

MODELOS MENTAIS E MODELOS MOLECULARES: COMO AJUDAR OS ALUNOS A CONSTRUIR UMA COMPREENSÃO SIGNIFICATIVA DOS CONCEITOS QUÍMICOS NO CURSO DE LICENCIATURA EM BIOLOGIA.

Erick de Carvalho Sampaio¹
Davina Camelo Chaves²

RESUMO

Ao se falar em metodologias de ensino, umas das maiores dificuldades encontradas nas disciplinas de Química Orgânica e Bioquímica no curso de Licenciatura em Biologia é a visualização tridimensional das moléculas. Para tanto, a geometria molecular das moléculas e as dificuldades de compreensão pelos discentes de conceitos abstratos, nos permitiu apresentar estratégias pedagógicas baseadas no uso de modelos moleculares, de maneira a facilitar o ensino-aprendizagem com mais eficácia e entendimento significativo pautado em metodologias ativas buscando atrair os ouvintes através de um método interrogativo e em Jean Piaget, ou seja: assimilação, esquemas cognitivos e acomodação, ainda em Piaget, discutimos sobre a Teoria da equilíbrio que consiste em o aluno ter a habilidade de reconhecer, distinguir e unir, ou formular de modo coerente e sem conflitos, as informações provenientes do mundo real. Há modelos comerciais que são de custo elevado e modelos baseados nos 3R's, como os relatos de experiência no IFMA Campus Zé Doca-MA, com a confecção de modelos moleculares com materiais de baixo custo. O objetivo baseia-se na confecção de modelos moleculares para compreensão dos conceitos como as interações intramoleculares de maneira a contribuir para o desenvolvimento de estratégias de ensino de química. Os modelos serão confeccionados utilizando materiais de baixo custo como massa de biscuit, fibra da folha de bananeira, aglutinante, corantes, hastes flexíveis e compasso. Os resultados da aplicação dessa metodologia ativa proporcionam facilidade e entendimento dos conteúdos abordados nas disciplinas de Química Orgânica e Bioquímica, quando se trata de uma abordagem mais ampla, no que tange o assunto Geometria Molecular, além de proporcionar o discente a uma visão tridimensional das moléculas.

¹ Graduando do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Acopiara -CE e bolsista de iniciação a docência do Pibid/Capes-CE, Erick.sampaio62@aluno.ifce.edu.br;

² Orientadora: Doutora em Química pela Universidade Federal do Ceará, Brasil (2007) Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Acopiara-CE, davina.camelo@ifce.edu.br.

INTRODUÇÃO

As ferramentas educacionais proporcionam a objetivação de simplificar através da dinâmica proposta pelo docente operações didáticas que visem o entendimento dos conteúdos abordados. Desta maneira, o uso desses recursos poderá possibilitar alcançar resultados específicos dentro da metodologia utilizada em sala de aula.

A necessidade de utilização de modelos moleculares como ferramenta pedagógica é fundamental para uma abordagem estrutural e espacial das moléculas e adequada no contexto metodológico durante a aprendizagem dos conteúdos de Química e áreas afins. Isso, muitas vezes, se deve à inexistência de kits moleculares com custos compatíveis com a realidade socioeconômica das escolas.

De acordo com Chaves et. al., (2021), essas ferramentas proporcionam a utilização e exposição do recurso para o desenvolvimento das temáticas envolvidas na visualização tridimensional das moléculas em diversos cursos, pois os modelos comerciais constituem-se de 'kits' de custo elevado e um número limitado de peças para montar as moléculas, inviabilizando economicamente a aplicação no processo ensino/aprendizagem.

Na disciplina de química, em diversos níveis de escolaridade, o entendimento por parte dos discentes é muito dificultado devido à falta de contextualização e visualização microscópica durante a formação das moléculas e como ocorre essa formação.

No entanto, a proposição de materiais contextualizados permite aos discentes uma maior interação com o contexto microscópico, facilitando o ensino/aprendizagem, o interesse e a participação da atividade no cotidiano. Ressalta-se ainda que em algumas instituições não são disponibilizados esses modelos como ferramenta didática pois, Gonçalves (2010, p. 7) menciona que poucos modelos didáticos (sejam eles físicos ou digitais) chegam aos docentes e que a modelização didática é um dos pontos cruciais no processo de ensino-aprendizagem.

Nesse contexto, faz-se necessário uma aprendizagem baseada em métodos interrogativos que, segundo Ferro (1993) é um método de ensino que promove a aprendizagem pela auto-descoberta, baseando-se em perguntas abertas que estimulem o raciocínio do aluno. O professor faz perguntas aos alunos individualmente, fomentando o diálogo entre o professor e cada um dos alunos, evitando o isolamento de um aluno. Através do encadeamento lógico de questões, o professor contribui para que o aluno descubra o

objetivo da aprendizagem, tornando a participação do aluno na construção da própria aprendizagem mais significativa.

Ademais, um conhecimento deve ser assimilado, esse, seria o das ligações químicas e suas relações intramoleculares que, de acordo com Silva (2015, p. 22), uma das maiores dificuldades no ensino de química, tanto em nível de graduação como no ensino médio, é a visualização tridimensional das moléculas, quando o tema "geometria molecular" é abordado. Esse problema acaba se refletindo em outras disciplinas e/ou áreas, como a Biologia Molecular, uma vez que o comportamento químico e bioquímico das moléculas depende de seu arranjo estrutural/espacial. Portanto, a dificuldade dos discentes está relacionada à compreensão das interações intramoleculares e à visualização das moléculas em três dimensões.

A assimilação é um dos processos fundamentais da teoria de Piaget (1941) e consiste em "retirar do objeto de conhecimento algumas informações e retê-las, e são essas informações, e não todas, e nem outras que são retidas porque existe uma organização mental a partir de estruturas já existentes" (SILVA, 2010, p. 3). Em outras palavras, a assimilação é o processo pelo qual o indivíduo incorpora novas informações ao seu conhecimento prévio, utilizando as estruturas mentais que já possui.

No entanto, nem sempre as novas informações se encaixam perfeitamente nas estruturas mentais existentes, o que pode gerar um desequilíbrio cognitivo. É nesse momento que entra em cena a acomodação, que consiste em "modificar as estruturas mentais para que elas possam acomodar as novas informações" (SILVA, 2010, p. 4). Ou seja, a acomodação é o processo pelo qual o indivíduo ajusta suas estruturas mentais para incorporar novas informações que não se encaixam perfeitamente no conhecimento prévio.

Ainda segundo Piaget (1941, p. 42, apud, SILVA, 2010, p. 25) afirma que "na assimilação e acomodação se pode sem mais reconhecer a correspondência prática daquilo que serão mais tarde a dedução e a experiência", ou seja os alunos, com conhecimentos internalizados ao indivíduo, ele pode levar a seu componente pessoal e facilitará o entendimento interdisciplinar.

A educação segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) é um direito de todos e é uma prática que envolve questões sociais, os quais visa a proporcionar habilidades e

competências para a vida como um todo, pois ela visa instruir costumes e valores em seu sentido amplo.

A LDB e a Lei 9394/96, no seu artigo 1º, destaca que a educação abrange os processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais (LDB, 2010, apud PONTES, 2014).

Para as instituições de ensino, propor meios que proporcione a interação entre as comunidades de um modo geral, enfatiza a importância da educação em seu sentido amplo, como as interações socioculturais. Para Piaget (1972/1973, p. 32 apud BECKER, 2019) “O ideal da educação não é aprender ao máximo, maximizar os resultados, mas é antes de tudo aprender a aprender, é aprender a se desenvolver e aprender a continuar a se desenvolver depois da escola”.

O Ministério da Educação exerce, nesse contexto, sua função de coordenação federativa, tendo como desafio estimular que as formas de colaboração entre os sistemas de ensino sejam cada vez mais orgânicas, mesmo sem que as normas de cooperação ainda estejam regulamentadas (BRASIL, 2014).

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), 9394/96, no seu artigo 13, incisos III e IV os docentes são incumbidos de zelar pela aprendizagem dos alunos e estabelecer estratégias de recuperação para os alunos de menor rendimento (BRASIL, 2017).

No tocante às estratégias de ensino para permitir aos discentes a possibilidade de recuperar o entendimento dos conteúdos, a utilização de ferramentas didáticas, proporciona a aprendizagem com mais coerência e avidez, aos diversos conteúdos apresentados no dia a dia.

A educação não se caracteriza como um processo finito de construção do saber, as ideias de Piaget reforçam o caráter construtivo da educação, sendo esta permeada ao longo de toda a vida. É aprendendo a aprender que o aluno se torna capaz de desenvolver instrumentos de compreensão que o leva a entender o papel que desempenha em uma sociedade (CHAVES, et. al., 2021) Ensino de Química em áreas afins.

O ensino em seu amplo sentido é uma forma de transmissão de conhecimento que pode ter uma abordagem tradicional, construtivista e outros, de modo a assegurar a

aprendizagem de conteúdos básicos, seja da leitura, da matemática e da ciência, por exemplo, durante o processo ensino-aprendizagem.

Para o ensino de química a utilização de ferramentas didáticas, com destaque os modelos moleculares, possibilitam a visualização física e tridimensional das moléculas apresentadas nos conteúdos de diversas disciplinas, como moléculas orgânicas, o DNA e outras, permitindo o discente o entendimento através da contextualização abordada em outras áreas, principalmente.

Na disciplina de química, os discentes de um modo geral, apresenta uma defasagem dos conteúdos, dificultando a contextualização do ensino-aprendizagem e desestimulando-os a ter o interesse e participação nas atividades do cotidiano, principalmente com áreas afins.

Segundo Almeida et al., (2020, apud NICOLETTI, et. al., 2023), ministrar os conteúdos de forma contextualizada, desperta no aluno o desejo por entendimento dos temas pautados, assim o aprendizado se torna significativo, pois o aluno visualiza sua aplicabilidade. Bigolin, et al., (2020, apud NICOLETTI, et. al., 2023) também aborda a importância da contextualização dos conhecimentos, pois ao contrário, dificulta ao aluno correlacionar os conhecimentos e entender de forma efetiva.

Ressalta-se ainda, que muitos discentes escutam as pessoas falarem que a disciplina de química é muito difícil e chegam às instituições com essa mentalidade impregnada em seu subconsciente, tornando um desafio muito maior para os docentes.

No entanto, como em todas as disciplinas, os conteúdos apresentados na Química e áreas afins iniciam-se por uma evolução de fatos ordenados num segmento cronológico, e que estão organizados em temáticas ou problemas a serem pesquisados. Estas ideias são embasamento para a busca de teorias norteadoras para a formação profissional ou acadêmica no que diz respeito, principalmente, ao uso dos recursos didáticos, sobretudo as aulas práticas em laboratório (SOUSA 2013).

A química é uma das ciências que faz parte da vida e envolve o cotidiano de todos os seres humanos, por isso é tão importante estudá-la, e especificamente, no que se refere ao ensino de ciências e em particular ao ensino de Química, observa-se que a construção de novas metodologias de ensino para promover a construção de forma ativa pelo aluno do seu próprio conhecimento por meio da investigação e pesquisa é restrita na área da química e

explora-se minimamente a formação de um pensamento químico e de um pensamento voltado para visualização prática, o que propõe dificuldades dos alunos em construir modelos (FRANCO NETO; SILVA, 2006, apud LIMA FILHO et. al., 2011).

O ensino de química não é exatamente complexo ao discente, que tem a possibilidade de interagir através das diversas ferramentas didáticas a serem utilizadas nas aulas, essas ferramentas permitem inclusive o discente a ter liberdade e senso crítico para discernir acertos e erros durante as ações do cotidiano.

Ressalta-se ainda, que muitos professores estão habituados a métodos de ensino que visam apenas cumprir com os conteúdos programáticos sem se preocuparem com o entendimento dos alunos, sendo que o professor é responsável também pelo aprendizado dos discentes, por isso, ele deve se preocupar com o nível de aprendizagem, buscando identificar onde estão as maiores dificuldades e a partir disso criar alternativas de ensino para facilitar e propiciar o entendimento dos conteúdos.

O trabalho fundamenta-se no entendimento e na busca dos conhecimentos de acordo com os temas, como a estabilidade dos elementos químicos, as propriedades físicas e químicas, isomeria, reatividade, e outros, utilizando-se ferramentas economicamente viáveis. Ressalta-se ainda, que a confecção deste recurso didático como metodologia ativa permite o discente, o entendimento dos conteúdos, proporcionando uma consolidação dos saberes através da contextualização abordada.

OBJETIVOS GERAIS

Confeccionar modelos moleculares didáticos, de modo a oferecer o entendimento dos conteúdos de Química e áreas afins numa modalidade visual e espacial com materiais alternativos e de baixo custo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar um levantamento bibliográfico sobre a temática a ser trabalhada;
- Selecionar os conteúdos a serem trabalhados para a proposição visual e espacial das moléculas;
- Confeccionar os modelos moleculares de acordo com o átomo, distinguindo em cores, utilizando materiais de fácil acesso e baixo custo;
- Trabalhar os ângulos a serem propostos para a montagem da molécula;

- Aplicação dos modelos moleculares propostos em sala de aula.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho está pautado na confecção de modelos moleculares, a partir de materiais de baixo custo, de modo a proporcionar ferramentas didáticas aos discentes o qual permitirá um entendimento mais acessível dos conteúdos ministrados.

Para a confecção dos modelos moleculares como recurso didáticos, será utilizado:

1. Massa de biscuit para a modelagem das peças;
2. Tinta para tecido a base de água para a identificação dos elementos, conforme Quadro 1;
3. Hastes flexíveis para a composição das ligações;
4. Transferidor para aferir os ângulos de ligação;
5. Massinha de modelar para o esboço inicial por parte dos alunos;
6. Alfinetes para as ligações entre hidrogênio e carbono.

Para a montagem dos modelos moleculares, utilizamos massa de *biscuit* para os átomos, onde a massa é feita com amido de milho, água e cola no fogo baixo;

Na ocasião, tentamos usar também a palha de bananeira e aglutinante, mas, por motivos de higiene, não utilizamos por risco de fungos nos modelos.

Com o *biscuit* feito, fazemos as bolinhas para que fiquem em forma de átomos, como demonstrado na figura abaixo;

Figura 1 - Átomos de Fósforo e Carbono



Fonte: Próprio autor

Em seguida, utilizando um transferidor os ângulos de ligação para cada átomo deverão ser marcados, como sugerem suas nuvens eletrônicas; destaca-se ainda, que para cada átomo e tipo de ligação há um ângulo específico.

Para furar os modelos propostos, será utilizado parafuso, após a marcação dos ângulos, de acordo com o diâmetro da haste flexível para a montagem da estrutura;

Para facilitar a identificação dos átomos individualizados, a massa de biscuit será colorida, de acordo com o quadro abaixo;

QUADRO 1- Identificação dos átomos através de cores de acordo com os elementos químicos:

Elementos	Cor
Carbono	Preta
Nitrogênio	Azul
Oxigênio	Vermelha
Cloro	Amarelo
Flúor	Verde claro
Hidrogênio	Branca
Enxofre	Verde escuro
Fósforo	Púrpura

Fonte: Próprio autor

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi aplicado em sala de aula uma dinâmica, onde o professor fez uma revisão geral sobre o conteúdo de hidrocarbonetos através de um mapa mental e dos desenhos das moléculas em forma estrutural plana;

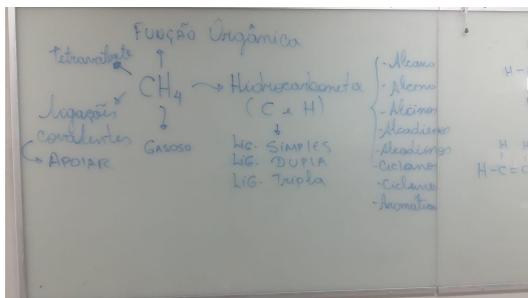


Figura 2 - Mapa mental

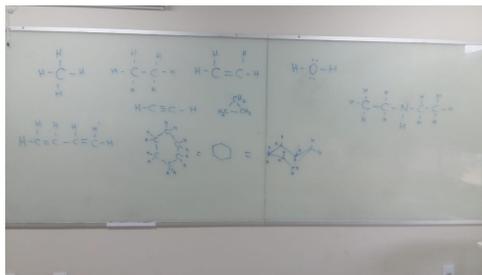


Figura 3 - Formas moleculares estruturais planas

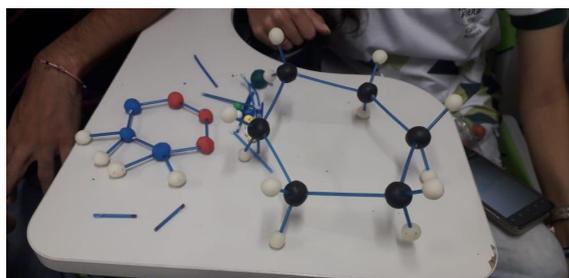
Após a revisão, os alunos começaram a representar as formas moleculares, primeiro na massinha de modelar para um esboço e depois no modelo tridimensional no *biscuit* para um melhor entendimento da geometria molecular:



Figura 4 - Alunos fazendo o esboço das moléculas com a massa de modelar e com os modelos tridimensionais

Uma das dificuldades encontradas pelos discentes foram montar moléculas cíclicas, principalmente a molécula do cicloexano que possui o formato de hexágono, que é comumente apresentado aos discentes e que não apresenta estabilidade em manter o seu formato, devido ao ângulo de ligação, como pode ser observado abaixo:

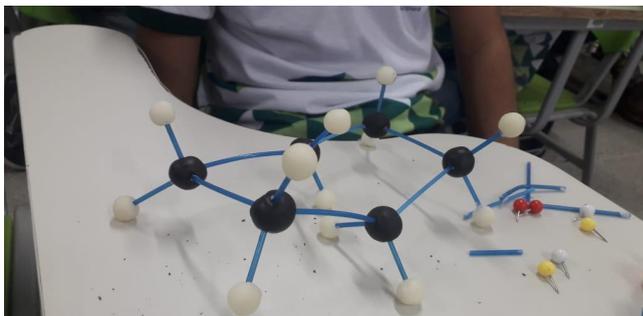
Figura 5 - Forma errada do ciclohexano na forma geométrica



Fonte: Próprio autor

Tendo em vista a dificuldade da montagem da molécula, desenhou-se a molécula do cicloexano no formato e cadeira no quadro para servir como um guia e monitoramento, a forma de como os alunos devem modelar a estrutura correta.

Figura 6 - Ciclohexano na forma geométrica



Fonte: Próprio autor

As opiniões dos alunos sobre a aula foram positivas, relatando que o ensino e o entendimento de como a química orgânica e a bioquímica podem ser divertidas se representadas através de modelos palpáveis e coloridos, o que anteriormente era só escrito no papel.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de recursos como modelos moleculares é fundamental para auxiliar os estudantes na compreensão de conceitos complexos, como a visualização tridimensional das moléculas. No entanto, a falta de acesso a essas ferramentas devido a seus custos elevados representa um desafio significativo para muitas instituições de ensino.

Destacamos a importância da abordagem construtivista da educação, que envolve o aprendizado ativo dos alunos, incentivando a busca pelo conhecimento e a contextualização dos conteúdos apresentados. Também ressaltamos a necessidade dos docentes adotarem métodos de ensino que promovam a compreensão real dos alunos, em vez de simplesmente cumprir os conteúdos programáticos.

A educação é vista como um processo contínuo ao longo da vida e o papel das instituições de ensino é preparar os alunos não apenas para adquirir conhecimentos, mas também para aprender a aprender e se desenvolver de forma autônoma. Além disso, a educação deve ser acessível a todos, promovendo habilidades e competências para a vida em sua totalidade.

Através do lúdico e de metodologias ativas, as moléculas podem ser visualizadas de forma correta, o contexto dos espaços tridimensionais, bem como, a nuvem eletrônica dos átomos, de forma pedagógica, de modo que o aluno entenda o conteúdo, que, por sua vez, é tido como difícil, simplificando através da utilização de modelos moleculares.

A maior dificuldade dos alunos foi montar moléculas cíclicas, principalmente a molécula cicloexano, mas após orientação, eles conseguiram montar a molécula com facilidade.

Para tanto, enfatizamos a importância das ferramentas didáticas, da abordagem construtivista da educação e da acessibilidade à educação como componentes essenciais para melhorar a qualidade do ensino de Química, Bioquímica e Química Orgânica e outros.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará Campus Acopiara pelo incentivo à divulgação da pesquisa.

REFERÊNCIAS

FERRO, A. (1993). Métodos e Técnicas Pedagógicas, coleção formar pedagogicamente, nº 23. Lisboa : Artes Gráficas, LDA.

BECKER, F. PIAGET & FREIRE; EPISTEMOLOGIA E PEDAGOGIA. SCHEME, **Revista eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genética**. Volume 11, Número Especial/2019 - <https://doi.org/10.36311/1984-1655.2019.v11esp2.03.p25>. www.marilia.unesp.br/scheme.

BRASIL. **Ministério da Educação / Secretaria de Articulação com os Sistemas de Ensino (MEC/SASE)**, 2014. Acesso em 17/04/2023, disponível em <http://portal.mec.gov.br/secretaria-de-articulacao-com-os-sistemas-de-ensino--sase/apresentacao>.

BRASIL. **LDB: Lei de diretrizes e bases da educação nacional**. – Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2017. Acesso em 17/04/2023, disponível em https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/529732/lei_de_diretrizes_e_bases_1ed.pdf

CHAVES, D. C.; SILVA, A. P. da; CHAVES, F. T.; PONTES, R. P.; FERNANDES, A. P. S. Confeção de modelos moleculares a partir de materiais alternativos e de baixo custo como proposta pedagógica para o ensino da química. Metodologias, práticas e inovação na educação contemporânea, Volume 1. Rio de Janeiro, RJ: **e-Publicar**, 2021.

LIMA FILHO, F. S.; DA CUNHA, F. P.; CARVALHO, F.; SOARES, M. F. C. A importância do uso de recursos didáticos alternativos no ensino de química: uma abordagem sobre novas metodologias. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.12; 2011, pág. 5.

NICOLETTI, A. M.; LORO, V. L. CORRÊA, G. C. Percepção de graduandos de Química e Biologia sobre o ensino e aprendizagem da Bioquímica. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 3, e29912340838, 2023.



PONTES, M. R. **Utilização do lúdico na Química do 1º ano do Ensino Médio aliado à Educação Ambiental.** Monografia (Graduação) – Curso de Licenciatura em Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão - Campus Zé Doca, 2014.

Ângelo Afonso Ferreira Sousa; Maria Andréia Pereira da Silva. Layanne Lira Lopes. Mervanice dos Santos Machado. Davina Camelo Chaves. **MINICURSOS DE MODELOS MOLECULARES: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO A PARTIR DE MATERIAIS ALTERNATIVOS E RECICLÁVEIS.** In: **65ª Reunião Anual da SBPC.** 2013.