



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E  
EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

**BRUNA TAYANE DA SILVA LIMA**

**PROPOSTA DE ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA PARA ALUNOS  
COM DEFICIÊNCIA VISUAL:  
DESENHANDO PRÁTICA PEDAGÓGICA INCLUSIVA**

**PRODUTO EDUCACIONAL**

**Campina Grande – PB**

**2017**

**BRUNA TAYANE DA SILVA LIMA**

**PROPOSTA DE ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA PARA ALUNOS  
COM DEFICIÊNCIA VISUAL:  
DESENHANDO PRÁTICA PEDAGÓGICA INCLUSIVA**

Produto Educacional apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Educação Matemática (PPGECM), da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Área de Concentração: Educação Química

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Gomes Onofre.

Campina Grande – PB

2017

## **SUMÁRIO**

<b>1. APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>4</b>
<b>2. PRÉ-PRODUÇÃO DO MATERIAL PEDAGÓGICO.....</b>	<b>7</b>
<b>3. COMPONENTES DO MATERIAL PEDAGÓGICO .....</b>	<b>20</b>
<b>4. APLICAÇÃO DO MATERIAL PEDAGÓGICO .....</b>	<b>30</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O PROCESSO DE APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>35</b>

## 1. APRESENTAÇÃO

Este produto educacional foi organizado como um meio de possibilitar a adaptação das aulas de Química Orgânica para alunos com deficiência visual inseridos na escola regular, de modo a tornar as aulas menos visuais com o construção do conhecimento a partir da audição e do tato. A proposta foi realizada em aulas de reforço da disciplina em um instituto especializado de atendimento a deficientes visuais, por isso considerou-se a necessidade de materiais adaptados para promover aos educandos o contato com a parte prática da ciência, não apenas a teórica.

Dessa maneira, esse produto educacional se constitui como um material pedagógico, no qual, com a mediação de um professor de Química, é possível construir conceitos e representações de Química Orgânica para alunos com deficiência visual inseridos em sala de aula regular, de modo que sejam minimizados os obstáculos que tais alunos encontram no processo de aprendizagem de conteúdos científicos puramente visuais. Na elaboração de tal produto objetivamos, não só contribuir com a educação inclusiva de jovens deficientes visuais, mas também fornecer uma formação crítica e reflexiva onde os alunos são capazes de construir seu próprio conhecimento.

Para atingir tais objetivos, três alunos com deficiência visual foram convidados a participar de aulas de reforço de Química, onde o foco eram os conteúdos da área de orgânica. Como esses conteúdos são puramente visuais, pois se baseiam na representação, classificação e nomenclatura de moléculas com simbologia própria da ciência, os alunos apresentavam muitas dúvidas, embora conhecessem toda a parte teórica do conteúdo. Esses jovens têm idade entre 18 e 21 anos, apresentam cegueira total e congênita, e estavam matriculados no 3º ano do Ensino Médio.

Nesse processo, foi fundamental a participação e a colaboração dos alunos durante o uso dos protótipos até o modelo final. Era perceptível durante cada aula a animação dos mesmos em estar participando da produção de uma material pedagógico que viria a colaborar com o processo de ensino e aprendizagem, por isso escutamos todas as suas queixas e sugestões para a formação do produto, tendo assim um material que atenda as todas as necessidades de alunos com deficiência visual e seja prático e acessível.

É notável que o ensino regular precisa se modificar para que a educação seja acessível a todos, e para isso são necessárias ações que venham a construir a escola inclusiva, como: políticas públicas, acessibilidade arquitetônica, adaptação no currículo e nas metodologias de

ensino, etc. A modificação para uma escola inclusiva se dá dentro de sala de aula, quando os professores oferecem as condições necessárias para que o aluno possa se desenvolver. Dessa forma, as metodologias de ensino foram adaptadas para os alunos de modo a desenvolver e compreender todas as atividades desenvolvidas nesta investigação.

Durante as aulas foram abordados os conteúdos iniciais de Química Orgânica, como o histórico, os postulados de Kekulé, a classificação de cadeias e carbonos, e as regras de nomenclatura para compostos orgânicos. A escolha foi realizada levando em conta o grau de visualização exigido pela disciplina e por ser a base para a compreensão de todos os outros conteúdos dessa área.

Para a análise e discussão dos conteúdos aplicamos metodologias adaptadas de modo a compreender as necessidades dos alunos a partir de exercícios simples e de vestibulares. Com o passar do tempo, com o conhecimento das necessidades de alunos com deficiência visual produzimos o produto educacional, com materiais duráveis e acessíveis, tendo sendo aplicados novamente na resolução de exercícios.

Nesse sentido, é relevante destacar que a aplicação de tais intervenções procurou promover a autonomia dos alunos como sujeitos investigadores de fato, de modo a oferecer todos os meios capazes de aproximar a ciência as mãos dos mesmos e deixar ao professor o papel apenas de mediar o processo de ensino. Por meio do manuseio dos materiais manipuláveis e pela mediação do conhecimento em conjunto com o cotidiano do aluno é possível formar alunos questionadores, capazes de compreender o mundo e seus fenômenos, sendo para isso o papel da disciplina Química nas salas de aula.

O ensino de Química, nesse contexto, valoriza-se ao compreender que essa ciência contribui para o desenvolvimento da sociedade, já que está presente no nosso dia-a-dia e sua aplicação contribui de forma positiva para a qualidade de vida das populações e o equilíbrio dos ambientes da Terra. Todo o desenvolvimento da Química como ciência e como disciplina escolar construiu um valor cultural, que se mostra fundamental para uma educação de qualidade, contribuindo para a interpretação do mundo e responsabilidade da realidade em que se vive. Segundo o que foi estabelecido nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN),

(...) a Química pode ser um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade. (BRASIL, 2002, p. 87)

Nessa medida, reconhecemos o direito e a necessidade de conhecimento significativo para todas as pessoas, buscando na educação um lugar para todos. Cabe aos profissionais de

educação, abrangendo desses coordenação até professores, reconhecer e respeitar a diversidade humana buscando adaptar-se para construir uma educação que inclua a todos.

Com esse propósito, este material foi organizado em três etapas: pré-produção do material pedagógico, componentes do material pedagógico e, a aplicação e análise de tal material. Em cada uma desses tópicos, serão discutidos todos os pontos relevantes com apresentação de fotos do processo de aplicação, buscando informar como adaptar e enriquecer a educação inclusiva.

## 2. PRÉ-PRODUÇÃO DO MATERIAL PEDAGÓGICO

A fase de pré-produção do material pedagógico pode ser entendida como o desenvolvimento do conhecimento acerca das necessidades e potencialidades apresentadas por um aluno com deficiência visual. Inicialmente, a estratégia foi pesquisar na literatura como realizar um ensino inclusivo dentro da disciplina de Química e posteriormente realizar uma pesquisa com os alunos participantes de modo a conhecer o que era vivido por eles e de que forma seria possível colaborar.

Assim, a ideia de produção de um material que pudesse colaborar com o ensino inclusivo para alunos com deficiência visual levanta o questionamento quanto a organização do trabalho escolar e dos conteúdos obrigatórios do currículo do Ensino Médio. Será que todos os conteúdos podem ser adaptados? Ou alguns conteúdos devem ser retirados para que seja possível existir a inclusão? E ainda, de que forma um professor pode oferecer todas as adaptações necessárias sem apoio suficiente? Todos esses questionamentos só podem ser respondidos a partir de uma grande mobilização do setor educacional, com a formação de novas políticas públicas e da adaptação geral da escola, professores e sociedade. Mas, a formação de novas pesquisas e novos materiais pedagógicos podem colaborar para o fortalecimento da educação inclusiva e para conscientização de que a educação precisa ser modificada.

Nessa fase, o processo de pesquisa e de entrevistas foram realizados como uma forma de construir um material capaz de atender a todas as necessidades dos alunos e que tal material pudesse representar todo o conteúdo de química orgânica.

A primeira fase de produção do produto educacional foi organizado a partir da leitura de livros e artigos, além dos documentos legais da educação brasileira. Durante esse processo, alguns autores foram utilizados como base para todo o conhecimento a ser desenvolvido.

Na análise da deficiência visual quando incluída na sociedade e no ambiente escolar, Porto (2002) estabelece uma ponte entre o deficiente e o vidente, de modo a estabelecer que todos podem sentir e compreender o mundo e sua existência nele. Dessa forma, a compreensão do mundo desses atores sociais se faz a partir dos sentidos remanescentes, que por serem solicitados pelo corpo com maior frequência se tornam mais sensíveis e desenvolvidos. Quanto ao uso dos demais órgãos dos sentidos alguns autores comentam que

O desenvolvimento aguçado da audição, do tato, do olfato e do paladar é resultante da ativação contínua desses sentidos por força da necessidade. Portanto, não é um fenômeno extraordinário ou um efeito compensatório. Os sentidos remanescentes funcionam de forma complementar e não isolada. (SÁ, CAMPOS & SILVA, 2007, p. 15)

A partir disso, é possível compreender que para a adaptação de materiais metodológicos seria necessário a utilização de um desses sentidos remanescentes, como o tato ou a audição. A audição é responsável por conectar o ser com a linguagem, sendo esta de suma importância para o desenvolvimento humana. É na linguagem que o cego consegue ter acesso ao conhecimento daquilo que não pode ver e a comunicação com os outros. Já o tato é o sistema mais importante para a pessoa com deficiência visual, pois é a partir dele que se pode conhecer o mundo. Esse sentido utiliza características de um determinado objeto, como textura, formato, temperatura e tamanho, para compreender o que o cerca. Embora essas formas de reconhecimento do mundo apresentem uma certa necessidade da mediação de alguém ou de um maior tempo para a captação da informação, permite ao cego encontrar as mesmas oportunidades que uma pessoa dita normal.

No que diz respeito ao ensino de Química, a dificuldade encontrada por alunos cegos está na representação e linguagem única utilizada pela disciplina. Núñez, Ramalho e Pereira (2011) evidenciam que a linguagem utilizada na Química não é inata dos estudantes, mas é no processo de ensino e aprendizagem que os alunos devem se apropriar dessa linguagem. Por não ter o campo da visão, os alunos com deficiência visual encontram-se limitados ao campo conceitual, sendo muito limitado, porque muitas das representações químicas utilizam de símbolos, gráficos ou equações.

Considerando o que está escrito na Lei de Diretrizes e Bases (BRASIL, 1996), o sistema de ensino deve assegurar para todos os educandos com necessidades especiais, currículos, métodos, técnicas e recursos específicos para atender todas as suas necessidades, além de oferecer professores capacitados para promover a integração de tais alunos nas classes comuns. Além disso, buscando nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006) é perceptível a relevância do estudo de Química no ensino básico, pois

(...) aos conhecimentos químicos está associado o desenvolvimento de habilidades para lidar com as ferramentas culturais específicas à forma química de entender e agir no mundo, e que, por sua vez, um conjunto de habilidades associadas à apropriação de ferramentas culturais (conceitos, linguagens, modelos específicos) pode possibilitar o desenvolvimento de competências, como capacidade de articular, mobilizar e colocar em ação, e também de valores aliados aos conhecimentos e capacidades necessários em situações vivenciadas ou vivenciáveis. (BRASIL, 2006, p. 116)

Sabendo do necessidade de adaptação curricular e metodológica para a real efetivação do ensino inclusivo, e da importância dos conhecimentos químicos para o desenvolvimento do aluno como cidadão crítico e questionador, na segunda fase foi realizada uma entrevista com os três alunos participantes de modo a compreender o que a disciplina representava para eles e como o processo inclusivo vem contribuindo para a formação científica.

Uma das preocupações de todo professor é de como a disciplina é vista pelos aluno, e esse é um fator que envolve diversos fatores, como organização dos conteúdos e da sala de aula ou por pura afinidade. A Química, como uma disciplina exata, é entendida como uma área de difícil compreensão por apresentar linguagem e representação própria. Dessa forma, os alunos foram questionados sobre o que a disciplina representava para eles, e surpreendentemente, todos reconheceram a importância de estudar a Química no currículo escolar, mas demonstraram que nem sempre é fácil e prazeroso.

Para facilitar a compreensão e manter o sigilo dos participantes da entrevista, nomearemos os três alunos como A, B e C.

O aluno A, entende a química como uma ciência central, ao afirmar que “você pode estudar mil e uma outras matérias, e ainda assim ter química”. De fato, os conhecimentos básicos da química são essenciais para outros campos do conhecimento. Essa citação da relação da Química com outras ciências mostra a importância de um ensino interdisciplinar, reforçado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), buscando um ensino dinâmico, multidimensional e histórico, privilegiando um ensino contextualizado e interdisciplinar.

O aluno B, reconhece a química pelos estudos dos átomos ao afirmar que tal ciência é responsável pelo “pontapé inicial de todo gênero de ações existentes nos átomos presentes em todo o universo”. O conhecimento apresentado por esse aluno engloba a linguagem química, pois relaciona as transformações dos átomos, que são partes formadoras da matéria, frente aos processos de transformação.

E o aluno C, conceitua a disciplina a partir dos conteúdos estudados, afirmando que a química “é a base das ligações, misturas, produtos”. É notável que esse aluno consegue compreender que tais assuntos são estudados pela química, mas não consegue estabelecer em seu conceito a relação desses conteúdos com o cotidiano, mostrando pouca compreensão da disciplina.

Em uma segunda pergunta, foi questionado acerca do ensino inclusivo de Química para os alunos com deficiência visual, buscando interpretar onde se deve melhorar para contribuir com uma educação inclusiva de qualidade.

Um dos pontos preocupantes do ensino de química para alunos com deficiência visual está nas representações visuais a partir de fórmulas, equações e gráficos para esquematização de fenômenos e moléculas estudadas. Ou seja, a aula tradicional apenas em quadro não seria suficiente para esses alunos, já que eles não conseguiriam explorar o material representado.

Quando questionados se apresentavam dificuldades na disciplina todos responderam que sim, e o motivos para isso estão na dificuldade de promover o acesso do aluno ao conhecimento.

**ALUNO A:** ... nem a professora nem os alunos colaboraram. A professora teve que liberar a gente da sala porque os alunos não conseguiam fazer as atividades com a gente.

**ALUNO B:** Falta de melhor auxílio por parte da professora.

**ALUNO C:** Nas aulas de química não conseguimos compreender o conteúdo porque a professor e os alunos não conseguem nos ajudar. E também porque é muito difícil ter material de química para ajudar a gente na hora da aula.

A partir da fala dos alunos, vemos como ponto principal a falta de preparação e adaptação de materiais pedagógicos e das aulas oferecidas na sala. A inclusão deve partir do princípio que a modificação não deve ser apenas no papel, mas em sala de aula, entre coordenação, equipe de apoio, professores, comunidade e alunos, reconhecendo que todos são diferentes. Mantoan (2007) defende que o ensino individual e especializado não deve substituir o papel da escola na formação do indivíduo com deficiência, mas deve ser parceiro da escola para suprir lacunas deixadas ou contribuir com a adaptação de alguns materiais.

E em uma última pergunta, buscando compreender a opinião dos alunos sobre a forma de potencializar o ensino de Química em salas inclusivas, foi pedido para que eles recomendasssem alternativas que contribuíssem com essa proposta de ensino.

Tanto o aluno A quanto o aluno B, levantam a necessidade de utilizar a tecnologia como ferramenta inclusiva nas aulas de química. Apontam a possibilidade da criação de softwares com usos intuitivos e que permitam a utilização individual para descrição de conteúdos como tabela periódica, como é possível analisar a partir de trechos retirados da entrevista:

**ALUNO A:** Temos computadores e celulares com tecnologia avançada. Deveria algum professor inteligente que conhece de programação criar um software para descobrir como mostrar a tabela periódica para a gente que é deficiente visual, que a gente pudesse ter no próprio computador.

**ALUNO B:** ... e também na questão de melhoramentos principalmente tecnológicos para pessoas deficientes visuais.

A inclusão digital de alunos com deficiência visual pode potencializar as aulas para alunos com necessidades especiais, levando em conta que recursos digitais eliminam barreiras físicas e motoras, além de permitir a expansão dos limites da sala de aula, promovendo a troca de ideias entre alunos, educadores, etc.

Além da inclusão digital, os alunos recomendam adaptações mais simples, como a utilização de materiais tátteis adaptados. A preocupação desses alunos é de serem colocados de lado em aulas que a exploração visual seja grande e os impossibilite de compreender o

conteúdo, logo uma adaptação simples com materiais de baixo custo podem ser válidas e muito produtivas, como podem ser observados nos trechos abaixo:

**ALUNO B:** Trabalhar com materiais táteis também pode trazer melhoramentos, já que nos permitem ‘ver’ a forma de determinado componentes químicos.

**ALUNO C:** Fazer ‘coisas’ para mostrar o que é um solvente e um soluto, com materiais táteis mesmo. As vezes só a teoria não ajuda entender tudo.

A construção das imagens mentais dos alunos cegos são construídas a partir da exploração tático-tátil de objetos. Dessa forma, quando o aluno B fala na possibilidade de ‘ver’ determinados materiais, o objetivo dele é atribuir formas e contornos a nomes que ele já conhece, mas não consegue criar as imagens mentais. Por isso, a possibilidade da utilização de materiais alternativos no ensino inclusivo é tão necessário, desde que se considere as necessidades única e particulares de cada aluno.

Toda essa discussão sobre potencialização da educação inclusiva traz uma relação com o pensamento de Vygotsky (1989) ao afirmar que o desenvolvimento do aluno com deficiência só irá ocorrer com a preparação de um ambiente com práticas específicas que o insiram no processo de aprendizagem. Desta forma, o desenvolvimento de um aluno cego ou vidente corre da mesma forma, pois ambos usam da linguagem para conhecer e interpretar o mundo.

Frente a essas respostas, fica claro que no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos de Química são necessárias adaptações pedagógicas no que diz respeito ao uso de metodologias de ensino capazes de explorar os demais órgãos dos sentidos, para que os alunos não recebem apenas o conteúdo teórico limitando o seu conhecimento, mas que seja ofertado também a parte prática e construtiva da disciplina. Contudo, a adaptação metodológica não é o suficiente, pois para promover uma educação inclusiva de qualidade devem ser ofertadas condições de trabalho justas para que os professores possam ter tempo e recursos de pesquisar e compreender mais sobre cada um dos alunos atendidos em sala de aula, e assim ser capaz de adaptar as aulas.

Dessa forma, tendo como base as leituras realizadas e as respostas obtidas na entrevista, foram confeccionados materiais tridimensionais táteis para serem utilizados nas aulas de Química Orgânica, buscando apresentar representações em grandes proporções para que eles pudessem conhecer as formas como os átomos de carbono formavam suas ligações em estruturas orgânicas. O material produzido levou em conta as necessidades expressas pelos alunos, como aulas mais voltadas a representações táteis com maior atenção voltada a discussão e análise individualmente, além do material apresentar texturas e tamanhos diferentes como recomenda a literatura pesquisada.

De início os materiais foram preparados utilizando massa de biscuit, para a representação dos átomos em formatos de esferas com tamanhos e texturas diferentes, e palitos de dente, para a representação das ligações entre os átomos. O biscuit é uma massa de modelar produzida a partir da mistura de amido de milho, cola branca e alguns conservantes, sua principal característica é a facilidade em ser modelada, além de aceitar diversos tipos de tintas e corantes, e ficar rígida após a secagem. O ponto negativo da utilização desse material é o tempo e o custo necessários para a confecção, já que todo material tem que ser modelado manualmente para atingir os formatos e texturas desejados.

Considerando os principais elementos utilizados na Química Orgânica como sendo carbono, hidrogênio e oxigênio, foram utilizados tamanhos diferentes obedecendo o raio atômico dos elementos: (Figura 1)

- CARBONO: esfera de maior tamanho com textura uniforme.
- HIDROGÊNIO: esfera de menor tamanho com textura uniforme.
- OXIGÊNIO: esfera de tamanho mediano com textura irregular.

**Figura 1** – Representações dos átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio, respectivamente.



Fonte: Própria.

Já no que diz respeito às ligações, utilizamos o número de palitos iguais a quantidade de valências preenchida por cada uma: (Figura 2)

- LIGAÇÃO SIMPLES: um palito e uma valência preenchida.
- LIGAÇÃO DUPLA: dois palitos e duas valências preenchidas.
- LIGAÇÃO TRIPLA: três palitos e três valências preenchidas.

**Figura 2** – Representações das ligações simples, dupla e tripla, respectivamente.



Fonte: Própria.

Na primeira aula com a utilização desse material foram abordados os conceitos de valências dos átomos de carbono e classificação das cadeias. Esse momento iniciou-se com a apresentação das representações para os átomos dos três elementos utilizados, bem como as ligações que poderiam ser formadas entre esses átomos.

Durante a exploração, os alunos afirmaram ter sido o material mais elaborado de química ao qual eles teriam entrado em contato, e questionavam curiosos sobre como aquele material teria sido confeccionado, além de explorar outros sentidos, como o olfato, conforme pode ser exemplificado pelo trecho abaixo retirado de um dos momentos da aula:

**ALUNO A:** Professora, esse material é muito bonito. Olha só, dá para gente perceber a diferença entre o oxigênio, carbono e hidrogênio. Como a senhora fez isso?

**PESQUISADORA:** Utilizei uma massa chamada biscuit, que é feita de cola. A gente molda ela, e quando seca fica no formato que se quer.

**ALUNO C:** O cheiro é bom. Isso pode comer, professora? Parece uma fruta.

**PESQUISADORA:** Não, não pode comer. A massa antes de secar tem cheiro de cola, depois que seca o cheiro fica mais suave.

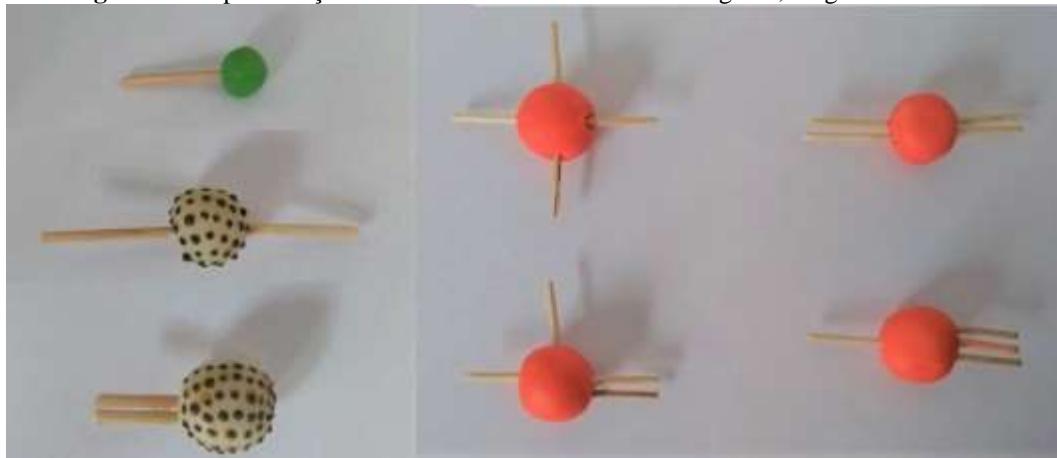
**ALUNO B:** Uma coisa que eu percebi foram os furinhos que cada átomo apresenta. O carbono nem quatro furinhos, mas o oxigênio só tem dois. Isso está relacionado com o número de ligações que ele pode fazer?

**PESQUISADORA:** Exatamente. É isso que nós vamos analisar hoje.

O material utilizado apresenta um design intuitivo, como pode-se perceber no trecho representado acima onde o aluno C conseguiu a partir da análise das representações dos átomos compreender o número de ligações que cada composto poderia formar.

Seguindo o pensamento do aluno C, apresentamos as possibilidades de formações das ligações do hidrogênio, oxigênio e carbono, e os alunos reconheceram a partir do tato aquilo que haviam lido e escutado nas aulas teóricas, representados nas Figura 3 e 4.

**Figura 3 –** Representação das valências dos elementos hidrogênio, oxigênio e carbono.



Fonte: Própria.

**Figura 4 –** Análise das valências do carbono nas estruturas tridimensionais

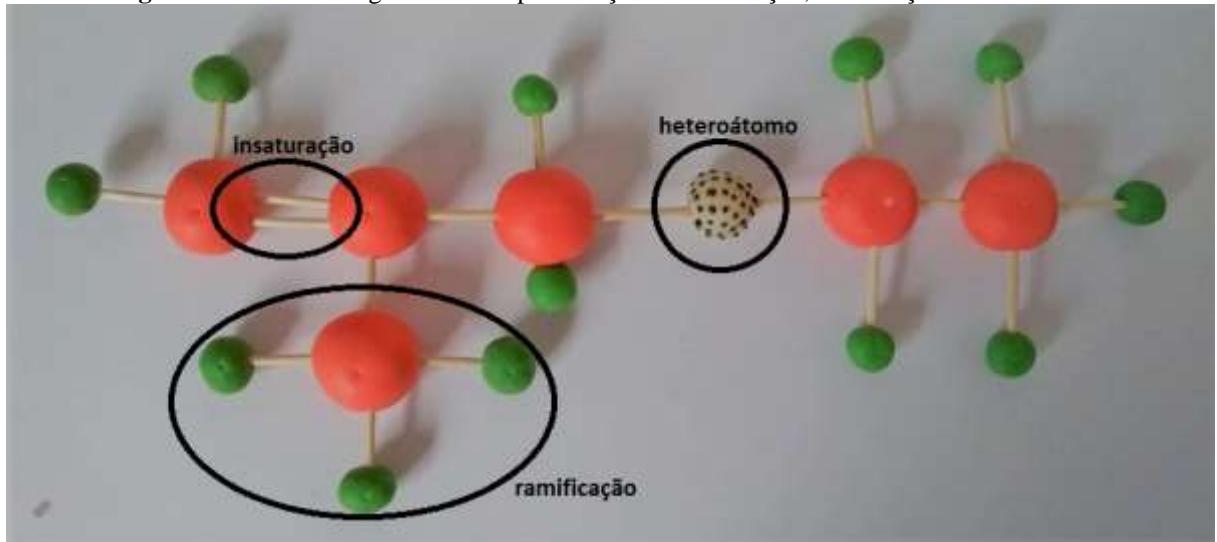


Fonte: Própria.

Para eles era muito interessante estar entrando em contato com algo que só ouviam falar, mas nunca conseguiram construir uma imagem mental já que só tinham acesso a parte teórica do conteúdo. Durante esse processo de construção do conhecimento a partir da mediação, os alunos conseguiram internalizar o que foi percebido. Mas esse processo de internalização é individual, um processo de auto construção, onde os alunos conseguiram relacionar aquilo que havia sido estudado em aulas anteriores (conhecimento “velho”) com as estruturas analisadas (conhecimento “novo”), e com isso reestrutura os conhecimentos prévios com os novos adquiridos. Deste modo, cada aluno apresentou uma velocidade diferente para compreender determinadas representações, buscando a partir dos questionamentos e maior período de exploração tátil construir uma nova imagem daquilo que já havia sido estudado.

Ainda nessa mesma aula, trabalhamos sobre as classificações das cadeias carbônicas, buscando identificar conceitos fundamentais da Química Orgânica, como: ramificações, insaturações e heteroátomo. (Figura 5) Para os participantes, o conceito de ramificação foi o mais difícil de identificar em representações tridimensionais, já que a análise de cada carbono deveria ser realizada em todos as direções e esse reconhecimento tátil terminava sendo longo e um pouco confuso, enquanto os outros dois conceitos poderiam ser encontrados a partir das diferenças entre as texturas. (Figura 5, 6 e 7)

**Figura 5** – Molécula orgânica com representação de instauração, ramificação e heteroátomo.



Fonte: Própria.

**Figura 6** – Análise da molécula de metano ( $\text{CH}_4$ )

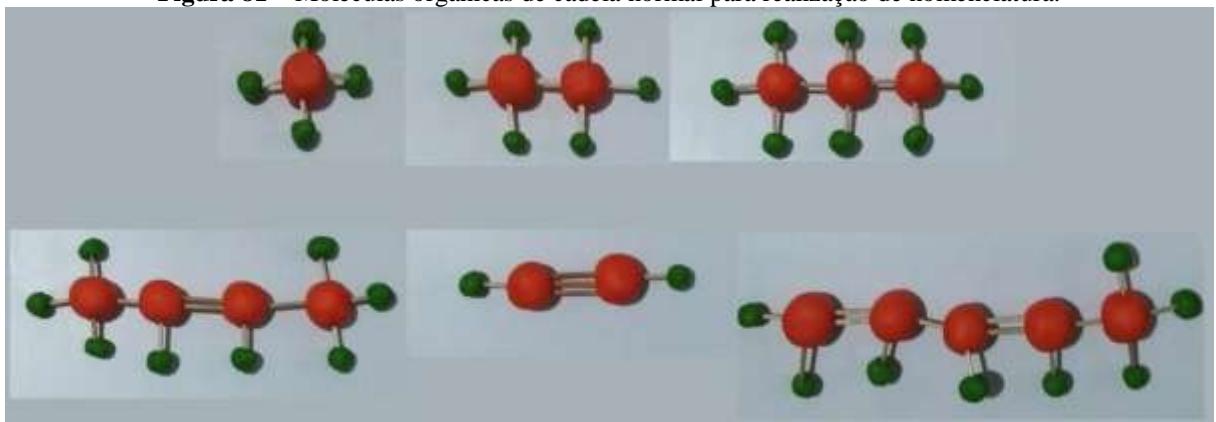


Fonte: Própria.

**Figura 7 – Construção de cadeias carbônicas**

Fonte: Própria.

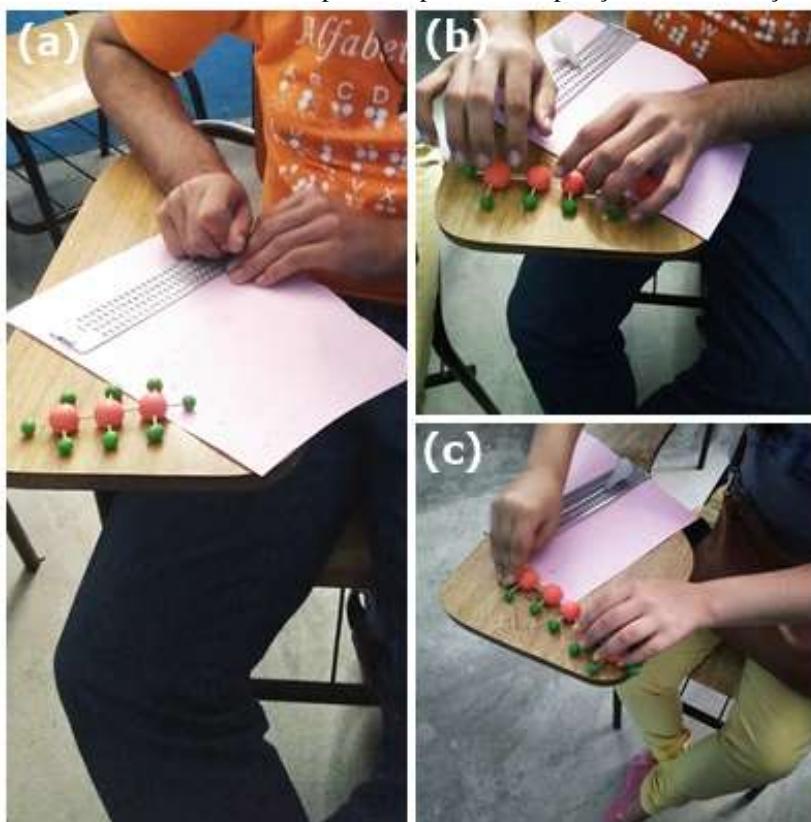
Nas aulas seguintes, com eles já familiarizados com as representações tridimensionais e os conceitos iniciais de Química Orgânica, introduzimos os conceitos de nomenclatura. De início fizemos uma revisão de prefixos, infixos e sufixos existentes na nomenclatura de compostos orgânicos, buscando construir um conhecimento sólido acerca desse tópico de estudo, já que é a partir dele que todos os outros serão desenvolvidos. Para eles, esse ponto do conteúdo apresentava-se já bem construídos, pois para eles essa parte era apenas teoria. Posteriormente, apresentamos seis cadeias carbônicas, representadas na Figura 8, apresentando apenas carbonos e hidrogênios em uma cadeia normal, para que os alunos apresentassem a nomenclatura a partir do conhecimento já construído.

**Figura 81 – Moléculas orgânicas de cadeia normal para realização de nomenclatura.**

Fonte: Própria.

Na prática, a resolução de algumas nomenclatura apresentou algumas dificuldades no que diz respeito a enumeração da cadeia para a indicação das posições das insaturações. Durante os questionamentos, foram formados momentos de debates onde cada um dos alunos expressava o seu ponto de vista. E, foi a partir deles, que os alunos conseguiram realizar os exercícios seguintes passando a observar com mais atenção cada átomo de carbono representado. Dessa forma, é possível ponderar que a química orgânica é pautada na construção prática do conhecimento, a partir das tentativas e erros, onde a partir da análise de cadeias carbônicas se comprehende como ocorre a aplicação das regras. Todos os exercícios realizados eram respondidos pelos alunos em braile para posterior correção (Figura 9.a) e as representações tridimensionais eram analisadas uma a uma por cada aluno. (Figura 9.b e 9.c)

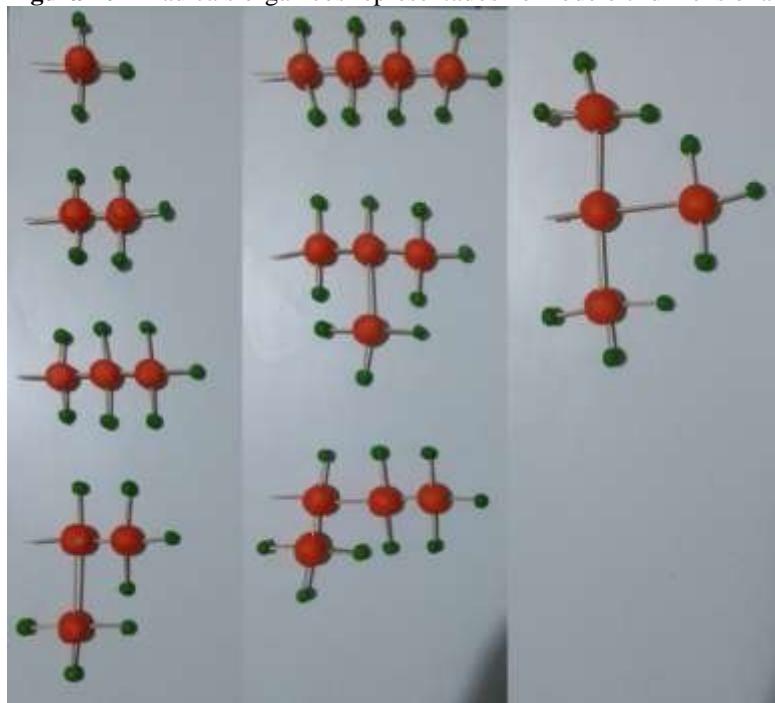
**Figura 9** – Atividade de nomenclatura de compostos orgânicos (a. Aluno escrevendo as respostas em braile, b. e c. Alunos analisando a cadeia para compreensão da posição das insaturações)



Fonte: Própria.

O último tópico dos conteúdos trabalhados com os alunos foi a nomenclatura de compostos orgânicos ramificados, onde iniciou-se com uma revisão geral de todos os radicais mais utilizados na química orgânica, representados na Figura 10.

**Figura 10 – Radicais orgânicos representados no modelo tridimensional**

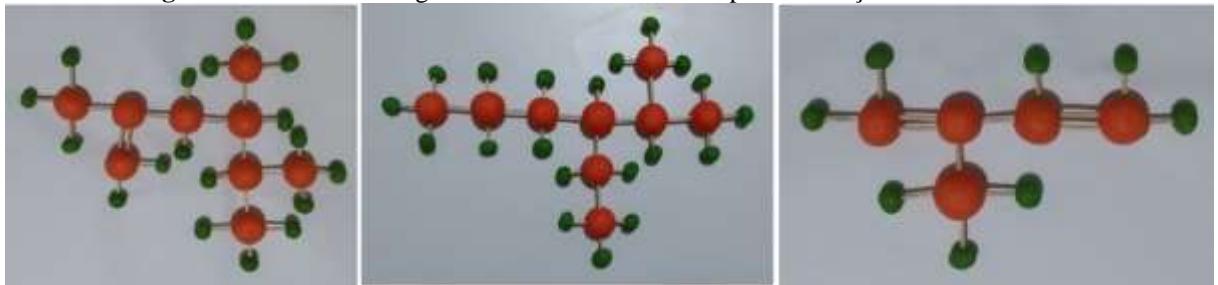


Fonte: Própria.

Os alunos demonstram pouco conhecimento quanto ao estudo dos radicais orgânicos, por isso investimos um tempo a mais para que todas as representações fossem bem compreendidas, respeitando o ritmo individual de compreensão e aprendizagem dos alunos participantes.

Após a apresentação dos radicais orgânicos, foram analisados três hidrocarbonetos ramificados (Figura 11), buscando identificar a cadeia principal, os radicais ligados a ela e as posições dos mesmos.

**Figura 11 – Moléculas orgânicas de cadeia ramificada para realização de nomenclatura.**



Fonte: Própria.

A pessoa com deficiência visual ao conhecer algo a partir do tato precisa de tempo, e no que diz respeito a análise de moléculas orgânicas ramificadas percebemos que os alunos tiveram diversas dificuldades, como encontrar a cadeia principal e memorizar a sua forma e sequência,

enumeração da cadeia principal para identificar as posições dos radicais e, em alguns casos, das insaturações. A partir dos questionamentos e discussões, além da mediação do professor para que o aluno pudesse explorar as áreas corretas de identificação da cadeia principal, ramificação e instauração, as dúvidas que foram levantadas puderam ser sanadas. (Figura 12)

**Figura 2 – Análise de moléculas orgânicas ramificadas**



Fonte: Própria.

O processo de ensino e aprendizagem a partir de modelos tridimensionais apresentam sua montagem baseada na diferença entre textura, tamanho, espessura e formatos. Ao realizar a sua aplicação, o professor não deve ser mero observador, mas deve instigar o aluno a explorar o material, analisando as diferenças entre os átomos e ligações. A utilização de um modelo tridimensional permite ao aluno cego a formação de imagens mentais mais próximas das estruturas orgânicas reais, não o excluindo nem o limitando, mas dando o suporte necessário para a compreensão do conteúdo teórico exigido na disciplina de Química.

Após a aplicação dessas aulas, foi observado uma grande aceitação dos alunos quanto ao material tático tridimensional, sendo este escolhido para a confecção e divulgação do produto educacional. No entanto, durante a aplicação surgiram alguns problemas técnicos no que diz respeito a matéria prima utilizada, pois a formação de um produto educacional deveria levar consigo a durabilidade e a fácil manipulação.

O uso de palitos de dente foi rejeitado, já que por ser um material frágil fez com que os alunos tivessem receio de manipular, pois em diversas ocasiões o palito era quebrado tendo que ser substituído e perdendo o tempo da aula. Além disso, o biscuit depois de um certo tempo acondicionado resseca, tornando o processo de montagem das cadeias difícil e impossível de ser realizado por alunos com deficiência visual.

### 3. COMPONENTES DO MATERIAL PEDAGÓGICO

Todos esses problemas referentes a durabilidade e difícil manipulação tornaria o processo de ensino e aprendizagem desgastante tanto para o aluno quanto para o professor. Dessa forma, pensando em melhorar o produto educacional proposto utilizou-se uma nova matéria prima e uma nova organização dos componentes necessários para representação das moléculas orgânicas, visando a criação de um material durável capaz de atender as necessidades do ensino de Química Orgânica para cegos.

Desta forma, o material utilizado foi produzido em plástico, com um design intuitivo e de fácil manipulação. O produto educacional está organizado em uma caixa de MDF (Figura 13) contando com um livreto de informações com a descrição das peças e suas utilidades, além de esferas de três tamanhos diferentes, e três representações de ligações químicas (simples, dupla e tripla).

**Figura 33** – Caixa de organização do material pedagógico (a. frente da caixa, b. organização da caixa por dentro)



Fonte: Própria.

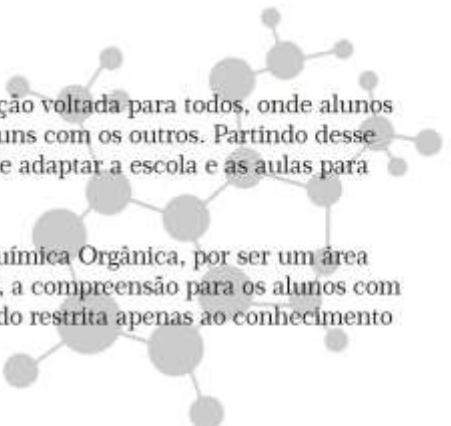
O livreto apresenta a grafia em tinta, sendo nele indicados e resumidos os conteúdos de Química que podem ser utilizados para a aplicação do material, além das informações sobre as peças contidas na caixa. Apresenta ilustrações coloridas organizadas em 12 páginas mostradas abaixo:



## Introdução

A Educação Inclusiva é uma educação voltada para todos, onde alunos com ou sem deficiência aprendem uns com os outros. Partindo desse conceito, surgem as necessidades de adaptar a escola e as aulas para efetivar esse processo de inclusão.

No que diz respeito ao ensino de Química Orgânica, por ser um área com linguagem e símbolos próprios, a compreensão para os alunos com deficiência visual fica limitada, sendo restrita apenas ao conhecimento de conceitos teóricos.





## Introdução

Pensando nisso, o Orgânica Inclusiva surge como uma possibilidade de adaptação metodológica para ser utilizado no processo de ensino e aprendizagem de alunos com deficiência visual em salas de aula inclusivas, podendo ser utilizado por todos os alunos, sejam eles cegos, baixa visão ou videntes.



## Objetivos

O material didático apresenta como objetivo a possibilidade de contribuir com o ensino inclusivo, criando uma representação real e intuitiva de modelos moleculares que podem ser utilizados para o estudo de Ligações Químicas, Representações orgânicas, etc.

A construção de ensino inclusivo deve ser coletivo, com todos trabalhando e pensando juntos para melhorar e estimular a formação de um conhecimento científico.





## Peças

O material é formado por peças intuitivas com formatos e tamanhos distintos, que se subdividem em dois grupos: ÁTOMOS E LIGAÇÕES.

**ÁTOMOS**


  
**CARBONO:**  
 esfera em cor azul clara, de maior tamanho e apresenta 4 encaixes de ligações.


  
**HIDROGÊNIO:**  
 esfera em cor azul escura, de tamanho reduzido e apresenta 1 encaixe de ligação.


  
**OXIGÊNIO:**  
 esfera com texturas hexagonais, de tamanho reduzido e apresenta 2 encaixes de ligações.

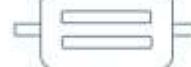


## Peças

**LIGAÇÕES**


  
**SIMPLES:**  
 apresenta encaixes laterais e um único bastão.


  
**DUPLA:**  
 apresenta encaixes laterais e dois bastões.


  
**TRIPLA:**  
 apresenta encaixes laterais e três bastões.



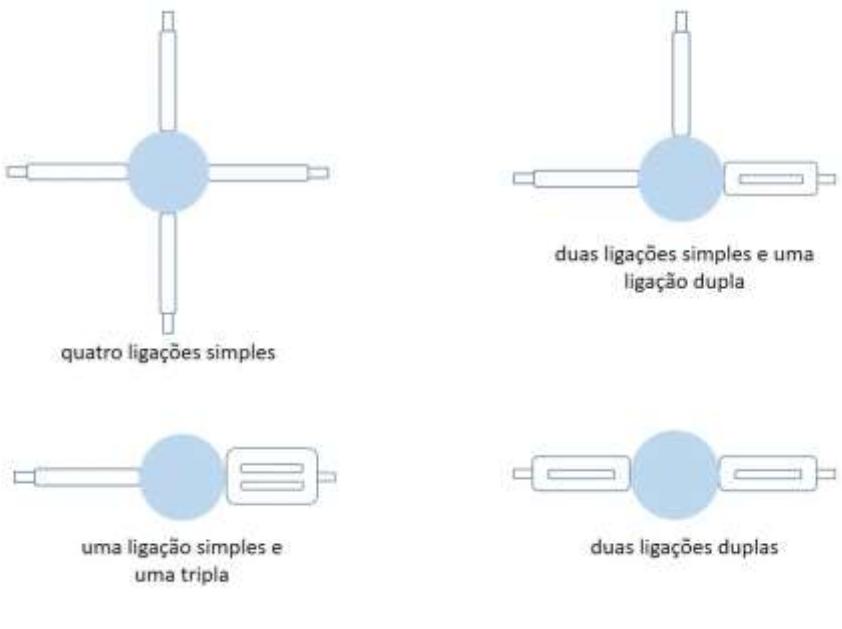
## Como usar

Cada átomo apresenta o número de encaixes igual ao número de valência. Desta forma, o aluno encaixa as ligações, podendo ser simples, dupla ou tripla, de modo a completar as valências do átomo.

**Exemplo:** O carbono apresenta 4 valências, ou seja, pode fazer 4 ligações. Desta forma, o aluno utiliza combinações dos 3 tipos de ligações de modo a atingir essas quatro valências.

Não necessariamente todos os encaixes do átomo devem estar preenchidos.

Existindo quatro possibilidade de completar as valências do carbono, como representado nas imagens a seguir:

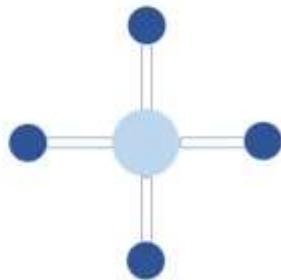




## Como usar

A combinação de átomos diferentes e ligações para completar a valência dos átomos resulta na representação molecular de uma substância química.

Exemplo: Representação da molécula do metano.



## Como usar

O Orgânica inclusiva deve ser utilizado para conteúdos introdutórios de Química Orgânica, como:

- Valências dos átomos que participam das estruturas orgânicas;
- Classificação de carbonos;
- Classificação de cadeias;
- Nomenclatura de cadeias normais e ramificadas;
- Estudo de funções oxigenadas.

Representações de geometria molecular não podem ser feitas nesse material pedagógico.



Esperamos que esse material pedagógico possa ser útil para a sua sala inclusiva. Levantamos ainda como orientação, que o processo de inclusão exige mais do que um material adaptado. Você, professor, deve ser paciente e compreender o ritmo de aprendizagem do seu aluno, deixando nas mãos dele o processo de construção do conhecimento e o seu, o papel de mediador desse processo.

Aproveite o material e vamos construir juntos um ensino inclusivo!



Desenvolvido por Bruna Lima  
sob orientação do Prof. Dr. Eduardo Onofre.



As esferas em plástico produzidas a partir de materiais utilizados em bijuterias, apresentam tamanhos e texturas diferentes, além de cores que contrastam para que possam ser utilizados tanto por alunos cegos quanto com baixa visão. (Figura 14) Todas as esferas apresentam furos para o encaixe das ligações, sendo o número de encaixes igual ao valência do átomo. Por exemplo, o átomo de carbono apresenta quatro furos, logo tal elemento é tetravalente necessitando de quatro ligações para se estabilizar.

**Figura 44** – Representação dos átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio

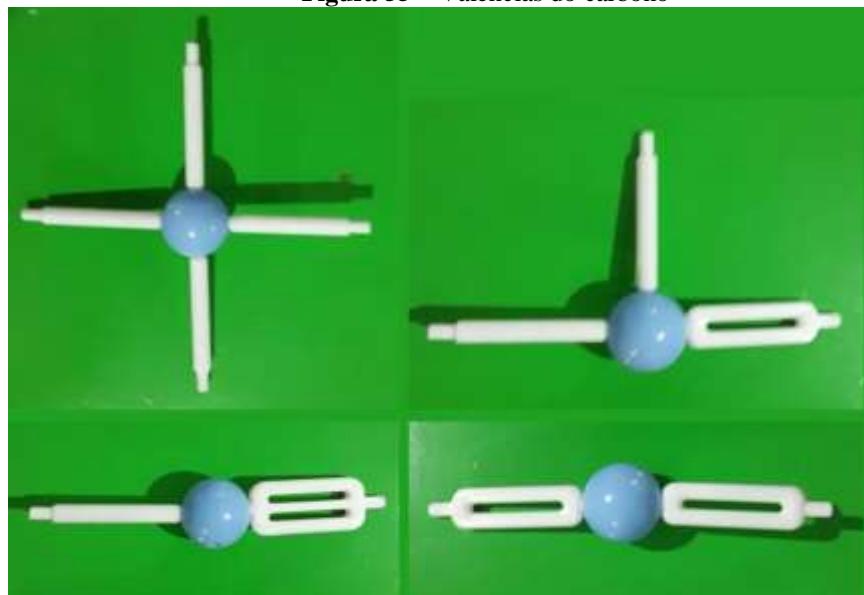


Fonte: Própria.

Essas peças representam três elementos distintos, descritos abaixo:

- O carbono, de cor azul clara, apresenta o maior tamanho, textura uniforme e quatro encaixes que representam as quatro valências do átomo, como representado na Figura 15.

**Figura 55** – Valências do carbono



Fonte: Própria.

- O hidrogênio, de cor azul escuro, apresenta um tamanho reduzido, textura uniforme e apenas um encaixe que representa a valência única do átomo quando forma ligações covalentes, representado na Figura 16.

**Figura 66 – Valência do hidrogênio**



Fonte: Própria.

- O oxigênio, transparente, com textura hexagonal e dois encaixes que representam a bivalência dos átomos, representado na Figura 17.

**Figura 77 – Valências do oxigênio**



Fonte: Própria.

As representações para as ligações foram desenhadas e construídas em impressora 3D em plástico, apresentando o mesmo tamanho e formato cilíndrico, onde nas extremidades estão presentes os encaixes que ligam os átomos, se diferenciando apenas na presença de uma, duas ou três hastes que representam ligações simples, duplas ou triplas, respectivamente. (Figura 18)

**Figura 88** – Representação das ligações simples, dupla e tripla.



Fonte: Própria.

O produto foi testado com um adulto cego que apresenta pouco conhecimento em química, buscando verificar a eficiência e a facilidade em manipular o material. Apenas após a aprovação, aplicamos nas aulas junto aos alunos cegos, que utilizaram para construir cadeias orgânicas a partir dos nomes estudados, além de responder questões de vestibulares analisando compostos orgânicos construídos com esse material. Durante a validação com o adulto, foi obtido um resultado positivo, já que durante a explicação do conteúdo de Química Orgânica intuitivamente o participante já conseguia identificar cada peça.

O material pedagógico permite a representação de diversas cadeias orgânicas, com tamanhos e características diferentes. Desta forma, é possível representar e aproximar o conteúdo trabalhado em Química Orgânica para os alunos cegos, possibilitando autonomia na aprendizagem e análise de questões.

#### 4. APLICAÇÃO DO MATERIAL PEDAGÓGICO

Tendo validado o material, levamos para sala de aula e utilizamos de início como forma de apresentação em atividades simples, para que eles fossem compreendendo como manipular e interpretar o material. Por já terem estudado um material tridimensional, os alunos cegos conseguiram facilmente compreende-lo, mas apresentaram de início um certo receio quanto a manipulação, já que no material anterior em algumas análises as ligações acabavam sendo quebradas por serem construídas com um material muito frágil. Incentivamos a conhecer o material, explorando sem medo. (Figura 19) Diante disso, eles discutiram entre si sobre cada uma das representações conseguindo identificar cada uma das peças.

**Figura 99** – Reconhecimento dos átomos e ligações do produto educacional.



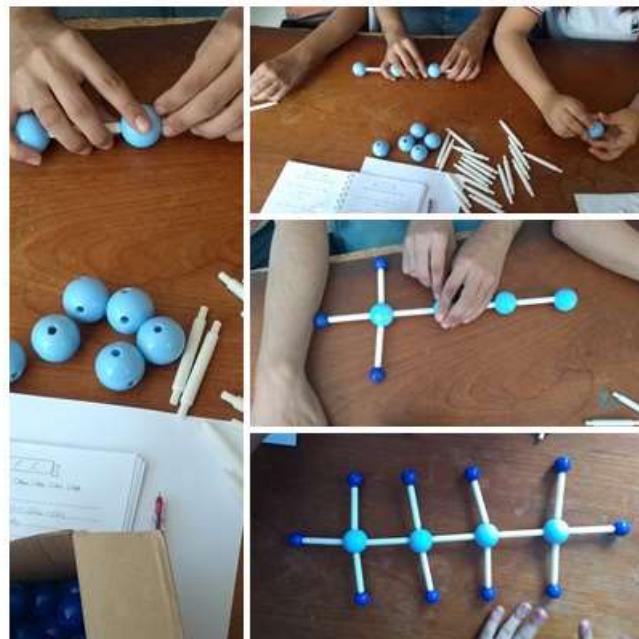
Fonte: Própria.

Com isso, pode-se reconhecer a necessidade de promover uma educação que insira o aluno na escola regular e ao mesmo tempo ofereça a autonomia, isto é, a inserção dos alunos com cegueira deve ser tal que permita que o aluno possa construir seu conhecimento sozinho, sem estar sempre dependendo de alguém e tendo suas condições igualadas com os demais alunos da sala.

Posteriormente, indicamos os nomes de alguns hidrocarbonetos e pedimos para que juntos construíssem cada uma das cadeias, buscando desenvolver a interpretação das nomenclaturas orgânicas e a capacidade de trabalhar em grupo. Abaixo estão representadas nas

figuras 20, 21 e 22 algumas dessas cadeias, onde todo o processo de construção foi feito apenas pelos alunos.

**Figura 20** – Montagem da molécula de butano.



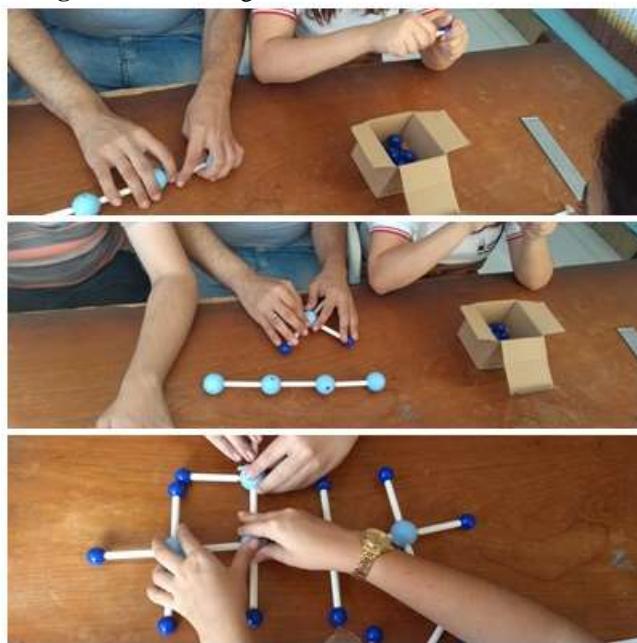
Fonte: Própria.

**Figura 21** – Montagem da molécula de etino.



Fonte: Própria.

**Figura 22 – Montagem da molécula de 2-metilbutano.**



Fonte: Própria.

O trabalho coletivo e sem intervenção do professor é necessário e produz a formação de um conhecimento crítico, onde os alunos questionam e interpretam para chegar a uma resposta final. A educação inclusiva sendo construída a partir de um ensino dinâmico, autônomo e inovador promove um ensino eficaz, cumprindo com o que as diretrizes curriculares propõem.

E por fim, a aplicação desse material foi realizada a partir da resolução de questões de vestibulares que englobava todos os tópicos vistos da Química Orgânica. O produto educacional foi utilizado para a montagem das cadeias orgânicas necessárias para a resolução de questões de vestibulares. Tais resoluções foram realizadas em grupo, para estimular a troca de conhecimentos entre os alunos, em que foram respondidas dez questões, sendo todas de múltipla escolha.

Todas as questões traziam conceitos de classificação de cadeias e carbonos, além de nomenclatura de hidrocarbonetos. No quadro abaixo estão apresentadas algumas cadeias utilizadas e qual o conhecimento necessário para a resolução da questão.

**Quadro 1 – Representação das cadeias orgânicas presentes em questões de vestibulares**

CONTEÚDO	ESTRUTURA PLANA	ESTRUTURA TRIDIMENSIONAL
<b>Classificação de cadeia carbônica</b>	$  \begin{array}{ccccccc}  & \text{H} & \text{H} & \text{H} & & \text{H} \\  &   &   &   & &   \\  \text{H} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} = & \text{C} & - \text{C} & - \text{H} \\  &   &   &   & &   \\  & \text{H} & \text{OH} & \text{H} & & \text{H} &  \end{array}  $	
<b>Classificação de cadeia e carbonos</b>	$  \begin{array}{ccccc}  & \text{CH}_3 & & & \\  &   & & & \\  & \text{H}_2\text{C} = & \text{C} & = & \text{CH}_2 \\  & &   & & \\  & & \text{H} & &  \end{array}  $	
<b>Fórmula molecular</b>	$\text{C} = \text{C} - \text{C} = \text{C} - \text{C}$	
<b>Nomenclatura de cadeia ramificada</b>	$  \begin{array}{ccccc}  \text{CH}_3 & - & \text{CH} & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_3 \\  &   & &   & & & & & \\  & \text{CH}_3 & & \text{CH}_2 & & & & & \\  & & &   & & & & & \\  & & & \text{CH}_3 & & & & &  \end{array}  $	

Fonte: Própria.

Com o término da aula e a partir das observações feitas, é possível perceber que a resolução de questões de Química Orgânica com imagens e representações moleculares podem ser resolvidas por alunos cegos, desde que seja oferecido um complemento a ela, como o produto educacional aqui proposto. Muito do que é oferecido hoje dentro da sala de aula inclusiva são provas teóricas, diferentemente das provas aplicadas aos demais alunos. Quando analisamos esse tipo de ensino voltado para a Química, percebemos que o mesmo se torna fragmentado e incompleto, já que muito do que é visto e cobrado na disciplina é composto por imagens e representações. A ideia de adaptar questões não é tirar todas as representações visuais, mas torná-las perceptíveis ao tato ou a audição, e com isso formando um ensino igualitário com mesmas condições de acesso.

## 5. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O PROCESSO DE APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Ao analisar os resultados obtidos com a aplicação do material pedagógico produzido, verificou-se que é possível construir metodologias capazes de adaptar o ensino de Química para jovens com deficiência visual. Utilizando dos pensamentos de Vygotsky (1989), consideramos que para adaptar um recurso didático devemos eliminar a ideia de que o mundo só pode ser analisado a partir da visão, sendo esta ideia tão disseminada em nossa sociedade. Por isso, a partir da utilização do produto educacional, sendo ele um material tático com texturas e formatos diferentes, podemos explorar os sentidos remanescentes nos alunos cegos permitindo a formação de imagens metais a respeitos dos símbolos e linguagens utilizados pela Química.

Nesse processo de construção do conhecimento a partir de material tático, os aprendizes buscaram a partir de questionamentos compreender e aproximar o conteúdo visto a realidade vivida no cotidiano. Além de apresentarem-se em todos os momentos das aulas animados por estar sendo possível compreender a teoria que foi aprendida na sala de aula inclusiva. A participação do professor como mediador do conhecimento capacita os alunos a serem jovens mais críticos daquilo que estão estudando, não apenas aceitando o que é imposto, mas construindo junto ao professor os conceitos científicos. Como também a curiosidade despertada ao aproximar o conteúdo visto ao cotidiano é ponto chave para formação de uma conhecimento significativo, já que o aluno consegue a partir de conceitos já pré-existentes complementar e relacionar aquilo que está estudando.

Desse modo, sabemos que, por sermos entusiastas da educação inclusiva, esse produto educacional como fortalecimento e contribuição a essa área de ensino não é o bastante, pois para que o ensino de Química venha a ser cada dia mais inclusivo ainda há muito o que se fazer, porém percebemos que nossos estudos e materiais podem contribuir com a educação de novos alunos cegos incluídos na escola regular e com os professores que não fazem ideia das potencialidades que tais alunos apresentam desde que sejam utilizadas as metodologias que atendam às suas necessidades específicas.

Por fim, a ideia de promover uma educação livre de barreiras e preconceitos deve ser defendida por todos os professores, buscando dentro de sala apresentar para o aluno cego um mundo científico, crítico e humano, eliminando a ideia de que a Química só pode ser estudada com o auxílio da visão. Ao oferecer um ensino inclusivo voltado para as disciplinas científicas representam a possibilidade de capacitar os alunos para exercer o seu papel no mundo, conseguindo compreender as modificações e contribuições deixadas para o mundo pela ciência.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ciência da natureza, matemática e suas tecnologias/ Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o Ensino Médio**, v. 2 – Brasília: Ministério da Educação, 2006.
- BRASIL. MEC. **Lei das Diretrizes e bases da Educação**. Brasília: MEC, 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais** – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002.
- MANTOAN, M. T. E. **Inclusão Escolar: O que é? Por que? Como fazer?** 2. ed. São Paulo: Moderna, 2007.
- NUÑUEZ, I. B.; RAMALHO, B. L.; PEREIRA, J. E. As representações semióticas nas provas de química no vestibular da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Brasil): uma aproximação à linguagem científica no ensino das ciências naturais. **Revista Ibero-americana de Educação**, n. 55/1, p. 1-13, fev. 2011.
- PORTO, E. T. R. **A corporeidade do cego: novos olhares**. Tese de doutorado, Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, Campinas – SP, Brasil, 2002.
- SÁ, E. D.; CAMPOS, I. M.; SILVA, M. B. C. **Atendimento Educacional Especializado: Deficiência Visual**. Gráfica e Editora Cromos: Brasília, 2007.
- VYGOTSKY, L. S. **Obras Completas: fundamento da defectología**. Tomo V. Trad. Lic. Ma. del Carmen Ponce Fernández. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1989.