



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E
ENSINO DE CIÊNCIAS NA AMAZÔNIA**

ADRIANA MARIA QUEIROZ DA SILVA LIMA

**QUÍMICA ORGÂNICA PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL:
UMA ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM COMBINANDO USO DE
MODELOS 3D E AUDIODESCRIÇÃO**

Belém - PA
2022



ADRIANA MARIA QUEIROZ DA SILVA LIMA

**QUÍMICA ORGÂNICA PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL:
UMA ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM COMBINANDO USO DE
MODELOS 3D E AUDIODESCRIÇÃO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia da Universidade do Estado do Pará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação e Ensino de Ciências, sob orientação Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza.

Área de concentração: Ensino, Aprendizagem e Formação de professores de Ciências na Amazônia.

Linha de pesquisa: Estratégias educativas para o ensino de Ciências Naturais na Amazônia

Belém - PA
2022

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
Biblioteca do CCSE/UEPA, Belém - PA

Lima, Adriana Maria Queiroz da Silva

Química orgânica para alunos com deficiência visual: uma estratégia de aprendizagem combinando uso de modelos 3D e audiodescrição / Adriana Maria Queiroz da Silva Lima; orientação de Ronilson Freitas de Souza. - Belém, 2022.

Dissertação (Mestrado em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia) - Universidade do Estado do Pará. Belém, 2022.

1. Química orgânica-Estudo e ensino 2. Deficientes visuais. 3. Prática de ensino.4. Impressão 3D. I. Souza, Ronilson Freitas de (orient). II. Título.

CDD. 23º ed. 540.7

Regina Coeli A. Ribeiro - CRB-2/739

ADRIANA MARIA QUEIROZ DA SILVA LIMA

**QUÍMICA ORGÂNICA PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL:
UMA ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM COMBINANDO USO DE
MODELOS 3D E AUDIODESCRIÇÃO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia da Universidade do Estado do Pará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação e Ensino de Ciências, sob orientação Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza

Área de concentração: Ensino, Aprendizagem e Formação de Professores de Ciências na Amazônia.

Linha de pesquisa: Estratégias educativas para o ensino de Ciências Naturais na Amazônia

BANCA EXAMINADORA

Data da Aprovação: 02/09/2022

Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza

Orientador(a) – Universidade do Estado do Pará - UEPA

Programa de Pós- graduação em Educação e Ensino de Ciências - PPGEECA

Prof.^a Dr.^a Priscyla Cristinny Santiago da Luz

Membro Interno – Universidade do Estado do Pará - UEPA

Programa de Pós- graduação em Educação e Ensino de Ciências - PPGEECA

Prof. Dr. João Elias Vidueira Ferreira

Membro Externo – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA).

Belém – PA
2022

AGRADECIMENTOS

Os meus agradecimentos a todas as pessoas com deficiência visual com as quais tive contato nas escolas que trabalhei por terem despertado em mim o interesse em estudar a deficiência visual em uma perspectiva inclusiva.

À minha família (Pais, irmã, cunhas, sogra, avôs-sogros) por sempre acreditar em mim e me incentivar nos momentos mais difíceis. Em especial, agradeço aos meus pais: Lucival da Silva e Maria Queiroz por todo amor, dedicação e investimento em meus estudos.

Agradeço ao meu esposo Anderson Lima por ser a minha rede de apoio e me dedicar amor, atenção e carinho não me deixando desistir.

À Araci Rocha e Tais Tavares pela amizade de sempre e por todos os cafés de descontração e apoio.

Agradeço todos os funcionários da escola lócus dessa pesquisa por toda atenção e apoio, em especial, aos professores: João Silva, Jane Kátia e Rosa Batista.

A todos os colegas do mestrado pelos momentos de estudos, anseios e aprendizagem compartilhados, em especial, a minha dupla inseparável Thays Caldeira.

Agradeço ao Prof. Dr. Ronilson Souza por toda orientação, incentivo e paciência fundamentais na realização deste trabalho.

À banca examinadora composta pelos professores Dr.^a Priscyla Cristinny Santiago da Luz e Dr. João Elias Vidueira Ferreira, por aceitarem avaliar e contribuir para a finalização desta pesquisa.

Agradeço todos os professores do Programa de Pós- graduação em Educação e Ensino de Ciências – PPGECA da Universidade do Estado do Pará – UEPA por todas as contribuições em minha formação acadêmica.

E por fim, a todos que participaram direta ou indiretamente deste processo.

Temos o direito a ser iguais quando a nossa diferença nos inferioriza. Temos o direito a ser diferentes quando a nossa igualdade nos descaracteriza. Daí a necessidade de uma igualdade que reconheça as diferenças e de uma diferença que não produza, alimente, ou reproduza as desigualdades (Boaventura de Sousa Santos).

MEMORIAL DE FORMAÇÃO

A atribuição de escrever um memorial e descrever minhas trajetórias estudantil e profissional, me reconecta a vivências que foram cruciais na minha escolha pela docência. Meus pais sempre foram, apesar de não terem tido a oportunidade de cursar o ensino superior, minha referência de formação porque meu pai sempre foi muito estudioso, lia muito, e assim, escreve e debate muito bem sobre os mais variados temas, sempre esteve presente me auxiliando nas tarefas da escola. Minha mãe trabalhou incansavelmente para que pudéssemos nos consolidar profissionalmente e é minha maior incentivadora a continuar estudando.

No ensino médio, ingressei no CEFET-PA e tive vários professores maravilhosos que atravessaram a minha história deixando marcas positivas ao longo do processo educativo. No 3º e último ano a busca por uma identificação que me levasse a uma escolha definitiva foi embasada nas relações de afeto, projeção e afinidade com uma professora de Química.

Então, em 2006 ingressei no IFPA o curso de Licenciatura em Química que cursei concomitantemente com o curso de Farmácia na UFPA. Segui me envolvendo cada vez mais pela área da educação e fiz uma Especialização em Educação para as Relações Étnico-raciais pelo IFPA.

Em 2012 ingressei como professora pela Secretaria de Estado de Educação atuando nos níveis de ensino fundamental, médio e educação de jovens e adultos. Em minha primeira turma tive alunos com deficiência auditiva e visual, foi um grande desafio! Um período muito difícil de adaptação profissional e pessoal. Tinha uma carga horária alta, muitas turmas, casamento e logo depois a experiência da maternidade. Vivi intensamente os primeiros anos dessa experiência, mas senti uma necessidade muito grande buscar por novos processos formativos, sobretudo, me dedicar a temática da inclusão. Então, contando com o apoio da minha família e companheiro, comecei a me preparar para o mestrado.

Em 2020, entrei no PPGECA-UEPA e fui atravessada por um corpo docente extremamente comprometido, provocada a participar novamente de processos formativos, conheci diferentes teorias e metodologias que fundamentam o processo de ensino e aprendizagem no ensino de ciências. Todo esse processo levou a reflexões e mudanças dentro da minha prática docente. Assim, estou em fase de conclusão do mestrado profissional em educação e ensino de ciências, tendo voltado minha pesquisa na área da inclusão buscando destacar a importância de ensinarmos para a diversidade e a necessidade de compartilharmos essa experiência com os demais profissionais da Educação.

RESUMO

LIMA, Adriana. **Química Orgânica para alunos com deficiência visual**: uma Estratégia de aprendizagem combinando uso de modelos 3D e audiodescrição. 2022. 74f. Dissertação (Mestrado em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia), Universidade do Estado do Pará, Belém, 2022.

O ensino de Química apresenta seus conceitos baseados na visualização de representações e modelos para a compreensão de seus conteúdos, assim, a adaptação de materiais didáticos e o uso de diferentes estratégias de ensino são condições fundamentais para oportunizar a construção de conhecimentos pelos estudantes com deficiência visual. Entretanto, no ensino básico, há limitações na utilização de materiais didáticos adaptados. Neste sentido, buscou-se avaliar uma proposta didática que utiliza estruturas químicas 3D combinadas a audiodescrição, para aprendizagem dos conteúdos de Química Orgânica voltados a alunos com deficiência visual. A pesquisa está fundamentada na abordagem qualitativa, por meio da pesquisa-ação e como instrumentos de coleta de dados utilizou-se a observação sistemática e entrevistas semiestruturadas. A análise de dados se deu através da análise de conteúdo à luz da teoria de Laurence Bardin. Os resultados demonstraram o potencial da proposta didática em contribuir para o processo de ensino e aprendizagem relacionados à Química Orgânica favorecido através das trocas e interações com os materiais adaptados, possibilitando que os alunos com deficiência visual consigam compreender os conceitos envolvidos nas representações químicas. O produto Educacional (PE), elaborado a partir desta pesquisa, na sua versão preliminar foi avaliado por professores regentes da disciplina de Química e professoras do Atendimento Educacional Especializado por meio da técnica de grupo focal. E após testagem e avaliação com os estudantes com deficiência visual participantes da pesquisa, foi produzido a versão final. Os resultados revelam que o PE atende o objetivo proposto e pode ser útil ao público para o qual se destina, pois avança na possibilidade de promover aulas de Química Orgânica mais inclusivas aos alunos com deficiência visual.

Palavras-chave: Impressão 3D. Deficiência Visual. Ensino de Química Orgânica. Produto Educacional.

ABSTRACT

LIMA, Adriana. **Organic Chemistry for Visually Impaired Students: A Learning Strategy combining 3D models and audio description.** 2022. 74 p. Dissertation (Master's in Science Education and Teaching in the Amazon), State University of Pará, Belém, 2022.

Chemistry teaching presents its concepts based on the visualization of representations, models and images for the understanding of its contents. Thus, the adaptation of teaching materials and the use of different teaching strategies are fundamental conditions to provide opportunities for the construction of knowledge by students with Visual impairment. However, particularly in public high school, there are limitations in the use of adapted teaching materials. Herein, the main objective is to evaluate a didactic proposal, which uses 3D chemical structures combined with audio description, for learning Organic Chemistry contents aimed at visually impaired students. The research is based on a qualitative approach and systematic observation, a semi-structured interview and a didactic proposal. It is intended to analyze the data through content analysis in the light of Laurence Bardin's theory. The results demonstrated the potential of the didactic proposal to contribute to the teaching and learning process related to Organic Chemistry, favored through exchanges and interactions with adapted materials, enabling visually impaired students to understand the concepts involved in chemical representations. The Educational Product (EP), developed in this research, in its preliminary version, was evaluated by regent professors of the Chemistry discipline and professors of Specialized Educational Assistance through the focus group technique. After testing and evaluation with visually impaired students participating in the research, the final version was produced. The results reveal that the EP meets the proposed objective and can be useful to the public for which it is intended, as it advances the possibility of promoting more inclusive Organic Chemistry classes for students with visual impairments.

Keywords: 3D printing. Visual impairment. Chemistry organic teaching. educational product.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1- Bases da teoria da defectologia de Vygotsky para o desenvolvimento e aprendizagem de crianças com deficiência física ou intelectual..... | 22 |
| Quadro 1- Descrição dos participantes da pesquisa | 30 |
| Figura 2- Processo de modelagem tridimensional, impressão e acabamento das moléculas propostas..... | 34 |
| Figura 3- Ciclo que exemplifica a modelagem da molécula de Butano. A) Desenho tridimensional no programa Avogadro. B) Ajustes dos tamanhos no programa Blender. C) Ajustes dos parâmetros de impressão no programa Ultimaker Cura. D) Molécula de butano impressa antes da retirada dos suportes de impressão..... | 35 |
| Figura 4- Molécula de Ureia, impressa em filamento ABS: A) com suporte e B) após a retirada dos suportes de impressão..... | 36 |
| Quadro 2- Proposta didática para o ensino de química orgânica combinando materiais táteis e audiodescrição..... | 36 |
| Quadro 3- Organização da análise de dados..... | 39 |
| Figura 5- Estruturas químicas impressas em filamento ABS que representam os compostos que participam da síntese da: C) ureia a partir do A) íon amônio e B) íon Cianato..... | 43 |
| Figura 6- Representação 2D da equação de síntese da ureia..... | 44 |
| Figura 7- Estruturas químicas impressas em filamento ABS que representam a diferença entre cadeias A) normal ou B) ramificada e entre C) insaturada e D) saturada..... | 45 |
| Figura 8- Esquema da emersão das categorias a partir dos núcleos de sentido isolados das narrativas dos alunos..... | 47 |
| Figura 9- Etapas da sequência metodológicas do PE | 52 |
| Figura 10- Capa do Guia de orientações didáticas em formato digital | 53 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 12 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 14 |
| 2.1 EDUCAÇÃO ESPECIAL NO BRASIL: REFERÊNCIAS HISTÓRICO-NORMATIVAS | 14 |
| 2.2 O ENSINO DE QUÍMICA E A DEFICIÊNCIA VISUAL | 20 |
| 2.2.1 Aspectos Teóricos Da Educação Para Deficientes Visuais | 20 |
| 2.2.2 O ensino de Química para alunos com deficiência visual | 23 |
| 2.2.3 O uso de estruturas tridimensionais e audiodescrição no ensino de Química | 27 |
| 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS | 29 |
| 3.1. TIPO DE PESQUISA..... | 29 |
| 3.2 APRESENTAÇÃO DO AMBIENTE E PARTICIPANTES DA PESQUISA..... | 30 |
| 3.3 QUESTÕES ÉTICAS DA PESQUISA..... | 30 |
| 3.4 PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS..... | 31 |
| 3.5 DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS DESENVOLVIDOS..... | 33 |
| 3.6 PROPOSTA DIDÁTICA..... | 36 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES | 39 |
| 4.1 DIAGNOSE DE APRENDIZAGEM DOS CONTEÚDOS RELACIONADOS À QUÍMICA ORGÂNICA E O ENSINO INCLUSIVO- (ETAPA 1 DA PROPOSTA DIDÁTICA) | 39 |
| 4.1.1 Experiências dos alunos com deficiência visual nas aulas de química orgânica..... | 40 |
| 4.1.2 Conhecimentos de princípios da Química Orgânica..... | 41 |
| 4.2 O PROCESSO DE APRENDIZAGEM DO ALUNO COM DEFICIÊNCIA VISUAL A PARTIR DA PROPOSTA DIDÁTICA - (ETAPAS 2-5 DA PROPOSTA DIDÁTICA)..... | 42 |
| 4.2.1 Exploração do conteúdo de Química Orgânica a partir das representações em 3D e audiodescrição..... | 42 |
| 4.2.2 Avaliação do desempenho dos alunos com DV..... | 45 |
| 4.3 PERSPECTIVA DOS ALUNOS COM DV QUANTO O DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA DIDÁTICA - (ETAPA 6 DA PROPOSTA DIDÁTICA) | 46 |
| 4.3.1 Referenciais perceptuais contemplados..... | 47 |

| | |
|--|-----------|
| 4.3.2 Avaliação da proposta..... | 47 |
| 4.3.3 Contribuições para a aprendizagem..... | 48 |
| 5 PRODUTO EDUCACIONAL..... | 50 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 54 |
| REFERÊNCIAS..... | 55 |
| ANEXOS..... | 62 |
| ANEXO 1- PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP | 62 |
| ANEXO 2- ANEXO 2- PARECER DA INSTITUIÇÃO DE ENSINO | 63 |
| ANEXO 3- FICHA DE AVALIAÇÃO DOS MATERIAIS DSENVOLVIDOS | 64 |
| APÊNDICES..... | 65 |
| APÊNDICE A-TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO | 65 |
| APÊNDICE B- ROTEIRO DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA | 67 |
| APÊNDICE C- PROBLEMAS PROPOSTOS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA | 69 |
| APÊNDICE D- GUIA DE PERGUNTAS GRUPO FOCAL..... | 73 |

1 INTRODUÇÃO

O entendimento de Química exige muito da percepção visual (visualização) na medida em que as explicações fornecidas para os fenômenos macroscópicos são construídas por propostas que envolvem interações entre moléculas, átomos e partículas subatômicas (DE FARIAS et al., 2015). A necessidade de articulação entre o mundo macro e micro é uma preocupação salientada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999), e recomendada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), uma vez que, para a compreensão de uma transformação química, é preciso recorrer a construção e interpretação de modelos explicativos do mundo microscópico, que subsidiem a compreensão dessas transformações, oferecendo assim, oportunidades aos alunos a vivenciar momentos de investigação, exercitando e ampliando suas curiosidades.

Um dos grandes problemas para o aprendizado de química reside na dificuldade, por parte dos estudantes, em transitar nesses níveis de representação, o que é a base no desenvolvimento da ciência Química. Considerando essas dificuldades, o uso de modelagem molecular como ferramenta de aprendizado é promissor, pois amplia a capacidade de compreensão da natureza tridimensional das estruturas moleculares e da correlação destas com os fenômenos macro (DE FARIAS et al., 2015). Entretanto, os modelos de estruturas químicas disponíveis fazem um grande apelo à percepção visual, se desgastam facilmente, possuem montagem definitiva e falhas em diferentes hibridações, além de custo elevado.

Nesse sentido, a utilização da impressão 3D para criação de materiais adaptados a alunos com deficiência visual, mais resistentes e com menos falhas, surge como uma alternativa, pois esta tecnologia produz objetos a partir de modelos digitais, adicionando material plástico ou metálico camada por camada, produzindo peças de geometrias complexas e personalizáveis. Materiais plásticos são os mais usados no ensino de química (BHARTI; SINGH, 2017) e estão ilustrando conceitos na química orgânica (ROBERTSON; JORGENSEN, 2015), no estudo de orbitais híbridos (CATALDO; GRIFFITH; FOGARTY, 2018) e em diversas outras aplicações pedagógicas (PINGER; GEIGER; SPENCE, 2020). No entanto, o uso dessas ferramentas na Amazônia ainda é incipiente, especialmente no que tange a inclusão de alunos cegos e/ou de baixa visão. Neste sentido, Nemorin e Selwyn (2017) sugerem que o uso pedagógico da impressão 3D pode mudar com o tempo, depois que mais professores e alunos se familiarizarem com a cultura do *makerspace*, nome em inglês dado a espaços de fabricação digitais.

A falta de materiais adaptados para conduzir aulas de química dificulta a aprendizagem de alunos com deficiência visual, pois a disciplina abrange diversas formas estruturais moleculares que necessitam das utilizações de imagens para a compreensão do conteúdo. Neste sentido, a produção ou adaptação de materiais que visem o maior aproveitamento desses alunos ao utilizar estímulos multissensoriais se torna primordial. Neste contexto, este projeto propõe a criação de uma proposta pedagógica utilizando estruturas químicas 3D, empregando os materiais PLA (ácido polilático) e ABS (acrilonitrila butadieno estireno), e a audiodescrição, a fim de elaborar estratégias que possibilitem uma melhor condição de aprendizagem para os alunos com deficiência visual.

Destaca-se, portanto, a importância desta pesquisa que busca intervir nessa realidade, materializando conteúdos abstratos através da construção de estruturas químicas em 3D com audiodescrição, que além de aumentar as habilidades visuoespaciais dos alunos sem deficiência visual, promoverá acessibilidade à linguagem química aos alunos cegos e de baixa visão. Diante disto, justifica-se o uso das ideias de Vygotsky para a educação de pessoas com deficiência visual, pois, ao se utilizar modelos tridimensionais adaptados espera-se relacioná-los ao conhecimento curricular, utilizando audiodescrição e as suas ideias de mediação pedagógica ressaltando a importância da linguagem no desenvolvimento do indivíduo e, assim, criar uma relação natural entre linguagem e pensamento a fim de promover o desenvolvimento cognitivo dos alunos participantes desta pesquisa.

Diante do exposto, e considerando que na Química a explicação de fenômenos e conceitos, com uso de representações, faz um grande apelo ao sentido da visão esta pesquisa busca respostas para o seguinte problema: Como o uso de estruturas químicas 3D combinadas à audiodescrição pode favorecer a apropriação dos conteúdos de Química Orgânica por alunos com deficiência visual no ensino médio?

Norteados pela referida questão, a pesquisa tem como objetivo avaliar uma proposta didática, que utiliza modelos tridimensionais e audiodescrição, para aprendizagem dos conteúdos de Química Orgânica voltados a alunos com deficiência visual, bem como, procuramos investigar o panorama sobre o processo de aprendizagem dos alunos com deficiência visual com ênfase nas suas dificuldades na compreensão de conteúdos e a partir desse diagnóstico desenvolver e aplicar a proposta didática, e por fim, baseados nas experiências vivenciadas na pesquisa, elaborar um produto educacional do tipo guia de orientações didáticas, na forma de um E-book, para facilitar o ensino de Química Orgânica voltado para alunos com deficiência visual.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 EDUCAÇÃO ESPECIAL NO BRASIL: REFERÊNCIAS HISTÓRICO-NORMATIVAS

A garantia de direitos à educação de pessoas com deficiência no Brasil perpassa por um conjunto de leis e políticas educacionais que dão sustentação à construção de um sistema educacional que reconheça a necessidade de enfrentar práticas discriminatórias e promova ações alternativas para superá-las. Entretanto, ainda estamos distantes de colocar em prática, o que está descrito na legislação, no contexto educacional nacional.

Neste âmbito teórico, longo foi o caminho percorrido para que a visão de uma educação especial em classes e escolas específicas fosse repensada sob uma perspectiva humanista em que igualdade e diferenças são conceitos indivisíveis, o que provocou uma mudança estrutural nas escolas para que todos os estudantes juntos possam ter suas especificidades atendidas.

No Brasil, a primeira lei a estabelecer diretrizes e bases da educação nacional foi a lei nº 4.024, de 1961. Os artigos 88 e 89 foram os primeiros a fazerem referência ao atendimento educacional às pessoas com deficiência, o artigo 88 aponta que o direito dos “excepcionais” à educação, deveria ser preferencialmente dentro do sistema geral de ensino, a fim de integrá-los na comunidade (MÓL, 2019). Contudo, ainda que esse artigo admita o acesso de alunos com deficiência à educação básica o artigo 89 deixa claro que o governo se propõe a financiar a educação desses alunos em instituições de ensino especial: “Toda iniciativa privada considerada eficiente pelos conselhos estaduais de educação, e relativa à educação de excepcionais, receberá dos poderes públicos tratamento especial mediante bolsas de estudo, empréstimos e subvenções” (BRASIL, 1961).

A segunda Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) entrou em vigor dez anos depois (Lei nº 5.692/71) alterando a LDB de 1961, ao definir tratamento especial para os estudantes com deficiências físicas, mentais, os que se encontram em atraso considerável quanto à idade regular de matrícula e os superdotados. Alteração vista como retrocesso por não promover a organização normativa de um sistema de ensino capaz de atender aos estudantes com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades/superdotação e que acaba reforçando o encaminhamento dos estudantes para as classes e escolas especiais (MÓL, 2019).

Nesse contexto histórico, os atendimentos institucionais eram privados, assistenciais e filantrópicos. Somente em 1973, com a criação do Centro Nacional de Educação Especial – CENESP, responsável pela gerência da educação especial no Brasil, iniciaram-se políticas públicas de escolarização para pessoas com deficiência e, a partir dele, houve investimento na Educação Especial. Entretanto, ainda como uma iniciativa isolada do estado, não representando uma política pública de acesso universal à educação, permanecendo a concepção de políticas especiais para tratar da educação de estudantes com deficiência sem a organização, dentro do ensino regular, de um atendimento que considerasse as especificidades de aprendizagem desses estudantes (TURECK; MACAGNAN, 2021).

Os direitos reconhecidos pelas legislações decorrem de várias lutas sociais e, no que se refere, aos direitos da educação pública para as pessoas com deficiência só foram estabelecidos a partir de 1988 com a Constituição Federal que trouxe novos direcionamentos para a educação especial, destacando em seu texto perspectivas políticas e sociais para o desenvolvimento da cidadania. Tendo como um dos principais fundamentos, o de promover o bem de todos, sem nenhum tipo de preconceito.

A Constituição define, no artigo 205, a educação como direito de todos, e, no artigo 206, inciso I, estabelece igualdade de condições de acesso e permanência na escola, sendo dever do Estado garantir a oferta do Atendimento Educacional Especializado (AEE), preferencialmente na rede regular de ensino (art. 208) (BRASIL, 1988). Ainda no que se refere às pessoas com deficiência, a constituição define no artigo 227:

Criação de programas de prevenção e atendimento especializado para pessoas portadoras de deficiência física, sensorial ou mental, bem como de integração social do adolescente e do jovem portador de deficiência, mediante o treinamento para o trabalho e a convivência, e a facilitação do acesso aos bens e serviços coletivos, com a eliminação de obstáculos arquitetônicos e de todas as formas de discriminação (BRASIL,1988).

Em 1989 foi aprovada a Lei nº 7.853/89 (BRASIL,1989) que estabeleceu a obrigatoriedade da oferta da educação especial na Rede Pública de Ensino, confere aos alunos com deficiência igualdade de direitos referentes ao material didático, merenda e bolsa de estudos, bem como, institui como crime a recusa da inscrição/matricula de alunos em decorrência da sua deficiência.

Apesar de instituir a escolarização para as pessoas com deficiência, a Constituição de 1988 (BRASIL,1988) e a Lei nº 7.853 (BRASIL, 1989) ainda não abrangiam todos os

investimentos necessários ao processo de ensino e aprendizagem no ensino comum, o que Kuhnen (2016) destaca como direitos concedidos abstratamente onde o Estado cumpre abstratamente com o seu dever, demonstrando que os direitos sociais estão sendo garantidos nas legislações, não sendo de fato, concedidos e realizados, uma vez que, não são disponibilizados os recursos necessários para a sua concretização.

No início da década de 90, o Estatuto da Criança e do Adolescente, Lei 8.069/90 (BRASIL, 1990) também estabelece que a educação das crianças e adolescentes com deficiência deve ocorrer preferencialmente na rede regular de ensino e com direito a atendimento especializado.

Como consequência dessa legislação e da influência de algumas conferências mundiais como a Conferência Mundial sobre Educação para Todos, que ocorreu em Jomtien (1990) e a Declaração de Salamanca (1994), houve uma pressão dos movimentos sociais para a aprovação de novas políticas públicas para as pessoas com deficiência no Brasil. Assim, em 1996 é aprovada a terceira Lei de Diretrizes Básicas da Educação Nacional - LDB, Lei nº 9.394/96 (BRASIL, 1996) que destacou, a Educação Especial com uma modalidade exclusiva, como observado no artigo 58: “Entende-se por educação especial, para os efeitos desta Lei, a modalidade de educação escolar, oferecida preferencialmente na rede regular de ensino, para educandos portadores de necessidades especiais” (BRASIL, 1996).

Em seu primeiro parágrafo, o artigo 58, traz ainda que “Haverá, quando necessário, serviços de apoio especializado, na escola regular, para atender às peculiaridades da clientela de educação especial” (BRASIL, 1996). Tureck e Macagnan (2021), destacam que o texto, do primeiro parágrafo do artigo 58, representa uma brecha na legislação podendo garantir apenas o acesso escolar em vez de proporcionar o ensino e a aprendizagem do aluno com deficiência, pois, a expressão “quando necessário” deixa em aberto a questão da permanência dos serviços de apoio especializados na escola regular para que esses alunos possam se incluir na escola, assim como, demonstra que o Estado não assume o dever, de dispor de profissionais qualificados e materiais adaptados disponíveis para as crianças com deficiências, como necessário.

No entanto, no artigo 59 consta que é dever do estado assegurar a educação do aluno com deficiência e especifica um conjunto de medidas que contribuíram para ações de mudança na rede regular de ensino no que se refere a reais condições de acesso e aprendizagem dos estudantes com deficiência.

I - currículos, métodos, técnicas, recursos educativos e organização específicos, para atender às suas necessidades;

II - terminalidade específica para aqueles que não puderem atingir o nível exigido para a conclusão do ensino fundamental, em virtude de suas deficiências, e aceleração para concluir em menor tempo o programa escolar para os superdotados;

III - professores com especialização adequada em nível médio ou superior, para atendimento especializado, bem como professores do ensino regular capacitados para a integração desses educandos nas classes comuns;

IV - educação especial para o trabalho, visando a sua efetiva integração na vida em sociedade, inclusive condições adequadas para os que não revelarem capacidade de inserção no trabalho competitivo, mediante articulação com os órgãos oficiais afins, bem como para aqueles que apresentam uma habilidade superior nas áreas artística, intelectual ou psicomotora;

V - acesso igualitário aos benefícios dos programas sociais suplementares disponíveis para o respectivo nível do ensino regular (BRASIL, 1996).

Iniciando a construção de um cenário de Educação denominada inclusiva, em setembro de 2001 foi publicada a resolução CNE/CEB Nº 2 que institui as Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica (BRASIL, 2001). Para isso, a resolução institui que os sistemas de ensino devem prover o funcionamento de um setor específico para a educação especial possuindo recursos humanos, materiais e financeiros, com a presença de professores da educação especial capacitados e especializados nas salas comuns, possibilidade de flexibilização e adaptação curricular, adequações de espaços físicos em salas de recursos para trabalhar a complementação curricular com materiais e equipamentos específicos, que viabilizem e sustentem o processo de construção da educação inclusiva.

Reafirmando a perspectiva de uma educação inclusiva, em 2008 foi publicada a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva que traz como objetivo:

assegurar a inclusão escolar de alunos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades/superdotação, orientando os sistemas de ensino para garantir: acesso ao ensino regular, com participação, aprendizagem e continuidade nos níveis mais elevados do ensino; transversalidade da modalidade de educação especial desde a educação infantil até a educação superior; oferta do atendimento educacional especializado; formação de professores para o atendimento educacional especializado e demais profissionais da educação para a inclusão; participação da família e da comunidade; acessibilidade arquitetônica, nos transportes, nos mobiliários, nas comunicações e informação; e articulação intersetorial na implementação das políticas públicas (BRASIL, 2008).

Correia e Baptista (2018) salientam que a partir da publicação do documento é possível observar algumas mudanças nos ambientes escolares para dar acesso ao ensino regular desde seus aspectos físicos até as tecnologias de informação e comunicação que se tornam cada vez

mais conhecidas nesses contextos. Entretanto, Tureck e Macagnan (2021) analisam que o documento não enfatiza diretrizes inovadoras e que somente a oferta do apoio especializado apenas nas salas de recursos multifuncionais não oferece reais condições para uma educação inclusiva que considere os processos de ensino e aprendizagem do aluno na sala de aula do ensino comum, para as autoras a garantia de uma educação de qualidade para todos perpassa por políticas públicas voltadas para diminuição das desigualdades sociais, mais investimentos para garantia de acesso a recursos pedagógicos e tecnológicos, formação continuada dos professores, estrutura adequada para o atendimento e autonomia educacional das pessoas com deficiência, bem como, um novo projeto político pedagógico que oportunize o desenvolvimento humano integral.

Em 2013, a publicação da Lei nº 12.796 trouxe várias alterações na LDB de 1996, no que se refere a educação especial algumas terminologias foram modificadas a expressão “educandos portadores de necessidades especiais” do artigo 58 da LDB/96 foi substituída por “educandos com deficiência” ademais também deixa claro que, além dos alunos com deficiência, alunos com transtornos globais do desenvolvimento e com altas habilidades ou superdotação também devem receber tratamento diferenciado transversal a todos os níveis, etapa e modalidade (BRASIL, 2013). O que possibilita o acesso escolar, com atendimento especializado, a pessoas com deficiência que estavam em idade avançada a estudarem na modalidade Educação de Jovens e Adultos – EJA.

O Plano Nacional de Educação de 2014 que propõe 20 metas educacionais para a década de 2014-2024 traz na meta 4 a projeção para a educação inclusiva das pessoas com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ou superdotação.

Universalizar, para a população de 4 (quatro) a 17 (dezessete) anos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ou superdotação, o acesso à educação básica e ao atendimento educacional especializado, preferencialmente na rede regular de ensino, com a garantia de sistema educacional inclusivo, de salas de recursos multifuncionais, classes, escolas ou serviços especializados, públicos ou conveniados (BRASIL, 2014).

Seguindo a orientação de materializar a chamada perspectiva inclusiva, em julho de 2015, após 15 anos de tramitação, foi instituída a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146 – Estatuto da Pessoa com Deficiência), tendo em vista, conforme seu artigo primeiro, “assegurar e promover, em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais da pessoa com deficiência, visando à sua inclusão social e cidadania” (BRASIL, 2015).

A referida Lei foi um importante passo na luta por condições de igualdade das pessoas com deficiências nas diversas esferas (saúde, educação, moradia, trabalho, assistência social). O capítulo IV refere-se, especificamente, sobre a educação não incorporando novos direitos, mas, definindo termos de direitos já constituídos em outros documentos, contribuindo para um maior entendimento destes direitos pela sociedade em geral (MÓL, 2019).

Kuhnen (2016) destaca que o texto da referida Lei, fundamenta-se no modelo social de respeito à diversidade como estratégia para reduzir os serviços e os custos do atendimento ou dos direitos aos quais os alunos com deficiência deveriam ter acesso. Na visão da autora, é como se o texto considerasse que enquanto houver respeito às diferenças, não é necessário investir financeiramente por meio de recursos estatais para a concretização das condições de ensino e aprendizagem ao aluno.

Sob essa perspectiva, ainda que as legislações tenham possibilitado, ao longo dos anos, algumas mudanças e provendo de alguma forma a educação para os alunos com deficiência, a educação especial ainda não corresponde a uma educação que proporcione ao aluno as possibilidades reais de ensino e aprendizagem, visto que, maiores investimentos estatais são necessários para assegurar, de fato, todos os direitos educacionais em uma perspectiva humanista às pessoas com deficiência.

Na contra mão dessa garantia de direitos, com propósito de diminuir a aplicação de recursos estatais na educação especial, foi promulgada por decreto, em 2020, nova Política Nacional de Educação Especial: Equitativa, Inclusiva e com Aprendizado ao Longo da Vida (PNEEEIALV) (BRASIL, 2020), que estabelece em seu segundo artigo:

VI - Escolas especializadas - instituições de ensino planejadas para o atendimento educacional aos educandos da educação especial que não se beneficiam, em seu desenvolvimento, quando incluídos em escolas regulares inclusivas e que apresentam demanda por apoios múltiplos e contínuos;

VII - classes especializadas - classes organizadas em escolas regulares inclusivas, com acessibilidade de arquitetura, equipamentos, mobiliário, projeto pedagógico e material didático, planejados com vistas ao atendimento das especificidades do público ao qual são destinadas, e que devem ser regidas por profissionais qualificados para o cumprimento de sua finalidade (BRASIL, 2020).

Segundo Tureck e Macagnan (2021), o documento não só não apresenta propostas melhores como representa um retrocesso em relação às políticas que garantiam a educação especial no ensino regular comum estabelecendo a volta da oferta educacional em escolas

especializadas, difundindo um discurso preconceituoso ao afirmar que as pessoas com deficiência não aprendem nas escolas comuns de ensino e que, por isso, precisam ir para estes locais. As referidas autoras destacam ainda que, o aprendizado não é efetivo pois os alunos com deficiência necessitam de atendimentos de vários profissionais, de material adequado e apoio especializado dentro da sala de aula do ensino comum, investimento que não é realizado integralmente pelo Estado.

Em consequência das inúmeras manifestações de movimentos sociais ligados à defesa de direitos das pessoas com deficiência, a PNEEEIALV (BRASIL, 2020) foi suspensa pelo Supremo Tribunal Federal em dezembro de 2020, representando uma vitória para os grupos que lutam por uma educação para todos no ensino comum.

2.2 O ENSINO DE QUÍMICA E A DEFICIÊNCIA VISUAL

2.2.1 Aspectos teóricos da educação para deficientes visuais

Ao longo dos anos, muitos teóricos da educação buscaram apontar caminhos para o aperfeiçoamento do processo de ensino-aprendizagem para pessoas com deficiência. Da teoria Vygotskyana, destaca-se a tese central do autor de que caminhos indiretos de desenvolvimento são possibilitados pela cultura quando o caminho direto está impedido. Ou seja, no caso de crianças com deficiência, o desenvolvimento cultural seria a principal esfera em que é possível compensar a deficiência. De acordo com Nuernberg (2008), tal compensação, na visão de Vygotsky, seria social através da reação do outro diante da deficiência, no sentido de superar as limitações com base em instrumentos artificiais, como a mediação simbólica. Neste sentido, sua concepção instiga a educação a criar oportunidades para que, de fato, ocorra o processo de apropriação cultural por parte do educando com deficiência.

Além disso, Vygotsky (2011) também considera que o desenvolvimento das formas culturais de comportamento não está ligado a um aparato psicofisiológico específico, no qual destaca que, o importante é que a criança cega lê, assim como nós lemos, mas essa função cultural é garantida por um aparato psicofisiológico completamente diferente do nosso. Para o referido autor, qualquer deficiência, física ou mental, modifica a relação do homem com o meio em que vive e influencia as relações com as pessoas. Entretanto, destaca ainda, que não é a diferença biológica o principal fator que implica em desenvolvimento limitado ou em não desenvolvimento da pessoa com deficiência o impedimento que pode se apresentar é em primeiro lugar de ordem social, ou seja, depende de como dada sociedade concebe a deficiência.

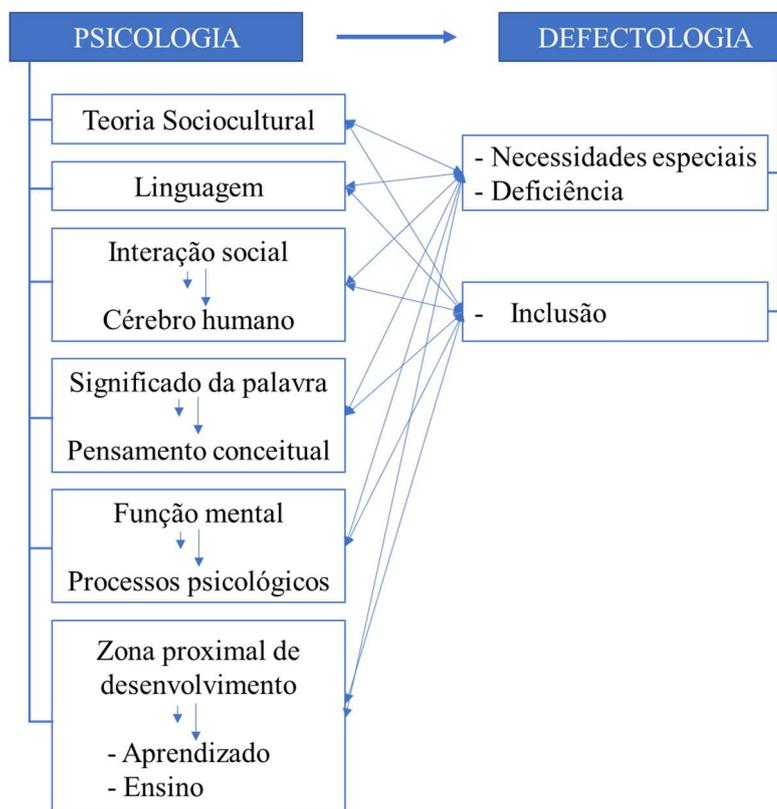
Diante disto, as ideias expostas por Vygotsky permanecem muito atuais justificando seu uso no campo da educação de pessoas com deficiência visual, pois, como destaca Nuernberg (p.8, 2008):

As reflexões de Vygotsky sobre a educação da pessoa com deficiência, embora tecidas em um contexto histórico e cultural completamente distinto do mundo contemporâneo, trazem à tona pistas concretas para a implementação de experiências educacionais que favoreçam a autonomia e a cidadania das pessoas com deficiência.

Neste sentido, nesta pesquisa pretende-se explorar a mediação pedagógica, social ou semiótica na apropriação de signos como meios auxiliares da atividade psicológica, isto é, explorar a apropriação cultural que pode acelerar a conquista de metas educacionais a partir do contato com objetos objetivamente percebidos. O signo, como instrumento psicológico, como mediador, aumenta a capacidade de atenção e de memória e, sobretudo, permite maior controle voluntário do sujeito sobre sua atividade (COSTA, 2006).

Nuernberg (2008), destaca ainda que, Vygotsky criticou as formas de exclusão social e educacional, onde as práticas de ensino estão focadas nos limites intelectuais e sensoriais das pessoas com deficiência o que resulta na criação de um ciclo vicioso, no qual, não se acredita na capacidade de aprender das pessoas com deficiência, e não lhe são ofertadas condições para superarem suas dificuldades. Este cenário é relatado por Wadegaonkar, Sonawane, Uplane (2015) e envolve, além das visões de Vygotsky, teorias de socialização, inclusão e desenvolvimento de habilidades sociais. Do ponto de vista prático, segundo os referidos autores, os processos de inclusão precisam ser entendidos dentro de um quadro teórico adequado que estão alicerçadas nas bases da psicologia e visam contemplar aspectos da inclusão, necessidades especiais e deficiência, como apresentado na figura 1, a seguir:

Figura 1. Bases da teoria da defectologia de Vygotsky para o desenvolvimento e aprendizagem de crianças com deficiência física ou intelectual. Adaptado de Grum (2012).



Fonte: próprio autor (2022)

De acordo com a teoria da defectologia de Vygotsky, o aspecto fisiológico do deficiente visual no desenvolvimento da inclusão corresponde ao conceito de necessidades especiais em educação, o que, significa dizer que qualquer deficiência altera não apenas a relação da criança com o mundo, mas acima de tudo, afeta sua interação com pessoas. Valdés (2002), ressalta que apesar do termo defectologia ser olhado de maneira negativa na atualidade, soando com preconceito, a proposta de Vygotsky estava baseada no trabalho das potencialidades das crianças e não em suas limitações. Vygotsky entende que a vida em sociedade está relacionada à maneira como interagimos com os outros. Portanto, na visão sócio-interacionista de Vygotsky, a linguagem pressupõe a interação entre homem e meio, e o contexto sociocultural determina o quê e a forma como ela será aprendida e utilizada na comunicação.

O desenvolvimento da linguagem implica no desenvolvimento do pensamento e existência do homem (VYGOTSKY,1998). Neste sentido, para que todos os alunos tenham a oportunidade de aprender, mesmo com suas diferenças, é necessário romper esse ciclo

utilizando da diversidade de estratégias, recursos e metodologias educacionais disponíveis para oportunizar a construção de conhecimentos pelos estudantes com deficiência.

Aprender é aqui entendido como a capacidade humana de receber, colaborar, organizar novas informações e, a partir desse conhecimento transformado, agir de forma diferente do que se fazia antes. Aprende-se numa relação com o outro ser humano e/ou com as coisas a seu redor (Masini, 1993, p. 24).

Na visão de Masini e Gasparetto (2007), para a compreensão do indivíduo com deficiência visual, é preciso levar em consideração que ele possui um referencial perceptual desconhecido para os videntes e que a constante comparação entre pessoas com deficiência visual e videntes não fornece esclarecimentos sobre o desenvolvimento das primeiras e seu posicionamento no mundo. Em sua tese de doutorado, a autora enfatiza a necessidade de educadores (pais e professores) bem como de outros profissionais buscarem o referencial perceptual do deficiente visual para qualquer tipo de intervenção junto a este (Masini, 1990). De um modo geral, para o processo de ensino-aprendizagem neste cenário é preciso saber identificar no educando como ele é, age, pensa, fala e sente, se atentando ao referencial perceptual utilizado, que no caso do aluno com cegueira, não é a percepção visual (MOLENA, 2018).

2.2.2 O ensino de Química para alunos com deficiência visual

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), baseados no censo 2010, existem mais de 6,5 milhões de pessoas com deficiência visual no Brasil, sendo 582 mil cegas e 6 milhões com baixa visão. Entre os jovens com 15 anos ou mais, com pelo menos um tipo de deficiência, 32,9% têm no máximo dois anos de escolaridade. Esses dados indicam que praticamente um terço da população com deficiência e em idade de entrar no mercado de trabalho tem, no máximo, dois anos de estudo, um quadro que precisará ser revertido para que as pessoas com deficiência possam incluir-se efetivamente na sociedade, ocupando os cargos reservados para elas por lei (KASPER; LOCH; PEREIRA, 2008). O não reconhecimento das diferenças transforma-se em exclusão, o isolamento do aluno com deficiência potencializa a neutralização do seu desenvolvimento ao invés de estimulá-lo, o que contribui para evasão escolar (RAZUK; NETO, 2015).

O ensino de Química é menos acessível para alunos com deficiência visual devido ao fato de incluir muitos conceitos abstratos. No entanto, em uma pesquisa feita na base de dados Google Acadêmico, pode-se destacar o artigo intitulado “Ninguém pode ver átomos:

acampamentos científicos destacando abordagens para tornar a química acessível a alunos cegos e deficientes visuais”, tradução literal do trabalho de Wedler (2014).

Podemos retomar as ideias de Masini e Vygotsky desenvolvidas no tópico anterior e relacioná-las ao título do artigo acima em que o autor destaca: “Ninguém pode ver átomos”. De fato, utilizamos modelos representativos que descrevem o comportamento de átomos e moléculas. Para isso, recorre-se a representações gráficas, animações, dentre outros recursos audiovisuais que muitas das vezes não estão adaptados para alunos com deficiência visual. Deste modo, os elementos perceptuais que trata Masini e a apropriação de signos trazida por Vygotsky tornam-se distantes do aluno cego ou de baixa visão.

De um modo geral, o aluno com deficiência visual faz leituras a partir do tato. Dentre as técnicas que permitem este tipo de leitura está o sistema Braille, desenvolvido por Louis Braille no ano de 1825. Segundo Ferreira et al (2021), o sistema Braille é uma forma de comunicação própria, utilizada através dos dedos das mãos, que combina pontos em alto relevo permitindo a construção de um código de letras, números e outros símbolos.

Gonçalves et. al. (2013) destaca o papel político da formação docente e do ensino de química, uma vez que, ao assumir explicitamente o caráter imperativo da apropriação de conhecimento por parte de estudantes deficientes visuais, pode contribuir para o processo de inclusão social desses sujeitos. No ensino superior, quando avaliada a inclusão do aluno cego é evidente que os docentes se sentem despreparados para atender tal público (BAPTISTONE et. al., 2017). Os autores apontam serem necessárias várias mudanças na atividade docente que incluem aulas, materiais didáticos e mudanças na infraestrutura da universidade. Além disso, os professores pesquisados destacam a importância de capacitação para complementar sua formação, pois assim, poderiam se sentir melhor preparados para ministrar aulas aos alunos cegos.

Contribuindo para este processo de inclusão, particularmente no ensino de Química, o Ministério da Educação por meio da Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão, atualizou no ano de 2017 a Grafia Química Braille para Uso no Brasil (BRASIL, 2017). Originalmente proposta no ano de 2002, a presente versão aponta que:

A Grafia Química Braille para uso no Brasil dispõe de símbolos representativos para transcrição em braille do componente curricular de Química, suas entidades em diferentes posições, diagramas, notações específicas, determinadas figuras e estruturas, permitindo maior e melhor acesso das pessoas cegas aos textos científicos da Educação Básica e do Ensino Superior.

Contrapondo os benefícios deste documento, Catão (2019) destaca que no Brasil há uma grande quantidade de pessoas cegas que não dominam o Braille, necessitando do auxílio do leitor para ter acesso ao código da escrita. Neste ponto, a união entre a ausência de materiais adaptados e a falta de orientação do aluno cego provoca dificuldades no processo de compreensão do conteúdo de Química. Por outro lado, quando há recursos facilitadores para o desenvolvimento de materiais adaptativos, os resultados mostram alternativas de utilização do Braille para o ensino e aprendizagem de Química (DE ARAÚJO, et. al., 2020)

Ao sintetizar os estudos sobre o ensino de Química para deficientes visuais em uma universidade do Estado de São Paulo, Geraldo, Veraszto e Camargo (2021) verificaram que enquanto alguns trabalhos consistiam em estudos teóricos que permitiram uma melhor compreensão de como a Química tem sido ensinada e quais as dificuldades em contextos reais de educação, outros estudos trazem especificamente o desenvolvimento de atividades de ensino e atentam para a capacidade dos alunos deficientes visuais de aprenderem conceitos químicos. Segundo os autores, há uma lacuna no que se refere ao ensino de química para alunos com deficiência visual e um distanciamento entre a pesquisa científica e a educação básica brasileira.

Um mapeamento de pesquisas acadêmicas, no período de 2009 a 2019, com foco em Educação Inclusiva no Ensino de Química no contexto da Deficiência Visual evidenciou que as pesquisas relacionadas a esse tema ainda se apresentam tímidas e destacam, em sua maioria, as dificuldades e os desafios dos professores em atuarem com alunos com deficiência visual (SILVA; AMARAL, 2021). Ao analisar as contribuições dos fundamentos da defectologia e da teoria histórico-cultural de Vygotsky, Silva e Amaral (2021) evidenciaram que autores de teses e dissertações sobre a temática entre os anos de 2000 e 2019 não apontam diferenças no processo cognitivo de um aluno com deficiência visual e um aluno vidente. Além disso, ressaltam que a partir da mediação do professor o aluno deficiente visual tem condições de participar do processo de ensino e aprendizagem como os videntes e que a utilização de meios alternativos é essencial para auxiliar na construção do conhecimento do aluno com deficiência visual.

Na Amazônia, o cenário é ainda mais desafiador. Ressalta-se, no entanto, os trabalhos que vêm sendo desenvolvidos nos cursos de graduação e programas de pós-graduação da região que desenvolveram estratégias educativas que podem contribuir no Ensino de Química para alunos com DV. Com a utilização de metodologias didáticas adaptadas com material alternativo destacam-se os trabalhos de Jesus (2014), em sua dissertação de Mestrado, avaliou o uso de

maquetes didáticas de estruturas moleculares para estudantes com deficiência visual de uma escola pública de Manaus; Ribeiro et al. (2019) que investigaram a contribuição de um material didático, adaptado a alunos com DV, sobre distribuição eletrônica, construído a partir de massa de biscoito, isopor e E.V.A como recurso auxiliar dos professores de Química nas escolas públicas da cidade de Marabá-PA; e ainda em Marabá-PA, os pesquisadores Pereira, Costa e Pereira (2022) abordam a produção de materiais adaptados a alunos com deficiência visual por professores da educação básica com variados temas da área Ciências como aquecimento global, cadeias carbônicas e cromossomos através de materiais de baixo custo como massa de biscoito, espirais para encadernação, compensado, tinta etc. Observa-se que estas metodologias didáticas alternativas, ao serem utilizadas no processo de ensino e aprendizagem, promovem o aprendizado de Química através das percepções táteis, espaciais e sinestésicas.

A metodologia de usar o Braille e fontes ampliadas (para alunos com baixa visão) foi a estratégia adotada por Leão (2017) ao utilizar cartas como facilitador em jogos lúdicos adaptados para alunos com deficiência visual em Marabá-PA; Lobato e Silva (2017), que promoveram uma opção de estudo diferenciada sobre hidrocarbonetos aos alunos com DV através de um jogo de trilha em Braille em uma escola pública de Macapá e em Macapá- AP, Souza et al. (2021) avaliaram as contribuições do uso da Tabela Periódica Braille, aplicada ao ensino de Química, para o processo ensino-aprendizagem de alunos com deficiência visual.

A adaptação de experimentos foi a estratégia adotada por Carneiro et al. (2016) que adaptaram um experimento envolvendo conceitos de solubilidade e temperatura para estudantes deficientes visuais da rede pública estadual de ensino de Boa Vista/RR e como resultados obtiveram uma melhor compreensão dos conceitos, com estímulo do uso dos sentidos tato, audição e memória, tornando o aluno ativo no processo ensino-aprendizagem.

A proposta de utilizar tecnologias assistivas foi empregada por Oliveira (2019), em Tucuruí-PA, na atualização de um aplicativo como ferramenta acessível aos deficientes visuais, dando acesso a Tabela Periódica dos elementos químicos via síntese de voz. O estudo sugere que o uso de tecnologias com técnicas de acessibilidade possibilita uma maior autonomia do aluno com DV no estudo de Química; ainda na referida cidade, Rodrigues (2021) elaborou um manual digital de boas práticas em laboratório através de *softwares* como Dosvox, TalkBack e @Voice. O trabalho concluiu que os materiais elaborados podem trazer benefícios a educação de alunos com DV, particularmente no que diz respeito ao ensino experimental de Ciências. Toledo e Rizzatti (2021) investigaram, em uma escola pública de Boa Vista-RO, o potencial pedagógico de modelos atômicos adaptados para alunos com deficiência visual construídos a

partir da impressora 3D. Os autores concluíram que os materiais didáticos desenvolvidos podem contribuir com o ensino do conteúdo de estrutura atômica para o aluno com deficiência visual, o que não exclui os alunos normovisuais. Além de ser material de apoio para os professores de Química.

No Estado do Pará, o Instituto Álvares de Azevedo é um dos responsáveis pela tentativa de melhorar este cenário para alunos com deficiência visual. O apoio pedagógico é realizado em todas as idades, desde a educação infantil até a terceira idade. É importante ressaltar que este instituto também oferece suporte à professores seja no desenvolvimento de atividades no aspecto pedagógico ou na orientação às pessoas acometidas por problemas na visão. Segundo o portal Agência Pará (Secretaria de Comunicação do governo do Estado do Pará), no ano de 2021 a UEES José Álvares de Azevedo atendeu cerca de 300 alunos, nos turnos da manhã e tarde.

Neste sentido, o tópico a seguir visa apresentar algumas destas pesquisas, em particular, as que utilizam estruturas tridimensionais adaptadas aliadas ou não a audiodescrição.

2.2.3 O uso de estruturas tridimensionais e audiodescrição no ensino de Química

Uma pesquisa bibliográfica foi realizada nas bases de dados Banco de Dissertações e Teses da Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal do Nível Superior (CAPES), Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD), Repositórios institucionais em que há Programas de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e/ou Química, em nível Profissional e no Repositório educacional digital aberto “EDUCAPES” com o propósito de obter um entendimento mais aprofundado sobre os produtos educacionais (PEs) que vêm sendo utilizados no ensino de química para alunos com DV, e considerando-se o PE, o resultado tangível oriundo de um processo gerado a partir de uma atividade de pesquisa que responde uma pergunta/problema oriunda do campo de prática profissional (RIZZATTI et al, 2020).

A partir da busca nas bases de dados, dentre os PEs publicados entre os anos de 2011 e 2021 destaca-se a utilização de kits moleculares adaptados (OLIVEIRA NETO, 2014), alguns deles explorando o sentido da audição (LEONARDO, 2019), materiais em braile e em alto relevo aliadas à uma sequência didática (LIMA, 2017), e um conjunto de 65 materiais adaptados que envolvem desde modelos atômicos e tabela periódica até o estudo de funções orgânicas (FRANÇA, 2020).

Em relação às pesquisas realizadas em periódicos internacionais, destaca-se o trabalho de Dabke, et. al. (2021) que apresentaram uma aplicação de tecnologia instrucional de códigos de respostas rápidas (*QR codes*) para a introdução de aparelhos de laboratório comumente usados nas aulas de Química para alunos com deficiência visual. A audiodescrição associada consistiu em introduções concisas e aplicações de vários aparelhos usados em laboratórios de química do ensino médio e de graduação. O código QR para cada aparelho foi produzido e vinculado ao comentário de áudio correspondente por meio de uma página na internet exclusiva. Os resultados da atividade ressaltaram a eficácia da tecnologia, oferecendo uma experiência de aprendizagem física assistida. A tecnologia apresentada neste artigo não oferece aos alunos com deficiência visual uma experiência de aprendizagem independente, ao contrário, oferece a eles uma aprendizagem assistida, experiência esta que aumenta seu senso de inclusão em um ambiente de laboratório.

Por outro lado, os modelos tridimensionais obtidos a partir de impressão 3D podem ser usados como ferramentas em diferentes níveis de ensino e são úteis para auxiliar no desenvolvimento de competência representacional. Jones et. al., (2021) usou impressão 3D para visualizar cromatogramas 2D e espectros de NMR para a sala de aula. Esse modelo físico inovador permitiu aos alunos, principalmente aqueles que são alunos visuais e/ou táteis, entendam melhor as informações complexas apresentadas em espectros multidimensionais e cromatogramas e aumentem a compreensão dos alunos sobre essas formas de dados. Em termos do ensino de Química Orgânica, Robertson e Jorgensen (2015) ilustraram conceitos de físico-química orgânica com orbitais impressos em 3D.

Até o fechamento da etapa de consulta a literatura adequada, não se encontrou trabalhos que uniram estruturas químicas de manufatura aditiva e audiodescrição. No entanto, o trabalho de Pinos e Gonzáles (2021) apresenta o desenvolvimento de uma iniciativa para auxiliar pessoas com deficiência visual na compreensão de uma obra de arte visual. Os “espectadores” foram encorajados a manipular as figuras e objetos construídos e uma audiodescrição foi fornecida a fim de compreender a obra original. O objetivo principal desta iniciativa foi permitir que pessoas com deficiência visual tivessem a oportunidade de responder ao trabalho nos níveis estético e emocional. Do mesmo modo, espera-se que ao aliar estruturas químicas adaptadas e audiodescrição os alunos da disciplina Química possam entender os conceitos básicos que levem o entendimento particular da Química Orgânica.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1. TIPO DE PESQUISA

A presente pesquisa está fundamentada na abordagem qualitativa considerando que não se procura listar ou medir os objetos de estudo, tão somente utilizar análise de dados estatísticos. A pesquisa qualitativa, de acordo com Creswell (2010), é um meio para explorar e para entender o significado que os indivíduos ou os grupos atribuem a um problema social ou humano. Assim, será enfatizada a análise indutiva, com foco no significado individual e, conseqüentemente, na interpretação da complexidade da situação que envolve os sujeitos desta pesquisa.

A abordagem qualitativa possui estratégias de investigação específicas que se concentram na coleta, análise e redação de dados, tais como: etnografia, análise do discurso, fenomenologia, pesquisa ação, dentre outras (CRESWELL, 2010).

A investigação dentro do ambiente da pesquisa ocorre por meio da pesquisa-ação que é um método de pesquisa que tem o objetivo de acoplar pesquisa e ação em um único processo, no qual os atores implicados participam, junto com os pesquisadores, para chegarem interativamente a elucidar a realidade em que estão inseridos, identificando problemas coletivos, buscando e experimentando soluções em situação real. Simultaneamente, há produção e uso de conhecimento (THIOLLENT, 2011). Reconhece-se, por tanto, o aspecto intervencionista da pesquisa ação em relação à postura ativa dos sujeitos participantes da pesquisa.

Picheth, Cassandre, Thiollent (2016) salientam que o caráter intervencionista da pesquisa incentiva o surgimento de novos atores ao longo do processo de pesquisa e à condução da construção do conhecimento coletivo sendo fundamentados no princípio epistemológico da estimulação dupla de Vygotsky, no qual, aplicam-se dois estímulos: o problema a ser resolvido e recursos auxiliares para que o sujeito desenvolva uma resposta à tarefa ou problema em questão. Assim, ainda segundo os autores, este princípio de Vygotsky entende o comportamento humano não apenas como uma resposta a um determinado estímulo, mas como uma construção auxiliada por mediações que permitem o indivíduo sua constituição em um processo complexo que deve ser acompanhado pelo pesquisador a fim de ser compreendido.

Com base nessas definições e características, a presente pesquisa buscou o desenvolvimento de uma proposta didática com desenvolvimento de instrumentos para a participação efetiva e cooperativa da pesquisadora e dos alunos pesquisados.

3.2 APRESENTAÇÃO DO AMBIENTE E PARTICIPANTES DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida em uma Escola Estadual, no município de Belém-PA, distrito de Icoaraci. A escolha da escola, ambiente da pesquisa, se deu pelo fato do referido estabelecimento ser o local de atuação da professora pesquisadora deste trabalho. Os participantes da pesquisa foram dois alunos com deficiência visual, matriculados no terceiro ano do ensino médio regular (Quadro 1). A interação e aplicação da pesquisa com os dois participantes se deu no contraturno escolar dentro do ambiente de Atendimento Educacional Especializado (AEE) e contou com o suporte da professora de Educação Especial.

Quadro 1: Descrição dos participantes da pesquisa

| Estudante | Idade | Formação | Deficiência visual |
|------------------|--------------|---------------------|---------------------------|
| A | 19 | 3º ano Ensino Médio | Cegueira |
| B | 24 | 3º ano Ensino Médio | Baixa visão |

Fonte: próprio autor (2022)

3.3 QUESTÕES ÉTICAS DA PESQUISA

O projeto que originou a pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em seres Humanos da Universidade do Estado do Pará, Campus VIII-Marabá, Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE): 51345921.6.0000.8607, número do parecer: 5.043.124 (Anexo 1) e pela instituição de ensino, lócus da pesquisa, (Anexo 2).

Os participantes da pesquisa foram apresentados às atividades a serem desenvolvidas e seus objetivos e solicitado seu consentimento por meio da assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (Apêndice A), instrumento pelo qual o participante da pesquisa dá anuência, livre de simulação, fraude, erro ou intimidação, após esclarecimento sobre a natureza da pesquisa, sua justificativa, seus objetivos, métodos, potenciais benefícios e riscos e será elaborado seguindo as recomendações das Resoluções do Conselho Nacional de Saúde – CNS – nº 466 de 2012 e a de nº 510 de 2016 (BRASIL, 2012 e 2016) com adaptações para alunos cegos utilizando arquivo de áudio gravado pela pesquisadora deste trabalho.

Quanto ao risco de quebra de sigilo, embora na pesquisa qualitativa os sujeitos também sejam identificados pelo pesquisador, deve haver uma confidencialidade entre as partes, que é a garantia do resguardo das informações dadas em confiança e a proteção contra a sua revelação

não autorizada (BRASIL, 2016). Neste sentido, os participantes da pesquisa tiveram suas identidades preservadas e foram atribuídas letras para apresentação dos mesmos.

Os riscos de desconforto na participação da entrevista e cansaço ou estresse durante a realização da proposta didática foram minimizados pela preparação cautelosa das estratégias de elaboração de conteúdo e no modo de aplicação dos instrumentos de coleta de dados: assegurando a liberdade do participante de não responder ou participar de alguma atividade, realizando intervalos dentro de cada etapa da proposta didática, bem como, solicitando sempre autorização dos participantes para gravação de áudio e vídeo.

Quanto aos benefícios, a pesquisa oferece novas oportunidades de interações multissensoriais aos alunos com deficiência visual, tornando os conteúdos da disciplina de química menos abstratos e mais acessíveis possibilitando, assim, a autonomia do aluno na construção de seus conhecimentos. Bem como, contribuindo para a formação de outros estudantes da educação básica cegos ou de baixa visão, tendo em vista que os produtos/processos desenvolvidos serão difundidos na comunidade técnico-científica e poderão ser utilizados em outros ambientes escolares.

Os participantes também foram informados que a pesquisa obteve parecer favorável do comitê de ética e da Instituição de Ensino e que será totalmente custeada pela pesquisadora principal, bem como, que poderiam deixar de participar da pesquisa em qualquer momento, além de poder dialogar sobre qualquer dúvida com os pesquisadores responsáveis.

3.4 PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Para compreender o processo de aprendizagem dos alunos com deficiência visual, relacionado aos conteúdos de química orgânica durante o ensino médio foi realizada a socialização entre pesquisadora e alunos. Neste contexto, a estratégia adotada foi uma entrevista semiestruturada (Apêndice B) seguindo orientações de Cohen, Manion, Morrison (2018), os quais afirmam que os tópicos e as perguntas são apresentados aos entrevistados, mas as perguntas são abertas e a sequência pode ser ajustada para cada entrevistado, enquanto, as respostas dadas podem ser ajustadas com alertas e sondagens. Particularmente, a condução da entrevista foi realizada em momento presencial na sala de AEE da escola ambiente da pesquisa. Por se tratar de instrumento semiestruturado, em alguns momentos, foi necessário a (re)formulação de algumas perguntas não previstas a fim de potencializar respostas dadas pelos

alunos entrevistados, pois como ressalta Morrison (1993), o enquadramento das perguntas para uma entrevista semiestruturada também pode considerar induções e sondagens.

A fim de complementar os dados obtidos pela entrevista semiestruturada, realizou-se a observação sistemática para a verificação da adesão dos sujeitos à proposta de pesquisa implementada. Esta observação foi feita em uma perspectiva em que Minayo (2011) caracteriza como ação avaliativa de monitoramento. Trata-se de observar e registrar regularmente as atividades previstas dentro de um projeto, ou seja, um processo rotineiro de acúmulo de informações sobre determinada proposta em todos os seus aspectos, por meio de observação sistemática e com propósitos definidos. Desta forma, o monitoramento da coleta de dados foi realizado em cada etapa da proposta didática, o que possibilitou compreender o que contribuiu para o êxito da pesquisa, o que possibilita o alcance das metas e o que questiona seus limites.

Ao final da aplicação e avaliação de todas as etapas da proposta didática desenvolvida os dados foram analisados, categorizados, tratados e discutidos a partir da análise de conteúdo. Como método de investigação, a análise de conteúdo compreende procedimentos especiais para o processamento de dados científicos e, tendo em vista a análise de dados qualitativos, procura-se encontrar convergências e incidências de palavras e frases, tendo etapas como: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, interpretação e discussão dos resultados, segundo as orientações de Bardin (2011), as quais são detalhadas a seguir:

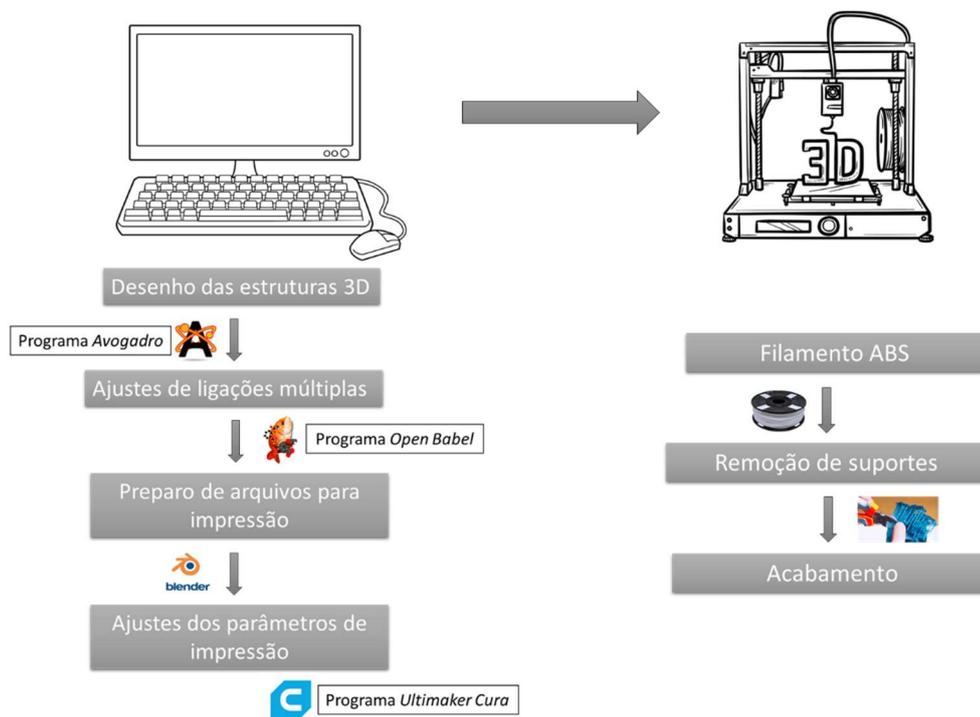
- Pré-análise: Organização dos dados coletados, através da leitura flutuante, dos materiais utilizados na sequência didática (entrevistas, fichas de observação e avaliação, resolução dos problemas propostos) na busca por “núcleos de sentidos” significativos para o objetivo da pesquisa.
- Exploração do material: Nessa etapa os dados levantados foram codificados e categorizados para construção de resultados dos quais possam ser feitas inferências. A partir dos dados gerados pela entrevista semiestruturada (Etapa 1 da proposta) e das fichas de observação/avaliação optou-se pela categorização a priori e para os demais dados gerados a partir da segunda entrevista foram utilizadas categorias não definidas a priori, originadas a partir da fala e conteúdo das respostas dos participantes da pesquisa.
- Tratamento dos resultados: Considerando as categorias oriundas dos dados coletados buscou-se fazer inferências através da comparação dos dados com os pressupostos teóricos.
- Discussão de resultados: Etapa que, a partir das interpretações realizadas, permitiu a responder os questionamentos da pesquisa.

3.5 DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS DESENVOLVIDOS

Desde que o mundo foi assolado pela pandemia do novo coronavírus (Sars-CoV-2) pesquisadores da educação têm incentivado um olhar sobre os processos de adaptação de aulas para o ambiente *online* durante o estado de isolamento social, facilitando a imersão dos estudantes no plano de aprendizado virtual, aproveitando que eles já se encontram inseridos neste mundo digital no seu cotidiano como nas manifestações de rede social (FIORI; GOI, 2020). Como observado por Campanhã (2020), os alunos cegos estão imersos neste mundo digital, particularmente pelo uso do aplicativo de mensagens instantâneas WhatsApp.

Neste sentido, foram desenvolvidos nesta pesquisa arquivos de áudio instrutivos com o objetivo de orientar os estudantes no manuseio e estudo dos modelos tridimensionais que serão produzidos. Ferreira et al (2021) destacam que a produção de representações táteis depende cada vez mais de recursos tecnológicos e que a popularização do uso de programas computacionais, sobretudo os adaptados para desenho dessas representações, contribuirão para universalizar o acesso à informação. Nessa perspectiva, a elaboração de modelos tridimensionais adaptados está sendo realizada utilizando as ferramentas computacionais conforme fluxograma apresentado na Figura 2.

Figura 2. Processo de modelagem tridimensional, impressão e acabamento das moléculas propostas.



Fonte: próprio autor (2022)

Após o desenho tridimensional das estruturas no programa Avogadro, as moléculas foram salvas no formato *mol2*, o qual garante a preservação das características tridimensionais das moléculas. Para moléculas que continham duplas e/ou triplas ligações fez-se necessário a utilização do programa *Open Babel*, que além de manter as características tridimensionais das moléculas, preserva as informações sobre estes tipos de ligações.

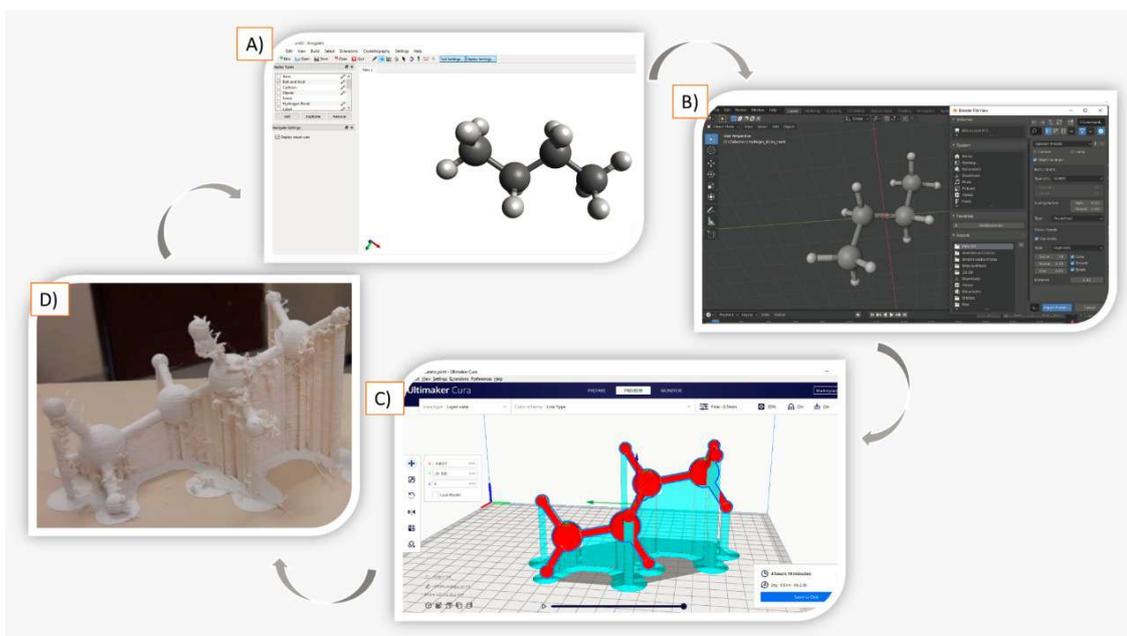
Em seguida, as moléculas foram importadas no programa Blender 3D por meio do *add-on* intitulado *Atomic Blender*. Este *add-on* lê as coordenadas de todos os átomos em arquivos PDB ou XYZ e representa os átomos pelo modelo de bolas e varetas no programa Blender. Ao importar, o fator de escala para bolas foi alterado para 0,5 enquanto o de distância permaneceu como 1,0. O modelo de bolas e varetas escolhido foi do tipo “*Dupliverts*” com parâmetros de setor 20, Raio 0,1 e unidade 0,05. Informações de cores, suavidade e ligações foram preservadas ao importar.

Finalmente, o tamanho dos átomos foi modificado no sentido de permitir a diferenciação entre eles pelo tato. Os átomos de carbono, em geral, foram modelados para um diâmetro de 2,0 cm, enquanto os átomos Nitrogênio, Oxigênio e Hidrogênio ficaram com diâmetros de 1,6, 1,2 e 0,8 cm, respectivamente. Vale ressaltar que essa diferenciação permite não somente

contribuir para a percepção dos tamanhos dos átomos como também segue a tendência dos tamanhos relativos considerando as propriedades de raios atômicos dos elementos que compõem a tabela periódica.

Os arquivos no formato STL foram exportados pelo programa Blender 3D e importados no programa Ultimaker Cura versão 4.11. Nesta etapa, os parâmetros de impressão foram ajustados para filamento do tipo ABS e suportes foram criados para auxiliar no processo de impressão. Um resumo da modelagem do processo está apresentado na Figura 3, utilizando como exemplo a molécula do Butano.

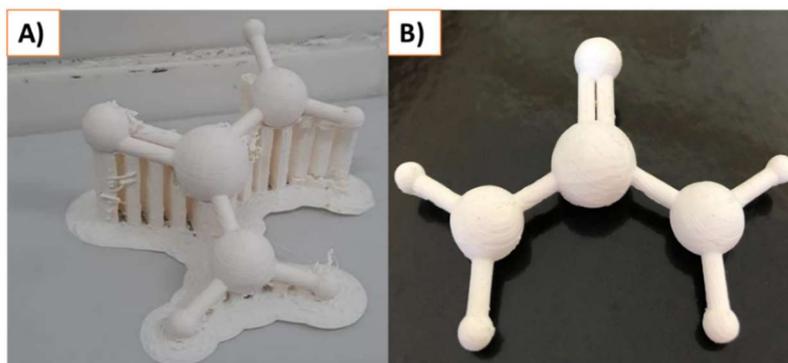
Figura 3. Ciclo que exemplifica a modelagem da molécula de Butano. A) Desenho tridimensional no programa Avogadro. B) Ajustes dos tamanhos no programa Blender. C) Ajustes dos parâmetros de impressão no programa Ultimaker Cura. D) Molécula de butano impressa antes da retirada dos suportes de impressão.



Fonte: próprio autor (2022)

Para finalização das peças os suportes foram removidos e acabamentos foram feitos com processo de lixamento, conforme mostrado na Figura 4.

Figura 4. Molécula de Ureia, impressa em filamento ABS: A) com suporte e B) após a retirada dos suportes de impressão.



Fonte: próprio autor (2022)

3.6 PROPOSTA DIDÁTICA

Para organização dos objetivos, materiais e estratégias utilizadas esquematizou-se uma proposta didática em seis etapas onde os princípios teóricos de Química Orgânica são abordados de forma didática sob a perspectiva de Klein (2017), instigante e por etapas contribuindo para que os próprios estudantes construam o processo de aprendizagem desenvolvendo aos poucos os conhecimentos e os pré-requisitos necessários para resolver uma variedade de problemas.

Ao final de cada etapa os alunos fizeram uma avaliação dos materiais utilizados, bem como, foram avaliados, tanto quanto, ao desempenho na exploração tátil dos modelos 3D através de uma ficha de avaliação (Anexo 3) adaptada de Ferreira et al (2021) quanto na resolução dos problemas propostos (Apêndice C). A proposta didática está sintetizada no Quadro 2, a seguir:

Quadro 2: Proposta didática para o ensino de química orgânica combinando materiais táteis e audiodescrição.

| Etapas da proposta didática | Objetivo | Material utilizado | Estratégia Empregada |
|---|--|---------------------------------|-------------------------------------|
| Etapa 1: Diagnose de aprendizagem dos conteúdos relacionados à química orgânica. (Duração: 30 min) | Investigar e compreender o processo de aprendizagem relacionado aos conteúdos de Química | Roteiro de entrevista; celular. | Entrevista semiestruturada gravada. |

| | | | |
|---|---|--|--|
| | Orgânica durante o ensino médio. | | |
| Etapa 2 Aula: Introdução ao estudo de química orgânica (Histórico, propriedades e classificação do carbono). Duração: 1h | Apresentar o conteúdo através de aula expositiva dialogada, com resolução de exercícios, estímulo tátil e auditivo a fim de que os alunos possam compreender e formar conceitos sobre as propriedades e classificação do carbono a partir destes estímulos. | Representações do carbono em 3D, arquivos de audiodescrição (celular), lista de problemas, ficha de avaliação | Interação tátil com representações, em 3D, do carbono e suas ligações. Proposição de problemas. Avaliação dos materiais utilizados. |
| Etapa 3 Aula: Leitura das representações de estruturas orgânicas Duração: 1h | Apresentação de variadas formas de representações das cadeias carbônicas por meio de modelos 3D e audiodescrição para estimular a interação multissensorial, diferenciação das formas, texturas e tamanhos dos componentes dos modelos e discussão sobre leitura e interpretação das representações das estruturas. | Representações de cadeias carbônicas em 3D, arquivos de audiodescrição (celular), lista de problemas, ficha de avaliação | Estímulo à percepção das cadeias carbônicas a partir da interação tátil e auditiva, Proposição de problemas. Avaliação dos materiais utilizados. |
| Etapa 4: Aula: Classificação das cadeias carbônicas | Apresentar o conteúdo através da aula expositiva dialogada e | Representações de cadeias carbônicas em | Interação tátil com representações |

| | | | |
|--|--|--|---|
| Duração: 1h | estímulo tátil e auditivo a fim de que os alunos possam compreender e formar conceitos sobre os diferentes tipos de cadeias carbônicas a partir destes estímulos multissensoriais. | 3D, arquivos de audiodescrição (celular), lista de problemas, ficha de avaliação. | em 3D de cadeias carbônicas, Audiodescrição, Proposição de problemas, Avaliação dos materiais utilizados. |
| Etapa 5 Aula: Funções orgânicas Duração: 1h | Apresentar os princípios relacionados às funções orgânicas através dos estímulos tátil e auditivo a fim de que os alunos possam identificar os principais grupos funcionais e suas respectivas classes a partir destes estímulos multissensoriais. | Representações das funções orgânicas em 3D, arquivos de audiodescrição (celular), lista de problemas, ficha de avaliação | Estímulo à percepção das diferenças dos grupos funcionais a partir da interação tátil com representações em 3D e audiodescrição. Proposição de problemas, Avaliação dos materiais utilizados. |
| Etapa 6 Autoavaliação | Verificar como os alunos avaliam a própria participação na pesquisa | Entrevista elaborada a partir da participação dos alunos nas etapas. (Apêndice D) | Autoavaliação |

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção se apresentam os resultados de uma intervenção didática que utiliza modelos tridimensionais obtidos por meio de Impressão 3D e audiodescrição, para favorecer a aprendizagem dos conteúdos de Química Orgânica voltados a alunos com deficiência visual.

Assim, de acordo com o referencial metodológico, a partir da exploração dos materiais utilizados na proposta didática organizou-se a análise dos dados em três seções (Quadro 3):

Quadro 3 - Organização da análise de dados.

| Seções | Ação | Objetivos |
|--------|--|---|
| 1 | Diagnose de aprendizagem dos conteúdos relacionados à Química Orgânica e o ensino inclusivo. | Fez-se a análise das respostas da entrevista (Etapa 1 da proposta didática) que buscou investigar e compreender o processo de aprendizagem dos alunos com DV, relacionado aos conteúdos de Química Orgânica durante o ensino médio. |
| 2 | O processo de aprendizagem do aluno com deficiência visual a partir da proposta didática | Foram analisadas as interações e experiências dos alunos com DV com os materiais desenvolvidos na proposta didática (Etapas 2-5) relacionadas a aprendizagem de Química Orgânica |
| 3 | Perspectiva dos alunos DV quanto o desenvolvimento da pesquisa | Analisou-se as respostas da entrevista dos participantes do estudo (Etapa 6 da proposta didática) frente a própria participação na pesquisa e possíveis contribuições para o processo de aprendizagem. |

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

4.1 DIAGNOSE DE APRENDIZAGEM DOS CONTEÚDOS RELACIONADOS À QUÍMICA ORGÂNICA E O ENSINO INCLUSIVO- (ETAPA 1 DA PROPOSTA DIDÁTICA)

A primeira etapa consistiu na análise dos dados da entrevista em duas categorias definidas a priori, que compreendem os sub tópicos desta seção: Experiências dos alunos com deficiência visual nas aulas de Química e Conhecimentos de princípios da Química orgânica.

4.1.1 Experiências dos alunos com deficiência visual nas aulas de química

Nesta categoria buscamos explorar as experiências dos participantes da pesquisa na perspectiva de um ensino inclusivo de Química durante suas trajetórias escolares e as melhorias que podem ser adotadas. Quando questionados se gostam de estudar Química ambos afirmaram que sim, no entanto, o aluno A relatou que por vezes têm medo de não conseguir aprender e que quando recebe ajuda se sente mais seguro. Com relação às dificuldades de compreensão dos conteúdos de Química os alunos relataram:

Aluno A: A dificuldade que eu tenho é que é muita coisa de uma vez e eu não consigo entender. O professor fala *ta* vendo isso aqui? Por isso, é assim! Mas eu não *tô* vendo, mais se me explicar direitinho eu entendo sim.

Aluno B: Tenho dificuldade sim! Principalmente na parte de cálculos, acho que falta mais materiais *pra* ajudar a gente na aula de Química.

Nos relatos dos alunos, identifica-se a necessidade de mudança nas narrativas de grande apelo visual, utilizadas pelos professores, através de estratégias de interação e comunicação com seus alunos que favoreçam a aprendizagem do aluno com deficiência visual. Tureck e Macagnan (2021) enfatizam em seu trabalho que somente a oferta do apoio especializado apenas nas salas de recursos multifuncionais não oferece reais condições para uma educação inclusiva, as autoras consideram a necessidade de adaptar processos para o desenvolvimento da aprendizagem do aluno na sala de aula do ensino comum, o que perpassa pelo acesso a recursos pedagógicos e tecnológicos, formação continuada dos professores e um projeto político pedagógico que oportunize o desenvolvimento humano integral. Baptistone et al. (2017) destacam que quando avaliada a inclusão do aluno cego é evidente que os docentes se sentem despreparados para atender tal público e apontam serem necessárias várias mudanças na atividade docente que incluem aulas, materiais didáticos e mudanças na infraestrutura, bem como, a importância de capacitação para complementar sua formação, pois assim, poderiam se sentir melhor preparados para ministrar aulas aos alunos cegos.

Quanto à forma que os conteúdos de Química foram desenvolvidos e sobre o que poderia melhorar, ambos os alunos relataram que a maioria das aulas ocorrem com a utilização do quadro, livro didático e exercícios e que seria melhor se os materiais trabalhados fossem adaptados, no entanto, consideramos importante destacar o recorte a seguir quanto a avaliação do processo de inclusão na escola, A e B avaliaram que:

Aluno A: Acho que é bom! Me tratam bem, os professores me ensinam (alguns só que não entendem muito bem a minha deficiência) mas a maioria me ajuda e aí quando eu não consigo a professora M me ajuda a fazer os trabalhos.

Aluno B: É bom sim. A escola é muito boa e a professora M ajuda muito a gente.

No recorte acima, a professora M mencionada é a professora de Educação Especial. Segundo Mól e Caixeta (2020) a inclusão na educação vai além de mudanças no espaço físico, perpassa pela democratização da escola onde todos compartilhem responsabilidades com o processo de inclusão, inclusive o educando. Neste sentido, percebe-se que a visão de inclusão dos próprios alunos com deficiência visual limita-se à garantia de acesso à uma escola no ensino regular, a presença de um espaço físico destinado ao atendimento especializado, bem como, com a assistência da professora de Educação Especial. Dessa forma, entendemos serem necessárias mudanças no sistema educacional proporcionando vivências pedagógicas mais democráticas aos educandos, que de fato consolida um atendimento que atenda todas as necessidades dos alunos com deficiência e possibilite um maior entendimento das concepções dos professores acerca da inclusão.

4.1.2 Conhecimentos de princípios da Química Orgânica

Na segunda categoria da entrevista buscou-se compreender como ocorreu o processo de aprendizagem dos conteúdos referentes à Química Orgânica. Os alunos A e B foram questionados sobre o conceito de Química Orgânica, as características do elemento químico carbono e quanto ao seu conhecimento sobre as funções orgânicas. E, mesmo sendo alunos concluintes do Ensino Médio, que já estudaram o conteúdo com o professor regente, os referidos alunos não apresentaram domínio acerca dos conteúdos mais gerais sobre Química Orgânica, bem como, não conseguiam fazer relações com aplicações do tema com o cotidiano.

Para Vygotsky, segundo Nuernberg (2008), as limitações do deficiente visual ficam reservadas às questões de orientação e mobilidade espacial, onde o desenvolvimento do conhecimento fica preservado por ser construído a partir das relações sociais. Neste sentido, as perspectivas teóricas de Vygotsky ressaltam que o desenvolvimento da aprendizagem da pessoa com deficiência visual ocorre pela compensação social, onde a impossibilidade de conexão direta com a experiência visual é superada pelo acesso a realidade através da significação.

Desta forma, observam-se falhas no processo formativo desses estudantes, como não compreender e formar conceitos sobre os compostos orgânicos, bem como, não reconhecer e

interpretar as representações utilizadas. Entende-se que o processo ocorre desta forma fomentado pela falta de uma mediação adequada e adaptações metodológicas que possibilitem a construção mental de representações, a partir de uma exploração multissensorial de forma a dar condições de acesso à realidade inserindo o aluno com deficiência visual no processo de ensino e aprendizagem. Os relatos dos alunos A e B foram importantes para a compreensão acerca das suas perspectivas sobre ensino inclusivo, assim como, sobre as suas experiências vivenciadas nas aulas de química e suas principais dificuldades em relação a aprendizagem dessa disciplina, o que norteou a abordagem das próximas etapas da proposta didática.

4.2 O PROCESSO DE APRENDIZAGEM DO ALUNO COM DEFICIÊNCIA VISUAL A PARTIR DA PROPOSTA DIDÁTICA - (ETAPAS 2-5 DA PROPOSTA DIDÁTICA)

O uso de recursos tecnológicos pode atender necessidades específicas, favorecendo o processo de ensino e aprendizagem, ao proporcionar condições e estratégias individualizadas que possibilitam o desenvolvimento de habilidades de alunos com deficiência contribuindo para o processo de inclusão. Nessa perspectiva, visando atender as lacunas e necessidades do processo formativo identificadas na aplicação da primeira etapa da proposta didática (entrevista), nas etapas (2-5) da proposta didática são utilizadas representações químicas oriundas da impressão 3D e arquivos de audiodescrição para apresentação e discussão dos principais pontos referentes à Química Orgânica.

A partir da análise das fichas de observação e avaliação da exploração do material e dos problemas propostos em cada etapa, organizamos os dados em duas categorias descritas a seguir, que compreendem o título dos subtópicos desta seção: Exploração do conteúdo de Química Orgânica a partir das representações em 3D e Audiodescrição e Avaliação do desempenho dos alunos com DV.

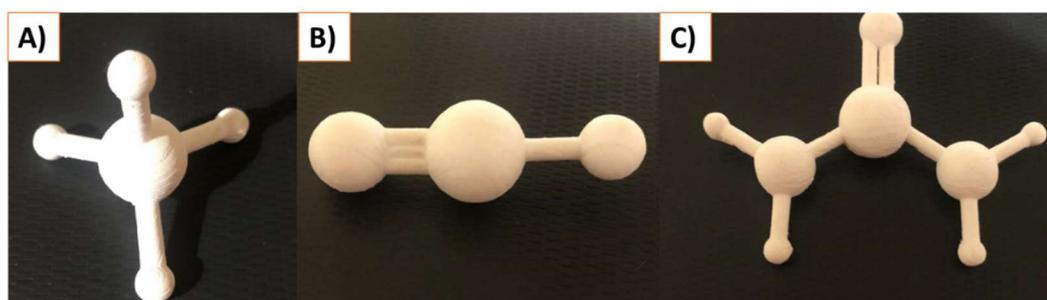
4.2.1 Exploração do conteúdo de Química Orgânica a partir das representações em 3D e audiodescrição.

Nesta categoria analisamos as estratégias utilizadas na proposta didática, adaptadas aos referenciais perceptuais dos alunos com DV para o ensino de Química Orgânica considerando os sentidos do tato e da audição para a construção das imagens mentais que permitem uma maior compreensão das representações orgânicas a partir dos modelos em 3D e audiodescrição.

Neste sentido, foram apresentados os tópicos de Química Orgânica: i) Introdução ao estudo de química orgânica, ii) Leitura e interpretação das representações de estruturas orgânicas, iii) Classificação das cadeias carbônicas e iv) Funções orgânicas. Para cada tópico foi desenvolvido um conjunto de materiais impressos em 3D e seus respectivos arquivos de audiodescrição. Os recortes apresentados a seguir retratam as interações e experiências dos participantes no processo de exploração do conteúdo a partir dos materiais desenvolvidos.

Iniciamos com a apresentação do histórico da Química Orgânica abordando os temas: os conceitos para o termo “Orgânico”, a teoria da Força Vital e a síntese de Wohler (síntese da ureia a partir do cianato de amônio). Durante a abordagem desses temas foram utilizadas as representações químicas em 3 dimensões (Figura 5) e os arquivos de audiodescrição, a fim de que os alunos pudessem compreender e formar conceitos sobre a Química Orgânica, a partir de estímulos táteis e auditivos.

Figura 5. Estruturas químicas impressas em filamento ABS que representam os compostos que participam da síntese da: C) ureia a partir do A) íon amônio e B) íon Cianato.

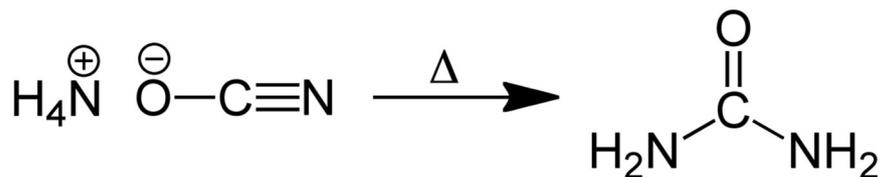


Fonte: próprio autor (2022)

A partir dessas três representações explorou-se a percepção tátil e auditiva para o reconhecimento e diferenciação dos átomos de Carbono, Nitrogênio, Oxigênio e Hidrogênio. Como as representações apresentam tamanhos dos átomos diferenciados representando as propriedades periódicas, abordou-se discussões sobre o raio atômico e os fatores que influenciam no tamanho dos átomos.

A síntese de Wohler é um símbolo importante na conceituação da Química Orgânica, sendo frequentemente representada, tanto nas aulas de química, quanto nos livros didáticos pela equação apresentada na Figura 6.

Figura 6. Representação 2D da equação de síntese da ureia.



Fonte: próprio autor (2022)

Entende-se que esse tipo de representação dificulta o entendimento de alunos normovisuais, por ser muito abstrata, e exclui o aluno, com deficiência visual, do processo de aprendizagem por não oportunizar que o conteúdo dialogado seja relacionado a uma representação mental e consequente formação de conceitos.

Após o diálogo, sobre os referidos tópicos, o manuseio dos modelos e escuta dos arquivos de audiodescrição realizou-se questionamentos acerca dos tópicos iniciais de Química orgânica:

Pesquisadora: por que a síntese de Wohler derrubou a teoria da força vital?

Aluno A: por que ele pegou duas substâncias inorgânicas que era o cianato e o amônio e formou uma substância orgânica que era a ureia.

Aluno B: foi um alemão que fez material orgânico de material inorgânico.

Pesquisadora: O que é a química orgânica?

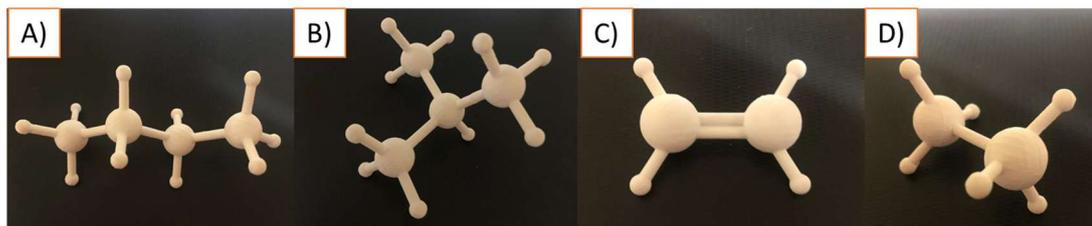
Aluno A: É a parte da química que estuda o carbono.

Aluno B: É a química do carbono.

É possível verificar que houve um avanço quando relacionamos a falta de domínio sobre conceitos básicos da Química Orgânica (Etapa1) com as respostas após a discussão e utilização dos materiais adaptados.

Na sequência, foi apresentado alguns modelos 3D para explorar o tópico iii) Classificação das cadeias carbônicas. A Figura 7 mostra exemplos de estruturas utilizadas para trabalhar os conceitos de cadeias normal (lineares) ou ramificadas (substituídas com grupos alquilas), bem como, cadeias saturadas (com somente ligações simples entre os átomos de carbonos) ou insaturadas (com presença de ligações duplas e/ou triplas entre os átomos carbonos).

Figura 7. Estruturas químicas impressas em filamento ABS que representam a diferença entre cadeias A) normal ou B) ramificada e entre C) insaturada e D) saturada.



Fonte: próprio autor (2022)

Vale ressaltar que além das ideias representadas na Figura 7, exploramos a partir de outras estruturas 3D impressas, aspectos da classificação de cadeias carbônicas como a diferenciação entre alifáticas e aromáticas, homogênea e heterogênea e as principais funções orgânicas. O resultado impactou positivamente os participantes da pesquisa conforme retratado a seguir:

Aluno A: Eu gostei! Achei muito bom! Acho que *to* aprendendo bem mais agora o áudio também é bom ele me diz direitinho o que eu *to* tocando.

Aluno B: Eu achei muito interessante as moléculas. Fica bem mais fácil assim.

Neste ponto, observou-se a importância da utilização da audiodescrição no auxílio deste processo de manipulação das estruturas. Diferentemente de outras tecnologias assistivas, a audiodescrição não é um recurso que possa ser adquirido isoladamente e ser utilizado quando o usuário desejar. Trata-se de um recurso veiculado junto com os produtos que, desta forma, passam a ser acessíveis a pessoas cegas (ULBRICHT; VANZIN; VILLAROUCO, 2011).

Assim, destaca-se da teoria de Vygotsky (2011) que caminhos indiretos de desenvolvimento são possibilitados por diferentes interações quando o caminho direto está impedido. Ou seja, no caso de pessoas com deficiência visual, a utilização de diferentes estratégias sensoriais seria a principal esfera em que é possível compensar a deficiência.

4.2.2 Avaliação do desempenho dos alunos com DV

A partir da observação sistemática de cada etapa e resolução dos problemas propostos, verificou-se que os alunos A e B conseguiram associar de forma satisfatória os conteúdos de audiodescrição às representações em 3D reconhecendo as representações moleculares, os diferentes átomos e tipos de ligação. Além do tato, o aluno B (que tem baixa visão) consegue diferenciar os átomos pela percepção visual, entretanto os tipos de ligação só são, por ele percebidas, através do tato e audiodescrição.

Observou-se que, o tempo de exploração tátil é diretamente proporcional ao aumento do tamanho e complexidade da cadeia carbônica, sendo o reconhecimento dos carbonos terciários e quaternários e dos diferentes grupos funcionais os mais difíceis de serem identificados tendo o processo de exploração mais longo.

A partir do diálogo sobre os tópicos supracitados e do reconhecimento dos modelos em 3D foram propostos problemas referentes a cada etapa onde ambos os alunos podiam responder tateando as estruturas. O Aluno A respondeu a maioria dos problemas propostos de forma excelente, explorando bem os materiais e compreendendo bem as representações estabelecendo inclusive relações com os conteúdos das etapas anteriores. O aluno B apresentou, inicialmente, uma exploração tátil mais tímida e mais dificuldades na resolução dos problemas propostos. Entendendo que o processo de aprendizagem ocorre de maneira singular e que o processo de interação entre professor e aluno é um aspecto fundamental para a aprendizagem dentro do contexto da teoria de Vygotsky (2007) que destaca a importância das interações sociais defendendo a ideia da mediação e da internalização como elemento essencial na construção do conhecimento, foram realizadas intervenções, através de diálogos e maior tempo de exploração dos modelos 3D, para uma maior utilização dos referenciais perceptuais táteis do Aluno B que contribuíram para o reconhecimento das representações e resolução dos problemas.

4.3 PERSPECTIVA DOS ALUNOS COM DV QUANTO O DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA DIDÁTICA - (ETAPA 6 DA PROPOSTA DIDÁTICA)

A partir das principais falas dos alunos com DV emergiram categorias resultantes da transcrição e isolamento das unidades de registro (respostas dos alunos), seguida da identificação e reunião de falas em comum dos entrevistados (núcleos de sentido). A Figura 8 apresenta a esquematização da formação das categorias não definidas a priori.

Figura 8. Esquema da emersão das categorias a partir dos núcleos de sentido isolados das narrativas dos alunos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

4.3.1 Referenciais perceptuais contemplados

Sobre a categoria de referenciais perceptuais os relatos dos participantes a seguir retratam a relação entre a exploração multissensorial dos sentidos remanescentes com a facilitação da aprendizagem dos temas abordados:

(P1- Aluno A): Acredito que os objetivos foram alcançados sim. Deu *pra* entender as coisas que eu não entendia antes de tocar nos modelos.

(P1- Aluno B): Sim, com as peças em 3D e os áudios ficou mais fácil entender os assuntos das etapas.

(P4- Aluno A): Acho que tateie bem os modelos e deu *pra* diferenciar os átomos. O áudio também ajudou muito porque ia falando e eu ia acompanhando com a mão e reconhecia os modelos.

Destaca-se, portanto, que com a utilização de estruturas químicas adaptadas combinadas à audiodescrição estamos despertando no discente DV o referencial perceptual que lhes contempla, neste caso, a percepção do tato aliado à audição. É importante lembrar que na visão de Masini (2007), o deficiente visual tem sua dialética diferente, devido ao conteúdo e à sua organização, cuja especificidade é a de se referir aos sentidos predominantes de que dispõe.

4.3.2 Avaliação da proposta

Acreditamos que as perspectivas dos alunos inseridos no processo são fundamentais para a avaliação da proposta aplicada. Neste sentido, buscamos compreender quais as percepções formadas frente aos materiais e estratégias utilizadas. A seguir destacamos alguns recortes das unidades de registro que contemplam essas percepções:

(P2- Aluno A): *Pra mim tava bom! Deu pra perceber a diferença no tamanho dos átomos e das ligações nas moléculas e os áudios me dizia exatamente onde tava tocando.*

(P2- Aluno B): *Eu achei muito boa! A combinação do áudio com as moléculas é muito melhor ir ali tocando e ouvindo ai já sabe no passo a passo o que têm na molécula.*

(P5- Aluno A): *Pra mim foi mais fácil assim por etapas. A cada etapa eu ia aprendendo mais.*

(P5- Aluno B): *Foi melhor assim mesmo. Ia complicar se fosse tudo de uma vez assim eu ia juntando o passo a passo até aprender tudo.*

Podemos perceber nas respostas dos alunos, quanto a qualidade dos materiais utilizados, que através desses recursos os sentidos remanescentes foram explorados de forma satisfatória, pois contribuíram para o reconhecimento e interpretação das representações utilizadas em Química Orgânica. Klein (2017), ressalta que para um bom entendimento da disciplina é crucial que se aprenda a ler e interpretar todas as informações contidas na representação e que a falta dessas habilidades inviabiliza o domínio até mesmo de conceitos mais básicos. Vygotsky (2007) corrobora expondo que para que todos tenham a oportunidade de aprender, apesar de suas diferenças, é fundamental que se utilize da diversidade de estratégias e recursos favorecendo a aprendizagem por caminhos não impedidos.

Quanto a estratégia evidenciada na quinta pergunta (P5) de dividir a apresentação e exploração dos conteúdos por etapas, os alunos avaliaram de forma positiva, apresentando uma construção gradativa de conhecimento e resolução de problemas mais simples a partir do domínio de princípios básicos até o estabelecimento de conexões com etapas anteriores e resolução de problemas mais complexos. Klein (2017), ressalta que a divisão do conteúdo por etapas fornece ao aluno os pré-requisitos essenciais para o desenvolvimento da autonomia de construir o seu próprio conhecimento.

4.3.3 Contribuições para a aprendizagem

Em relação ao núcleo de sentidos das experiências vivenciadas durante a aplicação da proposta didática os alunos destacaram algumas experiências que convergiram para a categoria em questão:

(P10- Aluno A): *Achei muito importante pra mim participar dessa pesquisa. Pude aprender mais com a minha visão tátil aquilo que o professor me explicava na sala e eu não entendia.*

(P10- Aluno B): *Achei muito boa! Acho que consegui aprender bem mais agora com esses materiais do que só ouvindo na sala.*

A partir das observações realizadas do recorte apresentado acima, entendemos ser necessária a utilização de materiais e estratégias adaptadas para promover o ensino inclusivo, a fim de, materializar conteúdos abstratos, promover acesso à linguagem científica e oportunizar

a construção de conhecimentos pelos estudantes com deficiência visual. Vygotsky (2007) ressalta a importância da linguagem no desenvolvimento do indivíduo, de se criar uma relação natural entre linguagem e pensamento a fim de promover o desenvolvimento cognitivo.

5 PRODUTO EDUCACIONAL

Na modalidade do mestrado profissional é necessário o desenvolvimento de um Produto/Processo Educacional (PE) que precisa ser concretamente aplicado. Para efeito de conceituação considera-se PE como o resultado tangível oriundo de um processo gerado a partir de uma atividade de pesquisa e responde uma pergunta/problema oriunda do campo de prática profissional (RIZZATTI et al, 2020).

Neste sentido, a partir da inquietação vivenciada na prática docente em proporcionar a acessibilidade à linguagem Química aos alunos cegos e de baixa visão, materializando conteúdos abstratos em representações táteis e buscando responder o problema dessa pesquisa, elaborou-se um Produto Educacional do tipo guia de orientações didáticas, na forma de um E-book, para facilitar o ensino de Química Orgânica voltado para alunos com deficiência visual. O referencial teórico utilizado sustenta-se na teoria sociointeracionista de Vygotsky, o percurso metodológico foi baseado na pesquisa ação (descrito no item 3), na fase de prototipação do produto uma primeira versão do guia didático foi avaliada por quatro professores da escola lócus da pesquisa (dois professores de Química e duas professoras do Atendimento Educacional Especializado (AEE)) através da técnica do grupo focal.

Segundo Gatti (2005), o grupo focal é uma modalidade de entrevista e/ou discussão em grupo que os participantes possuem características em comum e experiências para trazer à discussão os elementos necessários. Sobre o pressuposto metodológico do grupo focal, Minayo e Costa (2018, p.144) destacam: “O valor está na interação, na troca de opiniões entre os participantes quando a reflexão de um pode influenciar o outro, provocar controvérsias ou permitir o aprofundamento de uma reflexão”

Assim, buscando uma maior reflexão e aprimoramento do P.E os professores (de química e AEE) avaliaram a qualidade e replicabilidade do produto. O Grupo Focal foi realizado pela plataforma Google Meet com a autorização de todos os professores quanto a participação na pesquisa e gravação da dinâmica. Para a realização da avaliação pelo Grupo foi elaborado um guia de perguntas estruturado em 4 eixos principais (Apêndice E).

As reflexões dos professores de química em relação a prática pedagógica e as principais estratégias e adaptações utilizadas para favorecer a aprendizagem do aluno com DV, destacaram a dificuldade de se trabalhar uma disciplina que faz um grande apelo visual, na construção de conceitos e representações, com alunos com DV e a importância de se elaborar materiais adaptados para tornar a disciplina mais acessível e menos abstrata. Em comum, as

professoras do AEE evidenciam a dificuldade em adaptar materiais de várias disciplinas e especificidades diferentes para serem trabalhados em sala de aula em tempo hábil.

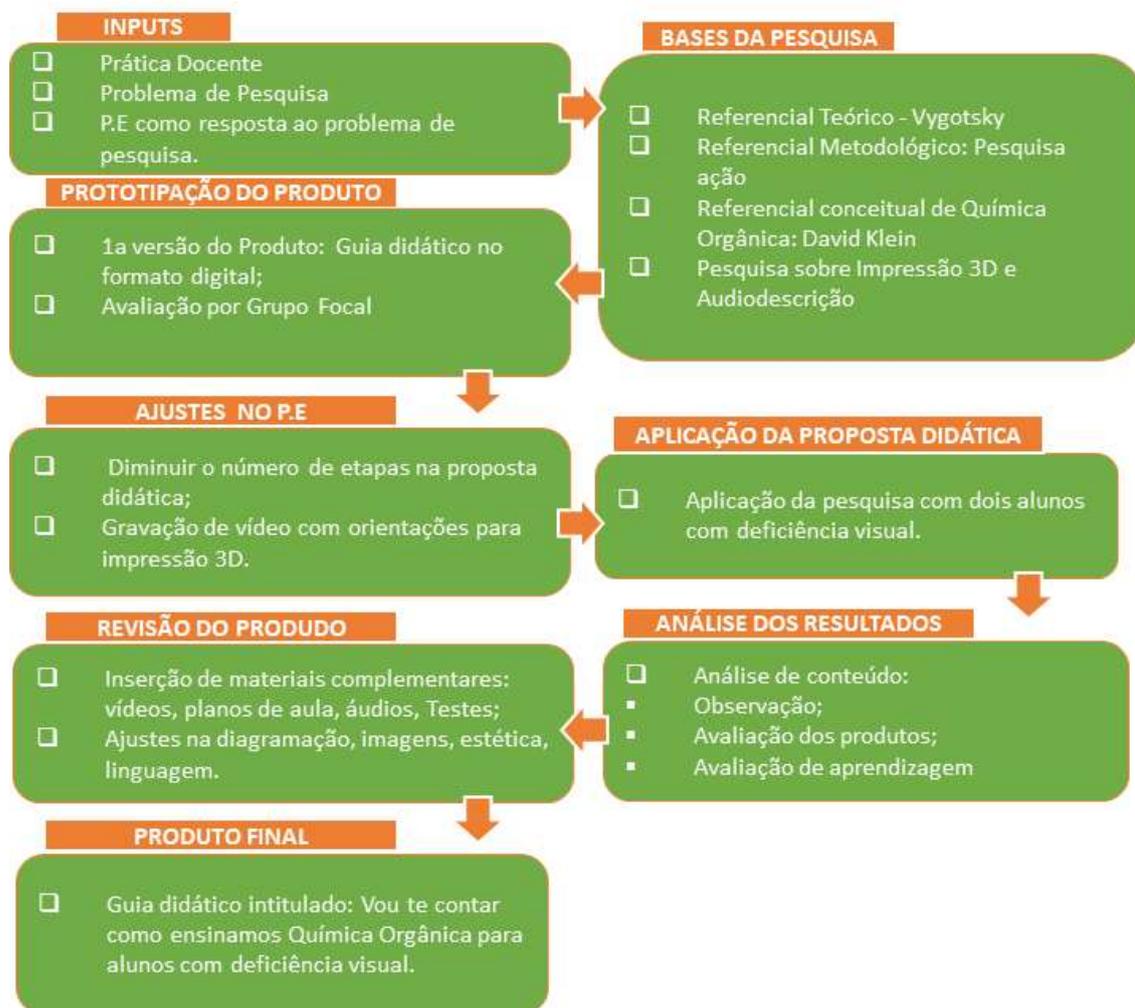
Avaliando a primeira versão do produto, que contava com a proposta didática em 10 etapas e a descrição textual do processo de elaboração para os materiais desenvolvidos (impressão 3D e audiodescrição) todos os professores consideraram que a proposta é válida e que se implementada irá contribuir para o desenvolvimento da aprendizagem, convívio social e autonomia do aluno com DV. Entretanto, ressaltaram que seria importante considerar o fator tempo de cada aula e uma melhor descrição do processo de impressão 3D. Nesta continuidade, adequou-se o número de etapas na proposta didática, bem como, a descrição do processo de impressão 3D com a gravação de um vídeo tutorial impressão 3D.

Assim, entende-se que essa avaliação a priori proporcionou momentos de reflexão e regulação sobre o processo de construção do PE, oportunizadas pelo mapeamento das questões discutidas sobre o guia que possibilitaram observar as dificuldades e nortearam a busca de soluções.

Após os ajustes no P.E, foi realizada a aplicação da pesquisa com dois alunos com deficiência visual, análise dos resultados e revisão do produto com inserção de materiais complementares: vídeos, planos de aula, áudios, Testes; ajustes na diagramação, imagens, estética, linguagem e editoração do produto final Guia didático intitulado: “Vou te contar como ensinamos Química Orgânica para alunos com deficiência visual”.

O processo de concepção, elaboração, aplicação e avaliação do Produto educacional e está sintetizado na figura 9:

Figura 9: Etapas da sequência metodológicas do PE



Fonte: próprio autor (2022)

Em relação as informações técnicas, o produto educacional é intitulado: “Vou te contar como ensinamos Química Orgânica para alunos com deficiência visual” (Figura 10). É um material didático elaborado no formato digital para facilitar o compartilhamento e por diversos meios. Do tipo proposta de ensino, aplicado a nível de ensino médio e destinado a professores de química que tenham alunos com deficiência visual, pois tem como finalidade contribuir para a melhoria do processo ensino e aprendizagem de Química Orgânica para alunos com deficiência visual, combinando o uso de modelos 3D e Audiodescrição.

E este tem alto teor inovador, pois há novidade na ideia de utilizar modelos de moléculas utilizando impressão 3D associados a áudio descrição para ensinar Química Orgânica para alunos com deficiência visual, além de apresentar informações suficientes para o professor

compreender e replicar as orientações em contexto de sala de aula, atendendo assim, às expectativas do professor de química que possui alunos com deficiência visual.

Foi validado internamente por meio de grupo focal, e aplicado em condições reais, sendo avaliado em primeira instância pelos estudantes com deficiência visual participantes da pesquisa. Em segunda instância pela banca examinadora da dissertação.

A organização do Produto se dá em 3 capítulos: o primeiro capítulo faz uma abordagem sobre os conceitos importantes que envolvem a Química Orgânica e o Referencial Pedagógico em que se baseia a proposta de ensino; o segundo capítulo traz uma orientação sobre impressão 3D de moléculas orgânicas e audiodescrição e terceiro capítulo trata da execução da proposta de ensino.

Figura 10: Capa do Guia de orientações didáticas em formato digital



Fonte: próprio autor (2022)

Link para acessar o produto educacional:

<https://drive.google.com/file/d/10Q3SOzynnC2wBchaX9NMxZUuW8TdovrQ/view?usp=sharing>

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso objetivo quanto a produção da pesquisa foi avaliar uma proposta didática, que combina estruturas químicas 3D e audiodescrição, para aprendizagem dos conteúdos de Química Orgânica voltados a alunos com deficiência visual, de maneira a promover possibilidades para um ensino inclusivo. Assim, buscamos conhecer as referências histórico normativas que amparam o conceito de educação inclusiva no Brasil, bem como, o panorama sobre o processo de aprendizagem de alunos com deficiência visual, desenvolvendo situações de ensino e aprendizagem inclusivas sob a percepção de Vygotsky, que tem por concepção a implementação de experiências educacionais que favoreçam a autonomia e a cidadania das pessoas com deficiência, através do processo de apropriação cultural.

Neste sentido, atendendo o objetivo da pesquisa, avaliou-se a proposta didática desenvolvida que se mostrou inclusiva, pois favoreceu a acessibilidade à linguagem química levando a uma aprendizagem dos conteúdos de Química Orgânica por alunos com deficiência visual. A estratégia de associar o recurso de audiodescrição aos modelos tridimensionais assistiu os alunos na leitura das representações químicas possibilitando a construção de representações mentais que ampliaram a comunicação e o acesso à linguagem científica pela utilização dos sentidos remanescentes dos alunos contemplando seus referenciais perceptuais.

As observações realizadas e as narrativas dos participantes durante a aplicação da proposta didática evidenciaram alunos motivados durante as aulas, concentrados na resolução dos problemas e bastante entusiasmados em participar do processo de construção de novos conhecimentos. Os alunos participantes da pesquisa aprovaram a proposta e conseguiram compreender os conceitos estudados, assim, houve contribuições para o processo de aprendizagem dos conteúdos de Química Orgânica.

Por fim, diante das observações e discussões realizadas acerca da aplicação da pesquisa concluímos que a proposta didática e os materiais desenvolvidos podem contribuir para que alunos com deficiência visual possam compreender e formar conceitos sobre Química Orgânica e posteriormente aplicá-los na resolução de problemas. Esperamos que o produto/processo educacional desenvolvido possa contribuir para a elaboração de práticas pedagógicas inclusivas que promovam, de fato, apropriação cultural por parte do educando com deficiência visual.

Neste sentido, é fundamental que o professor compartilhe responsabilidades com o processo de inclusão, reconhecendo as diferenças e traçando estratégias que promovam acessibilidade e desenvolvimento humano integral dos alunos com deficiência.

REFERÊNCIAS

BAPTISTONE, Gabriel Ferreira; NETO, Irau Alcílio Mattos; TOYAMA, Karla Suzi Furutani; PRAIS, Jacqueline Lidiane de Souza. A Inclusão Do aluno cego na educação superior: percepções de professores de um curso de licenciatura em Química. **ACTIO**, v. 2, n. 1, p. 98-121, 2017.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70 Ltda/Almedina Brasil, 279 p., 2011.

BHARTI, Neelam; SINGH, Shailendra. Three-dimensional (3D) printers in libraries: Perspective and preliminary safety analysis. **Journal of Chemical Education**, v. 94, p. 879-885, 2017.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1988.

_____. **Lei nº 4.024, de 20 de dezembro de 1961**. Fixa as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4024.htm. Acesso em: 16 set. 2021.

_____. **Lei nº 5.692, de 11 de agosto de 1971**. Fixa as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4024.htm. Acesso em: 16 set. 2021.

_____. **Lei nº 7.853, de 24 de outubro de 1989**. Dispõe sobre o apoio às pessoas portadoras de deficiência, sua integração social e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7853.htm. Acesso em: 20 set. 2021.

_____. **Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990**. Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8069.htm. Acesso em 20 set. 2021.

_____. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 16 set. 2021.

_____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica – SEMTEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 1999.

_____. **Resolução CNE/CEB nº 2, de 11 de setembro de 2001**. Institui Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CEB0201.pdf>. Acesso em: 20 set. 2021.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial (SEESP). **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. Brasília: MEC/SEESP, 2008.

_____. **Lei nº 12.796, de 4 de abril de 2013**. Dispõe sobre a formação dos profissionais de educação e dá outras providências. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/112796.htm. Acesso em: 20 set. 2021.

_____. Ministério da Educação, Secretária de Articulação com os sistemas de ensino.

Planejando a Próxima Década: 20 Metas do Plano Nacional de Educação, 2014. Disponível em: <https://pne.mec.gov.br/18-planos-subnacionais-de-educacao/543-plano-nacional-de-educacao-lei-n-13-005-2014>. Acesso em: 20 set. 2021.

_____. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015.** Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113146.htm. Acesso em: 22 de set. 2021.

_____. **Decreto nº 10.502, de 30 de setembro de 2020.** Institui a Política Nacional de Educação Especial: Equitativa, Inclusiva e com Aprendizado ao Longo da Vida. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.502-de-30-de-setembro-de-2020-280529948>. Acesso em: 22 de set. 2021.

_____. Ministério da Educação, **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: MEC, 2018. Disponível em:

http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 07 de agosto de 2020.

_____. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 12 dezembro 2012.

_____. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. *Resolução nº 510*, de 7 de abril de 2016. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 24 maio 2016. Seção 1. p. 44-46.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. *Grafia Química Braille para Uso no Brasil / elaboração: RAPOSO, Patrícia Neves. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão – Brasília: SECADI, 2017. 3ª edição. 77 p. ISBN: 978-85-7994-091-0.*

CAMPANHÃ, Marcela Ribas. **Audiodescrição e cidadania:** processos comunicacionais de sujeitos cegos vinculados aos usos e apropriações da rede social WhatsApp. 2020. 170 f. Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Comunicação, 2020.

CARNEIRO, Eudocha de Almeida; TELES, Vânia de Lourdes das Graças; LIMA, Régia Chacon Pessoa de; RIZZATTI, Ivanise Maria; VITORIANO, Felipe. Experimento Adaptado Para Estudantes Com Deficiência Visual: Estudo Da Relação Solubilidade *Versus* Temperatura. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências.** v. 9, n.18, p.173-181, 2016.

CATALDO, Riccardo; GRIFFITH, Kaitlyn; FOGARTY, Keir. Hands-On Hybridization: 3D-Printed Models of Hybrid Orbitals. **Journal of Chemical Education,** v. 95, p. 1601-1606, 2018.

CATÃO, Simone Nóbrega. **Educação inclusiva com cegos: prática de leitura de leitores em atividades na Disciplina de Química**. 2019. 133 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2019.

COHEN, Louis; MANION, Lawrence; MORRISON, Keith. **Research methods in education**. 8th ed. New York: Routledge, 2018.

COSTA, Dóris Anita Freire. Superando limites: a contribuição de Vygotsky para a educação especial. **Rev. psicopedag.**, São Paulo, v. 23, n. 72, p. 232-240, 2006.

COSTA, Eugênio Pacceli; POLITANO, Paulo Rogério; PEREIRA, Neócles Alves. Exemplo de aplicação do método de Pesquisa-ação para a solução de um problema de sistema de informação em uma empresa produtora de cana-de-açúcar. **Gestão & Produção**, 2013.

CORREIA, Gilvane Belem; BAPTISTA, Claudio Roberto Política Nacional De Educação Especial Na Perspectiva Da Educação Inclusiva De 2008: Quais Origens E Quais Trajetórias? **Revista on line de Política e Gestão Educacional**, v. 22, n. 2, p. 716-731, 2018.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DABKE Rajeev; HARRELL, Mary; MELAKU, Samuel; RAY, Lydia; TURNER, Hannah. QR Code Labels and Audio Commentaries for Commonly Used Chemistry Laboratory Apparatus: An Assisted Learning Experience for Visually Impaired Students. **Journal of Chemical Education**, v. 98, n. 10, p. 3395-3399, 2021.

DE ARAÚJO, Luiz; PINHEIRO, Fernanda; VERÇOSA, João Victor; PERES, Bruno Peruzzi; PESSANO, Edward. Ensino de química para alunos cegos: explorando possibilidades do braille. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 10, n. 1, 2020.

DE FARIAS, Florence M.C; DEL-VECCHIO, Renata R.; CALDAS, Fernanda R.R.; GOUVEIA-MATOS, João Augusto M. Construção de um Modelo Molecular: Uma abordagem interdisciplinar química-matemática no ensino médio. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 3, 2015.

FERREIRA, João Elias Vidueira; PADILHA, Máira Vasconcelos da Silva; MARTINS, Reinaldo Meireles; TRINDADE, Maria Edna Cruz; COSTA, Deriks Karlay Dias; SUZUKI, Júlio César. **Manual de imagens para deficientes visuais**. 1ª ed. Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, 2021.

FIORI, Raquel; GOI, Mara Elisângela Jappe. O Ensino de Química na plataforma digital em tempos de Coronavírus. **Revista Thema**, v. 18, p. 218-242, 2020.

FRANÇA, Márcio Oliveira. **Produção De Materiais Táteis Para Ensino De Química Orgânica Sob Uma Perspectiva Inclusiva**. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié, Bahia, 2020.

GATTI, Bernadete Angelina. **Grupo focal na pesquisa em ciências sociais e humanas**. 2ª ed. Brasília: Líber Livro, 2005.

GERALDO, Marina Lima; VERASZTO, Estéfano Visconde; CAMARGO, Ana Carolina. Ensino de Química para deficientes visuais: uma síntese de estudos desenvolvidos em uma universidade do estado de São Paulo. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 4, n. 3, p. 614-632, 2021.

GONÇALVES, Fábio Peres; REGIANI, Anelise Maria; AURAS, Samuel Rohling, SILVEIRA, Thiele Schwerz; COELHO, Juliana Cardoso; HOBMEIER, Ana Karina. Educação Inclusiva na Formação de Professores e no Ensino de Química: A Deficiência Visual em Debate. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 4, p. 264–271, 2013.

GRUN, Darja Kopal. Concept of inclusion on the section of Vygotskian socio-cultural theory and neuropsychology. **Šolsko polje**, v. 23, p. 109-122, 2012.

JESUS, Raine Luiz de. **Ensino de Química, através de maquetes didáticas de estruturas moleculares a estudantes com deficiência visual de uma escola pública de Manaus**. 2014. 111f. Dissertação de mestrado - Universidade do Estado do Amazonas, 2014.

JONES, Oliver A. H.; STEVENSON, Paul G.; HAMEKA, Simone C.; OSBORNE, Dale A.; Taylor, Patrick D.; SPENCER, Michelle J. S. **Journal of Chemical Education**, v. 98, n. 3, p. 1024-1030, 2021.

KASPER, Andrea de Aguiar; LOCH, Márcia do Valle Pereira; PEREIRA, Vera Lúcia. Alunos com deficiência matriculados em escolas públicas de nível fundamental: algumas considerações. **Educar**, n. 31, p. 231-243, 2008.

KUHNEN, Roseli Terezinha. **A concepção de deficiência na política de educação especial brasileira (1973-2014)**. 2016. 367 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

KLEIN, David. **Química orgânica: uma aprendizagem baseada em solução de problemas**. 3ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

LAKATOS, Eva M.; MARCONI, Maria A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5ª ed. São Paulo, SP: Atlas, 2003.

LEÃO, Mileidy Baeta. **A utilização do jogo lúdico adaptado aos alunos com necessidades especiais (cegos e baixa visão) no ensino médio**. Orientadora: Simone Yasue Simote Silva. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Campus Universitário de Marabá. 2017.

LEONARDO, Raphael Neves. **Inclusão Escolar de alunos com deficiência visual: uma metodologia com recursos multimodais para o ensino de Química Orgânica**. 2019. 75 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

LIMA, Bruna Tayane da Silva. **Proposta De Ensino De Química Orgânica Para Alunos Com Deficiência Visual: Desenhando Prática Pedagógica Inclusiva**. 2017. 172 f. Dissertação

(Mestrado Profissional Em Ensino De Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual Da Paraíba, 2017.

LOBATO, Gabriela Andrade; SILVA, Yuri Yanick Oliveira. Aprendendo Hidrocarbonetos através do jogo de trilha em Braille. **Benjamin Constant**. v. 1, n. 60, p.55-71, 2017.

MASINI, Elcie Salzano. GASPARETTO, Maria Elisabete Rodrigues Freire. **Visão Subnormal um enfoque educacional**. 1ª ed. São Paulo: Editora Vetor, 2007.

MASINI, Elcie Salzano (Org.) **A pessoa com deficiência visual: um livro para educadores**. São Paulo: Vetor, 2007.

MASINI, Elcie Salzano. **O perceber e o relacionar-se do deficiente visual: orientando professores especializados**. Tese (Livre-Docência). Universidade de São Paulo, 1990.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. Importância da Avaliação Qualitativa combinada com outras modalidades de Avaliação. **Saúde & Transformação Social**, v. 2, n. 2, p. 2-11, 2011.

MINAYO, Maria Cecília de S, COSTA, António P. Fundamentos Teóricos das Técnicas de Investigação Qualitativa. **Revista Lusófona de Educação**, v. 40, p. 139-153, 2018.

MÓL, Gerson. **O Ensino de Ciências na escola Inclusiva**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Campos dos Goytacazes, 2019.

MÓL, Gerson; CAIXETA, Juliana Eugênio. **O Ensino de Ciências na Escola Inclusiva: múltiplos olhares**. vol.2. 1ª ed. Campos dos Goytacazes, RJ: Encontrografia Editora, 2020.

MOLENA, Juliane Cristina. **Ensino de química para alunos com deficiência visual: investigando a percepção de professores sobre o processo de conceitualização**. 2018. 160 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação)-Universidade Federal de São Carlos, campus Araras, 2018.

MORRISON, Keith. **Planning and Accomplishing School-Centred Evaluation**. Dereham, UK: Peter Francis Publishers, 1993.

NEMORIN, Selena; SELWYN, Neil. Making the best of it? Exploring the realities of 3D printing in school. **Research Papers in Education**, v. 32, p. 578-595, 2017.

NUERNBERG, Adriano Henrique. Contribuições de Vigotski para a educação de pessoas com deficiência visual. **Psicol. estud.**, v. 13, n. 2, p. 307-316, 2008.

OLIVEIRA, Alex Santos De. **QUIMIVOX MOBILE 2.0 Desenvolvimento de Ferramenta no Ensino da Tabela Periódica e Distribuição Eletrônica aos Deficientes Visuais Utilizando Dispositivos Móveis**. 2019. 65f. Dissertação (Mestrado) - Mestrado Profissional em Computação Aplicada, Núcleo de Desenvolvimento Amazônico em Engenharia, Universidade Federal do Pará, Tucuruí, 2019.

OLIVEIRA, Washington Neto; **A Química Orgânica Acessibilizada Por Meio De Kits De Modelo Molecular Adaptados**. 2014. Universidade De Brasília, Brasília 2014.

PEREIRA, Airton dos Reis; COSTA, Danielle Monteiro da; PEREIRA, Mirian Rosa. **Saberes e Práticas da formação Docente**. 127p. Belém: IOEPA/UEPA/CCSE, 2022.

PINGER, Cody W.; GEIGER, Morgan K.; SPENCE, Dana M. Applications of 3D-Printing for Improving Chemistry Education. **Journal of Chemical Education**, v. 97, p. 112-117, 2020.

PINOS, Carmen Carpio; GONZÁLEZ, Arturo Galán (May 13th 2021). **Facilitating Accessibility: A Study on Innovative Didactic Materials to Generate Emotional Interactions with Pictorial Art**, The Science of Emotional Intelligence, Simon George Taukeni, IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.97796. Available from: <https://www.intechopen.com/chapters/76745>

PICHETH, Sara Fernandes; CASSANDRE, Marcio Pascoal; THIOLENT, Michel Jean Marie. Analisando a pesquisa-ação à luz dos princípios intervencionistas: um olhar comparativo. **Educação**, v. 39, n. 4, p. 3-13, 2016.

RAZUK, Renata Cardoso de Sá Ribeiro; NETO, Washington de Oliveira. A química orgânica acessibilizada por meio de kits de modelo molecular adaptados. **Revista Educação Especial**, v. 28, n. 52, p. 473-486, 2015.

RIBEIRO, Shirlei Dias; SOUZA, Claudiane Serafim de; SILVA, Luely Oliveira da; PEREIRA, Airton dos Reis; PEREIRA, Mirian Rosa. A aprendizagem de Química ao toque das mãos: uma proposta de material didático inclusivo. **Scientia Amazonia**, v. 8, n. 3, p. C1-C9, 2019.

RIZZATTI, Ivanize Maria; MENDONÇA, Andrea Pereira; MATTOS, Francisco; RÔÇAS, Giselle; SILVA, Marcos André B Vaz da; CAVALCANTI, Ricardo Jorge de S; OLIVEIRA, Rosemary Rodrigues de. Os produtos e processos educacionais dos programas de pós-graduação profissionais: proposições de um grupo de colaboradores. **ACTIO**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 1-17, 2020.

ROBERTSON, Michael J.; JORGENSEN, William L. Illustrating Concepts in Physical Organic Chemistry with 3D Printed Orbitals. **Journal of Chemical Education**, v. 92, n. 12, p. 2113-2116, 2015.

RODRIGUES, Silvio Da Vera Cruz. **Manual De Boas Práticas E Materiais De Laboratório Acessível Para Alunos Com Deficiência Visual**. 2021. 100f. Monografia (Especialização). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará — IFPA. Campus Tucuruí. 2021.

SILVA, Rafael Soares; AMARAL, Carmem Lúcia Costa. A educação especial e inclusiva no ensino de química: um mapeamento de teses e dissertações no período de 2009 a 2019. **Revista Teias**, v. 22, n. 66, p. 296-308, 2021.

SOUZA, Agerdânio Andrade de; FREIRE, Ana Paula da Silva; CHAVES, Oberdan José Teixeira; SILVA, Solange Rodrigues da. O papel das adaptações e transcrições braille na contextualização do ensino de química: levantamento sócioestatístico do centro de apoio pedagógico ao deficiente visual do Estado do Amapá. **Revista Educação**. v. 46, n. 1, p. 1-30, 2021.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

TOLEDO, K. C.; RIZZATTI, I. M. Modelos atômicos e a impressora 3D: proposta para a inclusão de alunos deficientes visuais no ensino de química. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 2, p. 473-485, 2021.

TURECK, Terezinha Zanato; MACAGNAN, Silvane dos Santos de Moura. As Políticas Públicas De Educação Especial E O Processo De Reestruturação Da Política Nacional De Educação Especial Na Perspectiva Da Educação Inclusiva. **Revista Ciranda**, v. 5, n. 3, p. 177-197, 2021.

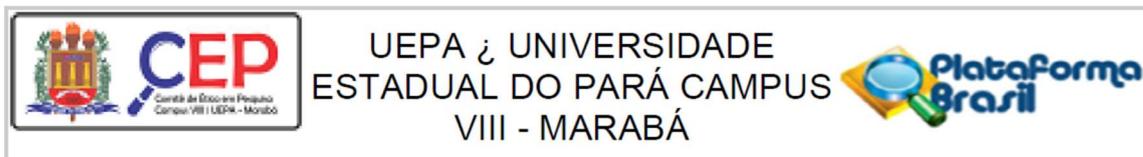
ULBRICHT, Vania Ribas; VANZIN, Tarcísio; VILLAROUÇO, Vilma. **Audiodescrição como tecnologia assistiva para o acesso ao conhecimento por pessoas cegas**. Ambiente virtual de aprendizagem inclusivo / organizadores: Vania Ribas Ulbricht, Tarcísio Vanzin e Vilma Villarouco. – Florianópolis: Pandion, 2011. 352 p.

VALDÉS, M. T. M. A educação especial na perspectiva de Vygotsky. In MAGALHÃES, R. de C.B.P.; LAGE, A.M.V. (Orgs.) **Reflexões sobre a diferença**: uma introdução à educação especial. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2002.

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

WEDLER, Henry B.; BOYES, Lee; DAVIS, Rebecca L.; FLYNN, Dan; FRANZ, Annaliese; HAMANN, Christian S.; HARRISON, Jason G.; LODEWYK, Michael W.; MILINKEVICH, Kristin A.; SHAW, Jared T.; TANTILLO, Dean J.; WANG, Selina C. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 2, p. 188-194, 2014.

ANEXO 1- PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Química Orgânica para alunos com deficiência visual: uma Estratégia de aprendizagem combinando uso de modelos 3D e audiodescrição

Pesquisador: ADRIANA MARIA QUEIROZ DA SILVA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 51345921.6.0000.8607

Instituição Proponente: Universidade do Estado do Pará - Campus VIII

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.043.124

ANEXO 2- PARECER DA INSTITUIÇÃO DE ENSINO



GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ
SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO
ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO TEODORA
BENTES Código do INEP 15040569
E-mail: escolateodorabentes@gmail.com

DECLARAÇÃO

Eu **WANY MARCELE COSTA GÓES DIAS**, na qualidade de responsável pela E.E.E.F.M TEODORA BENTES, declaro que fui informada dos objetivos da pesquisa intitulada “**QUÍMICA ORGÂNICA PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL: UMA ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM COMBINANDO USO DE MODELOS 3D E ÁUDIO DESCRIÇÃO**” a ser conduzida sob a responsabilidade da pesquisadora ADRIANA MARIA QUEIROZ DA SILVA LIMA e seu orientador RONILSON FREITAS DE SOUZA, vinculados ao Programa de Pós Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia da Universidade do Estado do Pará (UEPA), e autorizo a realização das atividades da referida pesquisa nesta instituição de ensino.

Wany Marcelle Costa Góes Dias
Direção da Escola Teodora Bentes
Portaria: 155776/2021

Belém, 11 de agosto de 2021.

ANEXO 3- FICHA DE AVALIAÇÃO DOS MATERIAIS DESENVOLVIDOS

| Avaliação do modelo 3D | | | |
|--|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 1. O que você gostou/não gostou no modelo? | | | |
| 2. Como você avalia a qualidade do modelo? | | | |
| <input type="checkbox"/> Ruim | <input type="checkbox"/> Regular | <input type="checkbox"/> Bom | <input type="checkbox"/> Excelente |
| 3. Como você avalia a qualidade da audiodescrição do modelo? | | | |
| <input type="checkbox"/> Ruim | <input type="checkbox"/> Regular | <input type="checkbox"/> Boa | <input type="checkbox"/> Excelente |
| 4. Como você avalia o tamanho do modelo? | | | |
| <input type="checkbox"/> Ruim | <input type="checkbox"/> Regular | <input type="checkbox"/> Bom | <input type="checkbox"/> Excelente |
| Avaliação do desempenho da exploração tátil do modelo | | | |
| Modelo | Tempo de exploração | Reconhecimento do modelo (sim/não) | Observação |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Qual modelo foi o mais fácil/difícil de entender? | | | |

APÊNDICE A- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)



Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

(De acordo com as Resoluções nº 466 de 2012 e nº 510 de 2016)

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa: “Química Orgânica para alunos com deficiência visual: uma Estratégia de aprendizagem combinando uso de modelos 3D e áudio descrição”. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é a dificuldade de aprendizagem de alunos com deficiência visual, devido à falta de materiais e estratégias adaptadas, nas aulas de química. Neste sentido, a produção ou adaptação de materiais que visem o maior aproveitamento desses alunos se torna primordial. Destaca-se, portanto, a importância deste projeto que busca intervir nessa realidade, materializando conteúdos abstratos através da construção de estruturas químicas em 3D. O objetivo desse projeto é avaliar uma proposta didática, que utiliza estruturas químicas 3D e audiodescrição, para aprendizagem dos conteúdos de química orgânica voltados a alunos com deficiência visual.

Caso você concorde em participar terá papel ativo na pesquisa que se realizará com base na pesquisa ação por meio de uma proposta didática constituída por seis etapas, com duração média de 1h em cada etapa, no formato presencial (na própria escola). A proposta ocorrerá da seguinte forma: Etapa 1: sondagem de aprendizagem dos conteúdos relacionados à química orgânica. Etapa 2: Aula sobre Introdução ao estudo de química orgânica. Etapa 3: Aula sobre leitura das representações de estruturas orgânicas. Etapa 4: Aula: Classificação das cadeias carbônicas. Etapa 5: Aula: Funções orgânicas. Etapa 6: Autoavaliação em relação a sua participação na pesquisa. Nas etapas de 2-5 serão utilizados os seguintes materiais: Representações de estruturas orgânicas em 3D, arquivos de audiodescrição (celular), lista de exercícios e problemas e ficha de avaliação.

Para a coleta de dados serão realizadas entrevistas semiestruturadas, registros áudio visuais e observação dos procedimentos executados. Diante disso, ressaltamos que possíveis riscos de desconforto e danos quanto participação da pesquisa serão minimizados pela preparação cautelosa das estratégias de elaboração de conteúdo e modo de aplicação dos instrumentos de coleta de dados, bem como, que o uso de áudio e imagem será reservado estritamente para os fins desta pesquisa e será mantido em total sigilo, assim como sua identidade. Os dados coletados nas etapas virtuais serão armazenados em disco rígido sem conexão com a internet e riscos característicos do ambiente virtual estarão sujeitos às políticas de privacidade e proteção de dados de cada um desses ambientes. Neste sentido, serão utilizadas ferramentas que já estão em uso pelos participantes da pesquisa nas rotinas de aulas remotas. Quanto aos benefícios, a pesquisa pretende oferecer novas oportunidades de interações multissensoriais aos alunos com deficiência visual, tornando os conteúdos da disciplina de química menos abstratos e mais acessíveis possibilitando, assim, a autonomia do aluno na construção de seus conhecimentos. Bem como, contribuir para a formação de outros estudantes da educação básica cegos ou de baixa visão, tendo em vista que os produtos/processos desenvolvidos serão difundidos na

comunidade técnico-científica e poderão ser utilizados em outros ambientes escolares. No entanto, vale dizer que você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo.

Os sujeitos da pesquisa terão acompanhamento irrestrito da pesquisadora em caso de questionamentos quanto ao problema pesquisado. Em caso de problemas de saúde ou de rotina que impossibilitem o andamento da pesquisa estes serão acompanhados e encaminhados para tratamento adequado em comum acordo com pesquisador/alunos/família.

Por fim, ressaltamos que você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária (sem compensação financeira) e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios. A participação no estudo não acarretará custos para você e será custeada pelo pesquisador.

Uma cópia deste consentimento será arquivada no Curso Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia da Universidade do Estado do Pará, campus VIII, e outra será fornecida a você.

Eu, _____ fui informado(a) dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e motivar minha decisão se assim o desejar. A pesquisadora certificou-me que todos os dados desta pesquisa serão confidenciais. Também sei que caso existam gastos adicionais, estes serão absorvidos pelo orçamento da pesquisa. Em caso de dúvidas poderei chamar a pesquisadora Adriana Maria Queiroz da Silva Lima no telefone (91)982890936 ou pelo e-mail: adriana.mqdslima@aluno.uepa.br ou o Comitê de Ética em Pesquisa em seres humanos, situado no térreo do bloco 4 da Universidade do Estado do Pará, campus VIII, Av. Hiléia s/n. Agrópolis do INCRA, Bairro Amapá – Marabá – Pará. Telefone: (94) 3312 2103. E-mail: cepmaraba@uepa.br.

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

Assinatura do Participante

Data: ____/____/____

Assinatura do Pesquisador responsável

Data: ____/____/____

Assinatura do Professor Orientador

Data: ____/____/____

APÊNDICE B



Roteiro da entrevista semiestruturada¹

Primeira etapa: Dados pessoais

- a) Idade: ____ 2- Sexo: ____ 3- Série: ____ 4- A escola que você estuda fica no bairro que você mora? ____
- b) Quem é o seu responsável? () Mãe () Pai () Avô () Tio () Irmão () Não tenho () Outro. Quem? _____
- c) Você é cego ou baixa visão?
- d) A deficiência visual é congênita ou adquirida? Quanto tempo?
- e) Consegue fazer leitura em Braille?
- f) Quem lhe ajuda nas tarefas escolares? () Professor particular () Pai () Mãe () Irmão () Amigo(a) () Ninguém () Outro: _____

Segunda Etapa: Experiência nas aulas de Química

a. Sondagem inicial

1. Gosta de estudar química? Por quê?
2. Você tem dificuldades de compreender os conteúdos de química? Se sim, a que fatores você atribui essa dificuldade?
3. Como você avalia a inclusão na sua escola?
4. O que você acha de uma pesquisa que se preocupa com o processo de ensino e aprendizagem, que ocorre como alunos com deficiência visual, em relação aos conteúdos de química no ensino médio?

b) Sondagem do estudo de Química

1. Em termos de conhecimento da química você acha que possui o mesmo conhecimento que seus colegas de turma?

¹ Por se tratar de instrumento semiestruturado, em alguns momentos, poderá ser necessária a (re)formulação de algumas perguntas não previstas a fim de potencializar respostas dadas pelos alunos entrevistados, pois como ressalta Morrison (1993, p. 66), o enquadramento das perguntas para uma entrevista semiestruturada também pode considerar induções e sondagens.

2. Quando você estudou conteúdos relacionados a disciplina de Química, a maioria das aulas era desenvolvida como?

- Utilização do quadro para exposição do conteúdo, seguido de exemplos e exercícios no livro didático.
- Com um experimento para chegar ao conceito
- Com modelos para depois sistematizar os conceitos.
- outras _____

3. Para fixar esses conteúdos, o seu professor na maioria das aulas:

- Apresentava uma lista de exercícios para serem resolvidos
- Mandava resolver os exercícios do livro didático
- Não envia atividade de fixação.
- outras _____

4. Você está satisfeito a forma com que os conteúdos são ministrados? O que poderia melhorar?

5. Descreva uma aula de Química que você considera que aprendeu o assunto abordado.

Terceira Etapa: Conhecimento de princípios de Química Orgânica

1. Você pode definir o que é Química Orgânica?
2. Quais as principais características do elemento químico Carbono?
3. O que são cadeias carbônicas?
4. Você conhece as funções orgânicas?
5. Você consegue identificar grupos funcionais?
6. Cite exemplos de algumas funções orgânicas que você interage no seu dia a dia.

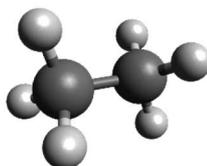
APÊNDICE C



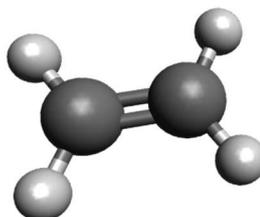
Problemas propostos na sequência didática

Etapa 2:

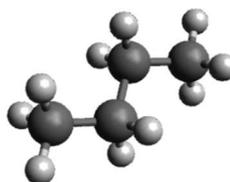
1. Quanto ao tipo de ligação como são classificados os carbonos da estrutura 3D?



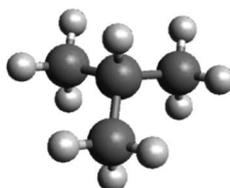
2. Quanto ao tipo de hibridização como são classificados os carbonos da estrutura 3D?



3. Quanto ao número de ligações com outro átomo de carbono como são classificados os carbonos da estrutura 3D?

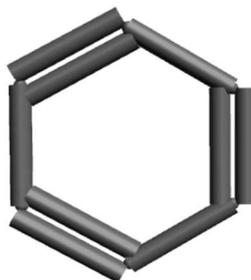


4. Considerando todos os critérios de classificação do carbono estudados como são classificados os carbonos da estrutura 3D?

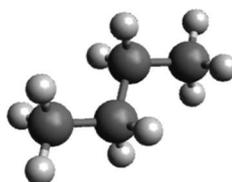


Etapa 3:

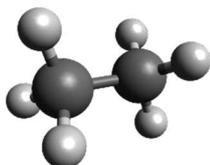
1. Conte o número de átomos de carbono e hidrogênios na representação em 3D:



2. Para a estrutura em 3D a seguir:



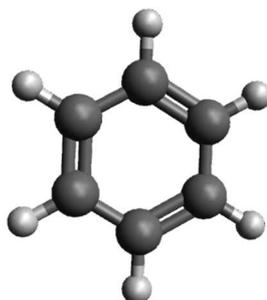
Indique qual das cadeias em 3D apresentadas a seguir representa sua estrutura em bastão.



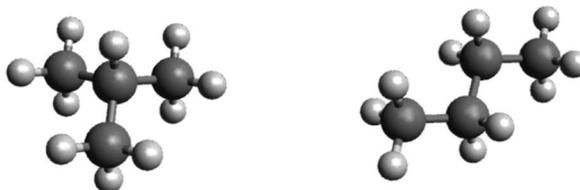
3. Qual a sua fórmula molecular?

Etapa 4:

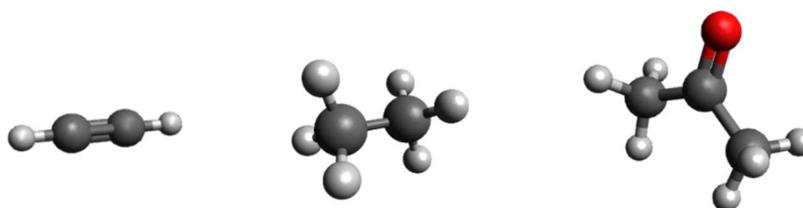
1. Quanto ao critério de fechamento da cadeia como pode ser classificada a estrutura 3D a seguir?



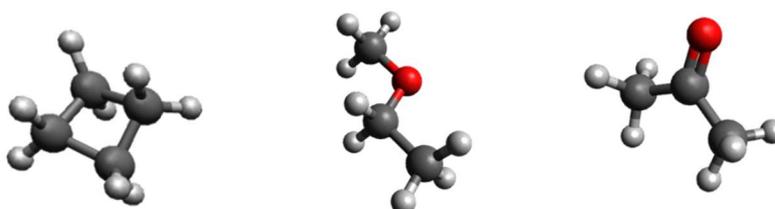
2. Quanto a disposição dos átomos de carbono na cadeia carbônica qual a classificação para as estruturas 3D a seguir?



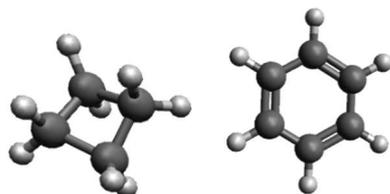
3. Quanto o tipo de ligação entre os carbonos na cadeia carbônica qual a classificação para as estruturas 3D a seguir?



4. Quanto a natureza dos átomos que compõe a cadeia carbônica qual a classificação para as estruturas a seguir?

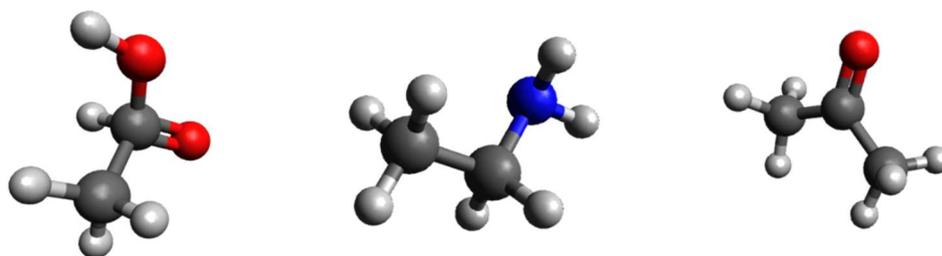


5. Quanto a presença do anel aromático na cadeia carbônica qual a classificação das cadeias em 3D a seguir?

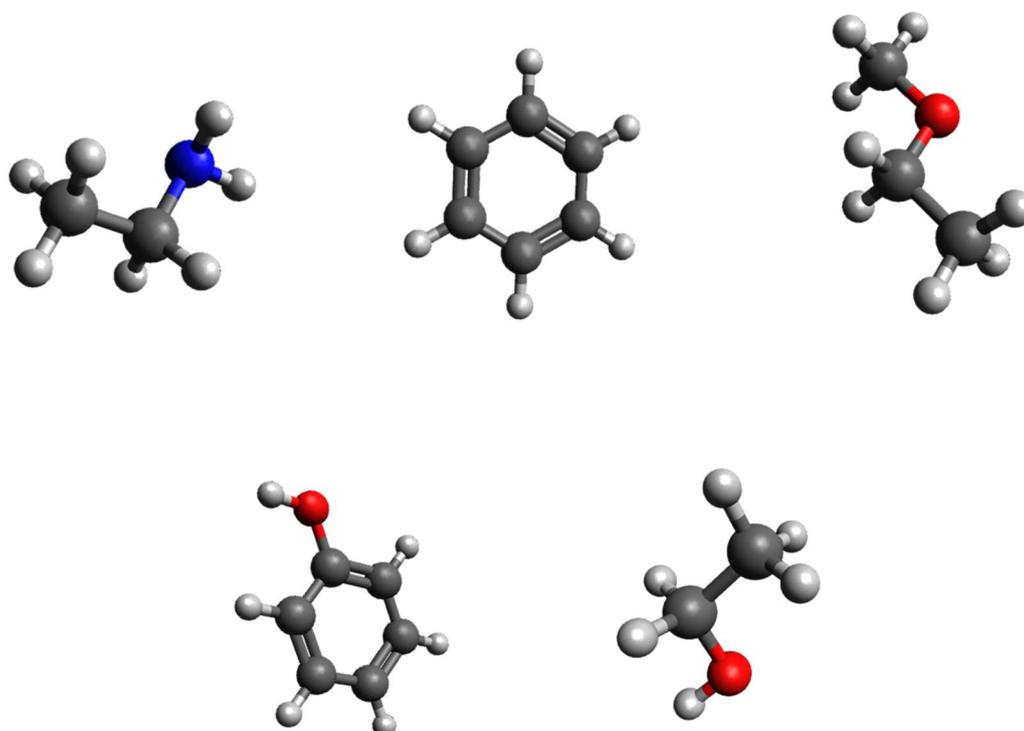


Etapa 5:

1. Identifique os grupos funcionais das estruturas em 3D a seguir:



2. A que classes funcionais pertencem as representações em 3D a seguir?



APÊNDICE D- Roteiro de perguntas quanto a percepção dos participantes da pesquisa sobre a proposta didática.

1. Proposta didática

| | | Insuficiente | Regular | Bom | Excelente |
|-----|--|--------------|---------|-----|-----------|
| 1.1 | Clareza na descrição de cada etapa da proposta. | | | | |
| 1.2 | Qualidade dos produtos utilizados. | | | | |
| 1.3 | Adequação dos problemas propostos. | | | | |
| 1.4 | Avaliação por etapas | | | | |
| 1.5 | Relevância da proposta para a construção de conhecimentos quanto ao conteúdo abordado. | | | | |

Você acredita que os objetivos de cada etapa foram alcançados? Explique.

Com relação aos materiais utilizados:

- Como você relacionava a audiodescrição aos materiais em 3D?
- Como você diferenciava os átomos em uma mesma molécula?
- Como você diferenciava as distintas formas de representações de cadeias carbônicas?
- Como você identificava os grupos funcionais? E como os relacionava com os grupos de funções orgânicas?

Destaque os pontos positivos e pontos a melhorar nesse tópico.

Pontos positivos:

Pontos a melhorar:

2. Percepção sobre o desempenho do professor

| | | Insuficiente | Regular | Bom | Excelente |
|-----|---|--------------|---------|-----|-----------|
| 2.1 | Domínio e clareza do conteúdo ministrado. | | | | |
| 2.2 | Utilização de estratégias de ensino que facilitam a aprendizagem. | | | | |
| 2.3 | Coerência entre o nível de complexidade dos problemas propostos ao conteúdo abordado. | | | | |
| 2.4 | Disponibilidade para esclarecer dúvidas sobre o conteúdo abordado ou qualquer dificuldade na aplicação de cada etapa da proposta. | | | | |
| 2.5 | Pontualidade e assiduidade na execução de cada etapa. | | | | |

Como você avalia as intervenções feitas pelo professor/pesquisador em cada etapa?

Destaque os pontos positivos e pontos a melhorar nesse tópico.

Pontos positivos:

Pontos a melhorar:

3. Autoavaliação

| | | Insuficiente | Regular | Bom | Excelente |
|-----|---|--------------|---------|-----|-----------|
| 3.1 | Sua participação nas atividades desenvolvidas durante a pesquisa. | | | | |
| 3.2 | Interesse na exploração dos materiais utilizados. | | | | |
| 3.3 | Seu desempenho nos problemas propostos. | | | | |
| 3.4 | Pontualidade e assiduidade na participação de cada etapa. | | | | |

Você acredita que a aplicação da proposta que utiliza materiais impressos em 3D combinados a audiodescrição contribuiu para o seu aprendizado quanto aos conteúdos de química orgânica? Por que? Destaque os pontos positivos e pontos a melhorar nesse tópico.

Pontos positivos:

Pontos a melhorar:

APÊNDICE E - GUIA DE PERGUNTAS GRUPO FOCAL

| Eixos | Perguntas/ações norteadoras | Duração |
|--|--|---------|
| Contextualização da Pesquisa | <ul style="list-style-type: none"> -Apresentar o contexto e os principais objetivos da pesquisa; -Descrever as principais características e objetivos da técnica do grupo focal; - Solicitar autorização para gravação da reunião no Google Meet, garantindo a confidencialidade dos dados dos participantes. | 10 min |
| Apresentação dos participantes | Solicitar uma breve apresentação de cada participante: <ul style="list-style-type: none"> -Nome - Área de atuação - Tempo de experiência | 10 min |
| Experiências de trabalho com alunos com deficiência Visual | <ul style="list-style-type: none"> -Como vocês descreveriam a prática pedagógica com alunos com DV no ensino presencial e no ensino remoto emergencial? - Quais as principais estratégias e adaptações utilizadas para favorecer a aprendizagem do aluno com DV? | 20 min |
| Recursos humanos, infraestrutura física e formação. | <ul style="list-style-type: none"> -Como vocês analisam a estrutura humana e física ofertada pela escola? - Em relação a sua formação, inicial ou continuada, vocês se consideram preparados para trabalhar com alunos DV? | 20 min |
| Aprendizagem e inclusão de alunos com DV. | <ul style="list-style-type: none"> - Como vocês avaliam a aprendizagem e inclusão do aluno com DV na escola? - Você acredita que realiza uma mediação efetiva em promover uma interação de todos os | 20 min |

| | | |
|---------------------------------|---|--------|
| | <p>sentidos do aluno DV para facilitar a construção do seu conhecimento e o seu convívio social?</p> <p>- O que precisa ser feito para que a inclusão do aluno com DV seja mais eficiente?</p> | |
| Avaliação da proposta didática. | <p>- A proposta apresentada está relacionada com as sugestões de vocês para promoção de um ensino inclusivo?</p> <p>- Quais são os pontos fortes?</p> <p>- Quais os fatores limitantes?</p> <p>- Contribuições?</p> | 30 min |
| Considerações finais | <p>- Algum Tema não abordado?</p> <p>- Agradecimentos.</p> | 10 min |

