



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CAMPUS DO AGRESTE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
CURSO DE QUÍMICA - LICENCIATURA



JAMELLI LARANGEIRA GOMES DA SILVA

**APORTES DO USO DE MODELOS MOLECULARES NO ENSINO DA
BIOQUÍMICA NO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO**

Caruaru
2022

JAMELLI LARANGEIRA GOMES DA SILVA

**APORTES DO USO DE MODELOS MOLECULARES NO ENSINO DA
BIOQUÍMICA NO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Química.

Área de concentração: Ensino (Química)

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Lima Guimarães

Caruaru

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Silva, Jamelli Larangeira Gomes da.

Aportes do uso de modelos moleculares no Ensino da Bioquímica no 3º ano do Ensino Médio / Jamelli Larangeira Gomes da Silva. - Caruaru, 2022.

61 : il., tab.

Orientador(a): Ricardo Lima Guimarães

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Química - Licenciatura, 2022.

Inclui referências, apêndices.

1. Sequência didática. 2. Modelos físicos moleculares. 3. Ensino de Bioquímica. 4. Proteínas. I. Guimarães, Ricardo Lima. (Orientação). II. Título.

370 CDD (22.ed.)

JAMELLI LARANGEIRA GOMES DA SILVA

**APORTES DO USO DE MODELOS MOLECULARES NO ENSINO DA
BIOQUÍMICA NO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Licenciatura em Química da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Química.

Aprovada em: 17 / 05 / 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Lima Guimarães (NICEN-CA)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Ana Paula Freitas da Silva (NFD-CA)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Roberto Araújo Sá (NFD-CA)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico este trabalho ao Deus criador que me concedeu inteligência, sabedoria e conhecimento para estudar e conhecer as obras de suas mãos, a toda minha família e amigos que acreditaram em mim. Este trabalho também é um fruto de vocês.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente e de maneira muito especial, agradeço a Deus por me conceder essa conquista e por me guiar durante todo o caminho do conhecimento me fazendo chegar até aqui muito feliz e contente pelo objetivo alcançado e a Nossa Senhora que nunca me desamparou e que colocou seu vosso poderoso manto sagrado sobre mim, me protegendo e me ensinando as virtudes da paciência, prudência, fé e esperança para que eu pudesse alcançar meu objetivo enraizado na ética, respeito e dignidade.

Também agradeço de forma especial a minha família, a minha mãe Josélia Laranjeira e meu pai José Gomes por me proporcionar todo o apoio e dedicação na minha caminhada de vida pessoal, e também na acadêmica, ajudando-me a alcançar e realizar sonhos.

Agradeço aos meus amigos que sempre me apoiaram nos momentos mais difíceis da caminhada acadêmica, por me incentivar a sempre seguir em frente, por me ajudarem a dar um passo de cada vez até chegar ao objetivo. E a todos os professores da UFPE que fizeram parte da minha formação acadêmica, pessoal e que foram essenciais nessa etapa, me ajudando ser uma pessoa melhor e um profissional qualificado, crítico e reflexivo presando sempre pelo melhor para todas as pessoas com que eu encontrar na vida com respeito, cortesia e educação. Além disso ao orientador deste trabalho Prof. Dr. Ricardo Lima Guimarães por me auxiliar no desenvolvimento e pela confiança depositado em mim, pela paciência e conhecimento ensinados que sem eles esse trabalho não seria possível.

Obrigado a todos!

RESUMO

O presente trabalho aborda a contribuição do uso de modelos físicos moleculares no ensino da Bioquímica para alunos do terceiro ano do Ensino Médio, por meio de uma sequência didática. Analisa se há contribuições desse instrumento pedagógico na aprendizagem dos estudantes, relacionando conceitos químicos e biológicos, analisando estruturas moleculares, interações e influência que arranjos conformacionais têm na atividade biológica das proteínas e nas suas funções dentro das células, associando com a vida do estudante. Embora os modelos moleculares sejam um dos materiais didáticos disponíveis, eles têm sido pouco utilizados no ensino e sua aplicação fica restrita apenas à representação de geometria moleculares. O não uso desses instrumentos na abordagem de assuntos como o de proteínas, na Bioquímica, pode interferir no desenvolvimento dos estudantes fazendo com que eles não desenvolvam uma boa abstração e por consequência fazendo com que as dificuldades se tornem maiores no aprendizado. Este trabalho foi desenvolvido com alunos do terceiro ano do ensino médio de uma Escola da rede estadual de Ensino do município de Belém de Maria – PE. Para avaliar as contribuições do material didático desenvolvido e o aprendizado dos alunos, foi realizada uma pré-análise de forma oral antes do conteúdo e aplicado um questionário depois do assunto abordado. Isso ocorreu por meio de texto apoio e representações usando os modelos moleculares. Os resultados obtidos desse trabalho apontam para as contribuições do uso dos modelos físicos moleculares em promover de forma dinâmica, alternativa, com um melhor entendimento do assunto e uma melhor compreensão do conteúdo abordado. Logo, o uso de modelos físicos moleculares é um excelente instrumento didático para tornar um conteúdo considerado muito abstrato, fora da imaginação dos estudantes, em algo “visível/real” dando a eles uma percepção palpável do que acontece no mundo molecular, submicroscópico e sua influência na vida como um todo.

Palavras-chave: Sequência didática. Modelos físicos moleculares. Ensino de Bioquímica. Proteínas.

ABSTRACT

The present work approaches the contribution of the use of molecular physical models in the teaching of Biochemistry to students of the third year of High School, using a didactic sequence. It analyzes whether there are contributions of this pedagogical instrument in student learning, relating chemical and biological concepts, analyzing molecular structures, interactions and influence that conformational arrangements have on the biological activity of proteins and their functions within cells, associating with the student's life. Although molecular models are one of the available teaching materials, they have been little used in teaching and their application is restricted only to the representation of molecular geometry. The non-use of these instruments in the approach of subjects such as proteins, in Biochemistry, can interfere with the development of students, causing them not to develop a good abstraction and, consequently, causing difficulties in learning to become greater. This work was developed with students of the third year of high school from a State School of Education in the city of Belém de Maria - PE. To evaluate the contributions of the developed teaching material and the students' learning, an oral pre-analysis was carried out before the content and a questionnaire was applied after the subject studied. This occurred through supporting text and representations using molecular models. The results obtained from this work point to the contributions of the use of molecular physical models in promoting dynamically, alternatively, with a better understanding of the subject and a better understanding of the content covered. Therefore, the use of molecular physical models is an excellent didactic tool to turn a content considered very abstract, out of the students' imagination, into something "visible/real", giving them a palpable perception of what happens in the molecular, submicroscopic world and its influence on life as a whole.

Keywords: Didactic sequence. Molecular physical models. Teaching Biochemistry. Proteins.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	OBJETIVOS	12
2.1	OBJETIVO GERAL	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3	REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1	O ENSINO DE BIOQUÍMICA.....	13
3.2	ASPECTOS GERAIS DAS PROTEÍNAS	16
3.3	SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	22
3.4	USO DE MODELOS MOLECULARES NO ENSINO.....	25
4	METODOLOGIA.....	29
4.1	SUJEITOS E CAMPO DA PESQUISA	30
4.2	COLETA DE DADOS.....	30
4.2.1	Etapas da Sequência Didática (SD).....	31
4.3	ANÁLISE DE DADOS.....	34
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
5.1	ANÁLISE INICIAL DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	36
5.2	PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES SOBRE O USO DO MODELO MOLECULAR	39
6	CONCLUSÃO.....	52
	REFERÊNCIAS.....	53
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO	59

1 INTRODUÇÃO

A bioquímica é uma área da ciência que promove a compreensão de fenômenos que ocorrem nos seres vivos e na natureza de maneira geral. Sendo formada pela relação entre a química e a biologia, disciplinas que necessitam ser entendidas microscopicamente para explicar muitos fenômenos que ocorrem nos sistemas vivos já que as células são minúsculas e as reações químicas acontecem a nível atômico ou subatômico dentro das células. (GOMES; RANGEL, 2006, p.162).

Já é sabido que os estudantes têm a química e a biologia como disciplinas difíceis de serem entendidas e relacionada uma com outra, o que torna, possivelmente, ainda mais difícil para eles assimilarem o conhecimento passado por essa relação criando assim uma barreira. Além disso, é comum o ensino de química orgânica ser considerado muito abstrato e complexo. Os alunos não conseguem visualizar no espaço tridimensional os fenômenos e os compostos descritos de forma teórica, criando assim uma barreira para o aprendizado do conteúdo (LIMA; NETO, 1999). Isso conseqüentemente reflete na bioquímica, já que é uma área que usa de maneira específica a química orgânica para estudar fenômenos e reações nos seres vivos. Essa dificuldade no aprendizado torna mais evidente o dever de se ter uma boa compreensão entre as duas áreas para que o estudante tenha possibilidade para assimilar e estruturar o conhecimento de um fenômeno (GOMES; MESSEDER, 2013).

A fim de solucionar esse problema, são utilizadas estratégias que ajudam a mediar, estimular o pensamento dos alunos, desenvolver habilidades e a reduzir os obstáculos causados pelas dificuldades de entendimento do assunto. Contudo, muito ainda precisa ser desenvolvido em termos de materiais didáticos relacionando à bioquímica para estudantes da graduação e Ensino Médio (GOMES; MESSEDER, 2013 apud PORTO et al., 2020).

Métodos diversificados têm, com isso, uma relevância ímpar no ensino (PORTO *et al.* 2020). Isso torna o ensino mais inovador em termos de abordagem de conteúdo devido ao uso de diferentes tipos de materiais didáticos e metodologia.

Para Lev Vigotsky (1896-1934) (DANTAS, 2018), o aprendizado acontece por intermédio do professor, tornando seu papel ativo na construção do conhecimento. Isso é importante porque o professor pode buscar estratégias pedagógicas que ajudem o estudante a progredir na sua aquisição, construção e reconstrução de conhecimento como, por exemplo, usando os modelos físicos moleculares.

Mas, sempre há dúvidas se têm contribuições, se houverem, serão atingidas com o uso dos modelos físicos moleculares e se serão significativas para o professor adotar como uma

estratégia de abordagem para o ensino da bioquímica no Ensino Médio. Portanto, uma das alternativas usadas para auxiliar nesse processo de ensino, e abordagem da bioquímica, é o uso de modelos moleculares que, além de fácil manipulação, são acessíveis. O uso desse recurso ajuda a desenvolver habilidades que facilitam a compreensão de conceitos e a visualização tridimensional das moléculas (CRUZ, 2013). Com a sua utilização, os alunos podem entender melhor o que é abordado do assunto visto em sala, porque além de serem estimulados pela fala do professor, terão a representação visual tridimensional, já que serão ambas relacionadas.

Apesar disso, durante o Ensino Médio, e mesmo em cursos de graduação, são pouco utilizados modelos moleculares nas representações, dificultando e exigindo bastante a interpretação de estruturas tridimensionais e rotacionais das moléculas, o que torna a assimilação mais complexa para o estudante.

Para Rios (2012, p. 7), a utilização de modelos moleculares no ensino “é importante para tentar aproximar o conhecimento químico da realidade dos alunos, proporcionando uma melhor visualização tridimensional, de modo a favorecer o processo de ensino-aprendizagem”. Com isso, o estudante pode desenvolver melhor suas habilidades e raciocínio, melhorando assim sua capacidade de assimilação e compreensão do conteúdo.

No entanto, o uso de materiais didáticos, como os modelos físicos moleculares, deve favorecer a didática do professor ajudando-o no processo de ensino. Nérici (1968) diz que esses instrumentos didáticos utilizados devem ser adequados para os assuntos abordados em sala, que devem ser fáceis de manipular e que apresentem um bom funcionamento (OLIVEIRA, 2012). Mas, pode acontecer que o uso desses modelos não favoreça o ensino se não utilizados de maneira coerente com o que se deseja. Segundo Oliveira (2012), os materiais didáticos devem ser usados e terem as seguintes finalidades: aproximar o aluno da realidade do que se quer ensinar, motivar a aula, facilitar a compreensão dos fatos e conceitos, concretizar e ilustrar o que está sendo exposto verbalmente, auxiliar a fixação da aprendizagem pela impressão mais viva e sugestiva que o material pode provocar.

É importante, contudo, saber se há contribuições significativas no uso de modelos físicos moleculares na abordagem da bioquímica para que assim professores tenham em mente, ou em mãos, um material que forneça o auxílio esperado para suas turmas de modo que seu uso possibilite o alcance dos objetivos propostos pelo professor.

De acordo com Souza e Neves (2006, apud PORTO, 2020, p. 1),

É reconhecida a relevância da diversificação de materiais e métodos pedagógicos para o ensino da bioquímica. Métodos como periódico científicos, hipertextos, hipermídia [...] materiais didáticos que abrangem as tecnologias de informação e comunicação

(TIC). Porém, as contribuições do uso de modelos moleculares ainda são pouco conhecidas por profissionais da área de ensino.

Diante dessa percepção e necessidade, a construção desse trabalho teve como um dos objetivos principais apontar as contribuições do uso de modelos moleculares físicos no ensino da bioquímica, no Ensino Médio, descrevendo, analisando e compreendendo a importância e a contribuição desse instrumento que pode ajudar a mediar o conhecimento científico exposto pelo educador dentro da sala de aula. Tentando amenizar as dificuldades encontradas pelos estudantes em relação a compreensão da Bioquímica, de maneira mais específica, com o conteúdo de Proteínas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Abordar, a partir de uma sequência didática envolvendo modelos físicos moleculares, o conteúdo de proteínas em uma turma de Ensino Médio de uma escola pública da cidade de Belém de Maria – PE.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar se o uso de modelos moleculares é importante na abordagem do conteúdo de proteínas alunos do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública de referência na cidade de Belém de Maria – PE.
- Avaliar se há contribuições para o ensino de proteínas a partir do uso de modelos físicos moleculares em uma escola pública de referência em Ensino Médio na cidade de Belém de Maria – PE.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O ENSINO DE BIOQUÍMICA

Durante praticamente todo Ensino Médio, a bioquímica é vista pelos estudantes, mesmo que eles não a conheçam por essa terminologia (AZEVEDO, 2017), principalmente na área da biologia, em que se tem um contato maior que a área de química, pois o funcionamento da célula está relacionado a reações químicas. A bioquímica é abordada de maneira normalmente isolada com apenas exposição de conteúdo, situação que não deveria acontecer, já que ela é formada pelos conhecimentos de ambas as ciências, a Química e a Biologia, fazendo-se necessário relacionar uma área com a outra de maneira que os estudantes possam entender sua devida importância de estudo e isso pode refletir na formação dos alunos que ingressam em uma universidade e que tenham no perfil curricular essa disciplina.

Por outro lado, os estudantes reconhecem que no Ensino Médio tiveram dificuldades nas disciplinas principalmente em Química e Biologia e como consequência esse problema influencia no ensino e aprendizagem da Bioquímica. Corroborando, cerca de 21,4% dos estudantes que chegam à universidade em cursos que tem a Bioquímica como disciplina na grade curricular do curso são reprovados na disciplina isso por causa da deficiência no ensino médio (ANDRADE *et al.*, 2017).

Essas dificuldades enfrentadas pelos estudantes da graduação e no Ensino Médio ocorrem devido à abordagem que o professor utiliza para trabalhar com os estudantes. Um dos métodos que pode ser utilizado por professores é o usar de representações para facilitar as assimilações do conhecimento o que ajudaria a melhorar a percepção e cognição dos estudantes no nível abstrato com representação de situações futuras ou não vivenciadas de maneira prática e observável a olho nu. O psicólogo Lev Vigotsky chama esse processo de “funções psicológicas superiores”.

Segundo DANTAS (2018, p.22)

Vigotsky refere-se [...] as “funções psicológicas superiores”, as quais caracterizam o funcionamento psicológico humano, como, por exemplo, pensamento abstrato, raciocínio dedutivo e utilização de representações simbólicas [...] A capacidade que o ser humano possui de pensar em fatos não vivenciados ou idealizar ações futuras, dentre outros, são considerados “superiores [...].

Trabalhar a bioquímica de maneira individual e sem representações físicas ou virtuais pode afetar de maneira significativa o processo de aprendizagem dos estudantes. Estas

estimulam funções psicológicas superiores e o desenvolvimento abstrato facilitando a compreensão do(s) assunto(s) ou tema(s) abordado(s).

E como mediador, o professor deve encontrar meios, novas metodologias e novas abordagens para o assunto, que tenham aplicações no dia a dia dos estudantes (CALIL, 2009). Mas, há também o uso de materiais didáticos que fornecem ao professor um leque de possibilidades de abordagens e métodos que favorecem a aprendizagem do estudante fazendo com que ele desenvolva uma compreensão melhor sobre a bioquímica.

Comumente vemos professores usando o livro didático com uma frequência maior do que outros instrumentos isso deve-se por vários fatores como, por exemplo, melhor adaptação do professor, confortabilidade entre outros, mas poderia ser trabalhado, também, mais com representações mesclando, assim, o modo de desenvolvimento da aula com estratégias diferente. Segundo Junior (2007) em algumas situações podem ser a única alternativa para se recorrer e, com certeza, para nortear o trabalho em sala de aula. E isso é visto desde sempre e na grande maioria das escolas, principalmente na rede pública, por motivos diversos.

De acordo com Henriques (2016), algumas metodologias alternativas para o ensino de bioquímica, como o emprego de analogias, têm sido importantes para facilitar e simplificar a aprendizagem de conceitos. É importante ter cuidado ao simplificar conceitos porque pode haver deturpação do conceito fazendo com que ele perca o sentido. Junior (2007) diz que os livros de química que abordam a bioquímica trazem consigo erros e equívocos conceituais e que a apresentação da bioquímica como ciência e sua importância atualmente é insatisfatória. Embora exista críticas sobre o livro didático, como mostrado anteriormente, ele é um excelente instrumento para abordagem de conteúdos e uso em sala de aula e quando o professor sabe trabalhar bem com ele a aquisição e desenvolvimento do conhecimento são fantásticos levando o estudante a desenvolver muito bem sua cognição.

Mesmo que os livros não tragam uma contextualização que agrade todos os professores, eles colaboram de forma significativa para os conteúdos sejam aprendidos. Porém o uso dele será significativo se o professor o trabalhar bem na sua aula, caso contrário ele será um tanto quanto ineficaz para o ensino, ou seja, o livro será um bom instrumento se o professor souber trabalhar bem com ele, mesmo que, como diz Correia (2004), os conteúdos sejam abordados de maneira fragmentada provocando fracionamento do conhecimento. Para Morin (2002 apud CORREIA, 2004), a relação entre o conhecimento de disciplinas diferentes é prejudicada. Com isso a discussão sobre assuntos mais complexos, como as questões ambientais e os problemas de saúde torna-se mais difícil e quando essa abordagem é voltada para moléculas, a dificuldade aumenta. Isto porque, além da relação interdisciplinar, é exigido dos estudantes um nível de

abstração considerável para que seja possível entender os fenômenos observados em Biologia, mas que são explicados pela química por meio de reações químicas como, por exemplo, desnaturação proteica, produção de energia ou até mesmo a conformação das proteínas e suas funções metabólicas no organismo. Portanto, é interessante estimular a visão espacial e tridimensional do estudante na Bioquímica, e nas ciências como um todo, para que ele comece a entender as representações de forma satisfatória elevando seu entendimento do que está sendo exposto pelo professor em sala aumentando sua abstração e diminuindo as dificuldades no entendimento. Como diz Como diz MACHADO *et al.*, (2010 apud BARBOSA, (2012, p. 197).

A bioquímica requer o uso de abstração e imaginação para compreensão e descrição de fenômenos que acontecem a nível molecular, porque é difícil representar esses fenômenos moleculares usando apenas instrumentos tradicionais e que são amplamente utilizados no cotidiano escolar.

É preciso inserir outros instrumentos de abordagem no ensino da Bioquímica, como os modelos físicos moleculares, além dos usados comumente pelos professores da rede de ensino, tornando a disciplina mais dinâmica e estimulando a imaginação e abstração dos estudantes. Contextualizando e relacionando tanto a química quanto a biologia de maneira simultânea durante a análise dos fenômenos em aula, fazendo com que a disciplina seja ofertada de maneira interativa aos estudantes.

A bioquímica é abordada no Ensino Médio de forma rápida, sucinta e compacta, fazendo com que os estudantes não adquiram um conhecimento desejável sobre tal. De maneira geral é trabalhada apenas em tópicos de conceitos sem ou com poucas representações de estruturas moleculares ou das representações dos fenômenos sendo avaliada com um conteúdo que foi mais bem trabalhado.

Segundo FREITAS (2006, p.1),

O ensino de bioquímica no ensino médio é muito discreto – diria até que essa disciplina, como tal, não é apresentada aos alunos e os conceitos bioquímicos são apresentados em tópicos de química ou de biologia. O próprio professor não tem consciência disso, portanto não esclarece ou situa os temas apresentados. Quanto ao aprendizado, sempre o avalio como sendo superficial.

A bioquímica é uma parte da ciência que necessita, assim como outras, de (re)apresentações que facilite o processo de aprendizagem dos estudantes. Apresentá-la por tópicos e sem representações moleculares ou sem representações de fenômenos perpetua o não entendimento dos estudantes sobre as funções de fenômenos decorrentes das interações de macro e micromoléculas dentro do sistema. Como, por exemplo, as funções das proteínas dentro do organismo, ou sua formação composta por pequenas unidades (aminoácidos) e sua importância na manutenção da vida.

Entender como as moléculas das proteínas são constituídas é importante, assim como conhecer suas funções, sua estrutura e sua conformação. Porque isso torna mais próximo o conhecimento formal, dado pela escola, com o conhecimento informal, adquirido fora da escola no cotidiano do estudante. E faz com que o assunto abordado na sala de aula esteja presente, visivelmente, no dia a dia do estudante, dando significado ao que está sendo visto por eles.

3.2 ASPECTOS GERAIS DAS PROTEÍNAS

Para Gomes e Rangel (2006, p.162), como mesmo é definida, “a Bioquímica é uma área de estudo que aborda duas áreas de conhecimento, a Biologia e a Química, que se complementam para explicar muitos fenômenos que ocorrem nos sistemas vivos, sendo descrita como a ciência da química da vida”. Isto é, como as macromoléculas sem vida interagem entre si de maneira que a vida passar a existir da forma como à conhecemos, mostrando em termos químicos as diferentes formas de vida (JUNIOR, 2006).

Isso mostra a importância de se compreender essas duas áreas do conhecimento e suas particularidades e relacioná-las para que os fenômenos sejam entendidos de maneira satisfatória pelos alunos.

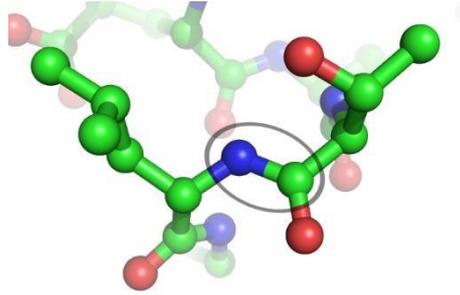
Entre as inúmeras outras estruturas que a Bioquímica aborda, as proteínas são uma das mais estudadas, porque é a partir delas que o sistema biológico funciona complexamente bem, por meio de reações químicas. Como diz a UNESP (2017, p. 1)

Também devido a sua abundância nas células que correspondem a cerca de 50% ou mais de seu peso seco, encontradas em todas as partes de todas as células, tendo funções fundamentais na lógica celular. Em virtude desta importância qualitativa e quantitativa, as proteínas têm sido largamente estudadas e seus segredos desvendados, no que diz respeito à sua síntese [...].

Ou seja, essas estruturas têm uma importância singular na vida como um todo e por isso vêm sendo, com o passar do tempo e das descobertas, da evolução da tecnologia e da ciência, estudadas e compreendidas de maneira mais precisa. Sabendo desde a sua estrutura fundamental até a formação de um ser vivo inteiro, observa-se suas funções, características e reações bioquímicas de maneira geral e específica. É com a interação dessas moléculas proteicas que a vida é estudada partindo da sua formação inicial, os aminoácidos, chegando às células onde estão as proteínas.

Podemos dizer que as proteínas são macromoléculas caracterizadas por unidades de aminoácidos unidas através de ligações peptídicas (figura 1) (LENINGHER, 2006).

Figura 1 – Representação de uma ligação peptídica (o átomo em azul é o nitrogênio amida)



Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/Peptide_bond (acesso em 08/12/2021)

Existem dezenas de aminoácidos, mas 20 são chamados aminoácidos comuns por aparecerem com maior frequência na composição das proteínas (quadro 1).

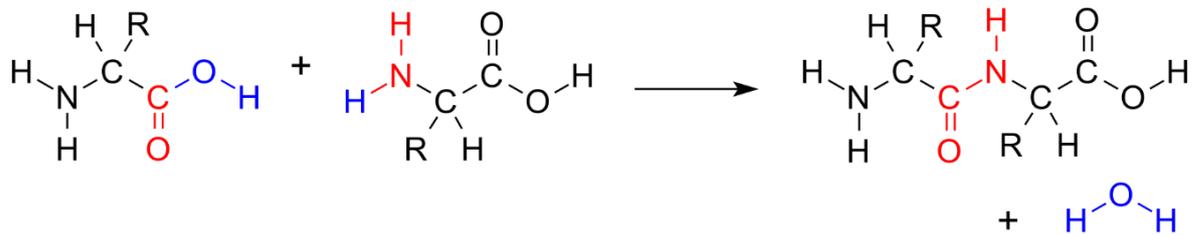
Quadro 1 - Aminoácidos comuns encontrados nas proteínas.

Aminoácido	Sigla	Aminoácido	Sigla
Fenilalanina	Phe	Ácido Aspártico	Asp
Isoleucina	Ile	Ácido Glutâmico	Glu
Leucina	Leu	Alanina	Ala
Lisina	Lys	Asparagina	Asn
Metionina	Met	Cisteína	Cys
Treonina	Thr	Glicina	Gly
Triptofano	Trp	Glutamina	Gln
Valina	Val	Prolina	Pro
Arginina	Arg	Serina	Ser
Histidina	His	Tirosina	Tyr

Fonte: Próprio Autor, 2021. (adaptado de LENINHEGHER, 2006.)

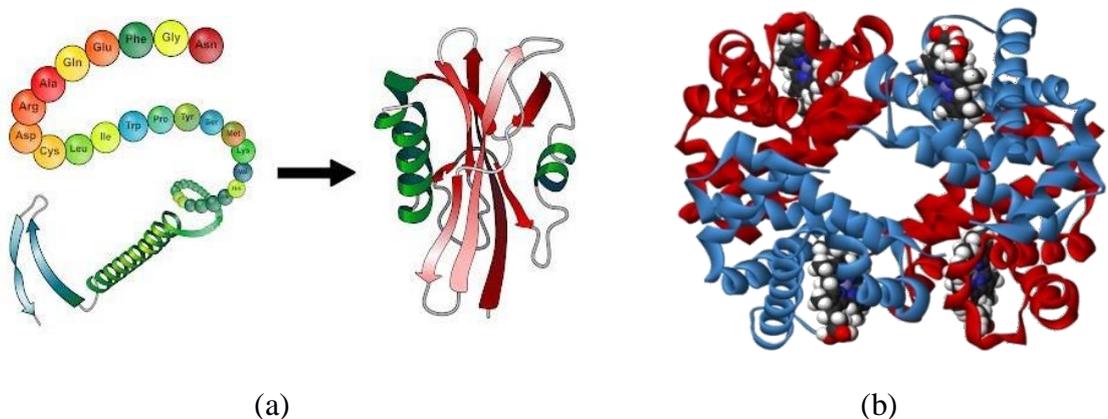
Essas unidades de aminoácidos são unidas por ligações peptídicas, ou ligações de amida (Figura 2) e dão origem às diferentes conformações espaciais que uma proteína pode assumir (Figura 3).

Figura 2 – Representação da formação de uma ligação peptídica com dois aminoácidos.



Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/Peptide_bond (acesso em 08/12/2021)

Figura 3 – Exemplos de representação de proteínas: (a) Níveis estruturais das proteínas: primária à terciária; (b) proteínas hemoglobina.



Fonte: (a) <http://zerpoi.opentronix.com/?p=953> e

(b) https://www.pngkey.com/detail/u2w7a9u2t4y3t4i1_haemoglobin-3d-ribbons-haemoglobin-3d-structure/

Os aminoácidos são moléculas orgânicas que por sua vez possuem ligado ao mesmo átomo de carbono, denominado carbono α , um átomo de hidrogênio, um grupo amina, um grupo carboxila e uma cadeia lateral “R” que é característica de cada aminoácido, diferenciando-os uns dos outros.

Segundo JUNIOR (2006, p. 1),

Essa cadeia lateral é o que difere os aminoácidos em sua estrutura, tamanho, cargas elétricas e solubilidade em água. Além de conferir propriedades físico-químicas diferentes a cada aminoácido, as cadeias laterais são também responsáveis por forças estabilizadoras, advindas de interações fracas (ligações de hidrogênio, hidrofóbicas, eletrostáticas etc.), que mantêm as estruturas conformacionais enoveladas das proteínas.

É possível notar que a cadeia lateral é quem dá a identidade do aminoácido, que por sua vez irá influenciar nas conformações/propriedades de uma proteína. Ou seja, se será polar ou apolar, se será globular ou fibrosa, se terá conformação em α -hélice ou β -folheada (figura 3a).

Os aminoácidos também são classificados em dois grupos: essenciais e não essenciais. Uma parte deles são sintetizados pelo nosso corpo enquanto outros o nosso organismo não

consegue produzir, então os adquirimos por meio do consumo de alimentos. Esses últimos são os chamados aminoácidos essenciais.

Como diz UNESP (2017, p. 1), “a metade dos aminoácidos é sintetizada pelo organismo e vai suprir as necessidades celulares; aqueles que não são sintetizados precisam estar presentes na dieta e são chamados de aminoácidos essenciais e os aminoácidos não-essenciais aqueles que são sintetizados no organismo.”

E todos esses aminoácidos sejam eles essenciais ou não confere as proteínas suas atividades/funções biológicas (quadro 2).

Quadro 2 – Características/funções de proteínas.

Algumas Principais Funções
<p>Catálise enzimática. As proteínas catalisam tanto as reações complicadas, como as simples. Ex.: replicação de todo um cromossomo.</p>
<p>Transporte e armazenamento. Moléculas e íons são transportados por proteínas específicas. Ex.: hemoglobina transporta o oxigênio nas hemácias.</p>
<p>Movimento coordenado. As proteínas são o principal componente do músculo. Ex.: Responsáveis pela flexibilidade dos músculos, contração e relaxamento.</p>
<p>Sustentação mecânica. a alta força de tensão da pele e do osso é devida à presença de colágeno. Ex.: Possibilita ao ficar sobre suas duas pernas de maneira ereta.</p>
<p>Proteção imunitária. Anticorpos são proteínas altamente específicas que reconhecem e se combinam com substâncias estranhas tais como vírus, bactérias e células de outro organismo. Ex.: Recuperação de uma infecção ou doença.</p>

Fonte: Próprio Autor, 2021. (adaptado de LENINHEGHER, 2006).

As proteínas também têm outras propriedades como, por exemplo, a solubilidade. Elas podem ser hidrossolúveis ou lipossolúveis, ou seja, podem ser solúveis em meio polar ou apolar. Essa característica vai depender da conformação da proteína.

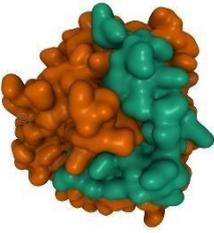
Elas quando são hidrossolúveis, têm a capacidade de se estruturar em formas compactas com o interior apolar, tornando-se solúvel em meio polar e quando, as proteínas, projetam para o interior de sua estrutura molecular, a parte polar, estas têm agora uma capacidade de interagir com o meio apolar. (CORNISO, 2009, p.30).

Essa característica que as proteínas têm de serem polares ou apolares tornam elas versáteis e importantes no sistema biológico dos seres vivos permitindo a elas obter conformações e atividades diferentes, possibilitando a capacidade de mudança de solúvel para insolúvel no meio em que se encontra tornando-a ativa ou inativa a depender do meio em que se encontram. Isto porque elas desempenham funções em todo o sistema de um ser vivo, controlando desde a produção de hormônios, a velocidade das reações bioquímicas (enzimas), e até a própria formação do DNA (ácido desoxirribonucleico), onde se encontra toda a informação genética de um ser vivo e nos lugares mais variados possíveis com funções variadas (LENINGHER, 2006).

As proteínas têm grande importância em meio biológico devido à sua grande versatilidade, conforme apontado no quadro 2. Quando uma proteína possui uma atividade, ou seja, desempenha alguma função no organismo (como a catálise, por exemplo), ela é considerada nativa. Essa função (ou funções) de uma determinada proteína pode ser alterada quando ela passar por um processo de clivagem (quebra). Quando isso acontece, ela perde a atividade, tornando-se inativa e esse processo é conhecido como desnaturação (LENINGHER, 2006). Isso se deve porque as proteínas têm diversos níveis estruturais, necessários para sua descrição espacial completa. Esses níveis estruturais são classificados como primário, secundário, terciário e quaternário (Quadro 3).

Quadro 3 – Classificação das estruturas das proteínas.

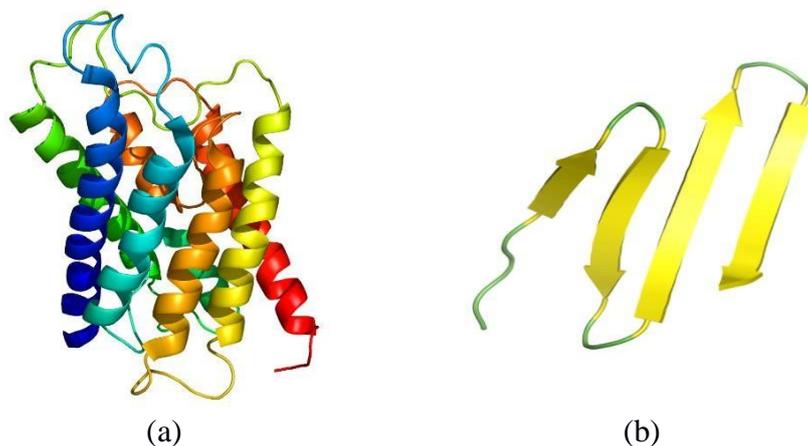
Nível estrutural	Característica	Ilustração
Estrutura primaria	Sendo formada por meio das ligações lineares entre os aminoácidos.	 (a)
Estrutura secundaria	Refere-se ao arranjo espacial de radicais de aminoácidos que estejam perto um do outro na sequência linear (estrutura primária). Algumas dessas relações estéricas são de um tipo regular, dando origem a uma estrutura periódica.	 (b)

Estrutura terciária	Refere-se a ligação entre os arranjos espacial de radicais de aminoácidos que estão próximos na sequência linear. A proteína que contém mais de uma cadeia polipeptídica em tal proteína, esta cadeia extra é denominada de subunidade.	 (c)
Estrutura quaternária	Refere-se ao arranjo espacial de subunidades e à natureza de seus contatos.	 (d)

Fonte: Próprio Autor, 2021. (adaptado de LENINHEGHER, 2006.). Figuras (a) e (b): <https://escolaeducacao.com.br/estrutura-das-proteinas/>. (c): <https://www.todamateria.com.br/estrutura-das-proteinas/>. (d): <https://pt.dreamstime.com/estrutura-quatern%C3%A1ria-da-desoxi-hemoglobina-cor-verde-alfanum%C3%A9rico-e-betachain-violeta-castanho-p%C3%BArpura-com-protoporfirina-image205790647>

Esses níveis estruturais são necessários para compreender melhor o arranjo espacial (dobramentos) que os aminoácidos podem assumir no esqueleto da proteína. Um exemplo desses arranjos pode ser visto nas conformações da estrutura secundária: a estrutura da α -hélice e da folha- β (Figura 4).

Figura 4 – Estrutura secundária de uma proteína: (a) α -hélice e (b) folha- β .



Fonte: (a) <https://oimedicina.wordpress.com/tag/proteina/> e (b) https://www.researchgate.net/figure/a-a-helix-and-b-b-sheet-secondary-structure-motifs_fig3_280986886

Compreender as estruturas proteicas e suas atividades (funções) biológicas é de extrema importância. Isto porque ao compreender seu funcionamento, entendemos como nós, seres vivos, funcionamos e isso nos proporciona uma maneira diferente de ver o mundo em que estamos inseridos e nossa relação com o mundo e conseqüentemente com as pessoas que

convivemos. Além de desenvolver o conhecimento sobre os fenômenos que ocorrem a nossa volta, principalmente aqueles que acontecem dentro das nossas células.

3.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Um método de ensino bastantes útil, mas que ainda é pouco utilizado por parte dos professores, é a sequência didática. Esta é metodologia bastante eficiente para abordagem dos mais diversos assuntos, conteúdos e temas. Ela permite ao professor desenvolver uma aula em que tenha uma maior participação dos alunos, devido às etapas que já são planejadas na sua elaboração. Além disso, se pode promover uma perspectiva mais contextualizada, aproximando o dia a dia dos alunos de maneira que fique mais interessante de se aprender e estudar.

Zabala (1998, p.18) define uma sequência didática como: “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”. Esse método dá ao professor uma organização melhor para desenvolver a aula em um tempo que pode variar de acordo com a aprendizagem do aluno e pode deixar a aula mais dinâmica e interativa.

A sequência didática é uma simples, contudo, eficaz estratégia para agrupar atividades de maneira conectadas entre si, para que em cada etapa desenvolvida sejam trabalhados os conteúdos com os alunos de maneira interligada e dinâmica favorecendo o processo de ensino-aprendizagem (OLIVEIRA, 2013).

Os dois autores supracitados informam a definição e as características da Sequência didática e de uma aula que se utiliza de sequência didática para abordagem de conteúdos, característica como a dinamização torna o engajamento dos alunos mais efetivo na aula. Entretanto, dinamizar a aula ou torná-la mais interativa/articulada não significa que os estudantes consigam processar informações muito abstratas como, por exemplo, visualizar reações bioquímicas ou visualizar estruturas de aminoácidos ou até mesmo estruturas de proteínas.

As representações usadas juntamente com a sequência didática podem proporcionar uma maior eficácia na compreensão, assimilação, visualização tridimensional de moléculas e reações bioquímicas aprimorando o processo de ensino e o método usado para abordagem no ensino. Tendo em vista o planejamento que acontece na produção dessa estratégia de ensino, o professor deve fazer algumas ponderações analisando as interações entre o professor e os alunos e entre os próprios alunos.

De acordo como Ugalde (2020, p. 3),

ao planejar uma sequência didática, também deve-se levar em conta os diálogos e as relações interativas que ocorrem dentro da sala de aula, observando as influências dos temas ou conteúdos nessas relações, bem como o papel de todos no desenvolvimento das atividades, na disposição de conteúdo, no tempo e espaço, nos recursos didáticos e na avaliação[...]

No desenvolvimento dessa estratégia de ensino, é importante que esteja tudo devidamente organizado e bem planejado para que o(s) objetivo(s) proposto(s) pelo professor seja(m) atingido(s) de maneira satisfatória e tendo êxito na realização da atividade, levando em conta o conhecimento prévio e o cotidiano dos estudantes. Uma estratégia bem definida favorece de maneira significativa a conexão e o encadeamento de temas correlatos possibilitando ligações entre áreas diferentes do conhecimento e as envolvendo em um horizonte mais amplo (UGALDE, 2020).

Um dos procedimentos que podem ser utilizados no ensino unindo a sequência didática para tentar tornar o processo de ensino mais eficiente é o uso de modelos didáticos. Eles são definidos como estruturas tridimensionais físicas/virtuais ou semi-planas (alto relevo), que são usadas com intuito para auxiliar na assimilação do conteúdo (ORLANDO, 2009 apud MORAIS, 2020). Além da própria sequência didática, que segundo Zabala (1998) é um dos procedimentos utilizados que torna mais eficiente o processo de ensino e aprendizagem. O uso de modelos didáticos físicos ou virtuais, coloridos ou não, tende, teoricamente, tentar a contribuir na aquisição do conhecimento podendo ser possível estimular os estudantes a desenvolverem o nível de abstração maior. Além de fornecer ao professor um leque de possibilidades de abordagens dos assuntos correlacionando com outras áreas do conhecimento.

Para Cabral (2020), as sequências didáticas são desenvolvidas no ensino de modo que as articulações criadas para serem aplicadas na sala de aula tem a pretensão de criar um ambiente que favoreça o compartilhamento de conhecimentos entre os estudantes. Kfourri e D'Ambrósio (2006, p.2) afirmam que no ambiente criado “os alunos partilham ideias, raciocínios, processos, estabelecem conexões, comparações e analogias, constroem conjecturas e negociam significados e desenvolvem capacidades de comunicar e argumentar”, o que favorece o processo de ensino.

Esse fato torna a sequência didática interessante para ser aplicada mais frequentemente no ensino das ciências, de modo geral, e principalmente em disciplinas como a bioquímica que necessita de um grau de abstração mais elevado para que os estudantes compreendam o conteúdo abordado. Porque ela, possivelmente, permite uma maior flexibilidade ao professor em direcionar o andamento da aula intervindo quando necessário e de introduzir modelos didáticos que possam buscar contribuir no desenvolvimento dos estudantes.

Logo, conteúdos e estratégias devem ser articulados de maneira que oportunizem o contato dos alunos com saberes, de maneira que possam estabelecer relações, entendimentos, interpretações e transformações sobre o mundo natural, social e tecnológico, compreendendo seus fenômenos e os impactos destes em nossas vidas (ZÔMPERO; LABURÚ, 2016 apud VIDRIK, 2020, p. 489). E diante dessa perspectiva atingir as competências e habilidades propostas pelo documento compartilhado (Matriz de referência ENEM) pelo Ministério da Educação (BRASIL, 2009) com eixos cognitivos comum as áreas do conhecimento, que pode ser encontrado no *site*¹, que é seguido e usado pelas redes de ensino pública do estado (Quadro 4).

Quadro 4 – Resumo das competências e habilidades (BNCC)

Competências	Habilidades
Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.	Avaliar propostas de intervenção no ambiente, considerando a qualidade da vida humana ou medidas de conservação, recuperação ou utilização sustentável da biodiversidade
Compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais.	Relacionar propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam.
Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.	Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental.

OBS.: As competências e habilidades dispostas no quadro acima não segue uma ordem como no documento.

Fonte: https://download.inep.gov.br/download/enem/matriz_referencia.pdf

¹ https://download.inep.gov.br/download/enem/matriz_referencia.pdf

Assim, a sequência didática fornece a possibilidade de tratar a contextualização relacionando áreas das ciências da natureza, proporcionando ao estudante a compreensão de fenômenos que ocorreram ao longo do tempo na história como, por exemplo, o desenvolvimento das tecnologias nas áreas da saúde e ciência de maneira geral. Inclusive na parte invisível a olho nu, por meio de representações estruturais físicas ou não, em duas ou três dimensões, que é o caso dos modelos físicos moleculares.

3.4 USO DE MODELOS MOLECULARES NO ENSINO

Na bioquímica há várias dificuldades em relação à abordagem do ensino como, por exemplo, o entendimento que os estudantes têm sobre estruturas moleculares, interações entre essas estruturas moleculares, formações de complexos, proteínas, aminoácidos entre outros, e que essas dificuldades, e outras, devem ser superadas. E analisando esse fator, há sempre uma busca para melhorar a maneira de ensinar e aprender. Como diz Silva *et al* (2017, p. 106) “Cabe aos profissionais do ensino [...] buscar didáticas alternativas que promovam a aprendizagem”. Dentre essas alternativas, podemos citar métodos periódicos, por exemplo, que envolvem TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação) (PORTO *et al.*, 2020), ou o uso de representações/modelos moleculares. Diante disso, Lima e De Lima Neto (2012, apud SILVA, 2017, p.106) afirmam que

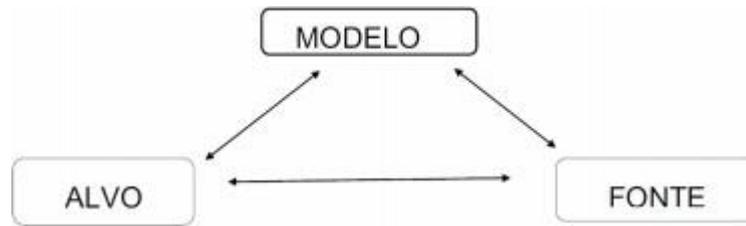
o uso de modelos moleculares, sejam eles físicos ou virtuais, é simples e de grande valia para este propósito, pois apoia a visualização das ligações químicas existentes entre os núcleos atômicos que compõem uma molécula, como também possibilita desenvolver no aluno a percepção do arranjo espacial destas moléculas.

Esses modelos moleculares representam átomos de alguns elementos como carbono, oxigênio, enxofre, nitrogênio, hidrogênio entre outros., assim como ligações simples, duplas e triplas. Eles são utilizados para, de certa maneira, facilitar a visualização tridimensional e estimular a abstração do estudante. “Uma das funções dos materiais didáticos é dinamizar a aula e causar curiosidade no aluno” (FREITAS, 2007 apud DUARTE, 2014).

Para Gilbert e Boulter (1998), um modelo pode ser definido como uma representação de uma ideia, objeto, um evento, um processo ou um sistema. Para eles, o ensino em ciências da natureza deve ter, necessariamente, o uso de modelos já que a explicação de fenômenos naturais tenta ser compreendida pela utilização desse material didático.

Segundo BORGES (1999), um modelo pode ser definido como uma representação de um objeto, ideia, evento ou um processo. Ele estabelece uma relação entre linguagens de modelos conforme a figura 5 a seguir.

Figura 5 – Relação entre alvo e fonte usando um modelo, proposto por borges.



Fonte: BORGES (1999)

Para BORGES (1999), fonte é o que se conhece e alvo o desconhecido. E por meio do modelo cria-se uma ponte de “mão dupla” entre a fonte e o alvo. Permitindo uma melhor explicação para fenômenos desconhecidos e ao mesmo tempo estimulando o conhecimento abstrato do estudante e sua visão tridimensional. Pode se dizer que a fonte são as moléculas e o alvo suas funções dentro do metabolismo, por exemplo, e o modelo “mostra” como e onde as moléculas interagem para desempenhar seu papel no organismo.

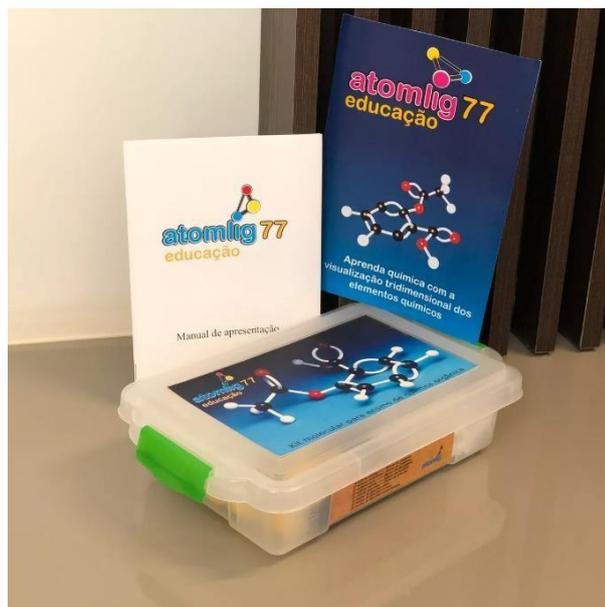
A bioquímica é uma área que necessita ser trabalhada de maneira dinâmica devido à sua relação com o funcionamento de sistemas nos seres vivos. Então a analogia também pode ser utilizada juntamente com o modelo molecular.

O uso de modelos moleculares pretende ajudar o estudante a perceber/visualizar como funcionam as interações de maneira dinâmica entre íons, moléculas, aminoácidos, ligações peptídicas, dobramentos em proteínas, conformações estruturais entre outros. E proporciona uma maior capacidade de abstração dos estudantes podendo ser aumentado o grau de complexidade à medida que os estudantes se desenvolvam.

O grau de complexidade pode variar muito, e em relação a isso o professor, por meio de observação do desenvolvimento dos estudantes, deverá saber quando aumentar a complexidade ou passar para outro assunto. O professor pode ir de uma simples molécula de um aminoácido analisando tipos de ligação e características polares e apolares até ângulos de ligações e conformação da estrutura da proteína sua solubilidade e falando oralmente sobre os níveis de estruturas que podem existir.

Em meio a inúmeros modelos de representações encontrados e utilizados no ensino, há modelos como o “Atomlig 77 educação” (figura 6) que pode ser um excelente material de apoio para os professores e para estudantes, permitindo que estruturas moleculares complexas sejam estudadas de forma concreta e palpável. Permitindo a visualização tridimensional do mundo microscópico em nível atômico, tornando-se forte aliado no processo de ensino-aprendizagem (CREPPE, 2009).

Figura 6 – Ilustração do modelo Atomlig 77 educação.



Fonte: <https://www.enjoei.com.br/p/kit-molecular-atomlig-46178984> (acesso em 08/12/2021)

Esse meio de representação é usado por químicos como diz Lima e Silva (2015), em que cada esfera representa a localização de um átomo e os palitos representam as ligações químicas. Os átomos diferentes são representados por cores diferentes (ATKINS, 2012).

É importante ter em mente, ao utilizar modelos moleculares, que eles são apenas representações da parte microscópica ou submicroscópica da natureza e não é o objeto de estudo em si. Os modelos apenas auxiliam o professor na abordagem do conteúdo para que os estudantes desenvolvam uma melhor compreensão e assimilação. Como diz Ramos (2016, p.4),

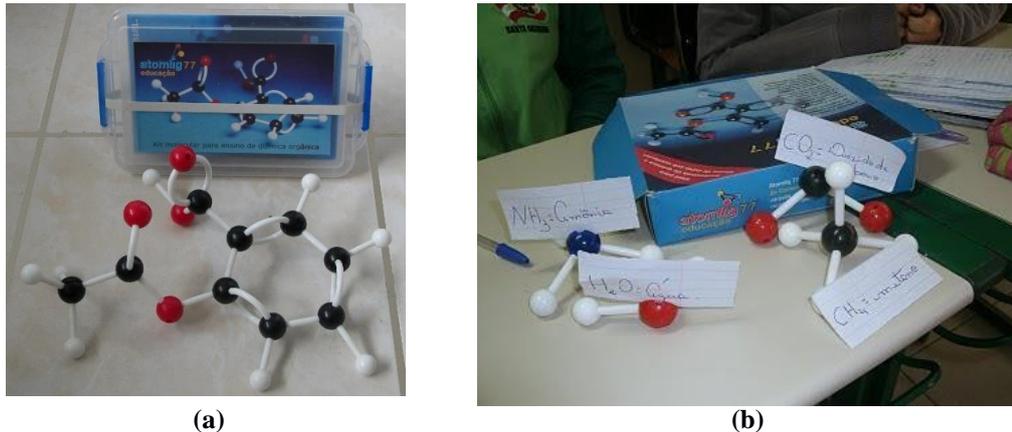
É importante salientar que a ferramenta em questão é apenas um componente que tende a acrescentar dentro das abordagens pedagógicas, o professor na mediação do conhecimento científico e sintonia com a ferramenta pode propiciar um aprendizado mais amplo e significativo dos conteúdos quando comparado com aqueles adquiridos por livros ou através da aula expositiva tradicional.

E que de acordo com Ferreira e Justi (2008) apud Pucholobek et al (2016, p. 3),

[...] vale ressaltar que um modelo é apenas uma representação do objeto de estudo desejado, que na maioria das vezes não corresponde às dimensões reais. Sendo assim, um modelo não é uma cópia da realidade, muito menos a verdade em si, mas uma forma de representá-la originada a partir de interpretações pessoais desta.

Como são mostrados nas imagens a seguir (Figura 7), em que algumas representações de moléculas são apresentadas utilizando os modelos físico “atomlig 77 educação”.

Figura 7 – Exemplos de moléculas construídas usando o modelo Atomlig 77 educação.

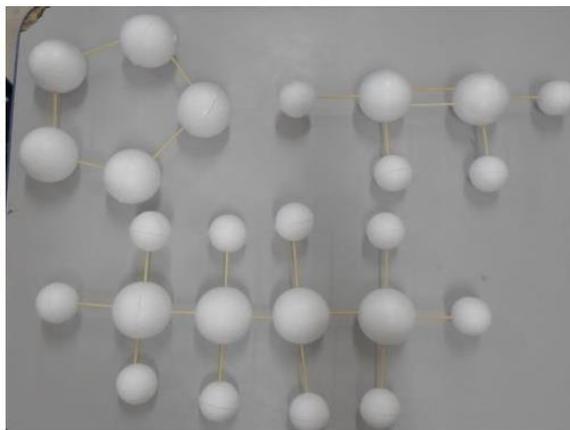


FONTE: (a) <https://www.facebook.com/kitmolecular/photos/431666250219280> e
 (b) <http://eebpol.blogspot.com/2010/08/aula-de-quimica-geometria-molecular.html>

Deste modo, usar modelos físicos dá subsídio para professores e estudantes desenvolverem de maneira significativa conceitos de temas abordados (LACERDA, 2007 apud RAMOS, (2016)). Isso pode ajudar a diminuir o nível de abstração da disciplina, tornando-a mais compreensível para o estudante e fazendo com que os objetivos sejam alcançados mais facilmente, desenvolvendo habilidades pretendidas relacionando com outras áreas de conhecimento e podendo ser a todo tempo contextualizada.

Contudo, outros modelos também são utilizados no ensino, como os produzidos pelos próprios estudantes utilizando materiais encontrados em casa como, por exemplos, bolas de isopor e palitos de dentes (Figura 8).

Figura 8 – Exemplo de modelo construído com isopor e palito de dente.



Fonte: PUCHOLOBEK et al, 2016. p. 5.

4 METODOLOGIA

O presente capítulo aborda uma descrição dos meios que foram adotados em uma sequência didática para obtenção de informações das contribuições do uso de modelos moleculares no ensino da Bioquímica. Sua natureza será de caráter qualitativa.

Serão descritas as contribuições do uso dos modelos moleculares dentro da sala de aula abordando a Bioquímica por meio de uma sequência didática, avaliando como o uso desses modelos pode favorecer o processo de ensino dos estudantes do terceiro ano de uma escola pública de referência em Ensino Médio na cidade de Belém de Maria – PE. Bem como uma sondagem sobre as percepções dos estudantes sobre moléculas tridimensionais e atividade avaliativa por meio de questionários. Vale ressaltar que todo o trabalho foi realizado de maneira remota (on-line) devido a pandemia da COVID-19 que teve as aulas presenciais suspensas migrando para o ensino remoto e as aulas foram realizadas por meio da plataforma goole meet, plataforma de videoconferência.

Essa pesquisa se estrutura de acordo com metodologias qualitativas que têm como aspecto abordar uma realidade de forma que possa descrever, compreender e explicar as contribuições sobre uso de modelos moleculares nas representações de moléculas no ensino da Bioquímica. De acordo com GODOY (1995, p.62-3),

A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como instrumento fundamental. Os estudos denominados qualitativos têm como preocupação fundamental o estudo e a análise do mundo empírico em seu ambiente natural. Nessa abordagem valoriza-se o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação em que está sendo estudada. (...) Os pesquisadores qualitativos tentam compreender os fenômenos que estão sendo estudados a partir da perspectiva dos participantes.

Essas são algumas características básicas que uma pesquisa qualitativa tem em sua estrutura. Há instrumentos que são aplicados de maneira mais frequente na metodologia qualitativa que são: fotografias, documentos variados, entrevistas entre outros.

O presente trabalho se classifica de acordo com o ponto de vista da sua natureza como básico, em relação ao ponto de vista da forma de abordagem do problema com qualitativa, do ponto de vista de seus objetivos exploratória e do ponto de vista dos procedimentos técnicos adotados como pesquisa de campo.

4.1 SUJEITOS E CAMPO DA PESQUISA

Foi aplicada uma sequência didática (Quadro 5) em 5 aulas com duração de 50 minutos em uma turma com 20 estudantes do 3º ano do Ensino Médio em uma escola da rede estadual no interior de Pernambuco. Esta Escola foi escolhida pela sua acessibilidade. A sequência didática foi executada no 1º semestre de 2022, em 4 etapas com encontros semanais e teve como direção uma abordagem utilizando modelos moleculares para representações de estruturas proteicas e a contribuição desses modelos para os estudantes no ensino da Bioquímica. Os encontros se deram em ambiente virtual utilizando o Google Meet®.

4.2 COLETA DE DADOS

Os dados obtidos neste trabalho foram através da aplicação de um questionário virtual (Apêndice A) adquirido na plataforma Google Forms. É importante que um questionário quando elaborado tenha um determinado número de questões e que tenha o objetivo de compreender situações que foram vivenciadas, opiniões e expectativas, Gil (1999). Isso tornara favorável e satisfatória, uma avaliação em que há menos preocupação com caráter quantitativo e voltada com caráter maior a aspectos qualitativos proporcionando assim retorno de informações dos estudantes, procurando compreender se haverá contribuições para a formação dos estudantes e para o ensino da Bioquímica.

Há vantagens para a aplicação de um questionário que segundo Lakatos e Marconi (2003, p.201-202), algumas dessas vantagens são as seguintes:

- a) Economiza tempo, viagens e obtém grande número de dados.
- b) Atinge maior número de pessoas simultaneamente.
- c) Abrange uma área geográfica mais ampla.
- d) Economiza pessoal, tanto em adestramento quanto em trabalho de campo.
- e) Obtém respostas mais rápidas e mais precisas.
- f) Há maior liberdade nas respostas, em razão do anonimato.
- g) Há mais segurança, pelo fato de as respostas não serem identificadas.
- h) Há menos risco de distorção, pela não influência do pesquisador.
- i) Há mais tempo para responder e em hora mais favorável.
- j) Há mais uniformidade na avaliação, em virtude da natureza impessoal do instrumento.
- l) Obtém respostas que materialmente seriam inacessíveis.

Logo, podemos constatar que o questionário tem uma extrema importância e que deve ser levada em consideração, porque traz vantagens que promove a obtenção de resultados relevantes e satisfatórios para o trabalho, possibilitando alcançar inúmeras pessoas ao mesmo tempo como bem descrito anteriormente. Sendo assim, uma das formas de se alcançar uma

determinada quantidade de pessoas em um pequeno espaço de tempo é contemplando os novos tipos de plataformas, em que se faz a utilização de computadores e celulares por parte da população (IVOSKUS, 2010, p. 50).

4.2.1 Etapas da Sequência Didática (SD)

É importante destacar que a SD desenvolvida durante as aulas não foi registrada por nenhuma mídia. Entretanto, foi realizada observações durante a SD em todos os momentos, do início ao fim com os estudantes, para poder ser colhido dados que fornecessem subsídio para o desenvolvimento do trabalho, por meio das discussões criadas com os estudantes durante as etapas perpassadas. Portanto, a SD foi um auxílio na coleta de dados que possibilitou a análise do que os estudantes tinham como conhecimento prévio e o que eles construíram, desenvolveram ou criaram de conhecimentos novos durante a SD desenvolvida com eles.

Quadro 5 - Resumo das etapas que foram desenvolvidas na Sequência Didática.

Sequência Didática			
Etapas	Conteúdo	Objetivos	Recursos e Estratégias
1- Apresentação e início da sequência didática	História da origem da vida por meio das unidades fundamentais das proteínas, funções e importância para a vida	Relacionar a química e a biologia, partindo das ligações entre átomos até a formação das proteínas e suas funções biológicas nos seres vivos, analisar o conhecimento prévio dos estudantes.	Quadro, lápis e apagador. Realizar algumas representações no quadro.
2- Texto apoio: Análise qualitativa de proteínas em alimentos por meio de reação de complexação do íon cúprico	Estruturas moleculares das proteínas, grupos funcionais nos aminoácidos, ligação peptídica, propriedades biológicas, dobramentos/conformações, diferenciação entre aminoácidos, equação de síntese de um dipeptídeo, conhecer os aminoácidos mais comuns e a importância da alimentação para a obtenção dessas macromoléculas.	Entender a formação das proteínas por meio de uma equação química, suas várias funções dentro do corpo, entender como se estruturam suas conformações alfa-hélice e beta-folheada, compreender a diferença entre os aminoácidos, um peptídeo e dipeptídeo.	Texto, quadro, lápis, apagador e bolinhas de isopor para representações. Fazer representações para que os estudantes visualizem as interações/ligações entre os átomos e moléculas.

3- Proteínas: analisando suas estruturas e funções	Formação de ligação peptídica, ângulo de ligação, conformações espaciais e funções biológicas diferentes.	Fazer representações de um recorte de dois aminoácidos de uma proteína, analisando ângulo de ligação, mostrando qual a importância dos aminoácidos representados no corpo.	Os estudantes representaram dois aminoácidos de uma proteína escolhida por eles utilizando bolinhas de isopor.
4- Questionário	-	Coletar dados para análise	Perguntas subjetivas e objetivas

Fonte: O Autor (2022).

Etapa 1 – Apresentação e início da sequência didática

Nesse primeiro momento, foi apresentada ao professor da disciplina de Química a sequência didática desenvolvida para que ele aprovasse, ou se caso necessário, por algum motivo, apontasse alterações viáveis para o desenvolvimento do trabalho. Após a aprovação, foi apresentado aos estudantes da respectiva turma do terceiro ano a sequência didática que foi desenvolvida com eles. Em seguida, deu-se início ao conteúdo partindo do contexto histórico em relação ao surgimento da vida por meio das unidades fundamentais das proteínas e aminoácidos. Foi mostrado como, possivelmente, eles surgiram na atmosfera primitiva da terra há milhares de anos, passando de maneira não tão aprofundada pelos cientistas que desenvolveram essa teoria e os experimentos feitos para que ela fosse aceita pela comunidade científica e como isso ajudou a humanidade ao longo do tempo desvendando alguns fenômenos Bioquímicos. Foi explicado como a Bioquímica acabou sendo cada vez mais estudada e como as proteínas foram pesquisadas mais frequentemente descobrindo-se suas funções, composições, e importância na vida dos seres vivos. Toda essa abordagem foi realizada de maneira oral durante a aula.

Etapa 2 – Texto apoio: Análise qualitativa de proteínas em alimentos por meio de reação de complexação do íon cúprico

Na segunda etapa foi usado um texto da Química Nova na Escola² intitulado “Análise qualitativa de proteínas em alimentos por meio de reação de complexação do íon cúprico”

² Site da Qnesc.sbq.org.br.: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_1/06-EEQ-79-11.pdf

socializado na sala de aula. Este texto, em que os autores abordam o papel das proteínas, correlacionando como partes e estrutura das células, um pouco sobre o metabolismo, a diferença entre proteínas e aminoácidos, de maneira rápida, também trata dos diferentes tipos de aminoácidos. Em paralelo foi solicitado ao estudante uma pesquisa sobre estruturas das proteínas mais comuns, principais funções no metabolismo humano e tipos de proteínas que existem no nosso cotidiano e suas respectivas funções no metabolismo dos seres vivos, mais especificamente nos humanos. Durante toda a explicação/discussão foram levantados alguns questionamentos para que os estudantes pudessem responder como, por exemplo, onde eles usam/encontram proteínas? Quais alimentos contêm proteínas? Como eles sabem que tais alimentos contêm ou não proteínas? Se nesses alimentos consumidos têm outro tipo de biomoléculas além das proteínas? Essa abordagem teve como objetivo fazê-los refletir sobre o que são proteínas e a relação entre seu consumo e sua importância na saúde.

Etapa 3 – Proteínas: analisando suas estruturas e funções

Nessa etapa foi realizada uma pequena atividade com a pesquisa realizada pelos estudantes na etapa 2. Foi solicitado a cada um deles que tentassem representar as estruturas tridimensionais das proteínas, ou mesmo um recorte pequeno delas, com os modelos moleculares que tinham em mãos. O foco principal foi indicar a formação da ligação peptídica, de forma que eles consigam visualizar as diversas conformações espaciais que podem ser obtidas a partir delas e dos aminoácidos envolvidos. E cada representação ilustrou uma pequena parte da proteína focando na ligação peptídica, tornando assim possível a visualização de ângulos diferentes dessa ligação resultando em conformações diferentes e assim em funções diferentes. Esta etapa aconteceu em duas aulas de 50 minutos.

Etapa 4 – Atividade avaliativa/questionário

Foi aplicado um questionário de maneira que fosse possível averiguar se houve contribuição no uso dos modelos moleculares na abordagem sobre as estruturas das proteínas, conceitos e visão tridimensional das moléculas representadas.

4.3 ANÁLISE DE DADOS

No procedimento de análise dos dados obtidos, foi usado o método de análise de conteúdo, técnica que, de acordo com Bardin (2009) é formada por técnicas de análise que utiliza procedimentos sistematizados e descrição de objetivos sobre conteúdos de mensagens. E, segundo Bardin (2009) é disposto em três fases que são: análise prévia, exploração do material e tratamento dos resultados, inferência e interpretação dos dados obtidos a partir das atividades avaliativas, observações realizadas e percepção dos estudantes diante do assunto abordado durante a abordagem do conteúdo. Essa técnica foi escolhida porque a maneira que são obtidos e tratados os resultados se enquadram do início ao fim no modelo usado na abordagem de todo conteúdo.

O objetivo principal da análise e da interpretação dos dados obtidos na pesquisa qualitativa é explorar várias opiniões e representações sobre o que está sendo investigado. Segundo (MINAYO, 2009, p. 79), o foco principal da análise e interpretação dos dados da pesquisa qualitativa é explorar uma série de opiniões e representações sociais sobre o assunto a ser investigado. Neste trabalho foi utilizado a análise de conteúdo que é definido por Bardin (2009, p.44) da seguinte maneira:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição de conteúdo das mensagens (indicadores quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.

Por tanto, Bardin estruturou seu método em três etapas e da seguinte maneira: pré-análise, exploração do questionário respondido e o tratamento dos resultados com inferência e interpretação.

A primeira etapa do método utilizado neste trabalho é a pré-análise e corresponde à organização/estruturação do material que foi analisado sistematizando as ideias iniciais. Essa etapa consiste na leitura flutuante, formulação de metas e premissas, indicadores de referência e preparação de materiais (BARDIN, 2009). Por conseguinte, nesta etapa foi empregado o seguinte: organização das ideias de maneira sistematizadas seguindo o referencial teórico usado nesta pesquisa, estabelecimento dos indicadores e interpretação final dos dados. A pré-análise corresponde à leitura de todo material selecionado para análise, o questionário.

Bardin (2009) destaca que na leitura flutuante está incluso o contato com os documentos de coleta de dados (o questionário usado) e a impressão dos materiais coletados como texto. Na escolha dos documentos é delimitado o *corpus* (qualquer material textual coletado) de análise, e a formulação de hipóteses. E nos objetivos a característica é apresentar uma afirmação

provisória, que é confirmada ou não pela análise, e o objetivo é o propósito geral proposto pelo objeto de pesquisa. A referenciação dos índices e elaboração de indicadores incide em determinar operações de recorte do texto em unidade de categorização.

A exploração do material corresponde à segunda etapa e é constituída, principalmente, de operações de decomposição, codificação ou enumeração, podendo variar de acordo com as regras adotadas. A exploração do material é uma etapa importante, porque ela possibilita ou não a riqueza das interpretações e inferências. Esta é a fase da descrição analítica referente ao material coletado, aplicado num estudo aprofundado, orientado pelas hipóteses e referenciais teóricos. Portanto, nesta etapa a categorização básica é a codificação e a classificação (BARDIN, 2009). Foi realizada nesta etapa a exploração do material, que teve como objetivo a construção de operações de codificação, considerando os recortes e classificação das mensagens de modo que fosse possível alcançar uma representação do conteúdo e que foram criadas algumas categorias temáticas, levando em consideração o critério semântico.

Para Bardin (2009, p. 135) “Realizar análise temática inclui descobrir o ‘núcleo de sentido’ que constitui a comunicação, cuja existência ou frequência pode ter significado para o alvo de análise selecionado”. Com isso, na análise do material tentou-se classificar algumas categorias e temas de maneira mais específicas, na tentativa de entender, da melhor forma possível, o conteúdo obtido por meio do instrumento de coleta de dados.

Então, para realizar a análise dos dados, foram discutidas as respostas dos estudantes (E1 a E20) mediante as perguntas contidas no questionário (P1 a P8), mantendo o anonimato dos participantes. Devido à contaminação dos estudantes pela COVID – 19 na semana de realização deste trabalho, não foi possível realizá-lo de maneira presencial, assim sendo, todo ele foi desenvolvido de maneira remota pela plataforma google classroom e os resultados obtidos foram discutidos de acordo com o que foi colhido dos participantes.

Logo, na terceira etapa, com os dados obtidos, foram feitas interpretações com explicações com base no referencial teórico respaldando com os autores devidamente citados, pretendendo alcançar os objetivos apresentados nesta pesquisa. Esta etapa refere-se aos tratamentos dos resultados, sucede então a condensação e o destaque das informações para análise, resultando na interpretação e também a inferência momento em que ocorre a intuição, análise reflexiva e crítica (BARDIN, 2009).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente trabalho teve como objetivo analisar se há contribuição no uso de modelos moleculares físicos na abordagem do conteúdo de proteínas envolvendo uma sequência didática com alunos do Ensino Médio de uma Escola pública da cidade de Belém de Maria – PE. Tendo a coleta de dados sendo feita por meio de um questionário numa turma do terceiro ano do ensino médio com o intuito de organizar as ideias, pensamentos e sistematizar os dados coletados sobre o uso do modelos moleculares para representação de moléculas, abordagem de conteúdo e uso em sala de aula.

5.1 ANÁLISE INICIAL DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Iniciou-se a SD da parte histórica revendo e analisando as teorias propostas por cientista que contribuíram para o desenvolvimento da teoria da origem da vida, como tudo se iniciou, a partir de que se originou e em seguida, ao desenvolver da SD, foi abordado a importância da alimentação saudável para o ser humano e o por que ela é tão importante para a saúde. Partindo disso, foi introduzindo a ideia de proteínas e sua relação entre os alimentos e a saúde. Quando as relações foram sendo feitas entre alimento, proteína e saúde foi questionado aos estudantes coisas como, por exemplo, quais alimentos eles consumiam, comumente, se é era uma alimentação saudável na concepção deles, se alguém já tinha ido em algum nutricionista, se alguém já foi proibido de comer algo por algum médico ou profissional da saúde entre outras perguntas nesse sentido. Com essas relações e questões foi possível realizar algumas discussões tentando introduzir o estudante na aula de maneira que eles pudessem ter uma maior participação, além de, apenas, ler o texto apoio, apresentado o cotidiano deles sobre o consumo de alimentos ou proibição de consumo de alguns alimentos, caso isso tenha acontecido.

Essas abordagens com questões sobre o que eles comem, possibilitou adentrar mais a fundo no conteúdo de proteínas. Porque foi compartilhado na sala, por eles, que o consumo de frutas feito por eles era baixo que não tinham uma alimentação muito saudável em casa. Então a partir do que eles disseram sobre sua alimentação foi relacionado o porquê uma alimentação saudável é importante e como o consumo de proteínas também é tão importante. De maneira geral, isso foi relacionado com algumas doenças que a má alimentação pode causar ou infecções sérias adquiridas pela alimentação ruim feita por qualquer pessoa e com isso foi analisado desde a parte básica da proteína, os aminoácidos, as ligações feitas por cada parte, a estrutura formada por essas inúmeras partes ligadas entre si até as suas funções dentro do corpo humano

relacionando com suas estruturas conformacionais, os processos de quebra e síntese dessas biomoléculas, suas características e propriedades adquiridas por elas.

Nessa abordagem foi usado uma nomenclatura mais específica para que os estudantes fosse se acostumando com ela e entendesse ao que se referia quando ela fosse utilizada como, por exemplo, quando usado o termo: clivagem, desnaturação, peptídeo, ligações peptídicas, peptídeo entre outros termos. Vale ressaltar que esses termos foram explicados para que os estudantes pudessem (re)lembrar, caso já tivessem visto, ou saber caso esse fosse o primeiro contato com esses termos.

Durante a SD tentou-se aborda o conteúdo de maneira que os estudantes pudessem expor suas opiniões e argumentassem sobre o que eles expunham para toda a sala, e os outros estudantes poderiam também fazer comentários e observações ou dar suas contribuições de maneira a acrescentar o que estava sendo abordado. Com isso as principais observações que foram feitas: maior participação dos estudantes durante a aula, relutância para ler o texto, conseguiram relacionar melhor a parte teórica com o que estava sendo representado no modelo, como por exemplo os conceitos de clivagem, ligação peptídica, peptídeo entre outros.

A princípio os estudantes tiveram um certo desinteresse e uma certa dificuldade para entender como e o que o modelo molecular estava representando. Mas tendo um comportamento tranquilo à medida que a aula foi desenvolvida, isso possivelmente pode ter acontecido devido ao formato remoto da aula, mesmo que esse modelo forneça algumas vantagens para o ensino existem, também, algumas desvantagens ou limitações do seu uso. Uma desvantagem pode, teoricamente, ser que os estudantes não possam manipular os modelos físicos moleculares de maneira autônoma ou também, e não menos importante a explicação não tenha favorecido o entendimento do conteúdo abordado. Mas com o desenvolver da aula os estudantes conseguiram assimilar entender bem o como e o que estava sendo representado mesmo que eles estivessem vendo pela tela do computador ou seus celulares.

Quando passada a etapa 1 da SD foi selecionado de forma aleatória alguns estudantes para ler o texto para a turma, isso foi feito com o intuito de fazê-los interagir mais na aula, à medida que era lido uma parte do texto em seguida era explicado para que não se criasse dificuldades no entendimento. Com isso passaram a interagir mais na aula. Quando era explicado o que foi lido algumas perguntas foram feitas pelos estudantes como, por exemplo, porque o corpo não produz todos os aminoácidos? e tem como ver uma proteína ou não? perguntas fez outros estudantes falar porque à medida que era explicado outras perguntas foram surgindo. Foi percebido também que eles, no primeiro momento, não gostaram de ter que ler o

texto, mas com relutância eles leram tranquilamente chegando as perguntas citadas anteriormente.

A compreensão dos estudantes melhorou, isso foi percebido ao logo das etapas da SD quando era feita alguma pergunta e os próprios estudantes tentavam responder baseado no que foi lido e explicado com o que eles viram, principalmente, na etapa 2 que foi a etapa em que se teve uma maior discussão sobre a parte teórica e a representação do que estava sendo explicado. Embora os estudantes falassem, lessem, comentasse houve estudantes que não participaram mesmo sendo solicitados que eles lessem ou expusessem suas opiniões sobre algo.

Na Sequência Didática (SD) foi percebido que os estudantes tinham dificuldades, dúvidas ou não conheciam conceitos básicos como, por exemplo, o conceito de clivagem, peptídeo, ligação peptídica, hidrofóbico e hidrofílico, nem conceitos de polaridade molecular. Quando questionados sobre esses conceitos, aproximadamente oito estudantes afirmaram que não sabiam, enquanto todo o resto já tinha ouvido algo sobre, por exemplo, polaridade molecular, hidrofóbico e hidrofílico. Talvez os estudantes não fixaram bem tais conceitos quando trabalhados com eles em sala de aula pelo professor da disciplina de Química ou Biologia.

No entanto, à medida em que a aula foi sendo desenvolvida, perguntas foram sendo realizadas para que fosse possível averiguar o conhecimento prévio dos estudantes em relação ao assunto que foi abordado, no caso, as proteínas. E foi possível ver que eles tinham um déficit/barreira no entendimento do assunto porque eles não conseguiam relacionar a parte Química com a Biológica nos processos apresentados a eles em aula. Essa barreira pode sido criada em algum momento nas aulas passadas, talvez, por um não entendimento na explicação do conteúdo, algum conceito que não foi explicado bem entre outros motivos. Quando perguntados o que eles entendiam por proteínas ou se eles sabiam o que eram, os estudantes E7 e E12 deram as seguintes respostas: E7: *“As proteínas são substâncias que os marombeiros usam para ficar grande, aumentar os músculos”* e E12: *“São substâncias vendidas para os fisiculturistas e para quem faz academia ficar definidos para competições.* A resposta quase que absoluta entre os estudantes foi basicamente essa, mostrando que eles relacionam as proteínas ao seu cotidiano, mas de forma limitada porque não se teve respostas relacionada a outra coisa como, por exemplo, alimentação e a saúde.

Então foi possível observar que os estudantes não conseguiam relacionar com outras coisas além do que disseram sobre o assunto já que eles conseguiam fazer poucas relações com situações o seu dia a dia.

A abordagem foi realizada de maneira oral e remota devido a pandemia da COVID-19 a fim de saber o que os estudantes conheciam sobre a relação entre as proteínas e a vida, e 30% responderam algo que está relacionado realmente com as proteínas, enquanto os outros 70% não sabiam responder a pergunta de maneira significativa. Em seguida, foi perguntado a eles se os professores usavam algum tipo de representação ou de instrumentos na hora de explicar o conteúdo, ou algum processo que ocorre na natureza. O estudante E1 deu a seguinte resposta: *só o professor de química e de física usam, um usa bolinha de isopor para mostrar ligação dos átomos e moléculas e os dois fazem experimentos com a gente, só eles mesmo.* Quando perguntado sobre biologia, o E10 disse que: *Ele só passa video do youtube, nem o livro ele usa, eu mesmo não trago mais não vou estar carregando peso. Ninguém entende nada do que passa.* Enquanto todos os outros alunos confirmaram o que foi dito pelos estudantes E1 e E10.

Sugere-se que apenas um professor faz uso de representação de modelos moleculares, segundo os estudantes, e isso talvez influencie em como o aluno entende o que ocorre na natureza e tornam as disciplinas um pouco mais difícil deles compreenderem e que para Morin (2002, apud CORREIA, 2004), a relação entre o conhecimento de disciplinas diferentes é prejudicada. Consequentemente, isso pode levar a não compreensão do estudante sobre assuntos que necessitam da relação entre as disciplinas como, por exemplo, questões ambientais, ou até mesmo a relação entre assuntos bioquímicos que tratam a relação de complemento entre a química com a biologia e vice-versa, para o entendimento de processos em organismos vivos.

5.2 PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES SOBRE O USO DO MODELO MOLECULAR

Ao analisar as respostas dos estudantes referente à pergunta 1, P1, que diz: O que você entende por proteínas? Observou-se que a grande maioria conseguiu respondê-la de forma mais organizada, conseguindo fazer referências e relações às suas estruturas conformacionais com atividade biológica no organismo. Isto ocorreu de forma diferente do primeiro momento em que eles não conseguiam relacionar com nada, ou relacionavam de forma equivocada ao seu dia a dia, nem com assuntos que tenham visto em outras disciplinas, fazendo referência e relações como mostradas nas respostas a seguir dos estudantes:

E2- “São um grupo de moléculas que efetuam várias funções no corpo humano devido a sua forma, pois possibilitam a oxigenação do sangue, através da hemoglobina podendo funcionar também como anticorpos, que beneficia o corpo, isso acontece devido a diferença na sequência dos seus aminoácidos na estrutura da proteína tendo forma globular

ou fibrosa que dá sua função no organismo por causa das ligações que acontecem na molécula”.

E8 - “São moléculas grandes formadas de aminoácidos e que por causa da sua forma, globular ou fibrosa, elas são as responsáveis pelo controle do nosso organismo, por exemplo, como a defesa, transporte de substâncias e comunicação celular e aceleração das reações químicas, sua função vai depender da estrutura que ela tiver e sua estrutura vai depender dos aminoácido que formam ela”.

E12- “As proteínas consistem em macromoléculas biológicas formadas por um ou mais cadeias de aminoácidos. As mesmas são nutrientes essenciais ao organismo humano, pois fornecem material para a construção e manutenção de todos os órgãos e tecidos.”

Dessa maneira, é possível perceber que o uso do modelo molecular buscou fazer com o que os estudantes conseguissem com mais facilidade entender e relacionar a conformação molecular e a atividade biológica dentro do organismo. Isso foi possível devido as discussões feitas durante a SD e ao conceito de proteína que foi trabalhado durante a mesma, momento em que foi possível desenvolver melhor a parte teórica devido ao que foi lido no texto na etapa 2 e também porque à medida que a explicação ia acontecendo estava sendo representado uma pequena parte de uma molécula proteica, essa representação foi utilizada como base para a explicação sobre formação das estruturas conformacionais das proteínas e consequentemente sua atividade biológica, o conteúdo de proteínas na SD. Fazendo, também, explicações sobre ângulo de ligação e rotação estrutural, de uma parte da molécula, que dá a ela formas enoveladas de suas estruturas. Compreendendo a sua importância e função no controle celular, como diz o E10 sobre a P1: *“As proteínas são as macromoléculas orgânicas quem têm aminoácidos que formam elas e são abundantes nas células, são fundamentais para a estrutura e função celular, dando a elas propriedades de oxigenação, defesa, comunicação entre células, sustentação entre outros”.* Do início ao fim da atividade, o conteúdo de proteínas foi abordado com os estudantes e tentou-se utilizar uma nomenclatura mais específica para se referir a alguma espécie, fenômeno ou característica dentro da Bioquímica, usando representações com o modelo molecular, sempre quando julgado necessário, para melhorar a explicação. Além disso, de acordo com Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich, (2009 apud MIRANDA 2014, p.187), o uso do modelo consiste em um esquema teórico estruturado para facilitar a compreensão de um fenômeno ou uma realidade, podendo ser utilizado, no contexto científico, para compreender, prever, analisar, descrever e simular fenômenos ou processos de interesse.

Os alunos E1, E5, E6, E9, E16 e E17 partilham uma resposta semelhante ao E10 em relação à P1, fazendo relações da formação das proteínas por meio dos aminoácidos e sua conformação estrutural adquirida pelas ligações e interações inter e intramoleculares. E deram a essas macromoléculas orgânicas características e funções diferentes a serem desenvolvidas no organismo vivo, mantendo assim, o bom funcionamento do corpo e realizando o controle da função celular.

De modo geral, as repostas obtidas sobre a P1 foram semelhantes mudando apenas, sutilmente, na forma de escrita e no uso de palavras, mas mantendo a semântica na resposta. Como podemos observar nas repostas a seguir.

E4- “São compostos orgânicos que são constituídos por aminoácidos que devido a ligações ganham formas diferentes como alfa-hélice e a beta folheada e por isso tem funções diferentes”.

E11- “Entendo que são componentes orgânicos essenciais no organismo dos seres vivos por realizarem funções bem específicas no corpo, devido a sua forma que são diferentes por causa das ligações que a molécula tem”.

Portanto, é possível perceber que os estudantes conseguiram construir o conhecimento entre as proteínas e a função no organismo. Relacionaram as unidades básicas, os aminoácidos, com a conformação adquirida pela proteína como a α -hélice e a β -folheada e o que elas proporcionam a nível biológico no corpo e na vida como um todo.

O uso do modelo molecular somado com o do texto apoio "Análise qualitativa de proteínas em alimentos por meio de reação de complexação do íon cúprico" usado numa SD, tornou-se uma abordagem muito interessante para abordar o conteúdo das biomoléculas, as proteínas, num contexto sobre o consumo de alimentos que está diretamente ligada ao dia a dia de todos os estudantes, além de promover a leitura e a compreensão do mundo em sala de aula, trabalhando variados conceitos e relacionando com a saúde por meio das discussões feitas da SD..

Como diz Freire (2006), a leitura deve ter como um dos objetivos promover no leitor, além da compreensão da palavra propriamente dita, um avanço acerca da inteligência e do mundo. Assim, podemos inferir que o texto auxiliou na construção do conhecimento dos estudantes, como pode-se ver pelas repostas a seguir, coletadas nas repostas da P2 dos estudantes.

E2 - “Sim, ele é bem fácil de entender, principalmente das estruturas primaria, secundária, terciária e quaternária, sendo um texto bastante intuitivo, de forma que pessoas leigas compreendam!”

E4 - “Sim. Claramente compreensível até mesmo às pessoas que entendem o mínimo sobre o assunto além de conseguirmos entender onde tem as proteínas nos alimentos.

E5 - Totalmente evidente a preocupação do autor em expor, todas as características principais para o entendimento do assunto e onde são encontradas.”

Ao utilizar o texto, foi tomado o cuidado de tentar torná-lo compreensível para os estudantes, relacionando conceitos químicos e biológicos dentro das biomoléculas como, por exemplo, polaridade, eletronegatividade, clivagem, dobramentos, peptídeo, ligação peptídica, ligações de hidrogênio, interações entre outros. Com isso foi possível inserir o aluno na atividade de maneira mais eficiente, deixando-o mais ativo no desenvolvimento da aula e das atividades. Como diz o E5: *“sim, teve uma ótima explicação”*, quando perguntado sobre o uso do texto apoio e o E10 também concorda com o uso do texto, afirmando que: *“Sim, pois o texto apresenta um conteúdo bem transparente”*. Assim, como o E12 que diz: *“Sim, o texto embora apareça aparentemente difícil com a explicação ele ficar fácil entender e deixa explícito a definição e as características das proteínas possibilitando o leitor compreender melhor o conteúdo abordado.”*

Com base nas análises realizadas, fica evidente que a inserção da leitura nas aulas de química se faz é necessária. Como diz Ramos de Macedo, E et al (2014, p. 1),

O professor como mediador do processo de ensino e aprendizagem deve despertar no aluno habilidades de escrita, linguagem e posicionamento crítico, haja vista que a leitura desenvolve um papel social importante e ainda abre espaço para que o aluno interaja com a disciplina de uma forma mais efetiva.

A leitura na sala de aula torna o caminho mais acessível para que os estudantes tenham um desenvolvimento melhor na aula, como diz o autor supracitado. Porque a leitura possibilita a ele explorar habilidades como o pensamento crítico e reflexivo por meio de perguntas ao professor e/ou por meio da leitura do material, tornando-o mais participativo na sala de aula, podendo também criar discussão sobre o assunto e que eles possam expor suas opiniões e argumentos referentes ao que está sendo abordado.

Assim, ao usar o texto para inserir o estudante no assunto e tirar as dúvidas referentes a conceitos e usar o modelo molecular para representações de fenômenos ou estruturas, tornou a aula mais interessante, dinâmica e interativa devido ao conhecimento construído pelos estudantes partindo de uma proposta abstrata, invisível a olho nu, que ficam no campo das ideias, para uma “visível e palpável”, por meio das representações físicas realizadas.

E quando perguntados se o uso do modelo molecular ajudou a entender o assunto (P3), 75% afirmaram que sim, mas os outros ainda acharam confuso o que estava sendo apresentado. Porém alguns estudantes que fazer parte dos 75%, responderam, responderam o seguinte:

E1 - “Sim. Graças a ele, você consegue associar algumas formas no seu pensamento com o que ocorre na natureza, isso ajuda a entender.”

E4 - “Sim, com as representações pude compreender a estrutura de uma proteína e poder diferenciar entre elas e entender sua formação e função nas células.”

E6 - “Sim. pois as representações nos ajudam a compreender e a entender o processo de formação das proteínas e como elas se movem.”

E8 - “Sim, por que ficou melhor de observar e entender o movimento de cada uma delas dentro do corpo e sua função no organismo.”

E12 - “Sim, a química como sendo uma ciência abstrata necessita de inúmeras formas de representações para ajudar no entendimento de "conceitos" e a representação molecular é uma dessas formas. A visualização da representação das moléculas (representação simbólica) torna a compreensão do conteúdo mais completa/clara.”

Barbosa e Borges (2006, p. 7) argumentam que “uso do modelo permite ao usuário propor explicações para as situações e fenômenos com os quais interage, além de fazê-lo aquilo que ele representa, resolver problemas e fazer previsões sobre comportamentos dos sistemas com os quais interage em outras condições”. Logo, é possível observar que os estudantes alcançaram o entendimento sobre como as proteínas se arranjam e o porquê de elas terem estruturas diferentes e conseqüentemente funções diferentes para executar dentro do organismo. Analisando suas conformações de maneira minuciosa, observando as ligações e interações feitas pelas biomoléculas e seus dobramentos, assim como destacando as propriedades e características adquiridas devido aos aminoácidos que as formam. Essa análise foi realizada observando o conjunto da SD e o modelos molecular que foram trabalhos de maneira que ambos dessem base para tal análise, ou seja, por meio da discussão feita durante a SD nas etapas trabalhadas e com o auxílio das representações utilizando os modelos e com o texto apoio foi possível realizar essas observações.

Pode-se observar que os estudantes passaram a ter argumentos melhores na elaboração das respostas, conseguindo relacionar e fazer ligações da estrutura molecular das proteínas com sua atuação num sistema vivo, sempre pontuando características específicas das funções que as biomoléculas desempenham dentro do corpo e fazendo uso do conhecimento adquirido durante os encontros anteriores, devido as discussões realizadas na SD em que foi corrigido ou pontuado explicações que os estudantes expunham com certa dificuldade ou com alguma dúvida e sempre tentando trazer nas explicações algo mais compreensível e próximos a realidades deles. Vale salientar e ressaltar que as contribuições obtidas na abordagem se devem aos modelos

moleculares e também a SD que proporcionou momentos em que foi trabalhado melhor toda a teoria por trás das representações e dos conceitos relacionados nas explicações e presentes no texto apoio que foi lida em aula. Com isso a Bioquímica deixa de se tornar complexa e muito abstrata e passa a ser mais compreensível e “visível/palpável”, proporcionando ao estudante visualizar, talvez, até mentalmente as interações e processos bioquímicos que ocorrem na natureza como formação de moléculas e sua conformação.

O uso do modelo molecular apresenta um caminho alternativo para que os estudantes consigam desenvolver habilidade com relação ao pensamento. E fazem uso de representações simbólicas imaginando fatos que foram ou não vivenciados por eles ao longo da vida, ou seja, eles conseguem desenvolver suas funções psicológicas superiores. Como diz Lev Vigotsky (DANTAS, 2018), as funções superiores são caracterizadas pelo funcionamento psicológico de pensamento abstrato, uso do raciocínio dedutiva com o uso de representações simbólicas. E essas são algumas características que o modelo tenta ajudar a desenvolver.

O modelo molecular busca fazer uso do pensamento abstrato porque traz ideias e conceitos do mundo atômico, onde acontecem a formação molecular das proteínas, e que não é possível ver diretamente. Faz uso do raciocínio dedutivo em que se pode concluir/afirmar como um determinado fenômeno ocorre e porque ocorre e as representações simbólicas que são utilizadas para ilustrar o processo que acontece no mundo atômico das moléculas. Isso auxilia na construção e na compreensão do conhecimento acerca da dinâmica da vida e do universo no mundo submicroscópico.

Para Lev Vigotsky (DANTAS, 2018) é pela mediação do professor que o aprendizado acontece, dando um papel ativo ao estudante na construção do conhecimento e é buscando estratégias pedagógicas diversificadas que os ajuda a desenvolver, construir ou reconstruir o conhecimento e uma dessas estratégias é o uso do modelo molecular.

É sabido que o uso de representações estimula a imaginação, mas não é certeza que esse estímulo resulta em aprendizado. Então, na pergunta P5 os estudantes foram questionados sobre a contribuição do modelo molecular e se ele teve influência na forma deles verem/observarem as moléculas e se influenciou no modo de aprendizagem e eles afirmaram que:

E1 – “Sim. Conforme você vai identificando as imagens das estruturas, fica mais fácil para entender como as coisas funcionam”.

E2 – “Sim, a representação facilita o acesso à memória para relacionar algum conceito. Pois se estudar proteínas por representações, torna muito mais fácil identificar ramificações, grupos funcionais e ligações além de entendermos a importância do consumo em nossa alimentação.

E4 – Sim. Com a representação molecular pude entender mais a fundo as ligações e disposições das estruturas moleculares, importância no consumo no nosso dia a dia, bem como sua composição, classificação e função no nosso corpo.

De acordo com Gabel (1998), a relação entre essas representações e a abordagem de conceitos é fundamental, em que os níveis macroscópicos e microscópicos devem estar articulados para que se possa pensar nas suas estruturas. Torna assim o ensino e a aprendizagem de Bioquímica mais atraente para todos os alunos. Modelos palpáveis tentam auxiliar uma melhor visualização, apresentando facilidade ao relacionar as partes com o todo (ORLANDO *et al.*, 2009). Logo, os conceitos que foram trabalhados de maneira isolada e “vaga” passam a ter um sentido dentro da aprendizagem, fazendo com que as disciplinas possam se relacionar e completar uma à outra utilizando os conceitos de várias disciplinas para explicar ou entender um determinado fenômeno observado. Os outros estudantes também concordam com os citados anteriormente como pode-se ver a seguir:

E5 – sim, com a representação nós conseguimos entender com clareza o que estamos vendo e conseguimos diferenciar com facilidade suas estruturas, classificação, como se organizam e o que acontece quando comemos e a importância de comermos bem. Além da importância que tem para nossa saúde.”

E6 – Sim. Um uso da representação molecular ajuda e facilita a compreensão, relacionada ao assunto e deixa a aula interessante. Fazendo relação com o que é consumido por todo mundo e como os alimentos são importantes.”

Ao analisar as respostas é possível perceber que os estudantes conseguem fazer relações do que foi abordado com o mundo, no seu cotidiano. Isso é importante para que compreendam onde são encontrados esses processos, qual a importância de conhecê-los e saber como eles funcionam. Portanto, a utilização de temas que abordem problemas do cotidiano é importante para tornar a discussão mais próxima do estudante (LIMA; SILVA, 1997, p.6). E fica possível trabalhar os conceitos de diferentes disciplinas dando sentido a eles, fazendo com que os estudantes os percebam nas representações. Como destaca o estudante E12: “*Sim, pois as representações ajudam a visualização das moléculas e no entendimento de conceito. De que sua composição é formada, como é sua estrutura, tipos de ligação, entende a função dela na célula, sua importância na vida entre outros.”*

Além dos modelos estimularem os estudantes ao pensamento crítico e reflexivo sobre estruturas moleculares e suas funções, eles podem tornar a aula mais participativa e interessante para que os estudantes se interessem em participar dela, desempenhando um papel ativo na construção do conhecimento e instigando eles a aprenderem. Como mostrado no quadro 6

algumas respostas destacadas dos estudantes quando solicitado a eles que destacassem os pontos positivos e negativos do uso do modelo molecular (P4).

Quadro 6 - Pontos positivos e negativos do uso de representações.

Estudantes	Pontos positivos	Limitações do modelo
1	Deixa mais interessante a aula.	Quando coloco mais átomos fica mais complicado de entender como vão se ligar
3	Nos ajuda a entender a formação das estruturas moleculares.	Moléculas grandes fica ruim de mexer.
4	Facilita a aprendizagem	Não dá para fazer moléculas grandes as próprias bolinhas atrapalham.
7	Desperta uma curiosidade no assunto.	Impreciso a realidade.
9	Fácil compreensão e forma dinâmica de aprendizado.	-
12	A visualização da representação das moléculas torna a compreensão do conteúdo mais completa/clara.	-
13	Ajuda na análise da molécula	-

Fonte: O Autor (2022).

Portanto, observa-se que os estudantes, 70% deles, destacam pontos importantes no uso do modelo molecular de maneira clara, enquanto os outros 30% não responderam. Levando em consideração a sua natureza representacional e que não o é real, eles pontuam bem os pontos positivos e as limitações do modelo. Embora apenas quatro estudantes apontem as limitações do modelo, isso equivale a cerca de 20% dos estudantes, as repostas dadas por eles apontam que mesmo tendendo limitações que devem ser levados em consideração os pontos positivos se sobre saem, auxiliam e tornam interessante o uso do modelo molecular na abordagem Bioquímica.

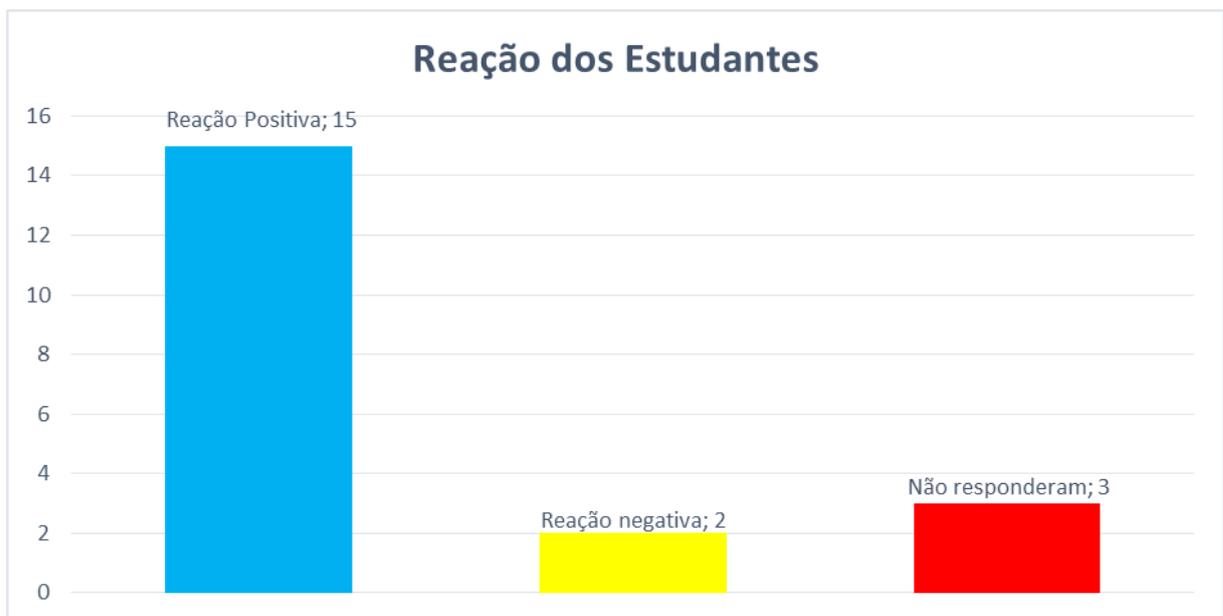
Logo, pode-se inferir que mesmo o modelo molecular apresentando limitações, é possível trabalhar com ele na sala de aula e ter bons resultados. Porque com a utilização é possível dar outra imagem à Bioquímica, trazendo conceitos da química e da biologia e dando significado a eles, mostrando como alguns processos acontecem e como áreas diferentes estão relacionadas umas com as outras.

Mediante as respostas apresentadas pelos estudantes, é evidente que representações moleculares auxiliam na explicação do processo, um indicativo de que o modelo molecular é um recurso indicado para promover a socialização de um determinado assunto. O envolvimento nas atividades utilizando modelos também tenta auxiliar a melhora em obter e assimilar as informações em comparação aos métodos tradicionais (ROTBAIN; MARBACH-AD; STAVY, 2006).

Aulas com o uso de modelos buscam proporcionar uma melhor dinâmica dos conteúdos, estimulando a participação dos estudantes pela curiosidade, pois conseguem visualizar e relacionar o assunto abordado (PREDIGER; BERWANGER; MORS, 2009). Também torna possível a utilização de outro recurso didático, nas aulas, além do livro didático. Possibilitando o manuseio do material concreto e a visualização (DELLA JUSTINA; FERLA, 2006).

O gráfico a seguir dá uma dimensão de como os estudantes reagiram positivamente ou não com o uso do modelo molecular (Figura 9):

Figura 9 - Gráfico da reação dos estudantes diante do uso do modelo molecular.



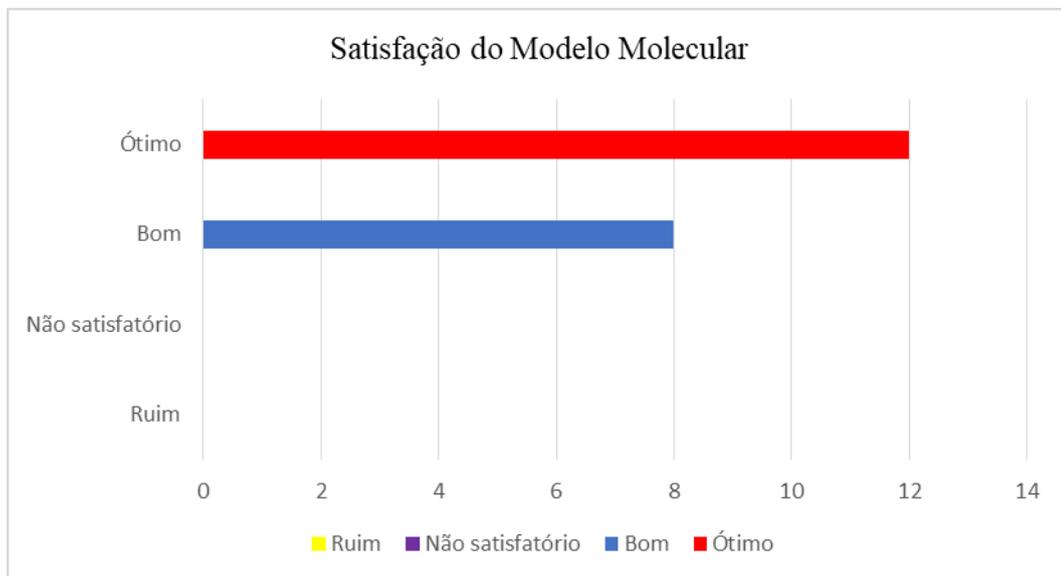
Fonte: O autor (2022).

Analisando o gráfico acima podemos ver que a grande maioria dos estudantes teve uma reação positiva (cor azul), isso mostra que gostaram do uso do modelo, possivelmente, por ter dinamizado a aula, dando uma abordagem diferente do que é normalmente utilizado com eles, e assim, estimulando-os de maneira que eles entendessem melhor as explicações, proporcionando a eles uma participação maior durante as etapas desenvolvidas na SD, na abordagem do assunto e no entendimento dos conceitos. Enquanto a reação negativa (cor amarela) se refere aos alunos que, por algum motivo, ainda assim tiveram dificuldades mesmo

com o uso do modelo para as explicações e apenas três estudantes não responderam sendo impossível inferir algo (cor vermelha).

Levando em consideração a reação dos estudantes sobre o modelo molecular utilizado, claramente ele é um instrumento que deveria ser utilizado com mais frequência pelo professor na abordagem dos assuntos, mas também é importante saber se o uso dele é satisfatório pelos estudantes (P6). O uso do modelo molecular influencia no desenvolvimento dos estudantes levando-os a ser mais participativos, deixando a aula mais dinâmica, engajando o estudante melhor na aula entre outros. Logo foi solicitado a eles avaliarem o uso do modelo molecular se foi satisfatório ou não (P6). Então foi obtido as seguintes respostas, como mostra o gráfico a seguir (Figura 10):

Figura 10 - Gráfico da satisfação dos estudantes com o uso do modelo molecular.



Fonte: O autor (2022).

O gráfico acima mostra muita satisfação pelos estudantes confirmando que os mesmos o consideram uma boa alternativa para ser usado na aula e isso pode trazer um impacto significativo no ensino e na aprendizagem. Como diz, PORTO (2020, p. 13)

...o estudante pode melhor visualizar aspectos inicialmente mais abstratos com procedimentos mais práticos simples e acessível, como na montagem de modelos estruturais das principais macromoléculas, o que pode auxiliar no fomento de tais conceitos e melhora o aprendizado de assuntos correlacionados.

A construção do conhecimento é uma via de mão dupla e que não depende apenas do estudante ou do professor, pois ambos devem participar da construção ou reconstrução e um auxílio pertinente que deve ser apontado nas aulas para ajudar nessa via de mão dupla é o modelo molecular. O professor adota seu uso e o relaciona com conceitos e mostra a relação de

processos que ocorrem na natureza e que se apliquem no cotidiano dos estudantes, dando a eles um significado do que eles estão vendo na aula.

De acordo com Santos e Guimaraes (2010, p. 57), os professores devem trabalhar mais com recursos alternativos, uma vez que despertam maior interesse dos estudantes, bem como buscar que os próprios apresentem seus interesses ou mesmo criem com auxílio do professor. Nesta perspectiva, o modelo molecular contempla pontos importantes para serem trabalhados com os estudantes, mostrando sua importância no desenvolvimento da aula e no desenvolvimento dos estudantes como dito anteriormente. Tentando, também, torna possível trabalhar conceitos próximos da vivência dos estudantes, favorecendo assim, a construção do conhecimento.

Embora normalmente as aulas sejam apenas trabalhadas de maneira tradicional, geralmente, com natureza expositiva é importante variar a didática da aula, nos métodos e nos instrumentos usados, mas isso normalmente é o professor que escolhe como vai ser a aula enquanto o aluno apenas segue as regras.

Porém, saber como os alunos gostariam que as aulas fossem abordadas não é sequer cogitado e pensando nisso a P7 foi elaborada com esse intuito de saber se eles gostariam de ter mais aulas com o uso de representação com o modelo molecular (P7). Em seguida foi perguntado, em outra questão, se na concepção deles, as representações ajudaram a assimilar o conhecimento melhor em comparação a uma aula sem o uso das representações (P8). Então foi destacado as seguintes respostas dos alunos, para P7:

E1 – Sim. Porque Ajudaria a entender os fatores por trás das moléculas minúsculas, eu acho que seria um assunto legal pra debater.

E2 – Sim, seria interessante, trazer além da parte escrita para aulas teóricas, com várias suposições, trazer também as suposições para prática, tornando a aula mais dinâmica e interativa!

E12 – Sim, pois a química como também sendo uma ciência considerada "visual" requer metodologias que permitam a exploração da mesma numa dimensão visível, a partir do emprego de múltiplas estratégias de ensino. Explorar esse universo de maneira macroscópico, microscópico e simbólico auxilia o estudante a transitar e fazer conexões entre essas formas de representações tornando mais compreensível/claro o conceito do conteúdo abordado.

É possível inferir, mediante as respostas, que os estudantes têm o desejo e vontade de ter mais aulas que utilizam metodologias variadas, não só com modelos, fazendo com que eles saiam de uma rotina pré-estabelecida que sabem como inicia e como termina. Mais de 50% dos

alunos responderam afirmativamente que se as aulas fossem como esta, com representações, dava pra entender melhor o assunto. Como destacam os estudantes:

E5- “Sim, ajudaria muito na assimilação do conteúdo”.

E7- “Gostaria, pois, ajudar a compreender melhor o conteúdo”.

E10- “Sim, porque ajudaria a entender os movimentos de cada molécula e o que elas fazem.”

Entender como as partes funcionam é importante porque ajuda a entender como os processos funcionam e conseqüentemente a importância de cada parte do processo Bioquímico.

Segundo Ferreira e Pino (2003, p.43) que diz

As estratégias metodológicas que enfatizam a importância do uso de modelos para facilitar a aprendizagem têm-se traduzido em significativas contribuições para o entendimento/explicação de fenômenos ocorridos na natureza, bem como das transformações das diferentes substâncias. Desse modo, os estudantes podem buscar explicações científicas para os fenômenos observados cotidianamente.

Ou seja, contribuições significativas são alcançadas por meio do uso do modelo molecular e quando atrelado a uma boa estratégia torna-se um meio viável e muito bom para alcançar os objetivos propostos pelo professor.

Corroborando com o que foi dito anteriormente, as respostas da P8 também afirmam que a aula se tornou melhor no sentido do entendimento do assunto, devido às relações feitas entre conceito e imagem, como os fenômenos que ocorrem no mundo atômico, estimulando os estudantes a desenvolverem mais a abstração e compreensão do que está sendo dito pelo professor em sala de aula. Algumas respostas dadas, e destacadas, pelos estudantes foram:

E4 – Sim, as representações moleculares deixam de forma clara toda a composição das moléculas, facilitando o entendimento do estudo sobre o assunto, levando mais pessoas a uma maior compreensão.

E5 – Sim, temos maior entendimento quando vemos a representação.

E8 – Com toda certeza, porque você vai ter mais ou menos uma noção do que vai acontecer entre as ligações.

E10 – Sim, pois as representações moleculares indicam como funciona cada uma estrutura.

E11 – Sim, pois o visual pode ajudar muito em conceitos no aspecto micro da matéria. Tendo a representação dela, se torna mais simples compreendê-la.

E12 – Sim, as representações tornam concretas/real a visualização das moléculas resultando em uma melhor compreensão do conteúdo.

Desta forma, é possível verificar que os estudantes conseguem, com o auxílio do modelo molecular, da SD e do texto apoio, compreender o assunto e relacioná-los com assuntos e conceitos de outras disciplinas estudadas, compreendendo assim os fenômenos abordados. Contribuindo assim para a construção, reconstrução do conhecimento e suprimindo, quando possível, as lacunas deixadas de outros momentos e de outras disciplinas. Aplicando relações horizontais das áreas das ciências da natureza e promovendo neles, os estudantes, um pensamento reflexivo, crítico e autônomo, além das habilidades propostas a serem desenvolvidas e isso conseqüentemente será capaz de interferir de maneira significativa em sua realidade, de maneira positiva.

De fato, por meio da utilização do modelo molecular, em que se fez a relação entre conceitos, representações e cotidiano, pode-se observar que, pelas respostas dos estudantes, o modelo molecular buscou, contribui para o favorecimento da aprendizagem, motivação, compreensão, relações entre conceitos de áreas distintas e a interpretação de fenômenos do seu cotidiano. Portanto, espera-se que os professores devam ir além dos conteúdos e do ensino tradicional, promovendo através de estratégias metodológicas e instrumentos alternativos como, por exemplo, o modelo molecular, os ensinamentos e aprendizagens que são importantes e fundamentais para o desempenho dos estudantes, a partir de aulas didáticas que estimulem os estudantes a refletir o que ele está vendo dentro da sala de aula.

Por fim, vale destacar a importância de o professor inserir novas alternativas de ensino, com o objetivo de os estudantes poderem ter atitudes, habilidades e senso crítico desenvolvidos. Logo, o modelo molecular é caracterizado por um processo que visa, por meio de uma estrutura tridimensional representacional, visível e palpável, tentar estimular o estudante a desenvolver habilidades e compreensão do mundo em que ele está inserido, adaptando-se às inúmeras origens socioeconômicas e culturais.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho buscou, com o uso de um modelo molecular físico, identificar as contribuições do uso dessa ferramenta didática para uma abordagem Bioquímica numa escola Pública de Referência em ensino médio na cidade de Belém de Maria – PE. Logo, por meio do trabalho realizado, foi possível analisar as contribuições do uso do modelo físico molecular com uma sequência didática sobre o conteúdo de proteínas. Isso possibilitou aos estudantes associar conceitos, processos de formação, interações, funcionamento do sistema, estruturas moleculares e suas atividades dentro do organismo. Enfatizando reflexões sobre o assunto de maneira prática para que eles percebessem o que ocorre no mundo microscópico e o que é observável no mundo macroscópico e que estão presentes no cotidiano de cada um, mesmo que passe despercebidos por todos.

Desta maneira, o uso do modelo físico molecular usado foi um bom recurso usado para a abordagem do conteúdo, mostrando-se interessante para sua aplicação na aula e que desenvolve um aprendizado melhor em comparação aqueles adquiridos pelos livros ou por meio da aula expositiva tradicional proporcionando aos estudantes um maior entendimento sobre o mundo de maneira geral. Destacando a possibilidade de os estudantes terem conhecimento sobre questões de saúde, alimentação e desenvolvimento, criando um olhar mais crítico e reflexivo sobre o consumo de alimentos ou o não consumo deles, e que podem levar a problemas futuros ou preveni-los deles.

Diante das concepções dadas pelos estudantes por meio do questionário, foi possível inferir que o uso do modelo molecular contribui para a formação dos estudantes, desenvolvendo neles uma maior capacidade de relacionar diferentes áreas do conhecimento. Ou que tangenciam tal conteúdo, e aumentando o nível de abstração facilitando no entendimento do assunto, dinamizam a aula e a tornam mais interessante. Além de trabalhar e fechar lacunas criadas ao longo da vida escolar que não foram fechadas, trabalhando conceitos específicos, mas relacionando com outras áreas do conhecimento e com o cotidiano de cada um.

Por fim, é preciso defender o uso mais frequente das representações moleculares nas aulas, considerando as contribuições no campo da educação para que o processo de formação dos estudantes se torne mais eficiente, consistente e coerente. Com o intuito de contribuir, ainda mais, no desenvolvimento, fornecendo subsídios alternativos para as dimensões cognitivas e que os levem para uma formação crítica e reflexiva.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. S. B.; SILVA, A. F. S.; ZIERER, M. S. Avaliação das dificuldades de aprendizado em bioquímica dos discentes da universidade federal do Piauí. **Revista de Ensino de Bioquímica: Journal of Biochemistry Education**. V. 15, n.1. ano 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/318765632_Avaliacao_das_dificuldades_de_aprendizado_em_Bioquimica_dos_discentes_da_Universidade_Federal_do_Piaui>. Acesso em: 18 de out. 2021.
- AZEVEDO, N. F. S.; JUNIOR, J. L. F.; SANTANA, W. A.; SOUSA, D. F. C., AMORIM; S. R. B. O estudo a introdução de bioquímica no ensino médio através dos alimentos: Uma abordagem a lipídios, carboidratos e proteínas. João Pessoa – PB. **IV CONEDU**, 2017. Disponível em: <<https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/37738>>. Acesso em: 18 de out. 2021.
- BARBOSA, J. U.; LEAL, M. C.; ROSSI, S. Q.; DIAS, T. N.; FERREIRA, K. A.; OLIVEIRA, C. P. Analogias para o ensino de bioquímica no nível médio. Belo Horizonte – MG: **Revista Ensaio**. 2012. V. 14. n. 01. p. 195-208. Janeiro de 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/epec/a/h7dbKV55hBQjTQ4LNd39Yym/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 18 de out. 2021.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa, Portugal, ed. 70, LDA, 2009.
- BARBOSA, J. P. V.; BORGES, A. T. O entendimento dos estudantes sobre energia no início do ensino médio. **Cad. Brás. Ens. Fís.**, Belo Horizonte – MG, v. 23, n. 2: p. 182-217, ago. 2006. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/issue/view/1153>>. Acesso em: 30 de março de 2022.
- BORGES, A. T. Como evoluem os modelos mentais. Ensino. **Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, n. 1, p. 85-125, 1999.
- BOSSOLANI, K. **Característica da aprendizagem significativa em proposições expressas por escritos pelos alunos do ensino fundamental**: um estudo de conceitos químicos proposto a partir de atividades experimentais. 2004. 111 p. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de São Carlos, 2004.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Matriz de Referência do Enem. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2009. Disponível em: <https://download.inep.gov.br/download/enem/matriz_referencia.pdf>. Acesso em: 31 de out. 2021.
- CABRAL, N. F. **Sequências Didáticas**: Estrutura e elaboração. 1 ed. Belém: SBEM / SBEM-PA, 2017. p. 1-106. Disponível em: <http://www.sbemrasil.org.br/files/sequencias_didaticas.pdf>. Acesso em: 31 de out. 2021.
- CALIL, P. O. **professor-pesquisador no Ensino de Ciências**. Coleção Metodologia do ensino de biologia e química, v. 2. Curitiba: Editora IBPEX, 2009.

CORREIA, P. R. M.; DAZZANI, M.; MARCONDES, M. E. R.; TORRES, B. B. A bioquímica como ferramenta interdisciplinar: vencendo o desafio da integração de conteúdos no Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 19, p. 19-23, 2004.

CORSINO, J. **Bioquímica**. Campo Grande: Ed. UFMS, p. 213, 2009. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/agricultura_geral/livros/LIVRO%20BIOQUIMICA.pdf>. Acesso em: 16 de nov. 2021.

CREPPE, C. H. **Ensino de Química Orgânica para deficientes visuais empregando modelo molecular**. 2009. 123 p. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências na Educação Básica) – Universidade do Grande Rio, Duque de Caxias, 2009. Disponível em: <http://www.unigranrio.br/unidades_adm/pro_reitorias/propep/stricto_sensu.old/cursos/mestrado/ensino_ciencias/galleries/downloads/dissertacoes/dissertacao_carlos_henrique_crepe.pdf> Acesso em: 19 de jun. 2013.

CRUZ, C. P. S. C. Modelos moleculares: Construção e utilização no ensino de ligação covalente e estrutura molecular. In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. **Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE**, 2013. Curitiba: SEED/PR., 2016. V.1. (Cadernos PDE). Disponível em: <<http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=20>>. Acesso em 30 de março. 2021. ISBN 978-85-8015-076-6

DANTAS, L. **O uso de modelos moleculares como recurso didático e a interdisciplinaridade entre química e história através de uma perspectiva histórico-cultural para o ensino de química orgânica**. 2018. 52 p. Monografia - trabalho de conclusão de curso, graduação (licenciatura em química), Universidade federal fluminense – UFF, Niterói, 2018. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/13030/MFC%202018.1_Leonardo%20Carvalho%20Dantas.pdf;jsessionid=A5143EEA7DB46FB6439EFB43A1666967?sequence=1>. Acesso em: 7 de dez. 2021.

DELLA J., Lourdes Aparecida; FERLA, Marcio Ricardo. A utilização de modelos didáticos no ensino de genética-exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. **Arquivos do Museu Dinâmico Interdisciplinar**, v. 10, n. 2, p. 35-40, 2006. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/view/19924/10818>>. Acesso em: 26 março. 2022.

DUARTE, M. Modelos moleculares: um recurso didático no ensino de geometria molecular de compostos orgânicos na educação básica de química. Natal-RN. **54º Congresso Brasileiro de Química: Química e sociedade motores da sustentabilidade**, 2014. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2014/trabalhos/6/4954-16612.html>> acesso em: 10 de abril de 2021.

FREIRE, P. A importância de Ler: em três artigos que se completam. 48.ed. São Paulo: Cortez, 2006.

GILBERT, J. K.; BOULTER, C. J. Aprendendo ciência através de modelos e modelagens. In:

COLINVAUX, D. **Modelos e educação em ciências**. Rio de Janeiro: Ravil, 1998. P. 12-34.

- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- GOHN, M. G. Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. **Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação**, v. 14, p. 27-38, 2006.
- GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **RAE-Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, mar-abr, p.57-63, 1995
- GOMES, K. V. G.; RANGEL, M. Relevância da disciplina bioquímica em diferentes cursos de graduação da UESB, na cidade Jequié. **Revista Saúde. Com.** v.2, n.1, 2006, p. 161-168. Disponível em: <<http://www.uesb.br/revista/rsc/v2/v2n2a8.pdf>> Acesso em: 06 de mar. 2013.
- GOMES, L. M. J. B.; MESSEDER, J. C. A presença das TIC no ensino de Bioquímica: uma investigação para uma análise crítica da realidade. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências–IX ENPEC Águas de Lindóia, **Atas do IX ENPEC**, São Paulo, ABRAPEC, 2013, p. 1-8 Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0032-1.pdf>. Acesso em: 20 de março 2021.
- HENRIQUES, L. R.; KONIG, I. F. M.; DIAS, B. K. de M.; BAGNO, F. F.; DOS SANTOS, R. C. V.; LEITE, J. P. V. Bioquímica nas escolas: uma estratégia educacional para o estudo de Ciência no Ensino Médio. **Revista ELO – Diálogos em Extensão, [S. l.]**, v. 5, n. 3, 2016. DOI: 10.21284/elo.v5i3.174. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/elo/article/view/1128>. Acesso em: 27 de out. 2021.
- IVOSKUS, D. **Obsesión Digital – Usos y abusos en la red**. Buenos Aires: Grupo Editorial Norma, 2010.
- JUNIOR, W. E. F. Bioquímica no ensino médio?! (de)limitações a partir da análise de alguns livros didáticos de química. **Revista ciência & ensino**. Online. Vol. 1, n. 2, 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/228340334_Bioquimica_no_Ensino_MedioDe_Limitacoes_a_partir_da_analise_de_alguns_livros_didaticos_de_Quimica>. Acesso em: 26 de out. de 2021.
- JUNIOR, W. E. F.; FRANCISCO, W. Proteínas: Hidrólise, precipitação e um tema para o ensino médio. **Revista Química Nova na Escola**. Online. Vol. 1, n. 24, 2006. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc24/ccd1.pdf>>. Acesso em: 17 de nov. de 2021.
- JUNIOR, V. L.; OLIVEIRA, K. T.; SILVA, R. C.; CONSTANTINO, M. G.; SILVA, G. V. J. Reatividade em reações de Diels-Alder: uma prática computacional. **Química Nova**. 2007, Vol. 30, nº 03. p. 727. Disponível em:<http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=5861>. Acesso em: 1 de dez. 2021.
- KFOURI, W.; D'AMBRÓSIO, U. Explorar e investigar para aprender matemática através da modelagem matemática. In: **Encontro Brasileiro De Estudantes Em Pós - Graduação Em Matemática**, 10, 2006, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte, 2006. Disponível em: <<http://www.fae.ufmg.br/ebapem/completos/09-02.pdf>>. Acesso em: 19 de jan. 2011.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica**. Editora Sarvier, 2006, 4ª edição.

LIMA, J. F.; SILVA, C. C. O uso de modelos moleculares no ensino de química orgânica. **Revista Itinerarius Reflectionis – UFG**. Jataí-GO. [S. L.], v. 10, n. 2, 2015. DOI: 10.5216/rir. V10i2.26721. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/rir/article/view/26721>>. Acesso em: 1 de nov. 2021.

LIMA, M. B, NETO, P. Construção de modelos para ilustração de estruturas moleculares em aulas de química. **Química Nova**, São Paulo. V.22, n. 6, p. 903-906, 1999. Disponível em: <<http://quimicanova.sbq.org.br/default.asp?ed=71>>. Acesso em: 01 de nov. 2021

LIMA, M. E. C. C.; SILVA, N. S. **Estudando os plásticos**: tratamento de problemas autênticos no ensino de Química. *Química Nova na Escola*, n.5, pg.6-10, 1997.

MACEDO, E. R.; RODRIGUES, V. F.; SILVA, B. D.; GOMES, E. B.; COSTA, A.; DULTRA, D. J. Leitura e o ensino de química: uma proposta de leitura de textos com abordagem cts (ciência, tecnologia e sociedade) do livro didático. **54º Congresso brasileiro de química**: Química e sociedade: Motores da sustentabilidade, 2014. Natal – Rio Grande do Norte. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2014/trabalhos/6/4935-17618.html>>. Acesso em: 25 de março de 2022.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Matriz de Referência do Enem**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2009. Disponível em:<https://download.inep.gov.br/download/enem/matriz_referencia.pdf>. Acesso em: 31 de out. 2021.

MINAYO, M. **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. Rio de Janeiro: Vozes, 2009.

MIRANDA, C. L.; PEREIRA, C. S.; MATIELO, J. R.; REZENDE, D. B. Modelos Didáticos e cinética química: Considerações sobre o que se observou nos livros didáticos de química indicados pelo PNLEM. **Revista Química Nova na Escola**. Online. Vol. 37, nº 3, p. 197-203, 2006. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37_3/07-EA-08-14.pdf>. Acesso em: 27 de março de 2022.

MORAIS, M. N. A.; SILVA, T. S.; CAVALCANTI, I. M. F. Utilização de sequência didática de ensino sobre agentes antimicrobianos e resistência bacteriana - **Revista de Produtos Educacionais Pesquisa em Ensino**: do Programa de Pós-Graduação em Ensino – Universidade Estadual do Norte do Paraná Cornélio Procópio, v. 4, n. 1, p. 4-33, 2020. ISSN: 2526-9542

OLIVEIRA, M. M. Professor Reflexivo No Ensino De Ciências. In: OLIVEIRA, M. M. **Sequência didática interativa no processo de formação de professores**. Petrópolis-RJ: Vozes, 2013. cap. 5, p. 106-175. Disponível em:<<https://docplayer.com.br/17715613-Livro-sequencia-didatica-interativa-no-processo-de-formacao-de-professores-maria-marly-de-oliveira-editora-vozes-2013-quinco-capitulo-p.html>>. Acesso em: 7 de dez. 2021.

ORLANDO, T. C. et al. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de Biologia Celular e Molecular no Ensino Médio por graduandos de Ciências Biológicas. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 7, n. 1, p. 1-17, 2009. Disponível em:

< <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/33>>. Acesso em: 13 jan. 2020.

OLIVEIRA, R. C. **Uso de modelos moleculares por alunos de ensino médio: contribuições para o desenvolvimento de modelos mentais de conceitos químicos**. 2012. 238 p. Tese de doutorado (Doutorado em Ciências, área de concentração: química) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2012.

PACOIN, A. F.; CARVALHO, J. W. P.; SOUTO, D. L. P., Ensino de química orgânica com uso dos objetos de aprendizagem atômico e simulador construtor de moléculas. **Revista signos: Ensino humanidade, Lajeado – RS**, v. 40, n. 02, p. 208-226, 2019. ISSN: 1983-0378. DOI: <http://dx.doi.org/10.22410/issn.1983-0378.v40i2a2019.2334>. Disponível em: < <http://www.meep.univates.br/revistas/index.php/signos/article/view/2334>>. Acesso em: 02 de nov. 2021.

PREDIGER, J.; BERWANGER, L.; MORS, M. F. Relação entre aluno e matemática: Reflexões sobre o desinteresse dos estudantes pela aprendizagem desta disciplina. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 1, n. 4, 2009. Disponível em: < <http://univates.br/revistas/index.php/destaques/article/view/39>>. Acesso em: 26 de março. 2022.

PORTO, A. L. F.; BEZERRA, R. P.; CAVALCANTI, M. T. H.; SOUZA, A. T. V.; SOUZA, K. M. S. Elaboração de modelos moleculares reutilizando materiais para o ensino da bioquímica. **Revista cadernos de educação básica**. Recife-PE, 2020. v. 5, n. 2. Disponível em:< <http://cp2.g12.br/ojs/index.php/cadernos/issue/view/174>>. Acesso em: 7 de dez. 2021.

PUCHOLOBEK, G.; POSSEBON, R. C. V.; FARIAS, A. J. Modelagem no Ensino de Química e Perspectivas dentro do Estágio Supervisionado. In: **Encontro nacional de ensino de química**, XVIII ENE, 2016, Florianópolis, Anais eletrônico, Santa Catarina, Universidade Federal de Santa Catarina, 2016. P. 1-8.

RAMOS, C. M.; RAMOS, L. A.; CARVALHO, C. C.; MELIM, H.; SANTOS, C. B. R. Modelagem Molecular como Ferramenta Motivadora no Ensino-Aprendizagem em Mecanismos de Reações de Diels-Alder. **Revista virtual de química** – online v. 8, n. 6, p. 2026-2041, 2016. ISSN:1984-6835. Disponível em:< <http://rvq.s bq.org.br/default.asp?ed=52>>. Acesso em: 7 de dez. 2021.

ROTBAIN, Y.; MARBACH-AD, G.; STAVY, R. Effect of bead and illustrations models on high school students' achievement in molecular genetics. **Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching**, v. 43, n. 5, p. 500-529, 2006. Disponível em: < <https://eric.ed.gov/?id=EJ760152>>. Acesso em: 25 março 2022.

RIOS, A. C. C. **Utilização de modelos moleculares no ensino da química orgânica**. Belo Horizonte. 2012. 36 p. Monografia – Monografia - trabalho de conclusão de curso, especialização m ensino de ciências por investigação – ENCI-UAB do CECIMIG – Universidade Federal Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte, 2012. Disponível em:< <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-9ATKRD>>. Acesso em: 7 de dez. 2021.

SANTOS, A. B.; GUIMARAES, C. R. P. A utilização de jogos como recurso didático no ensino de zoologia. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**. v.5, n.2, p. 52-57, 2010. Disponível em:
<<http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/reiec/article/view/7449>>. Acesso em: 28 março. 2022.

SCHWAHN, M. C. A. **Aprendizado de geometria molecular e representações atomísticas com o uso de modelos moleculares: análise das imagens mentais de estudantes com cegueira congênita**. Tese (doutorado em ensino de ciências e Matemática). Faculdade ULBRA, Canoas, p. 173. 2015.

SILVA, T. S.; SOUZA, J. J. N.; FILHO, J. R. C. Construção de modelos moleculares com material alternativo e sua aplicação em aulas de química – **Revista Experiência em ensino de ciência**, Cuiabá – MT. v.12, n. 2, p. 104 – 117, abril 2017. Disponível em :<<https://if.ufmt.br/eenci/?go=artigos&idEdicao=54>>. Acesso em: 01 de nov. 2021.

UGALDE, M. C. P; ROWEDER, C. Sequência didática: uma proposta metodológica de ensino-aprendizagem. Educitec - **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, Brasil, v. 6, n. ed. especial, p. e99220, 2020. DOI: 10.31417/educitec.v6ied.especial.992. Disponível em:
<<http://200.129.168.14:9000/educitec/index.php/educitec/article/view/992>>. Acesso em: 30 de out. 2021.

VIDRIK, E. C. F; ALMEIDA, W. N. C; MALHEIRO, J. M. D. S. As contribuições de uma sequência didáticas com enfoque investigativo para o ensino de química. **Experiências em Ensino de Ciências: Ensino de ciências e meio ambiente: aprender brincando: O Ensino de Ciências**, Mato Grosso, v. 15, n. 1, p. 488-598, abril de 2020. Disponível em:<<https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/issue/view/23>>. Acesso em: 31 de out. 2021.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed Editora, p. 8Artmed, 1998.



APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO

Questionário de Avaliação

Importante: Os dados são sigilosos e nenhuma informação pessoal será divulgada em tempo algum, sendo usadas de forma anônima.

1. O que você entende por proteínas?

2. Você acha que o texto apresentado ajudou no entendimento sobre o que são as proteínas? Comente.

3. De acordo com o que você viu em sala de aula. A utilização do modelo molecular lhe ajudou a entender/compreender melhor o assunto abordado? Justifique.

4. Destaque três pontos positivos e três pontos negativos do uso de modelos utilizado por você em sala de aula.

5. Você acha que o uso do modelo molecular influenciou no modo de como você vê as estruturas moleculares, tipos de ligações, arranjo, forma molecular... de uma proteína e no modo de você aprender? Justifique.

6. Qual nível de satisfação que você daria para o uso do modelo molecular na aula?

Ótimo ()

Não muito bom ()

Bom ()

Ruim ()

7. Você gostaria de ter mais aulas utilizando esse tipo de representação? Justifique.

8. Para você o uso do modelo molecular torna a aula melhor para assimilar o conteúdo em comparação com a aula sem o uso do modelo? Justifique.

Obrigado pela participação!