA: Você preferiria estudar com esse recurso didático ou em um livro em braille?

ALUNO 1: O bom do livro é que ele mostra o símbolo e às vezes explica o que é, né.

PESQUISADORA: O ensino com o livro você acredita que é mais fácil?

ALUNO 1: Depende do livro. Já para usar esse recurso aqui o professor tem que estar junto.

PESQUISADORA: Você já ouviu falar no brinquedo de peças de encaixe da empresa Lego?

ALUNO 2: Sim.

PESQUISADORA: E o que você acha dele?

ALUNO 2: Eu achei muito interessante, já montei várias coisas, de simples peças a gente consegue fazer diferentes coisas, né?! Vai da imaginação.

PESQUISADORA: Você teve a oportunidade agora que conhecer e manusear várias peças do recurso didático Bricks Braille Químico (BBQ). Foi tranquilo para você fazer a leitura e o reconhecimento do braille nas peças?

ALUNO 2: Foi. Bem tranquilo.

PESQUISADORA: Eu vou te dar uma peça agora na sua mão, o que está escrito nela?

ALUNO 2: Cl.

PESQUISADORA: Vou te dar outra peça.

ALUNO 2: Essa aqui é a letra g entre parênteses.

PESQUISADORA: Você conseguiu identificar com facilidade o indicador de posição de leitura das peças?

ALUNO 2: Consegui.

PESQUISADORA: Eu vou te dar 3 peças e quero que você monte a fórmula da água nesta base/placa que está em sua frente, nela você vai encaixar as peças.

ALUNO 2: É o CO₂?

PESQUISADORA: Não. Mas já que você quer montar o CO₂, então vamos montar ele.

ALUNO 2: (participante conseguiu identificar as peças, montar e encaixar a fórmula do CO₂ rapidamente e com facilidade).

PESQUISADORA: Perfeito. Agora vou pedir para você montar a fórmula do CO₂ um pouco diferente... Será O, dupla C, dupla O. Eu vou te dar as peças para te ajudar.

Você vai precisar de uma peça C, duas peças O e duas peças que cada uma representa uma ligação dupla.

ALUNO 2: O C vai no meio?

PESQUISADORA: Isso.

ALUNO 2: (participante conseguiu identificar as peças, porém precisou de ajuda do mediador para montar a fórmula corretamente).

PESQUISADORA: Eu vou te apresentar agora uma outra placa com duas fórmulas químicas já montadas para você fazer a leitura delas.

ALUNO 2: Aqui tem um H, o que ele é?

PESQUISADORA: O H é hidrogênio.

ALUNO 2: Ah tá. Então no caso aqui tem hidrogênio, ligado no nitrogênio, depois ligado de novo no hidrogênio.

PESQUISADORA: Isso. Agora essa peça que você está passando a mão em cima e que você está em dúvida do que ela representa, ela é uma ligação simples na vertical.

Essa é a fórmula de uma substância chamada amônia.

ALUNO 2: Entendi.

PESQUISADORA: Agora tem uma outra fórmula, você pode começar a leitura dela de qualquer parte dela. O importante é você sentir a estrutura da fórmula toda, para você se localizar porque ela é bem grande.

ALUNO 2: No caso aqui tem hidrogênio, está ligado com C, ligado com hidrogênio novamente.

PESQUISADORA: Isso. Você conseguiu reconhecer todas as peças?

ALUNO 2: (participante realizou a leitura das peças dos elementos químicos H, C, O, ligação simples na vertical e ligação simples na horizontal, porém aquelas que possuem a simbologia da grafia química braille ele teve dificuldade e precisou da explicação do mediador).

PESQUISADORA: Essa substância que você acabou de fazer a leitura é muito conhecida, é o etanol. Você conseguiu ter uma percepção total da fórmula química?

ALUNO 2: Sim, mas se eu tivesse conhecimento de química teria sido mais fácil.

PESQUISADORA: Eu vou trocar a placa agora, ela é maior, são duas placas juntas e você vai fazer a leitura de uma equação química. Você percebe que tem uma sequência de fórmulas químicas com alguns espaços entre elas?

ALUNO 2: Sim.

PESQUISADORA: Vamos tentar fazer a leitura delas?

ALUNO 2: Esse ponto e vírgula aqui é o que?

PESQUISADORA: Parece que é um ponto e vírgula, mas na grafia química esse símbolo é o número 2 subscrito.

ALUNO 2: Ah tá. Então no caso aqui é H, ponto e vírgula...

PESQUISADORA: Que é o número 2 subscrito.

ALUNO 2: Essas nomenclaturas de química que eu não sei... Aqui tem uma ligação na vertical?

PESQUISADORA: Não, aí não é ligação não, aí tem a letra l entre parênteses.

ALUNO 2: Ah tá.

PESQUISADORA: Aí a gente está dizendo que a água está no estado líquido.

ALUNO 2: Aqui tem ligação na horizontal?

PESQUISADORA: Não, não é ligação.

ALUNO 2: Ah, é o número 3?

PESQUISADORA: Também não é. É uma seta para a direita. Reconhece?

ALUNO 2: Ah... (participante teve dúvidas)

PESQUISADORA: Essa equação está representando a transformação da água líquida na gasosa. Que é o fenômeno da evaporação.

ALUNO 2: Ah tá.

PESQUISADORA: Agora vamos para a próxima equação...

ALUNO 2: Esse aqui é o H₂, sinal de mais, Cl₂, seta, tem o número 2 aqui, tem o hidrogênio e o Cl.

PESQUISADORA: Isso. Perfeito. Baseado nessa experiência que você teve com as peças, o que você acha sobre o tamanho, a altura e a largura das peças? Você acha que esse tamanho fica bom para trabalhar em sala de aula?

ALUNO 2: Tranquilo. Bem tranquilo.

PESQUISADORA: Você conseguiria aprender química usando essas peças?

ALUNO 2: Sim.

PESQUISADORA: O que você achou dos pontos braille das peças? Com relação ao tamanho, largura, espaçamento entre eles?

ALUNO 2: Está muito bom, até para quem é vidente né.

PESQUISADORA: Como seria para você estudar química com um professor utilizando esse recurso didático?

ALUNO 2: Seria tranquilo, bem tranquilo. Porque o professor iria me explicar e aí seria mais fácil, né. E aqui com o BBQ está exemplificado também, dá para entender perfeitamente.

PESQUISADORA: Você acabou de conhecer algumas peças do recurso didático BBQ, você consegue fazer a leitura delas?

ALUNO 3: Essa peça aqui é o S.

PESQUISADORA: Não. Parece ser o S porque você manuseou a peça na posição errada. Você consegue perceber que tem um indicador de posição de leitura no canto superior direito da peça?

ALUNO 3: Ah sim. Eu tinha falado que era um S mas então é a letra O.

PESQUISADORA: Isso. Perfeito. Eu vou te dar mais uma peça para você fazer a leitura.

ALUNO 3: Esse aqui é um H.

PESQUISADORA: Isso. Agora vou te dar outra peça...

ALUNO 3: Essa é um Cl.

PESQUISADORA: Certinho. Eu vou te mostrar uma placa, ela é grande e ela tem vários pinos para você encaixar essas peças que você acabou de manusear.

ALUNO 3: (participante conseguiu fazer o encaixe das peças na placa/base sem dificuldades e com rapidez).

PESQUISADORA: Isso.

ALUNO 3: Tem algumas peças que encaixam melhor e outras ficam um pouco frouxas, né?

PESQUISADORA: Você consegue ler a sequência dessas peças que você encaixou nessa placa?

ALUNO 3: Cl, essa peça aqui eu não sei o que é...

PESQUISADORA: Essa peça aí na química significa uma ligação.

ALUNO 3: Parece dois pontos.

PESQUISADORA: São duas celas, é o ponto 5 da primeira cela e o ponto 2 de outra cela.

Você conhece a fórmula da água?

ALUNO 3: H₂O?

PESQUISADORA: Isso. E você saberia montar essa fórmula utilizando essas peças? Eu vou te dar 3 peças na sua mão, consegue montar?

ALUNO 3: Eu acho que é assim... (participante conseguiu montar e encaixar a fórmula da água rapidamente e sem dificuldades).

PESQUISADORA: Perfeito. Agora eu vou te mostrar duas fórmulas químicas, grandes, para você fazer a leitura delas, ok?!

ALUNO 3: Ah meu Deus, o que é isso aqui? H, ligação simples, C e outro C, outro O de novo e aqui tem um H.

PESQUISADORA: Você percebeu que nos dois C que você leu tem uma ligação para cima e outra para baixo? Passa a mão de novo.

ALUNO 3: (participante precisou do auxílio do mediador para conseguir fazer a leitura de toda a fórmula e identificar as peças de ligação).

PESQUISADORA: Você consegue contar quantos átomos tem nessa fórmula?

ALUNO 3: O que é átomo?

PESQUISADORA: Cada pecinha que você falou H, C, O, é um átomo.

ALUNO 3: Tem 9 átomos.

PESQUISADORA: Perfeito. Agora veja a próxima fórmula, a de baixo.

ALUNO 3: Essa primeira peça é um H, essa segunda peça eu não tenho a mínima ideia.

PESQUISADORA: É um N.

ALUNO 3: Ah, nitrogênio!

PESQUISADORA: Isso!

ALUNO 3: Essa aqui é hidrogênio.

PESQUISADORA: Isso. E tem mais uma em baixo do N.

ALUNO 3: Essa aqui é um H.

PESQUISADORA: Isso.

ALUNO 3: Essa aqui é H de que?

PESQUISADORA: De hidrogênio. Tem 3 hidrogênios nessa fórmula, você consegue apontar os três para mim?

ALUNO 3: (participante conseguiu apontar os três hidrogênios rapidamente). Essa fórmula aqui é o que?

PESQUISADORA: É uma substância chamada amônia.

ALUNO 3: Me dá um exemplo?

PESQUISADORA: Ela está presente em alguns produtos de limpeza. Posso mudar a placa agora para você ler outras fórmulas?

ALUNO 3: Sim.

PESQUISADORA: Nessa placa aqui, ela é maior, agora temos aqui uma equação química.

Nela tem algumas fórmulas químicas, alguns espaços, sinal de + e tem seta para a direita.

ALUNO 3: Essa peça é um H... (participante não soube reconhecer o número 2 subscrito e nem o sinal de +, precisou do auxílio do mediador).

Depois tem o Cl, número 2... (participante não soube reconhecer a peça da seta para a direita, precisou do auxílio do mediador).

PESQUISADORA: E depois da seta?...

ALUNO 3: Número 2, H e Cl.

O que isso quer dizer?

PESQUISADORA: Isso. Então você acabou de ler: $H_2 + Cl_2$, se transforma em $2HCl$. É o ácido clorídrico, um ácido perigoso que utiliza para limpezas. Mas isso tudo você vai estudar ainda mais para frente.

ALUNO 3: Agora a equação de cima tem H_2 , O, l entre parênteses.

PESQUISADORA: Isso, água líquida.

ALUNO 3: Ah sim. Aí tem a seta para a direita, H, 2, O de novo e um g entre parênteses.

PESQUISADORA: Sabe o que esse g representa?

ALUNO 3: Não sei.

PESQUISADORA: G de gasoso.

ALUNO 3: Ah tá.

PESQUISADORA: Agora considerando toda essa experiência que você teve manuseando essas peças, o que você achou do tamanho, largura e alturas dessas peças?

ALUNO 3: Achei legal.

PESQUISADORA: Você acha que dá para trabalhar em sala de aula com elas?

ALUNO 3: Dá sim.

PESQUISADORA: E sobre os pontos braille você achou que dá para ler ou foi muito difícil?

ALUNO 3: Dá para ler.

PESQUISADORA: Teve alguma peça que você achou que o braille estava muito confuso?

ALUNO 3: Algumas, mas é porque eu estava lendo na posição errada. Mas com um pouco de treino dá para ler perfeitamente.

PESQUISADORA: E o marcador que indica a posição de leitura, ele ajuda?

ALUNO 3: Ajuda.

PESQUISADORA: E para você, como seria estudar química se o professor utilizasse esse recurso didático nas aulas?

ALUNO 3: Seria mais fácil. Porque eu já estudei química sem isso e foi difícil.

PESQUISADORA: Você teve dificuldade em que?

ALUNO 3: Em tudo, porque na escola que eu estudava não tinha nada de braille, então eu ficava só escutando as aulas. Isso que eu adoro ciências, é a minha matéria favorita.

Apêndice XIII – Transcrições das gravações da coleta de pesquisa com os Revisores Técnico Brailistas e Professores do Instituto Benjamin Constant – RJ

PESQUISADORA: você considera o uso do recurso interessante para o ensino da grafia química para estudantes com deficiência visual?

PROFESSOR 1: sim! muito importante.

PESQUISADORA: Porquê?

PROFESSOR 1: Ele é em formato de jogo, então ele tem a parte da ludicidade, de você poder brincar. Parecem com peças de um jogo, de um lego, de montagem, então tem essa parte lúdica e você consegue juntar boa parte do Braille, então tem toda a simbologia das letras que eles (os deficientes visuais) já conhecem e fica mais fácil de montar as estruturas químicas, as reações em química usando a placa, né?! Então como é só de encaixe fica mais simples de usar, de montar e do entendimento do todo, de como é aquela molécula para os alunos.

PESQUISADORA: Na sua visão de professor de Química, você acredita que é mais fácil fazer essa montagem das fórmulas equações químicas através do Bricks ou através da reglete?

PROFESSOR 1: Através do Bricks, né! Na reglete até as moléculas mais simples ficam complexas de escrever né?!

PESQUISADORA: Você usa muito a reglete?

PROFESSOR 1: Uso! Por que é o instrumento que eles (os deficientes visuais) têm. Por exemplo, no curso de revisor brailista, que tem a disciplina de grafia química braille 1 e 2, eles têm que saber reconhecer, eles têm que ter uma boa leitura para reconhecer os sinais de ligação, rebaixada, entender o que é o índice de fórmula química, coeficiente estequiométrico, se tem espaço ou não, seta... Então eles têm que ler corretamente porque se tiver escrito errado eles têm que apontar pro transcritor pra esse corrigir.

PESQUISADORA: É mais importante para eles saber ler e reconhecer? A escrever menos?

PROFESSOR 1: sim! Escrever menos, mas eles também fazem a escrita. Como eles estão tendo a chance de ter essa disciplina com um professor de Química, a gente treina também essa parte de escrita porque eu acho que fixa melhor, eu acho que ajuda na fixação até do futuro trabalho deles enquanto revisão. Então, pra mim, é muito importante que eles saibam ler porque vai ser o trabalho deles, de pegar os materiais prontos e saberem se tá correto se não tá, então eu foco muito na leitura, tanto é que as avaliações eu levo coisas impressas pra eles pra eles acharem erros.

PESQUISADORA: Agora, o recurso a gente criou pensando no professor de química, que vai ensinar Química, que é um pouco diferente do seu caso, embora você seja um professor de química, você tá ali pra ensinar a grafia química braille especificamente. Você acha que esse recurso poderia ser útil também nessa disciplina?

PROFESSOR 1: Sim! Total! Totalmente! Até porque no caso, vamos supor: se eu pedisse pra eles montarem, eles conseguiriam montar ali, esperaria que eles conseguiriam montar ali muito mais facilmente do que na reglete. Que é como eu peço, eu tenho tido essa dificuldade com a com a minha aluna atual porque, como você pra escrever a molécula tem que ficar pensando antes de escrever na reglete, você tem que pensar quantas linhas eu vou usar... Vão ser 5, 6?!... Porque tem a ligação vertical, pra cima, pra baixo...

PESQUISADORA: Para um plano comum no mínimo 5 linhas!

PROFESSOR 1: Exato! Então assim, aí complica isso na reglete. Então eles têm essa complicação e quando eles escrevem, geralmente fica desalinhado.

PESQUISADORA: Eles usam aquela reglete de bolso?

PROFESSOR 1: É, a de 4... A negativa completa.

PESQUISADORA: E quando o aluno está utilizando a reglete para escrever e ele erra?

PROFESSOR 1: Ele apaga e escreve de novo... O cego ele mesmo abaixa o braille que ele escreveu e fica passando o dedo para perceber se ficou perceptível ou não. Mas no caso do Bricks isso tudo ficaria mais facilitado. O aluno errou? Ele vai, tira a peça, desconecta e encaixa novamente no lugar correto. Então, facilitaria e muito nesse aspecto.

PESQUISADORA: Então você usaria o Bricks Braille Químico para ensinar a Grafia Química Braille?

PROFESSOR 1: Sim! Com certeza!

PESQUISADORA: Como esse recurso didático poderia ser disponibilizado para você em sala de aula, com relação a quantidade das peças e as placas de encaixe?

PROFESSOR 1: Então, se vocês disponibilizarem o Bricks em software aberto tem como pegar, imprimir pela impressora 3D que a gente tem disponível aqui no Instituto Benjamin Constant.

PESQUISADORA: E qual é a quantidade de placas de encaixe que você acha o ideal para você utilizar em sala de aula com os alunos?

PROFESSOR 1: Placas: 2 eu acho que já dá pra escrever bastante coisa né?! Falando em termos de Instituto Benjamin Constant, eu diria que 2 placas por turma já está ótimo, porque os alunos desse curso, especificamente. Agora claro, para eles (os alunos) montarem juntos, ao mesmo tempo, o ideal é de que cada aluno tivesse 2 placas, né?! No caso de montagem, mas não é uma turma grande, acho que dificilmente eu teria uma turma nesse curso de 10 alunos.

PESQUISADORA: Sobre o tamanho, a altura e a largura das peças, você as considerou adequadas para a realização das atividades que fizemos agora? Por que?

PROFESSOR 1: Sim. Achei o tamanho ideal, não tá tão grande, não tá tão pequeno, os cegos conseguiram ler bem o braille, ficou nítido, achei tamanho perfeito!

PESQUISADORA: A altura e a largura dos pontos braille e a distância entre eles, o que você achou?

PROFESSOR 1: Eu acho, visualmente, pra mim ficou ótimo, ficou perfeito e com aprovação que eu vi dos revisores brailistas que você testou, eu já vi que também tá super adequado.

PESQUISADORA: Você acha que o emprego das cores no recurso didático Bricks Braille Químico apresenta algum papel relevante para o uso do recurso por professores videntes?

PROFESSOR 1: Sim! Achei muito bacana essa diferenciação que vocês deram, pois ajuda e auxilia o professor a não ter todas as peças iguais, monocromáticas. Então facilita ele achar o carbono, oxigênio, cloro e os outros elementos químicos, as ligações e inclusive pode usar isso da cor, se estiver numa aula, numa escola regular inclusiva, com todos os alunos, acho que os alunos vão perceber melhor essa conexão.

PESQUISADORA: Você tem alguma sugestão de melhoria e aprimoramento do recurso?

PROFESSOR 1: Não... Tá top demais!

PESQUISADORA: Sobre os aspectos físicos das peças do Bricks Braille Químico, a textura, o material, o que você achou?

PROFESSOR 1: Achei ótimo! Vocês usaram o PLA e o ABS que são baratos para comprar, fácil de reproduzir, vocês se preocuparam com isso... Tem essa preocupação de que as pessoas tenham acesso ao material, então achei isso muito legal. É um custo baixo, é só pegar e imprimir, achei muito tranquilo. Esse recurso é durável, é para a vida toda, as peças não quebram, tem segurança.

PESQUISADORA: O que você achou da aparência estética do Bricks Braille Químico?

PROFESSOR 1: Achei lindo! Eu adorei o cuidado de vocês, porque isso é muito levado em conta, o cuidado de vocês com a caixa onde o material fica guardado, com o armazenamento do material, com essa coisa de você pegar a caixa levar pra sala de aula e retornar com tudo ali dentro da caixa. Também, dentro da caixa de vocês tem divisórias, as etiquetas de identificação com a grafia comum nas peças, então esse cuidado todo, que as vezes é muito negligenciado, e vocês se preocuparam com isso. Não foi só uma coisa assim, eu fiz, tá aqui, eu vou levar em um saco plástico, não. Vocês tiveram toda essa preocupação, então achei ótimo!

PESQUISADORA: E sobre os materiais, tanto o PLA quanto o ABS, que são dois tipos de plásticos, você que isso pode vir a ser prejudicial para as pessoas ou para o meio ambiente?

PROFESSOR 1: Não! Nesse quesito eu prefiro o PLA, por ele ser biodegradável, compostável.

PESQUISADORA: Para fazer uma fórmula ou uma equação química é utilizado várias folhas, e o que são feitas com essas folhas?

PROFESSOR 1: São descartadas.

PESQUISADORA: E o que você acha do uso do Bricks com relação ao uso de folhas para serem utilizados para a mesma finalidade?

PROFESSOR 1: O Bricks tem essa vantagem, pois o Bricks você reutiliza né, embora as folhas que utilizamos no Instituto Benjamin Constant são recicladas, a gente tem uma empresa que vem

buscar as folhas e fazem essa reciclagem.

PESQUISADORA: Eu vou te apresentar um recurso didático, chamado de Bricks Braille Químico (BBQ), ele foi inspirado nas peças do brinquedo Lego e foram modeladas em um software 3D. Essa é uma base/placa da Lego mesmo e está com uma fórmula química já montada com as peças do BBQ, está vendo?! Os conteúdos de química são tranquilos para você?

PROFESSOR 2: Não muito!

PESQUISADORA: Não tem problema, eu vou te explicar.

PROFESSOR 2: É que eu dou aula para o 9º ano e eu não ensino muito sobre a química, então eu acabo esquecendo né.

PESQUISADORA: Mas no 9º ano você trabalha algum assunto da química?

PROFESSOR 2: Sim. Fórmulas moleculares, número atômico, número de massa...

PESQUISADORA: Com esse recurso a gente consegue montar fórmulas moleculares. Aqui nessa placa temos uma fórmula estrutural plana representada. Você consegue reconhecer essa fórmula?

PROFESSOR 2: Olhando as etiquetas que tem nas peças, sim!

PESQUISADORA: E como você pode perceber, tem várias cores nas peças, cada cor representa um elemento químico, por exemplo. Deixa-me te mostrar outros, olha, esse aqui é o oxigênio, esse o nitrogênio, fósforo, tem o iodo, o bromo, enxofre, esses aqui em cinza são símbolos específicos da grafia química braille. Nós fizemos os elementos mais comuns que utilizamos em sala de aula, principalmente de compostos orgânicos.

No geral você consegue reconhecer essa estrutura?

PROFESSOR 2: Estou vendo aqui que tem o hidrogênio, cloro e o carbono.

PESQUISADORA: Tem a ligação dupla também.

PROFESSOR 2: Sim, sim.

PESQUISADORA: Então, dá para montar fórmulas estruturais como essa e fórmulas moleculares também porque temos algumas peças para representar os números, os índices de fórmula.

PROFESSOR 2: Acho que fica bem legal né, para eles (os alunos) poderem entender. Essas peças foram feitas em 3D?

PESQUISADORA: Sim, foram impressas nas impressoras 3D.

PROFESSOR 2: Nossa, que legal!

PESQUISADORA: Você reparou que tem um corte na diagonal, no canto superior direito das peças?

PROFESSOR 2: Sim. É para guiar os cegos, para eles saberem a posição para fazer a leitura?

PESQUISADORA: Isso.

PROFESSOR 2: Essas peças parece um Lego de verdade né?!

PESQUISADORA: Sim, mas a peça do Lego tem um acabamento mais liso, mais uniforme. Acredito que seja por conta do material e do modo que a empresa Lego produza as peças.

PROFESSOR 2: Eu tenho um aluno que é cego, ele faz tudo com essas peças de blocos, ele faz brinquedos, faz tudo! Esse recurso aqui ele iria amar aprender com isso aqui, nossa!

Na feira de ciências ele fez as lixeiras com as peças de lego, só que aquelas peças grandes. Ficou muito legal! Então, eu tenho certeza que ele iria aprender química com o BBQ.

PESQUISADORA: E as cores que utilizamos para fazer as peças desse recurso, foram pensadas para auxiliar os professores que não estão familiarizados ainda com o braille.

PROFESSOR 2: E para os alunos com baixa visão também pode ajudar!

PESQUISADORA: Sim. Eu vou te fazer algumas perguntas, ok?

Considerando toda a sua experiência como professora de Ciências, se imaginando em sala de aula como professora de alunos com deficiência visual, a sua opinião é muito importante para nós entendermos o uso do BBQ sob a sua perspectiva.

Você tem conhecimento do braille e da Grafia Química Braille?

PROFESSOR 2: Sim.

PESQUISADORA: Você faz o uso regular da Grafia Química Braille?

PROFESSOR 2: Não muito. Porque estou dando aula para o 9º ano.

PESQUISADORA: Você considera o uso do BBQ interessante para o ensino da Grafia Química Braille para estudantes com deficiência visual?

PROFESSOR 2: Muito! É bem lúdico, acho que será muito útil.

PESQUISADORA: Você usaria o BBQ para ensinar os seus alunos?

PROFESSOR 2: Com certeza! Gostaria inclusive.

PESQUISADORA: Como você acha que seria a reação dos alunos quando você apresentar o BBQ para eles?

PROFESSOR 2: Depende muito do aluno, tem aquele aluno que iria querer brincar, né. Mas é sempre bom ter um recurso lúdico, eles gostam, é diferente, eles se interessam, é muito mais interessante do que ensinar somente no papel.

PESQUISADORA: Você acha que os alunos com deficiência visual ficam entusiasmados quando o professor leva um recurso didático tátil para o ensino?

PROFESSOR 2: Sim. Eu sempre levo, então eles já estão acostumados. Uma experiência química, por exemplo, eles gostam mais... Por exemplo o barulho do bicarbonato no vinagre eles adoram, a gente tem os materiais táteis específicos para cegos que eles estão acostumados.

PESQUISADORA: E quando o experimento tem a necessidade de observação visual, como você faz?

PROFESSOR 2: Olha, eu geralmente não faço. Mas tem professor que faz e pede para o aluno com baixa visão descrever para o aluno cego.

Eu não gosto de fazer porque acho que o aluno cego pode se sentir excluído daquilo.

PESQUISADORA: E o que você achou da ideia das cores do BBQ?

PROFESSOR 2: Achei interessante para os alunos com baixa visão e para os professores também, até mesmo os professores videntes que sabem braille muito bem, eles nunca serão fluentes igual um indivíduo cego, por exemplo. Até eu quando recebo um material em braille, eu analiso e escrevo em tinta por cima do braille, para facilitar e agilizar.

PESQUISADORA: Como o BBQ poderia ser disponibilizado para você em sala de aula, no sentido de quantidade de peças e placas/bases?

PROFESSOR 2: Placas eu acho que seria legal 1 por aluno, as peças eu acredito que a quantidade que vocês fizeram está excelente. Pode colocar um kit do BBQ no meio dos alunos e eles utilizarem de modo compartilhado.

PESQUISADORA: Sobre o tamanho, altura e largura das peças do BBQ, você considera que elas estão adequadas?

PROFESSOR 2: Sim. As placas são fáceis de pegar com as duas mãos, está no tamanho ideal, é leve, pode também ter 2 placas para montar estruturas químicas maiores e juntá-las quando for necessário.

PESQUISADORA: Você costuma fazer atividades em duplas com os alunos?

PARTICIPANTE: Sim.

PESQUISADORA: E você acha que daria para fazer atividades em dupla com os alunos com deficiência visual, utilizando o BBQ?

PROFESSOR 2: Eu acho que sim, eles podem conversar sobre quais peças pegar, a posição, como encaixar...

PESQUISADORA: O que você achou da altura, largura e a distância dos pontos braille?

PROFESSOR 2: Então, para mim está ótimo, mas eu sou vidente né, o importante é o que os cegos acham, porque eu sei que tem toda uma norma do braille.

PESQUISADORA: Você tem alguma sugestão de melhoria e/ou aprimoramento do BBQ?

PROFESSOR 2: Não, não tenho não. Talvez somente a ideia de conseguir juntar a placa mesmo.

PESQUISADORA: Estou te apresentando, colocando em sua frente para você manipular, uma base, a placa do brinquedo chamado Lego, nela você consegue encaixar as peças desse brinquedo. Você conhece o brinquedo Lego?

REVISOR BRAILLISTA 1: Sim, conheço.

PESQUISADORA: Nós modelamos umas pecinhas no software de modelagem tridimensional e imprimimos na impressora 3D, então eu vou te dar uma pecinha aqui para você reconhecer essa peça e tentar ler a inscrição braille que está nela, consta uma letra aí.

REVISOR BRAILLISTA 1: A letra está em maiúsculo?

PESQUISADORA: Sim, está em maiúsculo. Então são duas celas braille.

REVISOR BRAILLISTA 1: Então é a letra H.

PESQUISADORA: Isso. Você notou que há um marcador de posição na peça?

REVISOR BRAILLISTA 1: Sim. Mas esse braille está muito grande.

PESQUISADORA: Mas eu vou te explicar o porquê desse tamanho... A base do Lego, que é essa base que eu te mostrei, para fazer o encaixe dessa peça, ela tá seguindo mais ou menos o tamanho da base. Tenta encaixar essa pecinha na base... Pode ser em qualquer lugar que você quiser encaixar... Pode também fazer força... Isso! Então aí está a letra H. Eu vou te dar mais outra peça (letra O) ...

REVISOR BRAILLISTA 1: Letra O...

PESQUISADORA: Isso.

REVISOR BRAILLISTA 1: Pode encaixar?

PESQUISADORA: Pode encaixar bem ao lado do H... Vou te dar outras 2 peças agora... Essas são maiores até, são de 3 celas braille...

REVISOR BRAILLISTA 1: Então seriam maiúsculas, a letra C com a letra l?

PESQUISADORA: Isso! O que representa o elemento cloro.

REVISOR BRAILLISTA 1: Isso, isso!

PESQUISADORA: O encaixe tá tranquilo pra você?

REVISOR BRAILLISTA 1: Tá perfeito!

PESQUISADORA: E a outra peça?

REVISOR BRAILLISTA 1: Essa aqui é a letra Br.

PESQUISADORA: Isso! O que simboliza o Bromo.

REVISOR BRAILLISTA 1: O que acontece, quando o aluno não faz o ensino médio, quando ele não faz química pra cegos, sempre foi um grande desafio, salvo raros apaixonadíssimos, porque na escola regular, por exemplo, eu fiz ensino médio na escola regular, então na escola regular você meio que faz pra passar, então, tipo assim, apreensão do conhecimento em si, ela é muito dificultada.

PESQUISADORA: Como é que foi sua experiência na escola, estudando química?

REVISOR BRAILLISTA 1: Então, até por um acaso, eu tinha um professor muito interessado e realmente algumas coisas eu vi, mas deu pra fazer algumas coisas que ele tentou fazer, mas é “um grão de areia no deserto”, sabe?! É como “procurar uma agulha no palheiro”, era 1 professor em 100... Na sua maioria causa estranhamento porque primeiro que o professor não foi preparado para aquilo (ensinar química para cegos), e segundo que ele diz que não ganha para isso, que ele não é obrigado a saber braille...

PESQUISADORA: Você já se deparou com professor falando isso?

REVISOR BRAILLISTA 1: Já! Três vezes. Eu fui coordenador, na verdade eu era o responsável, eu trabalhei na época eu trabalhei em Macaé, eu era responsável por fazer a distribuição do material didático nas escolas, nos polos de educação especial, dito inclusão né?! Então, eu levava, até tinha uma escola pólo, e eu que levava o material, então que tive que me reunir com os professores para orientar. Então, essa aqui pra isso, essa aqui para aquilo, então assim é: mas fulano não tá conseguindo aprender e como eram poucos alunos eu falei para o professor que era só ele mostrar ou falar o que tá no quadro, pois o aluno só tem limitação visual e não tem outras deficiências. Então o professor me dizia: é, mas eu não sou obrigado a saber braille...

É muito triste, em pleno século 21 um professor me dizer que não é obrigado a saber braille. A questão não é ser obrigado, a questão é ensinar. Nós temos aquela coisa de que o serviço é público então que o serviço público banque o seu curso no instituto Benjamin Constant, se o estado ou o município pagar ele faz. Então, você ouve coisas desse tipo, entendeu?! Em pleno século 21!

PESQUISADORA: Você me falou que você teve professor de química...

REVISOR BRAILLISTA 1: É! Eu tinha um professor de química que ele até era interessado, mas os recursos como por exemplo esse aqui, ele não é barato né?!

PESQUISADORA: Nós até estamos fazendo o levantamento de custos do Bricks Braille químico, porque utilizamos filamentos de ABS e PLA, também precisamos de uma impressora 3D para poder produzir essas peças e essa base para encaixe das peças, ela é a base do brinquedo Lego

mesmo, compra-se pronto em lojas de brinquedos.

REVISOR BRAILLISTA 1: Olha, você sabe, eu tenho 52 anos, eu passei por todos os níveis escolares e tenho superior também, sou licenciado em História. Então, eu conheço muito bem, já trabalhei com muitos projetos e boa parte deles não vão pra frente por falta de incentivo e recurso. Também acho que a sociedade, que nós precisamos ser menos egoístas e pensarmos mais no outro, porque as barreiras arquitetônicas, as barreiras latitudinais, as barreiras humanas mesmo são as que mais impedem de as coisas evoluir.

PESQUISADORA: Mas vamos lá! Eu vou te dar mais 3 pecinhas agora para você montar a fórmula da água aqui na base... Lembrando que essas pecinhas também estão em tinta e em cores diferentes para que os videntes consigam ver, então cada elemento químico está de uma cor e as ligações, as setas, os índices e coeficientes estão de outra cor...

Você lembra como ficaria a fórmula da água? Você vai posicionar as peças do jeito que a gente fala a fórmula da água: H_2O , e aí lembre-se do marcador de posição de leitura que sempre tem que ficar orientado para o canto superior direito. E para te auxiliar, esse 2 ele seria o índice né, mas aí a gente não usa o sinal de número nesse caso, seria o 2 rebaixado.

REVISOR BRAILLISTA 1: Então, mas essas peças aqui são parecidas...

PESQUISADORA: Não. É porque você tem que se orientar através do marcador de posição de leitura.

REVISOR BRAILLISTA 1: Então seria isso aqui? É muito bacana...

PESQUISADORA: Isso.

REVISOR BRAILLISTA 1: Poso te dar outra para você montar? Agora é a fórmula da amônia, ela é NH_3 , o N é o nitrogênio e o H é o hidrogênio.

Eu tô intrigado, para entender, como que você fez esse braille aqui?

PESQUISADORA: Foi utilizado tecnologias de engenharia para fazer esse ressaltado na peça... Fizemos a modelagem tridimensional em um *software* de engenharia mecânica, em seguida fizemos a impressão em 3D, a impressora 3D vai depositando finas camadas de filamentos, de baixo para cima, até depositar o ponto correspondente a esse braille.

REVISOR BRAILLISTA 1: Entendi!

PESQUISADORA: Você gostou dessa possibilidade de encaixes das peças desse recurso didático?

REVISOR BRAILLISTA 1: Gostei, mas qual é a ideia desse material? Ele ficará na unidade em que o cego estará estudando ou difundir esse material para que o cego possa levar para casa?

PESQUISADORA: A ideia é disponibilizar esse material para professores de química para uso nas escolas, orientar esses professores de como utilizar o material, de certa forma eles teriam que aprender noções do braille e na eventualidade de ter um estudante cego, este professor pode ensinar o aluno a fazer a leitura e montar fórmulas químicas utilizando as peças desse recurso. O seu uso é para sala de aula, mas existe a possibilidade do recurso ser do próprio estudante.

REVISOR BRAILLISTA 1: Porque tem cego que é apaixonado por Química, pode ser que ele queira adquirir um desse para ter em casa.

PESQUISADORA: Como o Bricks Braille Químico é em 3D, podemos disponibilizar o arquivo pronto para ser impresso em qualquer lugar.

REVISOR BRAILLISTA 1: É caro isso?

PESQUISADORA: Com um carretel de 1 Kg pode-se fazer aproximadamente 400 peças e 1 Kg de filamento custa em média de R\$ 80,00.

REVISOR BRAILLISTA 1: É barato!

PESQUISADORA: E uma impressora 3D que é capaz de imprimir esse recurso didático, ela custa em média de R\$ 1.000,00.

REVISOR BRAILLISTA 1: Pra mim não é caro! Já estou pensando no xadrez... Eu gosto de xadrez! Eu posso imprimir as peças do xadrez nessa impressora. Assim como pode começar a aparecer bengalas mais resistentes também, por exemplo a minha bengala é canadense e de alumínio, ela não quebra, mas posso imprimir uma bengala em 3D.

PESQUISADORA: Agora eu vou te dar algumas fórmulas químicas prontas para você fazer a leitura tátil... Aqui no centro da placa tem uma fórmula química, mas não é uma fórmula de uma linha só, ela tem 5 linhas que é uma fórmula estrutural grande.

E aí, você tinha me feito uma pergunta sobre o tamanho do braille... Esse tamanho que a

gente colocou do braille aqui é por causa de fórmulas grandes como essa, se eu fizesse o braille muito pequenininho dentro da peça os pontos iriam ficar muito distantes de uma linha para a outra.

REVISOR BRAILLISTA 1: Entendi! Isso foi planejado.

PESQUISADORA: Você pode começar em qualquer parte da fórmula, mas eu recomendo que seja pelo centro e depois você vai entendendo o que que tá “pendurado” nessa parte central.

REVISOR BRAILLISTA 1: Olha, então eu não vou ler como fórmula porque eu tenho dificuldade.

PESQUISADORA: Eu vou te ajudar.

REVISOR BRAILLISTA 1: Esse é um C de carbono, sinal de igual ...

PESQUISADORA: Esse sinal na grafia química braille representa uma ligação dupla.

REVISOR BRAILLISTA 1: Então um carbono está ligado com outro carbono?

PESQUISADORA: Isso.

REVISOR BRAILLISTA 1: Na esquerda tem H, hidrogênio. Mas percebe a minha dificuldade? Se eu nas minhas primeiras séries de aprender química, tivesse feito isso com a aplicabilidade de como deveria ter sido feito, eu não me esqueceria.

PESQUISADORA: E para cima, tem alguma coisa?

REVISOR BRAILLISTA 1: Tem... Br é o que?

PESQUISADORA: Bromo.

REVISOR BRAILLISTA 1: Esse negócio é fantástico...

PESQUISADORA: Você acha que seria mais fácil montar essa estrutura química na reglete ou com o Bricks?

REVISOR BRAILLISTA 1: Se você conseguir montar inicialmente com o Bricks, aliada com a explicação do professor, acho que vai dar uma visão melhor para depois fazer na reglete, porque na reglete a gente trabalha linha por linha, então diminuiria a dificuldade de compreender para escrever com a reglete.

Eu acho que aprender com esse recurso aqui está perfeito!

PESQUISADORA: Agora em baixo tem outra fórmula...

REVISOR BRAILLISTA 1: Isso aqui seria um S?

PESQUISADORA: Isso. S de enxofre.

REVISOR BRAILLISTA 1: Essa outra peça aqui não sei não... Ela está virada?

PESQUISADORA: Não, ela está na posição certa para você ler.

REVISOR BRAILLISTA 1: Mas tem dois maiúsculo?

PESQUISADORA: Não, tem apenas um.

REVISOR BRAILLISTA 1: Então não sei...

PESQUISADORA: Você sabe me dizer porque você está tendo essa dificuldade de realizar essa leitura?

REVISOR BRAILLISTA 1: Parte é por conta do espaçamento entre os pontos braille e outra parte por falta de conhecimento dos símbolos da grafia Química Braille.

PESQUISADORA: Mas então, continuando, você tinha me dito anteriormente que era um S e um O, os dois são maiúsculos...

REVISOR BRAILLISTA 1: Ah sim, então tá! Então o que me dificultou foi que o O está grudado com o número 4 que está rebaixado. Mas é por falta de conhecimento mesmo! Então é SO_4 .

PESQUISADORA: E aí vem um símbolo específico da grafia química braille, que é o ponto 5 na cela braille, ele significa que vem uma carga ou positiva ou negativa...

REVISOR BRAILLISTA 1: Que aqui está 2, né?!

PESQUISADORA: Isso.

REVISOR BRAILLISTA 1: Então eu leio como? Eu leio SO_4^{2-} ?

PESQUISADORA: Isso!

REVISOR BRAILLISTA 1: Então tá, então eu peço desculpas. O erro é meu mesmo, pois eu não prestei atenção na junção das peças. Mesmo eu não sabendo muito sobre química, eu saberia que isso é um 4 rebaixado, então o problema não está na peça, está em mim mesmo.

PESQUISADORA: Com a mediação e a explicação do professor você entende que facilita para a compreensão do aluno?

REVISOR BRAILLISTA 1: Claro! O mundo é visual, por mais que haja a descrição, tem muitas

coisas que não adianta somente ter a áudio descrição, ela é importante, mas tem determinadas coisas que eu prefiro ficar com o que eu mentalizei sobre.

PESQUISADORA: Agora vou te dar 3 fórmulas para você fazer a leitura.

REVISOR BRAILLISTA 1: Então é um I com outro I.

PESQUISADORA: Isso. São duas peças de Iodo, então são dois átomos do elemento Iodo.

REVISOR BRAILLISTA 1: A outra é O com uma ligação dupla com o carbono, com outra ligação com O.

PESQUISADORA: Isso. Ou seja, é um átomo de carbono com 2 átomos de oxigênio.

REVISOR BRAILLISTA 1: Como que lê isso?

PESQUISADORA: O dupla C, dupla O.

Ou, CO₂

REVISOR BRAILLISTA 1: E esse próxima aqui é um E agudo?

PESQUISADORA: Não, essa parece um E com acento agudo, mas é porque tem duas celas braille. Isso significa, na grafia química braille, que é a ligação tripla.

REVISOR BRAILLISTA 1: Então é N tripla, com carbono, H₂ com carbono de novo. Essa aqui é enorme! Aí carbono com H₃.

PESQUISADORA: E as demais peças que estão “penduradas”, quais são?

REVISOR BRAILLISTA 1: Esse aqui é um I?

PESQUISADORA: Parece um I, mas são os pontos 456, o que significa na grafia química braille o símbolo de ligação simples na vertical.

REVISOR BRAILLISTA 1: Então como que eu leio isso?

PESQUISADORA: A gente pode ler N tripla CH₂, CH₃, só que nesse C aqui a gente pode ler antes ou depois né tem um H pra baixo tem um H pra cima. E esses outros aqui são 3 átomos de hidrogênio ligados a esse carbono que está aqui antes.

E também, cada peça dessa ela está com uma cor. Você tem alguma memória visual?

REVISOR BRAILLISTA 1: Tenho.

PESQUISADORA: Então assim, o nitrogênio ele está em azul escuro, os sinais de ligação estão em cinza...

REVISOR BRAILLISTA 1: Ah, então isso aqui atende baixa visão também?!

PESQUISADORA: Atende também! Só que na verdade a gente pensou nessas cores imaginando o trabalho do professor vidente que vai usar o recurso. Você acha que isso facilita para o professor vidente?

REVISOR BRAILLISTA 1: Eu acho que eu acho que de certa forma sim, porque acho que para a explicação dele vai favorecer localizar as peças.

PESQUISADORA: E também em cada pecinha tem uma etiqueta com a impressão em tinta.

REVISOR BRAILLISTA 1: Excelente!

PESQUISADORA: Você acha que esse recurso é inclusivo?

REVISOR BRAILLISTA 1: Acho inclusivo e inclusive, literalmente, para o professor mesmo. Porque isso vai ser uma motivação maior para ele. Ele não vai ter ficar, obrigatoriamente, lendo em braille. Exatamente pra não ter aquela desculpa: eu não sou obrigado a entender o braille!

Essa caixa tem quantas peças?

PESQUISADORA: Em torno de 400 peças.

REVISOR BRAILLISTA 1: Perfeito. Para mim está perfeito!

PESQUISADORA: O que você achou dessa ideia do encaixe e desencaixe de cada peça? Isso facilita pra você a leitura?

REVISOR BRAILLISTA 1: Não é que facilita, mas é que uma vez que ela tá encaixada não há o perigo de esbarrar e tombar.

É igual no xadrez adaptado para cegos, as peças são encaixadas também.

PESQUISADORA: Eu vou te mostrar agora uma equação química, só que para montar uma equação eu terei de aproximar uma placa da outra, então são 2 Placas. Ela está aqui no alto da das 2 Placas, ela começa aqui e termina aqui.

REVISOR BRAILLISTA 1: Isso é uma equação?

PESQUISADORA: É uma equação química. E aí tem espaços de célula vazia.

Você acha que seria mais fácil fazer a leitura da equação aí no Bricks ou na reglete?

REVISOR BRAILLISTA 1: Vai ser mais fácil aqui no Bricks, com certeza! Então vamos lá, essa equação é H_2 , esse aqui é o que mesmo?

PESQUISADORA: É um parêntese aberto.

REVISOR BRAILLISTA 1:: H_2 entre parênteses, aí tem uma letra G?

PESQUISADORA: Isso. Que indica o estado gasoso.

REVISOR BRAILLISTA 1: Esse aqui é o 6 rebaixado?

PESQUISADORA: Esse aí significa o sinal de +.

REVISOR BRAILLISTA 1: Então é + CL, cloro, 2.. CL2, no estado gasoso também, Aí espaço, seta para direita...

PESQUISADORA: Isso significa que é uma reação.

REVISOR BRAILLISTA 1: Aí o sinal de número 2, em seguida H, Cl, que é cloro e gasoso.

PESQUISADORA: Ou seja, lendo a equação toda: H_2 no estado gasoso, que é o hidrogênio molecular, ele reage com essa outra substância que é o Cl_2 , o cloro molecular, que também se encontra no estado gasoso, e se transformam em 2 moléculas de HCl.

REVISOR BRAILLISTA 1: Para você ter ideia, uma equação de matemática, daquelas de segundo grau, em braille ela dá mais de meia folha quando escreve com a reglete.

Então uma molécula grande de química, se escrever em braille, isso vai dar muitas folhas, é muito grande! É muita informação!

PESQUISADORA: O que você achou da altura e da largura das peças do Bricks Braille Químico?

REVISOR BRAILLISTA 1: Está boa! Até porque se você diminuir essa altura você terá problema com a escrita para as etiquetas para o professor vidente. Então o tamanho está ideal.

PESQUISADORA: Na avaliação de um material físico, você leva em consideração outros critérios, por exemplo, segurança na manipulação e textura?

REVISOR BRAILLISTA 1: Sim, sim! Eu não gosto muito de ler material em que o dedo gruda.

PESQUISADORA: Eu vou te dar 2 peças com as mesmas coisas escritas nelas, mas elas foram feitas com 2 materiais diferentes. Eu gostaria que você me dissesse se consegue perceber alguma diferença nelas.

REVISOR BRAILLISTA 1: Eu particularmente gostaria mais de que essas peças fossem mais lisas, embora o braille esteja sobressaindo bastante.

PESQUISADORA: Eu não lembro se eu te contei, mas nessas peças há a incorporação do braille negro, em rebaixo.

REVISOR BRAILLISTA 1: Ah, então por isso que não pode ser liso! Então está explicado, faz sentido.

PESQUISADORA: Nós colocamos o braille negro também para ser uma referência para o professor, para identificar os pontos com mais facilidade.

REVISOR BRAILLISTA 1: Sim, sim! Ou seja, você está dando todos os recursos para o professor, ele só não vai usar se ele não quiser. "Você tem o braille escrito aqui, você tem o braille negro, você tem os encaixes das peças, o cego não vai sair tombando tudo. Para mim está perfeito!"

PESQUISADORA: O que você achou do tamanho dessas placas?

REVISOR BRAILLISTA 1: Está ideal, pois se você colocar maior ocupará muito espaço. O braille já é uma coisa volumosa, se você ampliar mais não ficará bom.

PESQUISADORA: Você tem alguma outra consideração que você gostaria de falar sobre esse recurso? O que você mudaria ou melhoraria nele?

REVISOR BRAILLISTA 1: A minha avaliação geral é que esse recurso é um facilitador muito grande, principalmente para os cegos que tem interesse em evoluir no aprendizado em Química, o trabalho está excelente e eu aprovo o trabalho na totalidade. Eu tive a ressalva do relevo aqui, mas uma vez que foi explicado que o braille negro é importante, e eu também acho importante, então seria difícil fazer o braille negro em uma superfície tão lisa, eu acho que nem daria para fazer.

PESQUISADORA: E a distância entre os pontos está adequada?

REVISOR BRAILLISTA 1: Está adequada! Porque quando eu errei, não foi por causa do ponto, foi por minha culpa mesmo. Eu errei porque era específico da grafia química braille, então foi por falta de conhecimento.

PESQUISADORA: Eu vou te apresentar um recurso didático para ensino de Química para estudantes com deficiência visual, o nome dele é Bricks Braille Químico e ele foi inspirado nas peças do brinquedo Lego, você conhece o Lego?

REVISOR BRAILLISTA 2: Conheço. Já brinquei muito com ele.

PESQUISADORA: Você conhece a base de montagem das pecinhas do Lego?

REVISOR BRAILLISTA 2: Sim.

PESQUISADORA: Então, primeiramente eu vou colocar algumas peças do Bricks Braille Químico na sua mão para que você tente fazer a leitura do braille que está na peça. Em seguida, você me diz qual é a sua percepção desse braille, se está bom, você pode testar o encaixe da peça na base e também cada peça tem um marcador de posição de leitura, o qual fica no canto superior direito da peça.

REVISOR BRAILLISTA 2: Era isso que eu ia te perguntar – sobre o marcador de posição de leitura.

PESQUISADORA: Cada peça contém os pontos do braille negro também.

REVISOR BRAILLISTA 2: Sim, mas aqui parece que tem pontos a mais.

PESQUISADORA: São duas celas braille nessa peça que está na sua mão.

REVISOR BRAILLISTA 2: Ah tá, então, era isso que eu queria entender. Então tá certo, aqui tem um H maiúsculo.

PESQUISADORA: Isso! Exato. Que é o símbolo de um elemento químico chamado hidrogênio e esse símbolo tem que ser com a letra maiúscula.

REVISOR BRAILLISTA 2: Eu fiquei confusa porque como é em maiúsculo, eu achei que ficou um pouco torto, porque a distância entre os pontos braille parecem que ficaram inclinados, então eu fiquei em dúvida se era maiúsculo ou a letra I com acento agudo.

PESQUISADORA: Mas quais seriam os pontos do I agudo?

REVISOR BRAILLISTA 2: É porque é a mesma coisa, mas inclinado e para mim ficou um pouco inclinado. Mas vamos ver se quando eu pegar outras peças será diferente. Mas que a textura está ótima, achei legal.

PESQUISADORA: Vou te dar mais uma peça para você fazer a leitura.

REVISOR BRAILLISTA 2: Essa aqui é a letra O maiúscula, oxigênio!?

PESQUISADORA: Isso, correto! Para você fazer a leitura, fica mais fácil quando você encaixa a peça na base/placa ou solto?

REVISOR BRAILLISTA 2: Quando eu encaixo na base/placa, porque se eu pegar solto me confunde mais, ainda mais porque são duas celas braille na peça e o indicador de posição de leitura que você colocou também é importante, me ajuda a fazer a leitura do braille, pois em braille se você mudar a posição da leitura uma letra pode corresponder outra.

PESQUISADORA: Se esse indicador de posição de leitura estivesse em outro canto da peça, seria indiferente para você fazer a leitura?

REVISOR BRAILLISTA 2: Indiferente! O que eu preciso é de uma orientação da posição correta de como eu devo fazer a leitura.

PESQUISADORA: E sobre o corte na diagonal, no canto superior direito (indicador de posição de leitura), o que você achou dele?

REVISOR BRAILLISTA 2: Para mim está bom, porque não está exagerado e está tatilmente acessível.

PESQUISADORA: Agora eu vou te dar outras peças maiores para você manipular... Todas essas peças que você está manipulando, elas foram impressas em impressora 3D e a placa/base é do brinquedo Lego mesmo.

REVISOR BRAILLISTA 2: Ah é?! Eu já tinha ouvido falar, mas ainda não tinha pego algo impresso em 3D.

Eu acho que eu estranhei a questão dos pontos também, porque como fica maior, sempre terá uma distância né?! Esse aqui por exemplo, tem 3 celas braille? Ele deve ser o B maiúsculo e depois a letra r minúscula?

PESQUISADORA: Isso! Que é o Bromo.

REVISOR BRAILLISTA 2: Mas é com espaço mesmo? Porque tem um espacinho...

PESQUISADORA: O espaço entre uma cela e outra?

REVISOR BRAILLISTA 2: Isso. Porque se não parece que são letras separadas.

PESQUISADORA: Mas será que você não está percebendo esse espaço maior porque seriam os outros pontos 456 que não são preenchidos?

REVISOR BRAILLISTA 2: Pode ser. Da meia cela né?

PESQUISADORA: Isso!

REVISOR BRAILLISTA 2: Vamos ver esse outro aqui... Esse é o Cl?

PESQUISADORA: Isso! E as distâncias, altura e largura das peças e do braille são iguais em todas as peças, elas estão padronizadas e foram calculadas e medidas com precisão, em um software de engenharia onde fizemos a modelagem das peças.

REVISOR BRAILLISTA 2: Ah sim, você manteve um padrão?! Beleza!

PESQUISADORA: Sim.

REVISOR BRAILLISTA 2: Eu acho que como é ampliado me causou estranheza. A gente cega sente diferença quando sai do padrão que somos acostumados a vida toda.

PESQUISADORA: Mas isso é um impeditivo para você conseguir ler as peças do Bricks Braille Químico?

REVISOR BRAILLISTA 2: Não, não! Acho que depois que o aluno tem acesso e começa a manipular o material, ele vai se adaptar a ele. A estranheza é mais pela falta de costume mesmo.

É que assim, como o material para o vidente é tudo visual, até esse aluno vidente precisará de uma certa explicação. O vidente olha como um todo e o cego lê em partes, por exemplo a palavra: o vidente lê a palavra inteira, o cego não. Então é diferente receber a mensagem que o professor quer passar para o aluno. Mas não é uma crítica negativa, entendeu?

PESQUISADORA: Se você fosse aluna e eu a sua professora, você acha que te facilitaria ou te deixaria mais confusa eu fazer as orientações e mediação de como e em qual posição você deve ler a peça, te dar essa explicação do braille negro e outras informações sobre o recurso didático?

REVISOR BRAILLISTA 2: Não é ruim não. Por exemplo, se você está começando a trabalhar isso com o aluno, ele terá contato pela primeira vez com o material, aí é importante, mas depois que ele conhece não é necessário ficar explicando sempre. Mas a mediação do professor é importante no contato inicial sim.

PESQUISADORA: Como é o seu conhecimento de Química?

REVISOR BRAILLISTA 2: Acho mediano.

PESQUISADORA: Você lembra das suas aulas de Química?

REVISOR BRAILLISTA 2: Lembro bastante! Lembro das matérias que eu consegui ter um melhor contato, né?!

PESQUISADORA: Como eram as suas aulas?

REVISOR BRAILLISTA 2: Quando estudei no ensino fundamental no Instituto Benjamin Constant, eu tive uma professora que gostava de utilizar muitos recursos didáticos táteis, eu achava então que nós alunos cegos tínhamos pleno contato, eu consegui aprender.

No ensino médio eu estudei em outro colégio e não consegui aprender muito não. Eu tinha aulas com o uso de recursos didáticos, de vez em quando, com os estagiários de apoio, então eu usava mais desenhos em telas e recebia apoio dos outros alunos videntes.

PESQUISADORA: Você lembra de ter aprendido em suas aulas de Química, a construir fórmulas químicas, substâncias químicas, escrever equações químicas?

REVISOR BRAILLISTA 2: Sim, a escrever sim. Essa parte de escrever, que dava para passar na disciplina, eu aprendia bastante, o problema era não usar muitos materiais táteis para desenvolver.

PESQUISADORA: E você escrevia de qual maneira?

REVISOR BRAILLISTA 2: Na reglete.

PESQUISADORA: Você achava isso interessante? Você conseguia aprender?

REVISOR BRAILLISTA 2: Eu conseguia aprender, mas também dependia muito da forma de explicação do professor.

PESQUISADORA: E como era a sua relação com o professor quando você escrevia na reglete? O professor sabia o braille?

REVISOR BRAILLISTA 2: Não! Nenhum deles! Nem ideia eles tinham.

PESQUISADORA: Você gostaria que os seus professores, principalmente da disciplina de Química, tivessem o conhecimento pelo menos básico do braille?

REVISOR BRAILLISTA 2: Sim! Eu acho que os professores entenderiam quando eu tinha dúvidas de como fazer na hora da prova. Então, se os professores soubessem o braille, talvez me ajudariam mais até mesmo na hora de desenvolver certas complexidades dos conteúdos.

PESQUISADORA: E quando você teve contato com a Grafia Química Braille?

REVISOR BRAILLISTA 2: Somente como revisora brailista, no Instituto Benjamin Constant.

PESQUISADORA: A sua deficiência visual é congênita?

REVISOR BRAILLISTA 2: Sim. Eu nasci com glaucoma congênito, eu enxergava um pouco, porém perdi a visão totalmente quando era ainda criança, eu tenho memória visual, não cheguei a conhecer as letras em tinta, as formas das coisas e só lembro das cores básicas.

PESQUISADORA: Algumas peças do recurso didático Bricks Braille Químico são coloridas, elas foram impressas em várias cores pensando no professor vidente, que normalmente não conhece o braille e utilizará esse recurso. Você acha que isso, de alguma forma, vai ajudar o professor?

REVISOR BRAILLISTA 2: Vai! Acho de extrema importância porque esse professor terá que saber para poder ensinar para o aluno.

PESQUISADORA: Agora eu vou te dar um conjunto de peças para você montar a fórmula da água.

REVISOR BRAILLISTA 2: Água eu lembro! Esse aqui é o H, esse é o O e esse o 2 rebaixado. Está vindo?! Já estou pegando o jeito!

PESQUISADORA: O que você achou do tamanho dessa placa de encaixe?

REVISOR BRAILLISTA 2: Achei bom. Embora aqui estamos fazendo fórmulas químicas mais simples, né?!

PESQUISADORA: Eu tenho algumas fórmulas e equações químicas mais desafiadoras, posso te mostrar?

REVISOR BRAILLISTA 2: Pode!

PESQUISADORA: Nessa placa aqui, tem uma fórmula aqui no meio, eu gostaria que você se concentrasse nela. É uma fórmula estrutural, com ligações para cima e para baixo,

REVISOR BRAILLISTA 2: Temos a letra C maiúscula que é o carbono.

PESQUISADORA: Isso.

REVISOR BRAILLISTA 2: Esse aqui é um sinal de igual.

PESQUISADORA: Que na grafia química braille significa uma ligação dupla.

REVISOR BRAILLISTA 2: Ah tá! Então aqui está ligado a outro carbono.

PESQUISADORA: Isso.

REVISOR BRAILLISTA 2: Agora eu subo ou desço?

PESQUISADORA: Tanto faz.

E na química, tem uma ligação covalente que chamamos de oblíqua inclinada, ela não é nem vertical e nem horizontal.

REVISOR BRAILLISTA 2: Aí isso aqui tá ligado em cima, que é o Br...

PESQUISADORA: Isso!

REVISOR BRAILLISTA 2: Agora descendo, o carbono também está ligado a um hidrogênio.

PESQUISADORA: Perfeito! As duas ligações estão viradas para a direita, só que uma pra cima e outra para baixo.

REVISOR BRAILLISTA 2: Ah sim, entendi!

PESQUISADORA: E aí do outro lado é algo simétrico.

REVISOR BRAILLISTA 2: Sim, e aqui acima dele tem o Bromo também e no superior dele é o Carbono, que está acima do H (Hidrogênio).

PESQUISADORA: Isso. Exato. Essa é uma fórmula de uma substância que a gente chama de 1, 2 Di Bromoetano, mas acho que dá para você entender o nome, pois são 2 átomos de Bromo e dá para ter uma percepção geral da estrutura como um todo, não dá?

REVISOR BRAILLISTA 2: Dá sim. Achei bem legal esse material. Porque é essa a dificuldade né?! Como que vai fazer quando tem essa questão de ramificação pra cima e pra baixo?! A minha maior dificuldade no ensino médio foi isso. Porque o professor tentava explicar, os colegas tentavam fazer isso no papel, mas o papel depois você perde né.

PESQUISADORA: Sim.

E os professores levavam modelos tridimensionais para ensinar?

REVISOR BRAILLISTA 2: Nada!

Uma vez um professor me desafiou para eu fazer o meu próprio material para eu estudar, então eu usei velcro e tachinhas, mas eram coisas muito básicas, mas foi a única ideia que eu tive na época.

PESQUISADORA: Se você fosse aluna, hoje, você preferiria aprender através do BBQ ou através da reglete?

PARTICIPANTE: Eu acho que um complementa o outro.

Porque aqui eu estaria entendendo a matéria na base e depois na reglete eu precisava do braille escrito para entender como eu iria passar isso, seria mais uma prática da escrita.

Até porque depois o aluno terá que fazer uma prova, então ele precisa anotar, então ele tem que aprender a representar isso depois no braille por escrito.

PESQUISADORA: O Bromo, no BBQ, está representado na cor marrom, as ligações estão na cor cinza, os carbonos estão na cor preta e os hidrogênios estão na cor branca. Então você entende que essas peças estão todas coloridas?

REVISOR BRAILLISTA 2: Sim.

PESQUISADORA: O que você acha de cada peça estar em uma cor diferente?

REVISOR BRAILLISTA 2: Para nós cegos isso não influencia, mesmo que tenhamos memória visual. Para nós o importante é o que está escrito em braille.

PESQUISADORA: Então essa questão das cores você acha que influencia para quem?

REVISOR BRAILLISTA 2: Ah eu acho que vai influenciar para quem tem baixa visão, para os alunos que estão aprendendo o braille ainda, para o professor vidente.

PESQUISADORA: Tem mais uma fórmula que eu gostaria que você fizesse a leitura...

REVISOR BRAILLISTA 2: Esse aqui é um S maiúsculo, um O maiúsculo, tem um 4 também...

PESQUISADORA: Isso. O S04.

REVISOR BRAILLISTA 2: Aí tem um ponto que eu não sei o que é...

PESQUISADORA: Esse é o ponto 5 na cela braille.

REVISOR BRAILLISTA 2: Ah sim, para indicar carga... se é positivo ou negativo?!

PESQUISADORA: Isso!

REVISOR BRAILLISTA 2: Esse aqui é um T?

PESQUISADORA: Esse é um número.

REVISOR BRAILLISTA 2: Então é o número 2 e o sinal de -?

PESQUISADORA: Isso. Perfeito.

REVISOR BRAILLISTA 2: Mas o ponto não seria ao lado do número?

PESQUISADORA: Não. O ponto 5 vem primeiro e o número depois.

REVISOR BRAILLISTA 2: Entendi! Que é para dizer que é 2-

PESQUISADORA: Isso. Que são 2 cargas negativas. Essa fórmula é de um Ânion chamado Sulfato, a fórmula então é essa S04²⁻

REVISOR BRAILLISTA 2: Muito legal!

PESQUISADORA: Vou te dar mais três fórmulas agora...

REVISOR BRAILLISTA 2: A primeira então é I, de Iodo, dois pontos... Não!... É o 3?!

PESQUISADORA: Não. Parece o 3 mas na grafia química braille isso significa que é uma ligação simples na horizontal.

REVISOR BRAILLISTA 2: Então está ligando Iodo com Iodo?

PESQUISADORA: Isso. No braille um mesmo símbolo pode significar várias coisas, depende do contexto.

REVISOR BRAILLISTA 2: Agora aqui é o oxigênio, ligação dupla que está ligada a um carbono, ligado dupla de novo com O (oxigênio).

PESQUISADORA: Isso. É a fórmula estrutural do dióxido de carbono – CO2

REVISOR BRAILLISTA 2: Ah legal!

Agora esse aqui é maior, vamos lá...

Vou começar pelo meio tá? Porque eu acho melhor!

Aqui é um N de nitrogênio, esse outro aqui eu não sei...

PESQUISADORA: Essa é uma ligação tripla.

REVISOR BRAILLISTA 2: Ah tá! Então está ligada a uma molécula de carbono, que está ligada a um oxigênio 2.

PESQUISADORA: Isso. CH2

REVISOR BRAILLISTA 2: Aí isso tudo aqui vai subir, aí tem outro carbono, esse carbono está ligado em cima de um símbolo que eu não sei.

PESQUISADORA: Esse aí também é uma ligação simples só que na vertical.

REVISOR BRAILLISTA 2: Ah tá! Então esse é o sinal que vai ligar eles aqui em cima?

PESQUISADORA: Isso.

REVISOR BRAILLISTA 2: Ele está ligado em cima com outra molécula de Hidrogênio e para baixo ele tá ligado com uma molécula de Oxigênio. Mas também tá ligado com outra de Carbono e outra de Hidrogênio 3.

CH3 no finalzinho, isso?

PESQUISADORA: Isso. Perfeito! Você teve contato então com diferentes representações de fórmulas químicas. Você acha que dá para construir uma compreensão dessas estruturas?

REVISOR BRAILLISTA 2: Dá! Dá! Achei bem legal! Achei que isso vai ajudar bastante! E essa questão de, por exemplo, isso aqui para fazer essa ligação na reglete é um problema danado, porque aqui é possível simular a inclinação e na reglete também dá mas é só no tato mesmo para o cego entender. Então representadas aqui no BBQ foi a melhor forma de ensinar isso.

PESQUISADORA: Eu vou te mostrar agora uma equação química, irei aproximar duas placas para isso.

Ela é grande e está no alto da placa/base.

REVISOR BRAILLISTA 2: Então vamos lá ... Hidrogênio, 2, dentro dos parênteses tem a letra g que deve ser de gasoso, sinal de +, Sl, Cl 2, entre parênteses gasoso, isso está formando porque tem uma seta para a direita, 2, H, Cl e gasoso.

PESQUISADORA: Isso. Ou seja: é uma equação química que está dizendo que o hidrogênio molecular que você leu aí no início, ele reage com o cloro molecular e produz ácido clorídrico (HCL).

REVISOR BRAILLISTA 2: Ficou legal!

PESQUISADORA: E tem mais um detalhe, para facilitar para o professor vidente, nós colocamos etiquetas na lateral de cada peça com a escrita comum em tinta.

REVISOR BRAILLISTA 2: Legal! Ou seja, está deixando acessível para todos, está incluindo todos. Com o BBQ todos receberão as informações por igual, não está excluindo ninguém, ele é inclusivo.

PESQUISADORA: O que você achou da altura, largura e comprimento dessas peças?

REVISOR BRAILLISTA 2: Achei bom. Até porque se colocar muito baixo, se a pessoa tiver a mão pesada ela pode se confundir.

PESQUISADORA: E para você encaixar e desencaixar as peças, como foi essa experiência?

REVISOR BRAILLISTA 2: Teve algumas peças que eu tive um pouco de dificuldade, algumas encaixaram bem e outras parece que não encaixavam tão bem, algumas estão mais apertadas e outras mais frouxas. Mas eu nem estou analisando isso não, estou analisando o material em si acerca da importância dele.

PESQUISADORA: Você acha que esse material traz algum risco para quem for manuseá-lo?

REVISOR BRAILLISTA 2: Não, nenhum risco. Até mesmo que as peças tem tamanho bom e se tiver alguma criança por perto não traz riscos a ela. Porque tem que pensar nisso também né?! No espaço que estará sendo utilizado esse material.

PESQUISADORA: Quais são as suas considerações finais sobre o BBQ?

REVISOR BRAILLISTA 2: Eu estranhei um pouco no começo, mas mesmo a questão desse primeiro contato, é importante o estudante ter esse primeiro contato junto de um professor que entenda sobre a grafia química braille.

E por ser um material tátil, o aluno precisa ter primeiramente o mínimo de conhecimento para depois começar a manusear o recurso livremente. Fora isso, para mim está ótimo!

PESQUISADORA: Você acha que esse recurso o aluno conseguiria levar para casa após uma aula de química, para que ele pudesse aprender sozinho?

REVISOR BRAILLISTA 2: Acho que sim, não vejo problema não. Ele já conhecendo o recurso e sabendo como ele funciona, ele consegue aprender sozinho sim.

PESQUISADORA: Você trabalha como revisor brailista há quanto tempo?

REVISOR BRAILLISTA 3: 9 anos.

PESQUISADORA: Aqui no Instituto Benjamin Constant?

REVISOR BRAILLISTA 3: Isso

PESQUISADORA: E como é a sua rotina na avaliação dos recursos didáticos em braille? Sempre chega algum material para você revisar?

REVISOR BRAILLISTA 3: Sim, sempre chega sim. Mas essa parte sobre química nem tanto. A gente não “pega” muito material de química não. Porém, a pouco tempo nós revisamos a grafia química braille, então pegamos materiais de química esporadicamente.

PESQUISADORA: E como é o seu conhecimento de química?

REVISOR BRAILLISTA 3: Bem básico.

PESQUISADORA: Mas a grafia química braille você conhece?

REVISOR BRAILLISTA 3: Conheço assim, como estou te falando, conheço pouco. Nunca fui um bom aluno em química, então sou bem sincero. Porque na minha época de estudante a gente não tinha materiais de química adaptados para cegos, então a gente tinha que descrever muito.

PESQUISADORA: Por exemplo, você se lembra de ter escrito fórmulas químicas na reglete?

REVISOR BRAILLISTA 3: Ah sim, escrevia muito!

PESQUISADORA: E como era aprender química desta forma?

REVISOR BRAILLISTA 3: Para mim sempre foi muito ruim, eu fiz para passar.

PESQUISADORA: Os professores levavam recursos acessíveis para você?

REVISOR BRAILLISTA 3: Não. Não tinha. O máximo que a gente tinha era a tela de desenho, mas nunca nenhum professor teve essa preocupação comigo. O meu ensino médio foi em 2001, 2002...

PESQUISADORA: Você pode me contar sobre a sua deficiência visual?

REVISOR BRAILLISTA 3: Claro. Eu não nasci cego, eu tive um retinoblastoma com quase 1 ano e 6 meses de vida, essa doença geralmente se manifesta com essa idade, que é um tumor na retina. Então o olho direito eu perdi, tive que tirar, isso foi em 1982, naquela época quando a pessoa descobria um tumor e pudesse “cortar o mal pela raiz”, era o indicado e era o que os médicos faziam. Só que quando descobriu esse tumor no olho direito ele também já havia passado para o olho esquerdo, porém conseguimos não precisar tirar o olho esquerdo também, conseguiram fotocoagular o tumor da visão esquerda. Então eu fiquei com uma baixa visão desse olho até 2014, quando eu tive uma úlcera na minha córnea e tive que começar a usar medicamentos muito fortes, os quais acabaram queimando a minha retina e me deixou cego totalmente.

PESQUISADORA: E você tem memória visual?

REVISOR BRAILLISTA 3: Tenho! Tenho bastante.

PESQUISADORA: Você sabe distinguir as cores?

REVISOR BRAILLISTA 3: Sei. Eu tenho a recordação das cores.

PESQUISADORA: Eu vou te apresentar agora um recurso didático chamado Bricks Braille Químico, ele foi inspirado no brinquedo Lego, você conhece o Lego?

REVISOR BRAILLISTA 3: Conheço, já brinquei com ele.

PESQUISADORA: Essa base que eu coloquei na sua mão agora é a base do brinquedo Lego mesmo, ela é uma base para encaixar as peças.

Nós fizemos em um software de engenharia a modelagem de peças parecidas com as peças do Lego, só que nelas constam as inscrições dos elementos químicos em braille, símbolos de elementos, alguns números subscritos, setas para representar equações químicas, entre outras simbologias da grafia química braille. Eu vou colocar algumas peças nas suas mãos e gostaria que você primeiro fizesse o reconhecimento do braille que está nessas peças.

REVISOR BRAILLISTA 3: “durante 20 segundos o participante faz a tentativa de leitura da primeira peça e pergunta: é assim (perguntando sobre a posição para realizar a leitura)”?

PESQUISADORA: Você percebeu que tem um marcador de posição na peça?

REVISOR BRAILLISTA 3: Não.

PESQUISADORA: No canto superior direito tem um marcador, na diagonal, ele é o indicador de posição de leitura para você.

REVISOR BRAILLISTA 3: Então é um I maiúsculo.

PESQUISADORA: Isso. Aqui mais uma peça...

REVISOR BRAILLISTA 3: Um F maiúsculo.

PESQUISADORA: Isso. Tem algumas peças que são maiores e outras menores, agora vou te dar uma bem grande.

REVISOR BRAILLISTA 3: É um a e um q... Tem um parêntese?

PESQUISADORA: Isso. Tem um parêntese e aq que significa aquoso. Ou seja, são coisas específicas da química mesmo.

REVISOR BRAILLISTA 3: Sim, sim.

PESQUISADORA: Vou te mostrar mais 2 peças parecidas com essa peça.

REVISOR BRAILLISTA 3: Essa é um parêntese e g.

PESQUISADORA: Isso. Que significa gasoso.

REVISOR BRAILLISTA 3: Essa outra, parêntese e s.

PESQUISADORA: Isso, de sólido.

REVISOR BRAILLISTA 3: Tem também o parêntese e l.

PESQUISADORA: De líquido. Agora vou te dar algumas peças e gostaria que você as encaixasse nessa base/placa, montando a fórmula da água no estado sólido.

Essa peça menor você entende o que está escrito nela?

REVISOR BRAILLISTA 3: O número 2 rebaixado.

PESQUISADORA: Isso.

REVISOR BRAILLISTA 3: “O participante conseguiu encaixar as peças na base em aproximadamente 30 segundos”.

PESQUISADORA: Isso. O que você achou dessas peças?

REVISOR BRAILLISTA 3: Achei muito legal.

PESQUISADORA: Com relação a percepção do braille, o que você achou?

REVISOR BRAILLISTA 3: Muito bom! Muito boa a textura!

PESQUISADORA: Essas peças foram modeladas em um software e impressas em impressoras 3D. Mas já que você falou da textura, eu vou te dar 2 peças em que nelas está escrito a mesma coisa, porém uma está no material ABS e outra no material PLA. Você percebe alguma diferença entre elas?

REVISOR BRAILLISTA 3: Olha, essa aqui (peça em PLA) parece que está com um desgaste...

PESQUISADORA: Esse desgaste é um acabamento da impressora 3D, no qual ele não fica tão uniforme.

Mas você consegue identificar o que está escrito?

REVISOR BRAILLISTA 3: Sim, identifico.

PESQUISADORA: Você utilizaria as 2 peças?

REVISOR BRAILLISTA 3: Usaria, sem problemas.

PESQUISADORA: Essa textura não atrapalha na leitura do braille?

REVISOR BRAILLISTA 3: Não.

PESQUISADORA: Eu imaginei que essa peça aqui (de PLA) fosse um pouco mais agradável ao tato, por ter um acabamento mais liso, mais fino.

REVISOR BRAILLISTA 3: Ah sim, isso sim! Mas as duas não atrapalham de maneira nenhuma.

PESQUISADORA: Posso te dar uma placa montada com uma fórmula mais complexa?

REVISOR BRAILLISTA 3: Sim.

PESQUISADORA: Você consegue contar quantos átomos tem nessa fórmula?

REVISOR BRAILLISTA 3: Eu não me lembro mais sobre isso, eu não vou saber.

PESQUISADORA: Começa reconhecendo os elementos químicos que estão aí nessa fórmula. As letras... H, que é o hidrogênio.

REVISOR BRAILLISTA 3: Aham... Elas estão nas posições corretas?

PESQUISADORA: Estão. Eu vou te guiar... Qual elemento químico é esse aqui?

REVISOR BRAILLISTA 3: aqui é o C né?

PESQUISADORA: Isso, ao lado do C tem um símbolo...

REVISOR BRAILLISTA 3: Que é o igual?!

PESQUISADORA: Que na grafia química braille significa ligação dupla. Então o C, que é o carbono está fazendo ligação com outro elemento que está ao lado, consegue identificar qual elemento é esse?

REVISOR BRAILLISTA 3: Outro C (carbono).

PESQUISADORA: Exatamente. E a cor dessa peça que corresponde ao carbono, é preta. Em baixo de cada carbono tem uma peça, consegue identificar?

REVISOR BRAILLISTA 3: Esse aqui é índice inferior e elevado.

PESQUISADORA: Equivale ao índice inferior e ao elevado, mas na grafia química braille representa uma ligação covalente simples, que a gente desenha na diagonal.

E nessa peça maior aí em baixo tem outro elemento que tem 2 letras...

REVISOR BRAILLISTA 3: Que é o Cloro!

PESQUISADORA: Isso. A peça do cloro está na cor verde.

Agora você imagina você escrever essa estrutura química na reglete, como seria?

REVISOR BRAILLISTA 3: Claro que é mais fácil escrever usando esse recurso aqui do que a reglete.

PESQUISADORA: Se você fosse aprender química, na época que você estudou, você gostaria de aprender utilizando a reglete ou o Bricks Braille Químico?

REVISOR BRAILLISTA 3: Ah, seria muito mais fácil com esse recurso aqui. E claro que nós precisamos ter professores interessados, pois infelizmente eu só tive um professor de química, no 1º ano do ensino médio, que ele realmente me ajudou, depois foi muito difícil. Era muito desenhos, gráficos, química orgânica, conceitos abstratos...

PESQUISADORA: Eu vou te dar mais uma fórmula grande para você começar a leitura pelo lado esquerdo.

REVISOR BRAILLISTA 3: Carbono, hidrogênio, essa peça aqui significa o que?

PESQUISADORA: Essa significa o 3 rebaixado.

REVISOR BRAILLISTA 3: Então é CH_3 , CH_2 , C CH_3

PESQUISADORA: Isso. Aí nesse carbono você percebeu que tem peças para cima e para baixo?

REVISOR BRAILLISTA 3: Então é o l isso aqui, né?

PESQUISADORA: Parece com o l...

REVISOR BRAILLISTA 3: Então é a barra?

PESQUISADORA: Parece com a barra também, mas na química esse sinal representa a ligação covalente simples na vertical.

REVISOR BRAILLISTA 3: Ah, tá! E pra baixo tem o oxigênio...

PESQUISADORA: Isso.

REVISOR BRAILLISTA 3: E o hidrogênio.

PESQUISADORA: Isso. Essa é a fórmula de um álcool, o 2 Butanol. É um composto orgânico também.

Eu vou te dar uma equação química para você fazer a leitura.

REVISOR BRAILLISTA 3: H_2 , parêntese, g de gasoso, aí tem +, Cl 2, também a mesma coisa, 2 vezes... Aí temos aqui uma seta para a direita.

PESQUISADORA: Isso. Essa seta significa que houve uma transformação química, ou seja, aquelas 2 substâncias que você acabou de ler H_2 , Cl_2 , elas se combinaram para produzir outra coisa, que é o que você vai ler agora aí.

REVISOR BRAILLISTA 3: Entendi!

2HCl , parêntese, g.

PESQUISADORA: Isso, ou seja, hidrogênio molecular reage com cloro molecular e produz ácido clorídrico, que é HCl .

Eu vou fazer algumas perguntas agora para você...

No geral, no seu trabalho de revisor técnico brailista, o que é mais importante para você na avaliação dos recursos didáticos em braille?

REVISOR BRAILLISTA 3: Eu avalio a qualidade do material, a textura, o tamanho, se o braille está de acordo com a exigência tátil, se está entendível, se o braille não está muito junto/grudado, com falha.

PESQUISADORA: E a questão de segurança do recurso didático?

REVISOR BRAILLISTA 3: Também, se não há nada cortante.

PESQUISADORA: Você costuma avaliar mais que tipo de recurso, em papel ou físico?

REVISOR BRAILLISTA 3: Físico nem tanto, no mais é em papel.

PESQUISADORA: Você avalia recursos em outros materiais fora o papel? Por exemplo, alumínio?

REVISOR BRAILLISTA 3: Muito esporadicamente. Como somos em 9 revisores brailistas aqui no Instituto Benjamin Constant, acaba que os recursos didáticos não passam por todos, entende?! Eu fico mais com a revisão de textos, de livros didáticos, revistas...

PESQUISADORA: E especificamente sobre o BBQ, qual é a sua avaliação geral desse recurso?

REVISOR BRAILLISTA 3: Eu achei ótimo, gostei muito, super indico e super aprovo.

PESQUISADORA: E o que no BBQ você achou de positivo?

REVISOR BRAILLISTA 3: Eu achei o tamanho está muito bom, da peça e do braille, a representatividade do braille, o braille está adequado.

A textura está muito boa.

PESQUISADORA: E essa ideia de encaixar na placa, o que você achou?

REVISOR BRAILLISTA 3: É ótimo porque é uma maneira das peças ficarem fixas e não escorregarem ou caírem.

PESQUISADORA: Manipular essas peças soltas seria interessante?

REVISOR BRAILLISTA 3: Para quem não tem prática, não. Eu me organizaria e não teria problema, a gente que é cego cria mecanismos para conseguir, a gente se adapta.

PESQUISADORA: E o que você achou do encaixe das peças? Está apertado ou frouxo?

REVISOR BRAILLISTA 3: Não, tá ótimo! Está adequado.

PESQUISADORA: Você consegue encaixar e desencaixar uma peça?

REVISOR BRAILLISTA 3: Sim, tranquilo! (participante realizou na prática nesse momento).

PESQUISADORA: O que você acha de as peças estarem em várias cores?

REVISOR BRAILLISTA 3: Pra gente que é cego não faz diferença nenhuma, mas para os videntes eu acho legal. Às vezes é um professor que está iniciando, não tem muita prática com o braille, então as cores acabam facilitando para ele manusear o material. Também ajuda para os alunos com baixa visão, embora eles geralmente não utilizam o braille, né?! Somente aprende o braille aqueles que tem baixa visão com tendência de ficarem cegos, aí eles são introduzidos ao braille, que foi o que aconteceu comigo.

PESQUISADORA: Você aprendeu o braille no Instituto Benjamin Constant?

REVISOR BRAILLISTA 3: Sim, aprendi aqui, quando eu tinha baixa visão. Eu escrevia na linha, eu lutei muito porque eu não queria aprender o braille, eu achava muito difícil, mas a professora insistiu e em 3 meses eu aprendi.

PESQUISADORA: E você achou que ter aprendido o braille fez diferença para você?

REVISOR BRAILLISTA 3: Totalmente, depois que eu aprendi o braille eu comecei a aprender muito mais, eu comecei a ler, eu era muito preguiçoso, não queria, me cansava...

PESQUISADORA: E você acha que se você tivesse aprendido a grafia química braille, você teria aprendido melhor sobre a disciplina de química?

REVISOR BRAILLISTA 3: Acho que na minha época, se tivéssemos os recursos que temos hoje, sim. Na minha 7ª série eu tive introdução a química, eu estudava aqui no Instituto Benjamin Constant, os professores pelo menos faziam alguma coisa, então eu aprendi um pouco. Mas quando eu saí, fui estudar o ensino médio em outra escola, não tinha tantos recursos e nem professores preparados.

PESQUISADORA: Você acha que os estudantes de Licenciaturas deveriam ter uma disciplina de introdução ao braille na grade curricular?

REVISOR BRAILLISTA 3: Eu acho que facilitaria, mas o braille é apenas mais uma ferramenta, o que eu acho que tem que ter é os professores se prepararem para atender o aluno com deficiência, seja ela qual for. É isso que falta!

Por exemplo, você não precisa saber o braille para me ensinar química. Entendeu?!

O professor pode conhecer o braille, mas ele tem que saber como lidar com o deficiente, entender os problemas, as dificuldades do aluno com deficiência.

Mesmo que o professor nunca tenha tido um aluno com deficiência visual, só dele estar disposto a aprender junto com o aluno e buscar dar o seu melhor para ensiná-lo, é isso que falta! Ter disposição e sensibilidade. Eu sei que não é fácil estar em uma sala com 40, 50 alunos, é uma correria, mas pelo menos ele deve tentar.

Na minha época de escola eram os meus colegas de turma que me ajudavam.

A minha professora de química do 3º ano do ensino médio, era tão absurdo, que ela falava para

mim somente ficar tranquilo, eu copiava a matéria, chegava na hora da prova e ela me passava somente um trabalho simples e me falava que eu não precisava fazer prova. Então eu não aprendi nada de química nessa época.

PESQUISADORA: Com relação a forma física do recurso, ele tem algumas pontas, você acha que oferece algum risco ao aluno cego?

REVISOR BRAILLISTA 3: Não. Do jeito que está aí não.

PESQUISADORA: Você tem alguma sugestão de aprimoramento ou melhoria do BBQ?

REVISOR BRAILLISTA 3: Acho que do jeito que está aqui está muito bom.

PESQUISADORA: Você reparou que as peças estão com o braille negro? Está sutil esse rebaixo do braille negro e serve para orientar os videntes que não estão muito familiarizados com o braille.

REVISOR BRAILLISTA 3: Consegui perceber sim. Eu gostei muito.

Esse trabalho é muito especial e muito bonito. Para nós deficientes visuais isso é muito gratificante, saber que tem gente que se interessa pela causa, de poder oferecer uma acessibilidade maior e tentar fazer uma inclusão de verdade.

PESQUISADORA: Você é professora?

REVISOR BRAILLISTA 4: Sim. Sou professora de Braille.

PESQUISADORA: Você já nasceu com deficiência visual?

REVISOR BRAILLISTA 4: Sim. Nasci com glaucoma congênito. Eu já visualizei vultos e ainda tenho um pouquinho de resquício visual.

PESQUISADORA: Você consegue identificar as cores?

REVISOR BRAILLISTA 4: Consigo sim.

PESQUISADORA: Eu trouxe para você avaliar um recurso didático de química, o nome dele é Bricks Braille Químico, ele foi inspirado nas pecinhas do brinquedo Lego. Como é o seu conhecimento de química?

REVISOR BRAILLISTA 4: Não é muito não!

PESQUISADORA: Você conhece o brinquedo Lego? Você já pegou nas peças dele?

REVISOR BRAILLISTA 4: Já brinquei muito de lego.

PESQUISADORA: E o que você acha do brinquedo Lego?

REVISOR BRAILLISTA 4: Eu acho fantástico! Lego é tudo de bom.

PESQUISADORA: Primeiro eu vou te mostrar a base onde nós vamos encaixar as pecinhas do Bricks Braille Químico. Essa base é do Lego mesmo e ela é de plástico.

Depois eu vou te dar para você manusear algumas peças que foram produzidas por nós, elas representam símbolos dos elementos químicos, por exemplo oxigênio, que é o O maiúsculo, o hidrogênio, que é o H maiúsculo, o carbono, que é a letra C maiúscula, então são peças assim...

REVISOR BRAILLISTA 4: Uma curiosidade que eu vou te contar é que eu sou representante do Instituto Benjamin Constant lá na Comissão Brasileira do Braille.

PESQUISADORA: E é nessa Comissão que se estabelece esses manuais, normas sobre o Braille?

REVISOR BRAILLISTA 4: É!

PESQUISADORA: Então agora eu vou te dar algumas pecinhas... Estão com um braille com tamanho mais ampliado do que o braille comum, mas é devido ao tamanho da base para o encaixe das peças.

Também tem no canto superior direito um marcador de posição de leitura para você...

REVISOR BRAILLISTA 4: Tá, eu já identifiquei... Fez toda a diferença esse marcador de posição de leitura! Essa peça aqui é o oxigênio.

PESQUISADORA: Isso. Você consegue encaixar essa peça nessa base?

REVISOR BRAILLISTA 4: Em qualquer canto?

PESQUISADORA: Sim, em qualquer canto.

REVISOR BRAILLISTA 4: (conseguiu facilmente encaixar a peça na base).

PESQUISADORA: Vou te dar mais uma peça agora.

REVISOR BRAILLISTA 4: Essa aqui é o hidrogênio.

PESQUISADORA: Isso. Vamos aproveitar e montar a fórmula da água? Você sabe qual é essa fórmula?

REVISOR BRAILLISTA 4: H2O!

(conseguiu montar a fórmula e encaixar as peças com facilidade).

Gente, mas isso aqui vai ser gostoso de brincar, heim?!

PESQUISADORA: Só que como é o 2 rebaixado, subscrito, então é uma cela braille só.

REVISOR BRAILLISTA 4: Aham, certinho. Olha que bonito! Muito legal!

PESQUISADORA: Vou te dar mais duas peças para você formar a fórmula do ácido clorídrico.

REVISOR BRAILLISTA 4: Esse eu já não lembro...

PESQUISADORA: É HCl.

REVISOR BRAILLISTA 4: Tá. E eu dou espaço?

PESQUISADORA: Sim, dá espaço... Quimicamente você coloca primeiro o H.

REVISOR BRAILLISTA 4: Ah é! Esqueci disso!

PESQUISADORA: Como está sendo para você contar as celas braille aí nessa placa/base?

REVISOR BRAILLISTA 4: Tranquilo! Eu entendi aqui que geralmente o máximo vai ser três, então eu estou colocando o espaço aqui como se fosse três. Não sei se é essa a lógica, mas foi o que eu entendi.

PESQUISADORA: Eu tenho feito algumas equações químicas utilizando essas peças e tenho deixado somente duas colunas, que é como se fosse o espaço de uma cela braille.

REVISOR BRAILLISTA 4: Ah tá! Beleza! Até pensei nisso, mas fui pelo tamanho da peça...

PESQUISADORA: Porque o espaço no braille ele é uma cela braille, né?!

REVISOR BRAILLISTA 4: Isso! Vocês foram por uma lógica bacana!

PESQUISADORA: Com relação aos pontos das peças, o tamanho do braille, o que você está achando no geral?

REVISOR BRAILLISTA 4: Eu gostei, agora sobre a textura, vocês não conseguiram fazer mais lisa?

PESQUISADORA: Essas peças estão com o braille negro, então você provavelmente está sentindo os pontos que estão levemente com rebaixo e que são os pontos do braille negro.

REVISOR BRAILLISTA 4: Ah tá! Olha, legal!

PESQUISADORA: Além das peças estarem com o braille negro elas também estão coloridas. Por exemplo, os hidrogênios estão na cor branca, os oxigênios estão em vermelho, os cloros estão verdes.

REVISOR BRAILLISTA 4: Legal que dá para trabalhar com quem tem baixa visão.

PESQUISADORA: E esse braille negro a gente pensou também para ajudar o vidente que não está familiarizado com o braille, para ele conseguir identificar melhor os pontos do braille.

REVISOR BRAILLISTA 4: Eu acho a ideia muito boa, o tamanho do braille eu acho que está bom, porque se fosse menor talvez não ficasse bom por ser no lego, agora, no meu dedo esse ponto braille aqui está um pouquinho maior, mas isso é no meu dedo...

PESQUISADORA: Ah sim, é o acabamento da impressão 3D.

REVISOR BRAILLISTA 4: Agora, porque estou falando da textura... Porque geralmente o cego não gosta do áspero, ele dá uma incomodada. Mas esse áspero aqui dessas peças não é um impeditivo para o cego fazer a leitura, mas se você conseguir colocar um pouco mais liso, de repente as mãos dos cegos irão gostar um pouco mais.

PESQUISADORA: Só para você entender melhor como foram produzidas essas peças... Elas foram modeladas no computador, em um software específico para modelagem tridimensional, depois elas foram impressas em impressoras 3D.

REVISOR BRAILLISTA 4: Eu ia perguntar isso! Agora, eu gostei dessa ideia do braille que vocês fizeram na impressora 3D. Porque esse braille aqui está legal! Eu já tive contato com braille da 3D que eu tive vontade de chorar, machuca o dedo.

PESQUISADORA: Na impressão 3D a impressora derrete o filamento e aos poucos ela vai depositando camada sobre camada. Inicialmente nós fizemos as impressões com um filamento chamado ABS, o que deixou as peças com um certo acabamento, que é esse que você acabou de sentir aí nessas peças. Posteriormente nós utilizamos outra marca de impressora e outro tipo de filamento, o PLA, e observamos que o acabamento das peças foi diferente. Eu vou te dar agora 2 peças para você manusear, elas representam o mesmo elemento, porém uma peça foi confeccionada com o PLA e a outra peça com o ABS. Você consegue perceber alguma diferença na textura nessas peças?

REVISOR BRAILLISTA 4: Eu acho que essa está melhor (PLA) e o ponto do braille também está

mais correto. Nessa outra peça (ABS) o acabamento está pior, parece que o braille está até mais pontudo.

PESQUISADORA: Isso nós percebemos que foi influência da tecnologia das impressoras que utilizamos. A impressora que utilizamos para imprimir em PLA, a qual ofereceu um acabamento melhor, é uma impressora mais nova, com outra tecnologia.

REVISOR BRAILLISTA 4: Nessa peça aqui (em PLA) eu percebo que os pontos braille estão todos com as mesmas alturas, então o acabamento está melhor.

PESQUISADORA: E também você está sentindo mais áspera as peças que eu utilizei um preenchimento para a impressão 3D de 30%, nas peças que você identificou que estão mais lisas e com acabamento melhor, eu utilizei preenchimento de impressão de 50%. Isso também está demonstrando influenciar.

Talvez se essas peças forem impressas em resina elas possam ficar com acabamento ainda melhor.

REVISOR BRAILLISTA 4: Não sei. Cuidado com a resina, pois o braille que eu tive contato em textos, que foi feito com resina, tinha um cheiro muito forte, desagradável, o que incomoda inclusive os olhos.

PESQUISADORA: Entendi. Vou te dar uma placa com uma fórmula química já montada para você fazer a leitura. São duas placas juntas pois a fórmula é grande.

REVISOR BRAILLISTA 4: CH₃

PESQUISADORA: Isso.

REVISOR BRAILLISTA 4: CH₂

PESQUISADORA: Perfeito.

REVISOR BRAILLISTA 4: CCH₃

PESQUISADORA: Isso.

REVISOR BRAILLISTA 4: Agora o que está para cima... Esse aqui é a ligação simples na vertical, que são os pontos 456.

PESQUISADORA: Isso.

REVISOR BRAILLISTA 4: Agora um H, para baixo tem uma ligação simples.

PESQUISADORA: Isso.

REVISOR BRAILLISTA 4: Oxigênio... E aqui temos um Hidrogênio.

PESQUISADORA: Isso. Ótimo!

REVISOR BRAILLISTA 4: A placa também tem o corte no canto superior direito?

PESQUISADORA: Não tem necessidade, a placa pode estar em qualquer posição.

REVISOR BRAILLISTA 4: Ah, tá!

PESQUISADORA: Vou te dar agora mais uma fórmula química para você fazer a leitura.

REVISOR BRAILLISTA 4: C, igual...

PESQUISADORA: Parece ser o sinal de igual, mas na grafia química é uma ligação dupla.

REVISOR BRAILLISTA 4: Ah tá! É que química eu não tenho contato sempre, então quando eu vou fazer a leitura tátil de química eu tenho que ir conferir lá na grafia química braille.

Então é C, ligação dupla, outro C, aí tem uma peça com os pontos 34 que eu não lembro o que é.

PESQUISADORA: Na grafia química braille isso significa uma ligação na diagonal (oblíqua)

REVISOR BRAILLISTA 4: Ah tá. Então é ligação na diagonal, H, C. Em baixo ligação diagonal, Cl e um H.

E aqui também tem peças como eu falei, com um acabamento não tão bom, dá para ler, mas pode ficar melhor.

PESQUISADORA: Como foi o seu aprendizado de química no ensino médio?

REVISOR BRAILLISTA 4: Eu tive química, mas eu não tive química acessível. A memória que eu tenho do meu aprendizado de química talvez não seja muito correto, era tudo de qualquer jeito.

PESQUISADORA: Você lembra dos seus professores utilizarem algum recurso didático acessível?

REVISOR BRAILLISTA 4: Não, não, não!

PESQUISADORA: Essas fórmulas que você acabou de ter contato aqui, são fórmulas que nós escrevemos em tinta e chamamos de fórmulas planas e aí a nossa preocupação é como dar acesso a essas coisas planas da química, né.

Você acha que se você tivesse tido a oportunidade de aprender a escrever fórmulas químicas com um recurso como o BBQ, você teria aprendido, teria sido diferente?

REVISOR BRAILLISTA 4: Teria! É o que eu estava pensando aqui agora, é que a escrita da Grafia Química Braille não é fácil, então quando você pensa em escrever na reglete e na máquina Perkin, é complicado né! Então eu acho que esse material aqui de vocês tem uma vantagem, também, para o aluno ter noção de como isso vai ficar ali, como ele tem que utilizar a reglete e a Perkin para ele organizar a escrita, então eu acho que pode ser um auxílio antes do aluno fazer a escrita, para fazer brincando também. Porque tem muitos alunos cegos que tem muita dificuldade.

PESQUISADORA: Então o BBQ pode ser um complemento?

REVISOR BRAILLISTA 4: Sim. Eu acho!

PESQUISADORA: Você considera o uso do BBQ interessante para o ensino da Grafia Química para estudantes com deficiência visual?

REVISOR BRAILLISTA 4: Eu considero. Acho que além de tudo, de mostrar a prática, o aluno faz brincando, se torna algo mais lúdico.

Eu sempre digo que o braille não tem que ser a coisa chata, do livro didático, do livro paradidático, que é bom, mas que é cansativo. Eu acho que o braille tem que ser divertido também.

PESQUISADORA: Se você fosse professora de química, você usaria o BBQ para ensinar a Grafia Química Braille?

REVISOR BRAILLISTA 4: Eu usaria. Acho até que se um dia eu for dar a disciplina de Grafia Química Braille, eu usaria.

PESQUISADORA: Você acha que utilizar o BBQ facilitaria a sua prática pedagógica?

REVISOR BRAILLISTA 4: Com certeza.

PESQUISADORA: Sobre o tamanho, altura e largura das peças, você as considera adequadas?

REVISOR BRAILLISTA 4: Sim. Acho que se a peça for mais baixa, alguns alunos terão dificuldade de encaixar e desencaixar. O tamanho do ponto está bom, a textura pode ser melhorada

PESQUISADORA: O espaçamento entre um ponto e outro, a cela braille, o que você achou?

REVISOR BRAILLISTA 4: Está direitinho, talvez algumas pessoas podem dizer que aqui por ser a mesma cela os pontos poderiam ficar mais juntos, mas aí eu não sei se ficaria bom, não sei se daria para perceber a separação entre um e outro.

Para mim os espaços estão bons, vocês conseguiram manter o mesmo espaçamento em todas as peças, porque se ficar cada hora uma coisa diferente aí fica confuso. Mas vocês conseguiram padronizar isso em todas as peças.

PESQUISADORA: Quando você valida um recurso didático em braille, quais são os critérios que você utiliza?

REVISOR BRAILLISTA 4: Eu acho que depende de cada material. Nesse aqui (o BBQ), eu estou avaliando a espessura, o afastamento, a altura e o tamanho dos pontos braille, a textura, se o braille é confortável ao toque, o tamanho e altura da cela braille, a altura da placa base.

Mas cada material é um tipo de avaliação.

PESQUISADORA: Em uma avaliação, você leva em consideração também outras questões além do braille? Por exemplo, se o recurso oferece algum risco de machucar durante o manuseio?

REVISOR BRAILLISTA 4: Também!

PESQUISADORA: E você acha que o BBQ pode oferecer algum risco?

REVISOR BRAILLISTA 4: O material de vocês ele não é para criança pequenininha, se fosse, seria mais complicado. Também, no caso de vocês, eu não falei porque não são crianças, mas se fosse pensando em crianças pequenas, as peças teriam que ser maiores, pois poderiam engolir as peças. Mas acho importante a gente dizer sempre se o material pode oferecer algum risco, né?!

PESQUISADORA: Vou te dar mais umas peças para você fazer a leitura.

REVISOR BRAILLISTA 4: H2... Isso aqui é um sinal de +?

PESQUISADORA: Isso. Você está lendo uma equação química.

REVISOR BRAILLISTA 4: Estou gostando que vocês sabem o braille e sabem a Grafia Química!

Mas está legal, está gostoso! Eu acho que os alunos vão adora esse recurso!

E assim, com esse recurso aqui dá para ir além né?! Essa ideia de vocês dá para criar outros recursos.

Então continuando a leitura da equação química... H2, parênteses com a letra g, que eu não sei o que significa...

PESQUISADORA: Significa que é o estado físico gasoso do H2.

REVISOR BRAILLISTA 4: Ah, tá! Então gasoso, aí tem um espaço, sinal de +, espaço de novo, Cl, 2, gasoso, espaço, uma seta para a direita, espaço, HCl, líquido e acabou.

PESQUISADORA: Isso. Só esquecemos de balancear essa equação.

O que você acha dessa mediação pedagógica de professores de química durante a utilização do BBQ?

REVISOR BRAILLISTA 4: Eu acho que facilita. O material concreto ele sempre vai valorizar o aprendizado da pessoa cega, sempre vai!

A mediação do professor é necessária, principalmente no início, pois o aluno precisa aprender a utilizar o material. A partir do momento que o aluno souber como manipular e como funciona o recurso didático, ele vai conseguir utilizar sozinho.

E esse material que vocês fizeram todo colorido, em uma turma regular ele vai ajudar toda a turma, não somente o aluno cego.

Eu gostei muito!

PESQUISADORA: Agora vou pedir para você fazer a leitura de uma fórmula química que as peças estão encaixadas na placa e também com as peças soltas da placa. Consegue ler?

REVISOR BRAILLISTA 4: H₂O!

PESQUISADORA: De qual maneira (com as peças encaixadas na placa ou com as peças soltas em uma superfície lisa) você achou mais fácil de fazer a leitura?

REVISOR BRAILLISTA 4: Com as peças encaixadas. Porque elas ficam fixas e juntas, com elas soltas me deixa mais em dúvida.

PESQUISADORA: O recurso didático que eu vou te apresentar (o BBQ) ele será montado em cima de uma base que eu vou te mostrar agora... Ela é uma base do brinquedo Lego. Você já ouviu falar?

REVISOR BRAILLISTA 5: Já!

PESQUISADORA: Sabe aquela base onde encaixa as pecinhas do Lego?

REVISOR BRAILLISTA 5: Sim.

PESQUISADORA: Então... É essa base. O BBQ foi inspirado nas peças do brinquedo Lego. Nessas peças contém inscrições em braille para que a gente possa montar equações e fórmulas químicas. Como é o seu conhecimento de química?

REVISOR BRAILLISTA 5: Baixo. É porque assim, eu fui aluna aqui do Instituto Benjamin Constant, aqui a gente (cego) tem todo o suporte, mas, quando a gente vai para uma escola que se diz inclusiva, a história é outra. Aqui no RJ quando a gente sai do IBC, a gente geralmente vai para o colégio Dom Pedro II, que é o colégio que está mais acostumado a receber alunos com deficiência visual, mas no meu caso eu não fui para esse colégio. No meu ensino médio eu fui fazer magistério, as matérias eram reduzidas e os professores não tinham preparo para lidar com aluno cego, então eu confesso que fiquei um pouco prejudicada.

PESQUISADORA: Nessa sua trajetória, na química, você lembra de ter tido algum contato com recurso didático?

REVISOR BRAILLISTA 5: Só no Instituto Benjamin Constant, do meu 1º ao 9º ano.

PESQUISADORA: Como era ensinado a disciplina de química para você no ensino médio?

REVISOR BRAILLISTA 5: A gente fazia muita aula em laboratório, pegava materiais na mão, por exemplo massa de modelar.

Enquanto os alunos videntes ficavam fazendo experiências eu ficava somente ouvindo.

PESQUISADORA: Hoje no IBC, você tem tido contato com a Grafia Química Braille?

REVISOR BRAILLISTA 5: Poucas vezes.

PESQUISADORA: Você trabalha como revisora brailista no IBC há quanto tempo?

REVISOR BRAILLISTA 5: 6 anos.

PESQUISADORA: Quando você teve o primeiro contato com a Grafia Química Braille?

REVISOR BRAILLISTA 5: Somente no IBC, como revisora brailista. Antes eu nem conhecia.

PESQUISADORA: Eu vou colocar uma peça do Bricks Braille Químico na sua mão, ela tem a inscrição do braille, porém maior do que o braille comum. Eu quero que você manuseie a peça e me diga o que você está conseguindo identificar nesta peça.

REVISOR BRAILLISTA 5: Não sei se isso aqui é um O...?

PESQUISADORA: Tem um marcador de posição de leitura na peça, você consegue perceber?

REVISOR BRAILLISTA 5: Sim. Acho que é assim...

PESQUISADORA: Isso. Assim mesmo! Esse marcador de posição de leitura tem que ficar no canto superior direito da peça.

REVISOR BRAILLISTA 5: Ah, sim!

PESQUISADORA: Essa peça tem duas celas braille.

REVISOR BRAILLISTA 5: Então parece o H...?

PESQUISADORA: Isso! É a letra H, de hidrogênio.

REVISOR BRAILLISTA 5: Tranquilo.

PESQUISADORA: A ideia é você utilizar essa base para encaixar as peças e montar as estruturas químicas.

REVISOR BRAILLISTA 5: Entendi.

PESQUISADORA: Eu vou te dar mais uma peça agora.

REVISOR BRAILLISTA 5: Aqui é o O...?

PESQUISADORA: Isso. Perfeito. Então, por exemplo, com essas duas peças nós já conseguimos montar a fórmula H_2O , eu só preciso do número 2 subscrito para fórmula química.

Você consegue montar essa fórmula sozinha?

REVISOR BRAILLISTA 5: Por onde eu começo?

PESQUISADORA: Pode começar encaixando em qualquer lugar dessa base.

REVISOR BRAILLISTA 5: (participante conseguiu montar a fórmula química e encaixar as peças rapidamente)

PESQUISADORA: Essas peças foram impressas em impressoras 3D e elas tem cores diferentes, por exemplo, o H está na cor branca, o oxigênio está em vermelho... São cores que geralmente emprega-se em kits de recursos de modelagem molecular. Para o professor, essas cores podem auxiliar na identificação das peças, principalmente para os professores que não estão familiarizados com o braille.

REVISOR BRAILLISTA 5: Aham.

PESQUISADORA: Agora vou te mostrar outra peça, você consegue ler o que está escrito nela? Inclusive você pode encaixá-la logo após essa última peça da fórmula da água que você acabou de montar.

REVISOR BRAILLISTA 5: Não, eu não consigo... A simbologia eu não sei... Talvez seja porque eu não sei química braille...

PESQUISADORA: Essa simbologia é específica da grafia química braille, então você acredita que não esteja conseguindo identificar esta peça por isso?

REVISOR BRAILLISTA 5: Sim, isso.

PESQUISADORA: Mas você consegue reconhecer a letra que tem no meio da peça?

REVISOR BRAILLISTA 5: Sim, é a letra s.

PESQUISADORA: Isso. Então é um sinal de parêntese, a letra s e após outro parêntese fechando. O que simboliza o estado físico sólido.

REVISOR BRAILLISTA 5: Ah, tá!

PESQUISADORA: Mas com a nossa explicação, você achou que fica mais fácil de compreender?

REVISOR BRAILLISTA 5: Sim.

PESQUISADORA: Então, aí você escreveu a fórmula da água no estado sólido. É uma forma de representarmos o gelo.

REVISOR BRAILLISTA 5: Entendi.

PESQUISADORA: Agora eu vou te dar outra peça, quero que você pula um espaço na base correspondente a uma cela braille e faça o encaixe dela logo em seguida.

REVISOR BRAILLISTA 5: (conseguiu fazer o encaixe com rapidez e sem dificuldades)

PESQUISADORA: Você conseguiu identificar qual peça é essa?

REVISOR BRAILLISTA 5: É uma seta para a direita.

PESQUISADORA: Isso. Agora vou te dar a peça H, 2 subscrito e o O para que você escreva novamente a fórmula da água. Lembrando de dar um espaço de uma cela braille após a seta de reação química.

REVISOR BRAILLISTA 5: (conseguiu montar a fórmula química e encaixar as peças sem dificuldades)

PESQUISADORA: E agora uma outra peça com outra inscrição em braille.

REVISOR BRAILLISTA 5: Essa é a letra l?

PESQUISADORA: Exato. Que significa líquido. Você consegue ler toda essa equação química que você montou agora?

REVISOR BRAILLISTA 5: H₂O, sólido, seta, H₂O, líquido. OK!

PESQUISADORA: Isso. Você considera o uso do BBQ interessante para o ensino da Grafia Química Braille para estudantes com deficiência visual?

REVISOR BRAILLISTA 5: Com certeza. É um material concreto e ficou mais fácil.

PESQUISADORA: Quando você estudou química, se você tivesse tido a oportunidade de utilizar um recurso didático desse, você acha que teria sido mais fácil para você aprender?

REVISOR BRAILLISTA 5: Com certeza.

PESQUISADORA: Agora eu vou te dar 4 peças que representa o hidrogênio, 1 peça que representa o carbono e 4 peças que representam ligações químicas, só que 2 representam ligações covalentes simples na horizontal e 2 que representam ligações covalentes simples na vertical.

Eu vou te ajudar a montar...

Você vai pegar a peça do carbono e vai colocar ela no centro da base.

REVISOR BRAILLISTA 5: (conseguiu realizar a identificação da peça e o encaixe com rapidez e sem dúvidas)

PESQUISADORA: Ao redor dessa peça do carbono, você vai dispor essas duas peças na horizontal, ao lado do carbono... Percebe a representação da ligação covalente simples?

REVISOR BRAILLISTA 5: Sim.

PESQUISADORA: Você lembra de já ter visto esse sinal em outro recurso?

REVISOR BRAILLISTA 5: Não.

PESQUISADORA: E aqui, nós temos novamente ligações simples, só que para posicionar na vertical em relação ao átomo de carbono que você colocou no centro da base. Essa peça é menor pois ela tem uma cela só e ela tem que ficar alinhada com o sinal de maiúsculo do carbono, uma para cima e outra para baixo do carbono...

REVISOR BRAILLISTA 5: Ah sim. (conseguiu realizar o encaixe das peças com o auxílio da pesquisadora).

PESQUISADORA: Aquelas outras 4 peças que estão soltas, que representam os hidrogênios, você vai colocar nas extremidades dessas ligações. Então coloca um em cada ponta.

REVISOR BRAILLISTA 5: Assim?

PESQUISADORA: Isso. Abaixo da ligação, alinhando com o sinal de maiúsculo do H.

REVISOR BRAILLISTA 5: (conseguiu realizar o que a pesquisadora solicitou)

PESQUISADORA: Essa é uma das estruturas mais simples na química, imagina montar isso na reglete?!

REVISOR BRAILLISTA 5: Nossa!

PESQUISADORA: Você preferiria montar essa estrutura na reglete ou com o BBQ?

REVISOR BRAILLISTA 5: Com o BBQ! Com certeza!

PESQUISADORA: Então essa é uma fórmula química estrutural, de uma substância chamada metano, a fórmula molecular dela é CH₄.

Você consegue tocar na fórmula como um todo e perceber a disposição dos átomos, as ligações?

REVISOR BRAILLISTA 5: Não consigo fazer a leitura não.

PESQUISADORA: Qual é a sua dificuldade?

REVISOR BRAILLISTA 5: A minha dificuldade é por onde começar a fazer a leitura.

PESQUISADORA: Na realidade não existe o começo e o fim.

REVISOR BRAILLISTA 5: Nossa, que legal.

PESQUISADORA: Tanto na grafia comum quanto no braille a gente tenta representar essa estrutura de uma forma que dê a ideia de como ela é. Aqui está no plano, mas a ideia é mostrar como é no tridimensional.

Você gostou dessa possibilidade do encaixe das peças?

REVISOR BRAILLISTA 5: Com certeza.

PESQUISADORA: O braille está bem feito?

REVISOR BRAILLISTA 5: Está.

PESQUISADORA: Sobre o tamanho, a altura e a largura das peças, você considera que estão adequados?

REVISOR BRAILLISTA 5: Sim.

PESQUISADORA: O que você achou da altura, distância e largura dos pontos braille das peças?

REVISOR BRAILLISTA 5: Estão perfeitos.

PESQUISADORA: Sobre o emprego das cores diferentes das peças, o que você achou dessa ideia?

REVISOR BRAILLISTA 5: Facilita para os professores que não conhecem o braille e também pode ser um estímulo para quem tem baixa visão.

PESQUISADORA: Você tem alguma sugestão de melhoria para esse recurso didático?

REVISOR BRAILLISTA 5: Não, para mim está ótimo. Perfeito!

PESQUISADORA: Quais critérios você utiliza para validar um recurso didático em braille?

REVISOR BRAILLISTA 5: Eu avalio como revisora a questão do braille, a textura do material, se não machucar ou causar algum ferimento.

PESQUISADORA: Você acha que o BBQ oferece algum risco de machucar?

REVISOR BRAILLISTA 5: Não.

PESQUISADORA: O que você achou do acabamento das peças?

REVISOR BRAILLISTA 5: Olha, eu não sei se a longo prazo não corre o risco de quebrar essas peças? Porque a gente que não enxerga pode deixar cair.

PESQUISADORA: Esse material é um plástico bem resistente, a queda dificilmente causa rachaduras.

Vou te dar mais uma fórmula para você fazer a leitura... Essa fórmula já está toda montada, é somente para você fazer a leitura mesmo.

REVISOR BRAILLISTA 5: H, faz ligação com carbono...

PESQUISADORA: parece ser uma ligação, mas não é... A ligação são duas celas braille e essa peça aqui é somente uma cela braille, os pontos 25.

REVISOR BRAILLISTA 5: Não sei qual é então...

PESQUISADORA: É o 3 rebaixado.

REVISOR BRAILLISTA 5: Ah, tá. Entendi!

PESQUISADORA: Com a nossa mediação está sendo mais fácil de compreender?

REVISOR BRAILLISTA 5: Sim, sim. Até porque um símbolo em braille pode representar outras coisas.

Então é H3, carbono 2 vezes?

PESQUISADORA: Isso.

REVISOR BRAILLISTA 5: H2...

PESQUISADORA: Correto.

REVISOR BRAILLISTA 5: Carbono e H3. Aí o carbono tem uma ligação simples com o H. E também tem uma ligação simples com o oxigênio e com o hidrogênio.

PESQUISADORA: Isso. Você já fez leitura de alguma fórmula química escrita na reglete?

REVISOR BRAILLISTA 5: Não.

PESQUISADORA: Como você acha que seria fazer essa mesma fórmula química escrita em papel com a reglete?

REVISOR BRAILLISTA 5: Eu acho que aqui com essas peças é melhor, né?! O tamanho é maior, é melhor assim. Até porque na reglete pode ser que “escape” algum ponto ou se apague.

Apêndice XIV – Transcrições das gravações da coleta de pesquisa com os Grupos Focais durante o Minicurso sobre a Grafia Química Braille - MG

1º GRUPO FOCAL:

MEDIADOR: Estamos dentro de um laboratório Maker e estamos com uma pesquisa de Mestrado em andamento, da mestranda Vivian, eu a oriento e a pesquisa dela está intitulada “Bricks Braille Químico: implicações pedagógicas para o ensino de química a estudantes com deficiência visual”. E quando entrei em contato com vocês eu expliquei que hoje vocês estariam participando da pesquisa da Vivian, sendo que todos concordaram em participar.

Eu quero iniciar uma discussão com vocês sobre os desafios da inclusão, afinal de contas nós estamos no contexto da educação inclusiva. E eu já gostaria de antecipar 4 características muito importantes quando a gente fala de inclusão na escola: acessibilidade, interação, integração e socialização. São 4 pilares da inclusão. De certa forma o que queremos transmitir é que ao pensar em inclusão somente pela via da acessibilidade é insuficiente.

Eu preparei algumas perguntas e eu gostaria de ouvir vocês, são 6 perguntas. A primeira pergunta é: vocês já tiveram alguma experiência em sala de aula envolvendo estudantes com deficiência visual? Como foi essa experiência?

PARTICIPANTE 1: Eu não tive.

PARTICIPANTE 2: Eu também não.

PARTICIPANTE 3: Eu já tive. Nos anos de 2017 e 2018 eu trabalhei em uma instituição que eles têm uma grande preocupação com as pessoas com deficiência e nesses 2 anos eu tive 2 alunas com baixa visão, uma delas desistiu dos estudos no 2º ano do ensino médio, elas tinham um estagiário que as acompanhava durante as aulas, mas mesmo assim era difícil, eu acredito que na nossa formação inicial nós não temos muito contato com esses alunos com deficiência.

Eu tive também uma aluna que era surda, então eu busquei estudar mais sobre como lidar com esses alunos com deficiências.

Inclusive uma dessas alunas que eu tive com baixa visão estudava em outra escola anteriormente e sofreu muito preconceito lá, por isso os pais buscaram levar na instituição que eu trabalhei por ter essa característica de escola inclusiva, conhecida socialmente por isso e também por ter mais recurso para ensinar alunos com deficiências.

PESQUISADORA: Essa aluna que você teve que desistiu dos estudos, ela comunicou os motivos que fizeram ela desistir dos estudos?

PARTICIPANTE 3: Não. Ela completou 18 anos e então ela tinha a opção de escolha se gostaria ou não de continuar os estudos. Mas ela já não estava confortável durante o período que eu dei aula para ela, inclusive ela já tinha ciência de que em breve ela iria perder totalmente a visão, então ela não queria aprender nada.

MEDIADOR: É importante a gente lembrar que a deficiência visual ela não é somente a cegueira né, há muitas pessoas com baixa visão.

PARTICIPANTE 3: E o que eu me lembro de uma dessas alunas com baixa visão é que ela escrevia com uma letra muito grande e quem assessorava ela era a estagiária. Eu não tinha muito conhecimento sobre inclusão então eu me sentia perdida, eu tinha que chamar a estagiária para me auxiliar com essa aluna. E a outra aluna tinha baixa visão por causa de um tumor, ela não aceitava muito bem o diagnóstico dela.

MEDIADOR: Eu cheguei a ter um aluno com baixa visão no ano de 2019.

Agora eu vou fazer outra pergunta para vocês... Para vocês que ainda não tiveram essa experiência, vocês já se imaginaram ministrando aulas para um estudante cego? Como vocês imaginam essa situação?

PARTICIPANTE 4: Os alunos videntes normalmente já possuem dificuldades de prestar atenção, e falam o tempo todo, né. Então para o cego conseguir captar o que o professor está repassando deve ser difícil. Como ele não tem a visão para ajudá-lo, deve ser difícil.

PARTICIPANTE 5: Mas também em compensação os cegos tem a audição mais apurada também.

PARTICIPANTE 6: Eu acho que deve ser muito difícil pois o ensino de química ele demanda que

a pessoa enxergue. Então deve ser difícil para o professor conseguir repassar todo o conteúdo para um aluno cego, iria requerer toda uma adaptação, né.

PARTICIPANTE 1: Teria que analisar quais tecnologias seriam mais adequadas para conseguir ensinar o aluno cego, pois o nosso mundo ele é muito visual.

PARTICIPANTE 5: Eu tive uma oportunidade de ministrar 2 aulas de química para um aluno cego há muitos anos e o que eu fiz foi apresentar para ele modelos tridimensionais táteis de moléculas químicas, eu percebia que os modelos ajudam e a audição do aluno parecia que compensava um pouco. Mas é desafiador ter alunos com deficiência visual em sala de aula.

MEDIADOR: Eu levava para as minhas aulas de química os modelos tridimensionais e colocava nas mãos da minha aluna com baixa visão para que ela pudesse manipulá-los enquanto eu explicava o conteúdo, eu fazia as provas ampliadas, no quadro ela me pediu para não utilizar pincel de escrever da cor vermelha, pois ela tinha dificuldades de enxergar a cor vermelha, mas no final deu tudo certo, ela foi aprovada na disciplina.

PARTICIPANTE 2: Eu tenho uma dúvida, se colocar um modelo nas mãos do cego, será que ele consegue ter uma visão do todo, conseguem construir um modelo mental?

MEDIADOR: Acredito que sim, que é bem coerente com o que eles estão palpando. Eu falo pela minha experiência que eu tive interagindo com os alunos cegos, validando recursos didáticos com eles e as respostas tem sido positivas. O que é coerente com aquilo que está sendo proposto a representar.

Inclusive nós videntes enxergamos um objeto totalmente, o cego não, ele vai manuseando parte por parte para depois ele obter um modelo mental na totalidade.

PARTICIPANTE 6: Alguém sabe me dizer qual é a porcentagem de alunos cegos que chegam ao nível médio de ensino?

MEDIADOR: Eu não sei o número exato, mas os estudos mostram que cada vez mais a procura desses alunos em instituições de ensino, inclusive a nível superior.

PARTICIPANTE 4: Quando eu levo modelos tridimensionais nas minhas aulas para alunos videntes eles já ficam muito surpresos e curiosos, eles me perguntam: “Ah professor, é assim que é um átomo”? Então eu acho fantásticos esses modelos tridimensionais para ensinar química.

MEDIADOR: Eu gostaria que vocês me respondessem agora como vocês adaptariam os seus recursos didáticos para ensinar os alunos com deficiência visual?

PARTICIPANTE 1: Eu utilizaria modelos físicos, pesquisaria outras opções para melhorar o ensino para esses alunos, iria em busca de informações sobre o assunto, pediria materiais didáticos para o Instituto Benjamin Constant.

PARTICIPANTE 4: Eu me vi nessa situação. Me ofereceram uma turma que tinha alunos com diversos tipos de deficiências e eu não aceitei ministrar aula para eles porque eu não me senti preparado para ensinar na educação inclusiva.

PARTICIPANTE 2: Eu também buscaria me preparar, fazer um curso de especialização na área, porque eu não faço ideia de como atuar com esses alunos, diferente das pessoas que já possuem experiência e improvisar para ensinar esses alunos às vezes não é interessante.

PARTICIPANTE 1: E seria interessante também todas as escolas terem diversos recursos didáticos inclusivos, independentemente de ter algum aluno com deficiência ou não, porque até a escola solicitar o recurso didático para o Instituto Benjamin Constant, que fica no Rio de Janeiro, até eles providenciarem e aguardar chegar o envio via correio, pode demorar muito.

MEDIADOR: Quais tipos de suporte vocês gostariam de receber para melhorar a inclusão de estudantes com deficiência visual na sua sala de aula?

PARTICIPANTE 1: Formação dos professores no ambiente escolar, para que não seja preciso os professores se deslocarem, pois isso oportuniza melhor o cronograma. Mas não formação teórica e sim formação prática.

PARTICIPANTE 7: Ter materiais didáticos inclusivos nas instituições de ensino.

PARTICIPANTE 8: Tecnologias assistivas educacionais, por exemplo a reglete e a punção para a escrita braille.

PARTICIPANTE 1: Precisamos ter sempre os recursos adequados para receber alunos com deficiência visual, porque não sabemos quando teremos esses alunos matriculados em nossas escolas, e nem sempre estamos preparados para recebê-los, por isso que geralmente os alunos

com deficiência visual acabam procurando instituições específicas para atendimento desse tipo de deficiência e aí eu questiono, onde está a integração então? Porque é necessário a demanda surgir nas escolas para então ir em busca de oportunizar o ensino para alunos com deficiência? Dá a sensação de que nós professores estamos somente “apagando incêndio” (analogia).

PARTICIPANTE 4: Na escola que eu trabalho tem um aluno de outra turma que tem deficiência visual, mas ele raramente frequenta as aulas, ele diz que sente o preconceito dos outros alunos e não tem conseguido acompanhar as aulas, então ele se desmotivou. Agora a escola está tentando trazê-lo novamente para frequentar as aulas, inclusive tentaram um professor de apoio para ele, mas o estudante que tem somente deficiência visual não tem direito legal a ter um professor de apoio, só se ele tiver deficiência múltipla.

MEDIADOR: A última pergunta... Quais são as expectativas de vocês com relação ao uso da Grafia Química Braille?

PARTICIPANTE 4: É desafiador né, principalmente para quem não conhece. Porque quando você tem os símbolos da Grafia Química Braille para o estudante cego identificar é uma coisa, para nós professores videntes que não conhecemos fazer a leitura do braille é difícil, nós somos analfabetos do braille.

PARTICIPANTE 6: Eu tentei desvendar a lógica olhando para a imagem dos símbolos em braille, mas não consegui entender. Eu só vi que os pontos braille vão mudando as posições.

MEDIADOR: Na verdade, no braille não segue uma lógica. Mas eu espero que até o final do minicurso vocês consigam aprender o básico da Grafia Química Braille e sejam capazes de realizar uma leitura visual, reconhecendo os pontos e símbolos em braille.

A nossa leitura de vidente será visual, ela não será tátil durante esse minicurso.

Aqui no slide há uma fórmula química em braille, inclusive eu acho que vocês conseguem fazer a leitura dela e descobrir qual é por intuição...

PARTICIPANTE 1: É o benzeno?

MEDIADOR: Isso mesmo! O anel aromático.

Sobre aqueles 4 pilares que eu havia falado para vocês no início do curso, tem algumas questões que eu quero colocar para vocês e pensando nessa questão dos modelos tridimensionais inclusivos. Como havíamos comentado, quase tudo que a gente vê publicado por aí, congressos a fora, e alguns artigos também, na temática da educação em ciências para estudantes com deficiência visual, esbarra sempre na questão da modelagem tridimensional, como se isso fosse a salvação, como se bastasse colocar um modelo 3D na mão do aluno cego que ele irá rapidamente entender o que o professor está falando, interagir com a estrutura, saber todas as propriedades e tudo mais. Mas é uma ilusão isso, porque? Porque entre aqueles fatores que havíamos comentado também acerca das dificuldades, de qualquer estudante, independentemente de ele ver ou dele apenas tocar, formar a imagem integral na cabeça e trabalhar com ela, é difícil para o vidente e para o cego.

Então se for analisar, nós professores trabalhamos pouquíssimo com modelos tridimensionais durante todo um ano letivo. Na maior parte do tempo nós professores de química trabalhamos com nossos alunos a inscrições químicas no plano, a gente representa as equações químicas no quadro, no papel e assim, como dar acesso a essas inscrições planas para esses alunos cegos?

O modelo tridimensional é bom? Sim, ele é e eu adoro, mas ele não é o suficiente para ensinar química para estudantes com deficiência visual, porque tem um universo de inscrições planas que a gente lida diariamente em sala de aula e que esse aluno cego só vai escutar, no máximo o professor fará uma descrição daquilo que ele desenhou no quadro, o que torna ainda mais trabalhoso para o professor.

E ao ter o material didático adequado para um estudante com deficiência visual, é possível que ele consiga aprender dentro de sala regular juntamente com os outros alunos videntes, então isso se torna mais acessível e interativo para ele, sem precisar retirar esse aluno da sala regular e levá-lo para outro espaço individualizado.

Mas vamos agora começar a parte prática do nosso curso e eu quero começar mostrando para vocês um recurso didático inclusivo que nós confeccionamos no nosso projeto Incluir-Ciência, o nome dele é Quebra Cabeça Lônico, vocês irão entender o motivo desse nome...

Esse recurso pode ser utilizado em sala de aula de diferentes maneiras, como todos vocês são

conhecedores de química, fica mais fácil de vocês compreenderem. Mas eu gostaria que vocês montassem algumas fórmulas químicas com esse Quebra Cabeça, pode ser a fórmula que vocês quiserem. Vocês entenderam a ideia desse recurso didático?

TODOS OS PARTICIPANTES: Sim.

MEDIADOR: Essas peças que possuem essas entradas representam cátions. Nessas peças desse recurso tem a escrita na grafia comum e também na Grafia Química em Braille.

Olhem só, estou apresentando para vocês agora os sinais mais comuns da Grafia Química Braille. Existe o sinal de carga elétrica, carga negativa e carga positiva. Vejam se vocês conseguem reconhecer esses sinais nos cátions e nos ânions neste quebra cabeça iônico?

TODOS OS PARTICIPANTES: Todos conseguiram reconhecer os sinais de carga elétrica e os pontos em braille.

MEDIADOR: Dá para explorar muitas coisas, verifiquem na tampa da caixa deste recurso didático, tem um texto escrito nela e me digam se faz sentido? Neste texto está escrito o que esse recurso didático permite que o professor ensine. Vocês concordam que dá para trabalhar essas coisas?

TODOS OS PARTICIPANTES: Sim.

MEDIADOR: Eu fiz esse recurso didático em MDF e também no acrílico, com as placas de acrílico que as pessoas utilizaram durante a pandemia da COVID 19 e que estavam descartando no lixo, então eu reaproveitei e criei recurso didático inclusivo.

PARTICIPANTE 5: E como você tem divulgado esse trabalho?

MEDIADOR: Nas redes sociais, eu tenho ido em algumas instituições que trabalham com atendimento especializado em pessoas cegas, participação em Congressos no Brasil e tenho começado a publicar artigos científicos.

Outros sinais muito importantes que vocês precisam saber no braille são os sinais de maiúsculo e o sinal de número. E aqui neste slide eu apresento para vocês todo o alfabeto e os números em braille. Para escrever uma letra em maiúsculo é necessário colocar o sinal de maiúsculo antes da letra e para indicar que é número é necessário colocar o sinal de número anteriormente a ele.

Vamos fazer uma atividade simples agora, utilizando um recurso didático que eu confeccionei para o ensino do braille, denominado "Braille Vazado". Então eu quero que vocês escrevem aí em braille, qual é o tempo de experiência que vocês têm em sala de aula.

TODOS OS PARTICIPANTES: Conseguiram realizar a atividade sem dificuldades e com rapidez.

MEDIADOR: Então já aprendemos os sinais básicos... Vocês conseguem reproduzir aí no Braille Vazado, as iniciais do seu nome?

TODOS OS PARTICIPANTES: Conseguiram realizar a atividade sem dificuldades e com rapidez.

PARTICIPANTE 5: Mas eu acho que a minha memória não vai conseguir gravar todos esses símbolos, letras, números em Braille.

MEDIADOR: A gente vai automaticamente memorizando conforme vai fazer o uso regular do Sistema Braille, mas é bom sempre ter os símbolos em braille impressos a tinta em um papel para que seja possível fazer consulta.

Quando vocês precisarem escrever a palavra toda em maiúsculo, vocês devem colocar o sinal de maiúsculo em braille 2 vezes no início da palavra.

PARTICIPANTE 5: E aí para interromper isso eu deixo o espaço em branco?

MEDIADOR: Isso, deixa o espaço de uma cela braille que o cego entende que significa o espaço.

Então agora vamos introduzir a Grafia Química Braille...

A primeira coisa que precisamos aprender é como representar o símbolo de um elemento químico e ele devem ser escritos com letra maiúscula, respeitando as regras da Grafia Química Braille.

Nós encontramos um arquivo na internet, disponibilizado gratuitamente, da tabela periódica para impressão 3D e esse arquivo ele está todo em braille, porém nele não consta os sinais de maiúsculo antes das siglas dos elementos químicos, o que é um grande erro para o ensino e aprendizagem. Então temos que tomar cuidado ao utilizar recursos didáticos, conferir sempre se eles estão corretos.

Agora eu vou pedir para vocês reproduzirem algumas fórmulas químicas utilizando o recurso didático Braille Vazado.

TODOS OS PARTICIPANTES: Realizaram a atividade, tiveram dúvidas acerca da simbologia da Grafia Química Braille e conseguiram realizar com êxito com o auxílio do mediador.

MEDIADOR: O aluno cego ele conhece o braille, mas ele não conhece a Grafia Química Braille, isso é o professor que tem que ensinar, então tem que ensinar a química e a Grafia Química Braille.

PARTICIPANTE 1: E os estados físicos em braille, como são?

MEDIADOR: Ótima pergunta. Para representar o estado físico é preciso dos símbolos de abrir e fechar parênteses, então para abrir parênteses são os pontos 126 e para fechar parênteses são os pontos 345, e então colocar a letra no meio dos parênteses, por exemplo a letra l para o estado líquido, a letra g para o estado gasoso e a letra s para o estado sólido.

PARTICIPANTE 4: E as setas? Como eu as represento em braille?

MEDIADOR: Por exemplo uma seta simples, é um sinal composto, de duas celas braille, são os pontos 25 da primeira cela e os pontos 1235 da segunda cela braille. Conseguem imaginar? Vocês acham que parece uma seta?

TODOS OS PARTICIPANTES: Sim. Parece mesmo!

MEDIADOR: Ou sendo mais fiel ao manual da Grafia Química Braille, chama-se de seta para a direita, pois se quiser representar uma seta reversa, aí inverte-se essa seta.

E para dizer que o sistema está em equilíbrio tem outro símbolo, composto por três celas braille, parecido com o símbolo que a gente faz na grafia química normal, para videntes.

2º GRUPO FOCAL:

MEDIADOR: O manual da Grafia Química Braille é maior e mais completo do que a gente está vendo aqui nesses 2 dias de curso, nele tem muito mais detalhes. O que eu escolhi para apresentar aqui para vocês é o básico para que consigamos iniciar um trabalho, para conseguir aprender a reconhecer o braille, uma fórmula química, principalmente as estruturais. E vocês vão perceber que a leitura é muito intuitiva, vocês conseguem, mesmo sem estar familiarizados com os sinais, mas você olha e já consegue ter uma ideia da estrutura que está representada ali.

Nós vamos fazer alguns exercícios assim e vamos chegar na parte das equações, que é muito simples na verdade, depois que compreendemos as fórmulas, compreender as equações fica mais fácil.

Vamos retomar o que fizemos ontem, principalmente utilizando o Braille Vazado. Vamos olhar essas fórmulas aqui no slide, vocês conseguem reconhecer elas?

TODOS OS PARTICIPANTES: Conseguiram reconhecer todas as fórmulas com facilidade e rapidez.

PARTICIPANTE 1: Essa fórmula que tem os parênteses e o estado físico da matéria, eu já olho enxergando que os parênteses em braille ele parece com os parênteses da grafia comum.

MEDIADOR: Eu quero agora que vocês reproduzam essas fórmulas químicas em braille utilizando o Braille Vazado.

TODOS OS PARTICIPANTES: Conseguiram realizar a atividade, porém com dúvidas acerca dos símbolos da Grafia Química Braille, necessitaram do auxílio e explicações do mediador, bem como consultar um material de apoio sobre a Grafia Química Braille.

PARTICIPANTE 5: Para mim tudo isso é novidade.

MEDIADOR: Acaba sendo um exercício importante de consulta da tabela periódica.

PARTICIPANTE 1: Sim, aqui tem várias habilidades sendo trabalhadas.

MEDIADOR: Reparem no tamanho que fica a fórmula química escrita com o Braille Vazado! Fica grande né?!

Imagina se tivéssemos que escrever uma equação química, com o Braille Vazado e com essas fórmulas todas?! Iria precisar de umas duas mesas grandes para caber tudo.

Mas geralmente as fórmulas e equações químicas em braille são grandes, quando são escritas com a reglete em folha de papel, acabam ocupando mais de uma folha escrita.

PARTICIPANTE 6: O problema é a gente memorizar tudo isso, mas acho que se tiver o contato frequente aí fica tranquilo. Mas estou com uma dúvida na prática, como a gente que é professor vidente faria a correção de tudo isso?

MEDIADOR: Temos algumas opções, o professor teria que se capacitar no braille, para poder acompanhar e ver se o aluno escreveu a fórmula correta, mas aí o professor tem que saber. Outra opção que é uma ideia minha, é que poderia ser criado um aplicativo que faça a leitura do braille em relevo e transcreva para a grafia comum, isso auxiliaria muito o professor vidente, mas eu não

sei se esse tipo de aplicativo já existe e também não sei se é possível fazer isso. A escola também poderia ter um profissional de apoio especializado em braille.

PARTICIPANTE 4: É muito necessário ter professor de apoio para alunos com deficiência visual, porque o professor regente não dá conta sozinho, ele tem em média de 40 alunos por turma e ensinar um estudante cego requer tempo para adaptar todo o conteúdo para o braille, conhecer e consultar o material sobre o braille e também é trabalhoso.

MEDIADOR: O recurso do Braille Vazado ele é interessante para ensinar o braille, em como construir os pontos braille, os símbolos, mas nós temos outros recursos que podem auxiliar mais o ensino, um deles é o recurso didático da pesquisa de mestrado da Vivian, que nós chamamos de Bricks Braille Químico, eu já vou apresentar ele para vocês.

O Bricks Braille Químico já passou por validação no Instituto Benjamin Constant, no Rio de Janeiro, com os revisores técnicos braillistas e inclusive eles são cegos. Porém, faz parte da pesquisa da Vivian, fazer o levantamento das percepções de professores de química sobre o BBQ, a usabilidade, os aspectos estéticos, como esse recurso poderia ser incorporado na sua prática de ensino, etc.

Eu vou mostrar para vocês algumas placas/bases, elas são da marca Lego, as peças do BBQ, vocês podem manuseá-las.

Outro recurso didático que eu confeccionei, que tem uma ideia parecida com o BBQ, é o Braille Magnético, ele tem peças imantadas para fixação e o braille dele é feito com miçangas, então na pesquisa da Vivian nós transformamos o Braille Magnético em modelagem e impressão 3D.

PARTICIPANTE 2: E qual é a ideia do BBQ com relação a essas placas/bases?

MEDIADOR: As peças do BBQ elas são encaixadas nessas placas, inclusive eu gostaria que vocês testassem os encaixes.

Aí vocês têm peças que representam os elementos químicos, percebam que o sinal de maiúsculo e de número já está incorporado nas peças.

PARTICIPANTE 4: Facilita a nossa vida né?

MEDIADOR: Facilita e evita também esquecimentos. Nós temos no kit do BBQ outras peças na cor cinza, representando números subscritos, números que serão usados como coeficientes estequiométricos, ligações químicas. Então aqui nós já temos os símbolos prontos, diferente do Braille Vazado que teríamos que montar desde o início todos os pontos braille.

PARTICIPANTE 2: Ou seja, é um kit de modelagem molecular.

MEDIADOR: Exatamente. Só que não é um kit de bastão e bolas. São peças inspiradas no Lego e com a escrita em braille.

PARTICIPANTE 2: Muito legal. Eu quero mais peças para brincar mais de encaixar e montar fórmulas.

MEDIADOR: Inicialmente as peças foram impressas com um filamento chamado ABS, posteriormente as peças foram impressas com um filamento denominado de PLA.

Eu vou deixar uma placa com algumas fórmulas já montadas com o Bricks Braille Químico com cada um de vocês e gostaria que vocês fizessem a leitura delas.

PARTICIPANTE 1 E 2: Isso foi fácil de ler, tem as etiquetas aqui nas peças com a escrita em tinta.

MEDIADOR: As etiquetas nós colocamos nas peças do BBQ para facilitar para o professor vidente que não está familiarizado com o Braille.

TODOS OS PARTICIPANTES: Conseguiram ler as fórmulas químicas em braille escritas com o BBQ com facilidade e rapidez, principalmente por conter etiquetas nas peças e a diferenciação das cores.

MEDIADOR: No geral, o que vocês acharam do BBQ?

PARTICIPANTE 1: Maravilhoso!

PARTICIPANTE 6: Também achei.

PARTICIPANTE 4: Muito bom! Excelente!

MEDIADOR: É uma ideia boa?

TODOS OS PARTICIPANTES: Muito boa!

PARTICIPANTE 5: Eu acho que ele não é uma substituição, mas sim que ele é um complemento, depende da atividade. Agora, o que eu achei mais legal nele é que ele permite que o professor que não é um especialista em braille, ele consiga trabalhar com mais facilidade com o recurso, principalmente por causa dessa ideia das cores, acho que isso faz toda a diferença. Esse recurso

didático permite que o aluno cego consiga fazer a identificação, mas ele também não torna o trabalho do professor difícil a ponto dele não conseguir executar, porque o professor não terá na sala de aula um grupo grande com essa necessidade, ele terá talvez 1 ou 2 alunos em um grupo maior que não tem deficiência visual. Então torna o trabalho mais fácil e mais ágil.

PARTICIPANTE 1: O BBQ proporciona integração porque não é necessário separar o aluno cego dos alunos videntes.

PARTICIPANTE 2: Eu acho que para o aluno vidente não faria diferença nenhuma, porque ele teria que aprender o braille para conseguir entender o recurso.

PARTICIPANTE 6: Mas também seria uma oportunidade de fazer uma aula de inclusão e levar o BBQ para os alunos videntes conhecer.

PARTICIPANTE 2: Eu achei melhor para os alunos videntes entenderem o recurso do Braille Vazado.

MEDIADOR: O BBQ ele foi pensado no estudante cego e no professor vidente.

PARTICIPANTE 2: Isso. Acho que é por aí mesmo, para o aluno cego e para o professor vidente.

PARTICIPANTE 4: Eu achei que as cores das peças facilitaram para o professor vidente identificar as peças mais rapidamente, mas as peças das ligações são confusas.

MEDIADOR: Agora escolham uma fórmula química para fazer a montagem utilizando as peças do BBQ.

TODOS OS PARTICIPANTES: Conseguiram realizar a atividade rapidamente e sem dificuldades.

PARTICIPANTE 4: Eu achei que para montar fórmula química utilizando o BBQ é mais rápido do que no Braille Vazado.

PESQUISADORA: Você como professor, você tem um aluno cego e os demais são alunos videntes, na sua prática em sala de aula, você usaria o Braille Vazado ou o BBQ?

PARTICIPANTE 4: O Bricks Braille Químico.

PARTICIPANTE 5: Mas eu acho que os dois são importantes.

MEDIADOR: É que depende dos objetivos e da finalidade para determinar qual recurso didático utilizar.

PARTICIPANTE 4: O bacana é que para montar uma prova para um aluno cego pode montar as estruturas químicas na placa/base, monta rapidinho, o aluno já faz a leitura, o professor já corrige, pode desmontar rapidamente e montar outras estruturas. Fantástico! Muito bom!

PESQUISADORA: Vocês estão tendo alguma dificuldade para montar as fórmulas químicas?

TODOS OS PARTICIPANTES: Não. Tranquilo.

PESQUISADORA: Vocês perceberam que tem um corte na diagonal no canto superior direito das peças?

PARTICIPANTE 4: Pois é, eu até ia perguntar o que isso significa.

PARTICIPANTE 1: É para orientar a posição de leitura para o cego?

PESQUISADORA: Isso mesmo. Esse corte é o indicador de posição de leitura e ele sempre deve estar no canto superior direito.

PARTICIPANTE 4: Vocês pensaram em tudo, em todos os detalhes.

PARTICIPANTE 2: A minha única dificuldade foi no encaixe das peças na junção entre as 2 placas/bases. Acho que essa placa poderia ser maior.

MEDIADOR: Vocês acham que a presença do braille negro, com os pontos levemente rebaixados nas peças facilita para a leitura visual do braille?

PARTICIPANTE 1: Facilita demais! Pensando até mesmo em uma atividade em dupla com um aluno vidente e um aluno cego, o aluno vidente consegue identificar os pontos braille com mais facilidade, os professores videntes que não são alfabetizados em braille também conseguem se situar melhor nos pontos braille das peças.

PARTICIPANTE 2: Facilita.

MEDIADOR: Se o professor colocar um modelo tridimensional e associar a demonstração no plano, com o BBQ, o aluno construirá significados em torno disso.

PARTICIPANTE 1: Sim. Com certeza! Complementar né!

PARTICIPANTE 2: Aham! É verdade! Bem legal!

MEDIADOR: Como vocês avaliam a usabilidade do BBQ como recurso didático para o ensino de química?

PARTICIPANTE 2: Para o cego e para o professor vidente do aluno cego eu acho que esse recurso é muito útil, ajuda muito.

PARTICIPANTE 6: Vai facilitar muito a vida do professor, considerando que ele terá vários alunos e ele tem que ter uma metodologia mais ágil, para que ele consiga fazer a inclusão e não perca a qualidade da sua aula.

MEDIADOR: Quais são os pontos fortes do BBQ e quais pontos poderiam ser melhorados?

PARTICIPANTE 1: O ponto forte é que ele é um recurso de fácil entendimento, tanto pelo professor vidente quanto pelo aluno cego. Agora, eu fico preocupada com relação ao custo desse recurso didático e o que poderia ser melhorado é de não utilizar cores peroladas nas peças, e sim foscas, para que o professor vidente consiga enxergar melhor os pontos braille.

PARTICIPANTE 2: Eu também achei que a cor do filamento perolado fica difícil para o professor vidente visualizar os pontos braille e que as cores foscas são melhores para enxergar.

PARTICIPANTE 4: Ele é muito prático, ajuda muito! Se a gente não tiver um recurso desse tipo seria impossível explicar certos conteúdos de química para alunos cegos.

Acho que fica até mais fácil para o aluno cego entender determinada estrutura química montada com o BBQ do que ele tentar entender através de um modelo tridimensional.

PARTICIPANTE 1: E no BBQ o aluno consegue entender o processo todo das estruturas químicas, as ligações, as equações...

Com o BBQ em sala de aula podemos trabalhar química orgânica, estequiometria, representações químicas...

PARTICIPANTE 4: Dá para trabalhar tabela periódica...

PARTICIPANTE 2: Fórmulas estruturais...

MEDIADOR: Vocês precisariam de algum tipo de apoio para utilizar o BBQ com estudantes cegos dentro de sala de aula? Que tipo de apoio seria esse? Porque?

PARTICIPANTE 1: Formação de professores. Principalmente ser obrigatório o ensino do braille para os professores que fazem especialização em educação especial ou educação inclusiva.

PARTICIPANTE 2: Com certeza. Preparar o professor.

PARTICIPANTE 4: Poderia ter um professor de apoio junto com o professor regente.

PARTICIPANTE 6: Teria que ter um professor mediador de apoio que conhece o sistema braille.

PARTICIPANTE 1: Isso. Um professor de apoio que conhecesse bem o sistema braille, pois a parte da química o professor regente já conhece bem. E os professores de apoio eles geralmente são apoio para tudo, acho que precisaria ter um professor de apoio com conhecimento específico no braille, com uma ampliação do conhecimento nessa área.

MEDIADOR: Como vocês avaliam a experiência obtida nesse minicurso que fizemos?

PARTICIPANTE 2: Eu achei muito enriquecedora e eu gostei muito.

PARTICIPANTE 1: Eu nunca mais vou olhar uma inscrição em braille como eu olhava antes, eu era totalmente analfabeta do braille, agora não sou mais.

Eu acho que para 2 dias de minicurso a gente aprendeu muita coisa sobre a Grafia Química Braille, se fosse ofertada uma disciplina sobre isso nos cursos de graduação daria para aprender muito, seria ótimo!

MEDIADOR: Como vocês acham que o BBQ pode ser explorado em sala de aula?

PARTICIPANTE 1: Eu acho que assim, o professor seleciona as questões de uma prova, por exemplo, ele fornece as peças das equações ou fórmulas que ele está propondo, porém, à medida que o aluno já vai se adaptando com o recurso e já tem mais conhecimento sobre a Grafia Química Braille e sobre os conteúdos de química, aí o professor já pode deixar o aluno cego a vontade para selecionar as peças sozinho.

PARTICIPANTE 2: Cada peça tem o símbolo em braille, o aluno cego pode pegar a peça, fazer a leitura e o professor solicitar para que ele escreva uma fórmula ou equação química com o BBQ, sem precisar usar a reglete. Então o aluno usaria somente o BBQ, o fato de não precisar escrever com a reglete torna mais fácil para o professor vidente acompanhar o que o aluno está escrevendo (utilizando as peças do BBQ), pois está identificado com etiquetas com a grafia comum, as cores estão diversas, as peças são grandes, então para a visualização fica mais fácil e a escrita na reglete é mais confusa para o professor vidente que não conhece o braille.

MEDIADOR: E uma coisa que eu não lembro se eu falei para vocês, é que as peças do BBQ seguem

as proporções dos parâmetros proporcionais a orientação da norma técnica da ABNT – NBR 9050, essa norma estabelece essas razões entre diâmetro, altura, distância dos pontos braille. Então seguimos a norma técnica e respeitamos as limitações das peças do Lego.

Agora, para finalizar o nosso curso, eu vou pedir para vocês em duas duplas, montarem um mini kit do Bricks Braille Químico, com as peças que vocês acreditam que mais utilizariam dentro de sala de aula para ensinar química em uma turma com 1 estudante cego, no ensino médio.

Observação: Essa atividade que foi solicitada consta detalhada no corpo deste trabalho.

ANEXOS

ANEXO I- Declaração de Anuência

Instituto Benjamin Constant - RJ



Ministério da Educação

Instituto Benjamin Constant

DIVISÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

DECLARAÇÃO DE ANUÊNCIA

Pelo presente, o Diretor-Geral do Instituto Benjamin Constant manifesta sua anuência ao desenvolvimento do projeto de pesquisa intitulado **BRICKS BRAILLE QUÍMICO: IMPLICAÇÕES PEDAGÓGICAS PARA O ENSINO DE QUÍMICA A ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL** a ser desenvolvido/coordenado por **VIVIAN CAROLINE FARIAS** e orientado por **ALEXANDRE DA SILVA FERRY**, do CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO CEFET/MG.

Esta Instituição está ciente de suas corresponsabilidades como Instituição coparticipante do presente projeto de pesquisa, e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos participantes da pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem-estar.

Cumprе destacar que a realização da coleta de dados, nesta instituição, somente iniciará após a apresentação do parecer de aprovação do CEP.

Rio de Janeiro, 10 de outubro de 2022.

Documento assinado eletronicamente por:

■ **João Ricardo Melo Figueiredo**, Diretor-Geral - CD2 - IBC, em 10/10/2022 14:18:33.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 10/10/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ibc.gov.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 6731

Código de Autenticação: 429364c58f



Av. Pasteur, 350 / 368, Urca, RIO DE JANEIRO / RJ, CEP 22.290-240

Telefone: (21) 3478-4440 / 4442 / 4443
www.ibc.gov.br

ANEXO II – Declaração de Anuência

Instituto São Rafael – MG



INSTITUTO SÃO RAFAEL – MINAS GERAIS

TERMO DE ANUÊNCIA

Eu, Juliany de Fátima Sene Reis do Amaral

na qualidade de responsável pelo Instituto São Rafael (MG), autorizo a mestrand **Vivian Caroline Farias**, aluna do Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET – MG), portadora de carteira de identidade nº 92743578 e CPF nº 084599079-96 a realizar a pesquisa intitulada **"Bricks Braille Químico: Implicações pedagógicas para o ensino de Química a estudantes com deficiência visual"**, sob a orientação do Dr. Alexandre da Silva Ferry e coorientação da Dra. Mariana de Lourdes Almeida Vieira.

Declaro ter sido informado/a que as atividades dessa pesquisa e seus produtos não terão qualquer implicação para o Instituto São Rafael e para os participantes da investigação, de modo a não provocar qualquer dano, prejuízo ou constrangimento de ordem educacional, sociocultural, financeiro ou pessoal, e que deverão ser conduzidas dentro dos princípios e orientações dadas pelo Comitê de Ética em Pesquisa. A pesquisadora responsável, Vivian Caroline Farias, se comprometeu a encaminhar à Instituição cópia dos produtos gerados a partir da pesquisa.

Assim, o presente documento autoriza a realização de uma pesquisa qualitativa, que envolverá a realização de entrevistas semiestruturadas para a validação dos recursos didáticos inclusivos produzidos no âmbito da referida proposta de investigação com os revisores, professores e alunos do Instituto São Rafael.

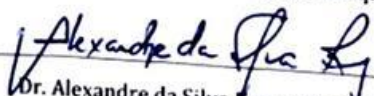
Esta declaração somente terá validade mediante a autorização e o parecer favorável do Comitê de Ética em Pesquisa do CEFET-MG para a realização da referida pesquisa.

Belo Horizonte, 26 de AGOSTO de 2022.


ASSINATURA DO RESPONSÁVEL PELO INSTITUTO SÃO RAFAEL

Estou ciente dos termos deste documento, comprometo-me a observá-los e arcar com as consequências do seu eventual não cumprimento.


Vivian Caroline Farias – Mestranda


Dr. Alexandre da Silva Ferry - Orientador


Dra. Mariana de L. Almeida Vieira - Coorientadora

ANEXO III – Declaração de Anuência

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
Av. Amazonas, 5253 – Bairro Nova Suíça – Belo Horizonte - MG 30421-169
Telefone: (31) 3319-7022 – E-mail: dppg@cefetmg.br

TERMO DE ANUÊNCIA

O CEFET-MG, Instituição Federal de Ensino Superior *multicampi*, pública e gratuita, com oferta educacional verticalizada (do técnico à pós-graduação *stricto sensu*), contemplando, de forma indissociada, o ensino, a pesquisa e a extensão é uma Instituição aberta à realização de estudos e pesquisas em seus ambientes institucionais, por parte de pesquisadores internos e externos.

O presente documento autoriza a realização de uma pesquisa qualitativa/quantitativa, que utilizará como instrumentos grupos focais aos professores de Química necessários ao desenvolvimento do trabalho intitulado Bricks Braille Químico: Implicações pedagógicas para o ensino de química a estudantes com deficiência visual, sob orientação de Dr. Alexandre da Silva Ferry e coorientação de Dra. Mariana de Lourdes Almeida Vieira.

Nessas condições, e tendo em vista a função social da Instituição de contribuir para o desenvolvimento científico, tecnológico e sociocultural, por meio particularmente, da pesquisa e da inovação, a Direção do CEFET-MG autoriza a realização da pesquisa. Além disso, autoriza também a menção ao nome do CEFET-MG no estudo em pauta.

As atividades da pesquisa e seus produtos não poderão implicar para o CEFET-MG e seus sujeitos qualquer dano ou constrangimento de ordem educacional, sociocultural, financeiro ou pessoal, além de não poderem prejudicar a imagem institucional, devendo ser conduzidas dentro dos princípios éticos. O(a) pesquisador(a) se compromete a encaminhar ao CEFET-MG cópia dos produtos gerados a partir da pesquisa.

Assim posto, autorizo Vivian Caroline Farias, portador de carteira de identidade nº 92743578 e CPF nº 08459907996 que desenvolve pesquisa intitulada Bricks Braille Químico: Implicações pedagógicas para o ensino de química a estudantes com deficiência visual, a realizar sua pesquisa nesta Instituição.

Por se tratar de pesquisa que envolve professores de Química da instituição e o laboratório maker localizado no campus VI, solicitamos aos pesquisadores entrar em contato com o Diretor do Campus/Chefe de Departamento, que, poderá sistematizar formalmente o acesso aos alunos/professores/laboratório do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais.

Esta autorização só é válida no caso de haver parecer favorável do Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG.

Belo Horizonte, 28 de setembro de 2022.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE
MINAS GERAIS
SISTEMA INTEGRADO DE PATRIMÔNIO,
ADMINISTRAÇÃO E CONTRATOS

FOLHA DE ASSINATURAS

Emitido em 26/10/2022

TERMO DE ANUÊNCIA Nº 1/2022 - PPGET (11.52.05)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 26/10/2022 10:58)

ALEXANDRE DA SILVA FERRY

COORDENADOR - TITULAR

PPGET (11.52.05)

Matricula: ###869#3

(Assinado digitalmente em 26/10/2022 11:21)

CONRADO DE SOUZA RODRIGUES

DIRETOR - TITULAR

DPPG (11.52)

Matricula: ###243#0

(Assinado digitalmente em 26/10/2022 11:11)

MARIANA DE LOURDES ALMEIDA VIEIRA

PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO

DEQUT (11.55.09)

Matricula: ###844#7

(Assinado digitalmente em 26/10/2022 17:01)

VIVIAN CAROLINE FARIAS

DISCENTE

Matricula: 2021#####9

Visualize o documento original em <https://sig.cefetmg.br/documentos/> informando seu número: 1, ano: 2022, tipo: TERMO DE ANUÊNCIA, data de emissão: 26/10/2022 e o código de verificação: 7259a22c42