

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA *CAMPUS* GOVERNADOR
VALADARES
PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE
BIOLOGIA (PROFBIO)**

Uso da bioinformática como ferramenta de ensino em Biologia

Marcos Anderson Ferreira da Silva

Governador Valadares

2022

Marcos Anderson Ferreira da Silva

Uso da bioinformática como ferramenta de ensino em Biologia

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em rede nacional – PROFBIO, do Instituto de Ciências da Vida da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia.

Macroprojeto: Produção e avaliação de recursos didático-pedagógicos para o ensino de Biologia.

Orientador: Prof. Dr. João Eustáquio Antunes

Governador Valadares

2022

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Ferreira da Silva, Marcos Anderson .

Uso da bioinformática como ferramenta de ensino em Biologia / Marcos Anderson Ferreira da Silva. -- 2022.

64 p.

Orientador: João Eustáquio Antunes

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares, Instituto de Ciências da Vida - ICV. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional, 2022.

1. Sequência didática. 2. Ensino de Biologia. 3. Bioinformática. 4. Metodologias ativas. I. Antunes, João Eustáquio, orient. II. Título.

Autor: Marcos Anderson Ferreira da Silva

Título: Uso da Bioinformática como ferramenta de ensino em Biologia,

Dissertação apresentada Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (Profbio) da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia. Área de concentração Ensino de Biologia:

Aprovada em 19 de agosto de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof(a)Dr(a). João Eustáquio Antunes - Orientador e Presidente da banca
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof(a)Dr(a). Fernanda Henrique Lyra de Assis - Membro titular externo
Faculdade Pitágoras - Governador Valadares

Prof(a)Dr(a). Fernanda Souza de Oliveira Assis - Membro titular interno
Universidade Federal de Juiz de Fora

Juiz de Fora, 30/08/2022.



Documento assinado eletronicamente por Joao Eustaquio Antunes, Servidor(a), em 09/10/2022, às 15:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

Dedico este trabalho ao Eterno Deus
criador de todas as coisas visíveis e
invisíveis.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, pela proteção, pela provisão e por mais essa oportunidade de realizar mais esse sonho.

À minha linda esposa Tays, por todo amor, paciência, apoio, carinho e compreensão para que eu pudesse persistir. Te amo. Aos meus pais Vicente Luiz da Silva e Terezinha Ferreira da Silva, pelo incentivo e força desde os primeiros anos de escola. Amo vocês.

Aos meus irmãos Marylane, Guilherme, Patrícia e, em especial, minha irmã Prof.^a Dr.^a Márcia Ferreira da Silva, pelos incentivos, carinho e apoio em toda a jornada do mestrado. Amo vocês!

Aos meus filhos Túlio e Miguel, minha inspiração, por encherem a minha vida de alegria. Amo vocês.

Aos membros da banca examinadora, pelo interesse, disponibilidade e valiosas contribuições para o estudo.

Ao meu orientador Prof. Dr. João Eustáquio Antunes pela confiança, empenho, paciência e toda colaboração para que este trabalho se concretizasse.

Ao Prof. Dr. Leandro Roberto de Macedo pela rica colaboração com a análise estatística dos dados.

À Prof.^a Dr.^a Raquel Cardoso de Melo Minardi pelas contribuições com o seu canal sobre bioinformática OnlineBioinfo.

A todos os professores do Profbio pelo comprometimento em se reinventaram para nos ensinar em meio ao contexto de pandemia pela Covid-19.

A todos os meus colegas da turma 2020, pela parceria e companheirismo, em especial a Wesley Andrade, pelas palavras de ânimo durante toda jornada que nos motivou a prosseguir.

À diretora Patrícia de Fátima Santos e o vice-diretor Ruivan Ferreira Gomes, da E.E. do Bairro jardim do Ipê, pela colaboração e apoio fundamentais para a realização desse estudo.

A todos os meus colegas de trabalho atuais e a todos com os quais já trabalhei e que muito me ensinaram.

Aos meus alunos e ex-alunos por me ensinarem a ser um professor melhor.

Às pessoas que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho. Este estudo foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

RELATO DO MESTRANDO

Relato do Mestrando - Turma 2020

| |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Instituição: Universidade Federal de Juiz de Fora- <i>campus</i> Governador Valadares |
| Mestrando: Marcos Anderson Ferreira da Silva |
| Título do TCM: Uso da bioinformática como ferramenta de ensino em Biologia |
| Data da defesa: 19/08/2022 |
| <p>Comecei a dar aulas de Biologia e Ciências, mesmo antes de terminar a graduação na Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG. Ao longo dos anos fui adquirindo experiência lecionando na rede estadual de ensino de Minas Gerais, onde continuo atuando, e, após ser aprovado em concursos, passei alguns anos trabalhando também nas redes municipais de Belo Horizonte, Contagem e Esmeraldas. Já são mais de quinze anos dando aulas de Biologia. Assim como acontece com muitos de meus colegas professores, tive que me desdobrar dando aulas em dois ou três empregos a fim de obter um bom salário ao final do mês. Os baixos salários oferecidos no magistério ainda são uma triste realidade em muitas regiões do nosso país. A exaustiva carga horária semanal acarretou uma rotina que não me permitia dedicar tempo para atualizações e aprimoramento da minha prática em sala de aula.</p> <p>A entrada no Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO, é a realização de um sonho e o pagamento de uma dívida de gratidão. O sonho de fazer o mestrado em uma universidade renomada como é a UFJF- Universidade Federal de Juiz de Fora e o pagamento de uma dívida que tenho com a educação pública e de qualidade que recebi até hoje. No PROFBIO tive a oportunidade aprender e compartilhar experiências para uma melhor prática no ensino de variados temas relevantes da Biologia. Considero que a preparação que tive durante o mestrado me permite contribuir para a melhoria das minhas aulas e conseqüentemente oferecer uma melhor aprendizagem aos estudantes atuais e os que ainda terei.</p> <p>Ao longo desses anos lecionando Biologia para o Ensino Médio, sempre chamou minha atenção a dificuldade de alguns estudantes na compreensão da estrutura de</p> |

macromoléculas e suas funções. Como por exemplo, proteínas, carboidratos, ácidos nucléicos, entre outras. Durante as aulas, eram frequentes as discrepâncias na compreensão dos conceitos relativos a essas moléculas orgânicas. Refletindo sobre isso, me lembrei das aulas de bioinformática que tive na graduação e pensei em criar algo que ajudasse na melhor compreensão da estrutura tridimensional das proteínas.

Assim, nasceu a proposta de criar uma sequência didática que incorporasse a Bioinformática como recurso para ensinar sobre a estrutura tridimensional de proteínas. Com isso, pretendo difundir e estimular outros colegas a utilizarem as plataformas de Bioinformática nas aulas de Biologia no Ensino Médio.

SUMÁRIO

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 4 |
| 1.1 Impacto da Bioinformática no Ensino | 4 |
| 1.2 Proteínas | 5 |
| 1.3 Metodologia Ativa | 6 |
| 1.4 Sequência Didática | 6 |
| 2. OBJETIVOS | 7 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL | 7 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 7 |
| 3. METODOLOGIA | 8 |
| 3.1 Característica do estudo | 8 |
| 3.2 Apresentação da proposta | 9 |
| 3.3 Amostra | 10 |
| 3.4 Aspectos éticos e ambientais | 10 |
| 3.5 Criação da sequência didática | 10 |
| 3.6 Aplicação da sequência didática | 13 |
| 3.7 Avaliação do conhecimento dos alunos antes e após o uso da sequência didática | 14 |
| 3.8 Análise dos dados | 15 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 15 |
| 5. PRODUTO CRIADO | 28 |
| 6. CONCLUSÃO | 29 |
| 7. REFERÊNCIAS | 30 |
| 8. APÊNDICES | 33 |
| APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO ESTUDANTES | 33 |
| APÊNDICE B – PRÉ - TESTE ESTUDANTES | 34 |
| APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO ESTUDANTES PÓS SEQUÊNCIA DIDÁTICA | 36 |
| APÊNDICE D – ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA– ESTUDANTES | 37 |

| | |
|---------------------------------------------------------------|-----------|
| APÊNCIE E – PRODUTO CRIADO | 38 |
| 9. ANEXOS..... | 49 |
| ANEXO 1 –AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA – DIRETORIA DA ESCOLA..... | 49 |
| ANEXO 2 –TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO..... | 50 |
| ANEXO 3 –TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO..... | 51 |
| ANEXO 4 – PARECER DE APROVAÇÃO NA PLATAFORMA BRASIL..... | 54 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---------------|----|
| FIGURA 1..... | 8 |
| FIGURA 2..... | 9 |
| FIGURA 3..... | 16 |
| FIGURA 4..... | 16 |
| FIGURA 5..... | 17 |
| FIGURA 6..... | 25 |
| FIGURA 7..... | 27 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---------------|----|
| TABELA 1..... | 19 |
|---------------|----|

LISTA DE IMAGENS

| | |
|---------------|----|
| IMAGEM 1..... | 21 |
| IMAGEM 2..... | 22 |
| IMAGEM 3..... | 23 |
| IMAGEM 4..... | 24 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--------------|----|
| QUADRO1..... | 11 |
|--------------|----|

RESUMO

O uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) tem sido uma ferramenta importante no processo de ensino e aprendizagem. A bioinformática tem sido uma dessas ferramentas por trazer ao aluno um aprofundamento no conhecimento das estruturas das biomoléculas. A sequência didática é uma metodologia de ensino bastante utilizada em Biologia. Nesta perspectiva, esta pesquisa teve por finalidade elaborar e avaliar se uma sequência didática com uso de plataformas computacionais de bioinformática seria capaz de aumentar o aprendizado dos estudantes. O estudo teve a participação de 22 alunos regularmente matriculados na primeira série do Ensino Médio de uma Escola Estadual da cidade de Governador Valadares, Minas Gerais. Foi utilizada uma pesquisa experimental, exploratória e descritiva com abordagem qualitativa e quantitativa. Para verificar a eficiência dessa metodologia, foram aplicados questionários, testes e entrevistas. Como resultado deste estudo, podemos afirmar que, para a maioria dos alunos participantes desta pesquisa, a sequência didática foi um recurso importante para o ensino de estrutura das proteínas na disciplina de biologia ministrada para estes estudantes. A sequência didática possibilitou uma melhor compreensão das estruturas das proteínas porque permitiu uma melhor visualização destas estruturas por plataformas usadas em bioinformática. Portanto, o presente estudo permitiu concluir que o uso da bioinformática como ferramenta de ensino facilitou processo de ensino e aprendizagem quando se trata do conteúdo estruturas de proteínas.

Palavras-chave:

Sequência didática, Ensino de biologia, Bioinformática, Metodologias ativas

ABSTRACT

The use of Digital Information and Communication Technologies (DICTs) has been an important tool in the teaching and learning process. Bioinformatics has been one of these tools for bringing the student a deeper understanding of the structures of biomolecules. The sequence fez is a teaching methodology widely used in Biology. In this perspective, this research aimed to elaborate and evaluate whether a didactic sequence using bioinformatics computational platforms would be able to increase student learning. The study had the participation of 22 students regularly enrolled in the first year of high school at a State School in the city of Governador Valadares, Minas Gerais. An experimental, exploratory and descriptive research with a qualitative and quantitative approach was used. To verify the efficiency of this methodology, questionnaires, tests and interviews were applied. As a result of this study, we can say that, for most students participating in this research, the didactic sequence was an important resource for teaching protein structure in the biology discipline taught to these students. The didactic sequence allowed a better understanding of the protein structures because it allowed a better visualization of these structures by platforms used in bioinformatics. Therefore, the present study allowed us to conclude that the use of bioinformatics as a teaching tool facilitated the teaching and learning process when it comes to protein structures content.

Keywords: Didactic sequence, Biology teaching, Bioinformatics, active methodologies

1. INTRODUÇÃO

Os modelos tradicionais de ensino centrados em conceitos abstratos mostram-se ineficientes como recursos pedagógicos para compreender conteúdos tais como estrutura e composição das proteínas (DOS SANTOS et al; 2018). No entanto, as diferentes tecnologias estão modificando as formas de aprender, de ensinar e de produzir conhecimento na sala de aula. Nesse contexto, o uso de plataformas computacionais de bioinformática representa uma oportunidade de aprendizagem (DOS SANTOS FREIRE et al; 2018).

As Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) são recursos tecnológicos que, quando integrados entre si, proporcionam a automação e/ou a comunicação nos processos existentes nos negócios, no ensino e na pesquisa científica entre outros. São tecnologias usadas para reunir, distribuir e compartilhar informações (MENDES; 2008).

Segundo Ruppenthal, Santos e Prati (2011), o uso das TDICs nas aulas de Biologia aponta para a importância da diversidade de recursos e uso de metodologias variadas, que podem estimular o aluno para a participação dinâmica e criativa, potencializando o aprendizado. Em seus estudos, Soffa e Alcântara (2015) afirmam que o *software* educacional tem a finalidade de levar o aprendiz a construir um determinado conhecimento referente a um conteúdo didático. Portanto, o uso de recursos tais como aplicativos educacionais, *sites*, *softwares*, internet podem ser ferramentas importantes no processo de ensino aprendizagem. Isso porque podemos considerar o perfil atual dos estudantes, entendidos como nativos digitais nascidos em uma sociedade inserida na era tecnológica (FRANCO; 2013).

1.1. IMPACTO DA BIOINFORMÁTICA NO ENSINO

A bioinformática pode ser definida, geralmente, como estudo de técnicas computacionais e matemáticas para a geração e gerenciamento de bioinformação. De acordo com De Araújo *et al.* (2008), a bioinformática permite, entre outros procedimentos, reconhecer as sequências de um gene, prever a configuração tridimensional de proteínas e estabelecer árvores filogenéticas. Além disso, Marques *et al.* (2014) acrescenta que o caráter interdisciplinar da bioinformática engloba biologia, ciência da computação, ciência da informação, matemática, química e física. Essa

interdisciplinaridade torna a bioinformática um componente ideal no envolvimento dos alunos do ensino médio, uma vez que mostra a interação entre diferentes áreas científicas. Por outro lado, Form e Lewitter (2011) mostraram 10 (dez) regras que devem ser consideradas no uso da bioinformática. Entre elas está o uso de atividades para construir habilidades que utilizem a investigação. Pode-se destacar ainda que a bioinformática está associada à evolução do estudo das proteínas em diversos sistemas biológicos, segundo Doolittle (2010). Nessa perspectiva, a bioinformática é um recurso importante para o estudo e ensino de forma inovadora e atrativa para a visualização e interpretação da estrutura tridimensional das proteínas.

Machluf *et al.* (2017) demonstraram que o uso de bioinformática no ensino está associado a melhores resultados acadêmicos tanto em nível de competências quanto em nível de apreensão do conhecimento. Na mesma linha, Martins; Tavares e Lencastre (2017) acreditam que a bioinformática é uma ferramenta que permite preparar os estudantes para questões emergentes da biologia do século XXI.

1.2. PROTEÍNAS

As proteínas são polímeros de aminoácidos ligados entre si por meio de ligações peptídicas. São macromoléculas orgânicas responsáveis por diversas características morfofisiológicas dos seres vivos. Assim, alterações na forma de uma proteína podem ser benéficas e potencializar o seu papel biológico enquanto outras modificações podem ser tão nocivas e irreversíveis que inviabilizam a vida (DE CARVALHO BETIM, 2021). Portanto a compreensão da estrutura das proteínas é primordial para o entendimento dos processos biológicos em que elas participam.

As proteínas podem apresentar uma ou mais formas que podem ser visualizadas como estruturas tridimensionais que refletem sua função. A perda da estrutura de uma proteína acarreta em perda da função, processo que é chamado de desnaturação. A estrutura da proteína é estabilizada, em grande parte, por múltiplas interações fracas. As interações hidrofóbicas derivadas do aumento da entropia da água circundante quando moléculas ou grupos apolares estão agrupados são os principais contribuintes para a estabilização da forma globular da maioria das proteínas solúveis. As ligações de hidrogênio e interações iônicas são otimizadas nas estruturas termodinamicamente mais estáveis. As ligações covalentes não peptídicas, particularmente ligações dissulfeto, são importantes na estabilização da estrutura de

algumas proteínas. Outras proteínas têm segmentos intrinsecamente desordenados importantes para interação com outras proteínas (LEHNINGER; 2014).

Assim, alterações na forma de uma proteína podem ser benéficas e potencializar o seu papel biológico enquanto outras modificações podem ser tão nocivas e irreversíveis que inviabilizam a vida. Portanto a compreensão da estrutura das proteínas é primordial para o entendimento dos processos biológicos em que elas participam.

A Base Nacional Comum Curricular (Brasil 2018) propõe que o tema proteínas seja abordado na primeira série do ensino médio habilidade EM13CNT208. Além disso, observa-se que nesta etapa os estudantes apresentam dificuldades na compreensão do conteúdo que aborda a estrutura das proteínas. No mesmo sentido, existe também um desafio para os docentes criarem estratégias metodológicas que estejam integradas às tecnologias digitais e facilitem a aprendizagem desse conteúdo. Por outro lado, a bioinformática tem se mostrado uma ferramenta de ensino muito relevante no processo de aprendizagem e tem sido pouco explorada no ensino médio.

1.3. METODOLOGIA ATIVA

Os estudos baseados em metodologia ativa são aqueles que buscam envolver e estimular o protagonismo dos estudantes na construção do conhecimento de forma autônoma e participativa. Neste sentido, a sala de aula invertida é um exemplo de metodologia ativa. De acordo com Valente (2014) esta metodologia deve ocorrer com ações em sala de aula e fora dela. As metodologias ativas consistem em um processo educativo que encoraja o aprendizado crítico-reflexivo, onde o estudante tem uma maior aproximação com a realidade. Assim, possibilita uma série de estímulos podendo ocorrer maior curiosidade sobre o assunto abordado, pode-se propor inclusive desafios onde o participante busque solução, obtendo, portanto, uma maior compreensão (SOUZA; VILAÇA; TEIXEIRA; 2020).

1.4. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

De acordo com Dolz, Noverraz, Schneuwly (2004), a sequência didática é um conjunto de atividades planejadas para ensinar um conteúdo, etapa por etapa. Essas etapas são organizadas de acordo com os objetivos que o professor quer

alcançar para aprendizagem envolvendo atividades de avaliação para todos os níveis de aprendizagem.

As dificuldades dos estudantes em compreender o assunto estruturas de proteínas pelos métodos convencionais de ensino foi o ponto de partida que motivou esse estudo, uma vez que as metodologias tradicionais têm se mostrado ineficazes em sanar tais dificuldades. Por outro lado, existem poucos estudos que abordam o uso de plataformas de bioinformática como recurso didático no ensino médio. A partir dessa observação, resolveu-se desenvolver este estudo para investigar se a criação e aplicação de uma sequência didática envolvendo bioinformática, como exemplo de metodologia ativa, pode melhorar o aprendizado dos estudantes sobre o conteúdo estrutura de proteínas.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar se uma sequência didática que contempla a bioinformática promove melhora no aprendizado do conteúdo sobre estruturas de proteínas no ensino de biologia.

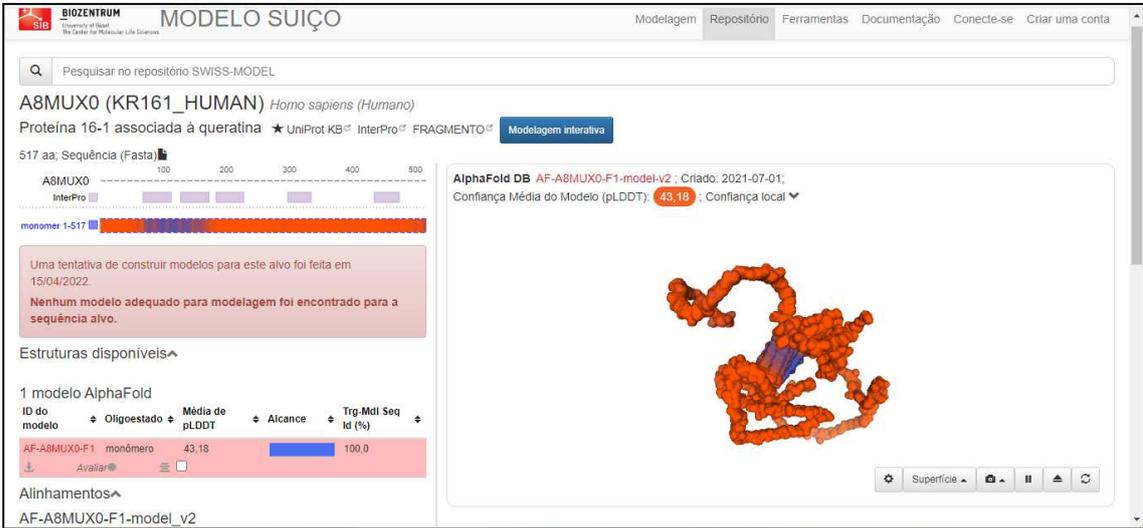
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Aplicar um pré-teste diagnóstico para avaliar o conhecimento prévio dos estudantes sobre estrutura das proteínas, antes da apresentação da sequência didática;
2. Elaborar e aplicar uma sequência didática com temas relacionados `a estruturas das proteínas;
3. Estimular o interesse investigativo e o protagonismo dos estudantes;
4. Criar um infográfico com o tema “As proteínas no dia a dia”;
5. Avaliar os benefícios didáticos pedagógicos com a aplicação da sequência didática.

3. METODOLOGIA

3.1. CARACTERÍSTICA DO ESTUDO

O presente estudo faz parte de uma pesquisa experimental, exploratória e descritiva, com abordagem quali-quantitativa de amostragem intencional. Tal estudo, descreve uma experiência educacional com uso de uma sequência didática de ensino a partir do uso de plataformas computacionais, tais como *Swiss – Model* - <https://swissmodel.expasy.org> e *Protein Data Bank (PDB)* – <http://www.rcsb.org> no ensino médio na disciplina Biologia. As plataformas computacionais descritas podem ser vistas nas figuras 1 e 2. Tais programas são gratuitos e puderam ser acessados pelos computadores disponíveis na escola onde foi desenvolvido o estudo. Os alunos que participaram do estudo também puderam acessar os sites pelos seus aparelhos de celular com acesso *WiFi* gratuito disponibilizado pela escola.



The screenshot shows the Swiss-Model website interface. At the top, there is a search bar and navigation links. The main content area displays the protein A8MUX0 (KR161_HUMAN) from Homo sapiens. It includes a sequence viewer, a 3D model of the protein structure, and a table of available structures. The table lists one AlphaFold model with a pLDDT of 43.18 and a sequence identity of 100.0%.

| ID do modelo | Oligoestado | Média de pLDDT | Alcance | Trg-Mdl Seq Id (%) |
|--------------|-------------|----------------|---------|--------------------|
| AF-A8MUX0-F1 | monômero | 43,18 | | 100,0 |

Figura 1. Visualização de uma página da plataforma *Swiss – model*. Pode ser observado a estrutura de uma proteína associada à queratina.

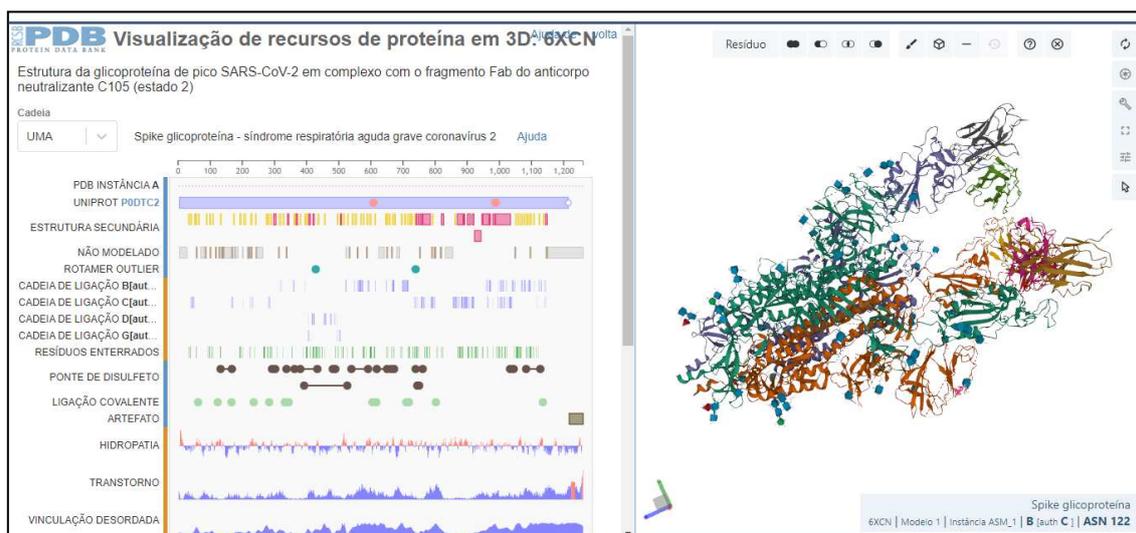


Figura 2. Visualização de uma página do site de banco de dados de proteínas (*Protein Data Bank*) – PDB. Pode-se visualizar uma estrutura em 3D de uma glicoproteína com seu *spike*

3.2. APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA

O presente estudo foi realizado com a proposta de criação e aplicação de uma sequência didática. Para tal, foi proposto a utilização de plataformas computacionais para o estudo de bioinformática conforme já descrito. Tais recursos permitem a visualização de estruturas de proteínas em três dimensões (3D), moléculas de fármacos encaixadas no sítio ativo de receptores específicos e sequência de aminoácidos que compõem uma proteína. O uso dessas ferramentas propicia uma melhor compreensão das estruturas primária, secundárias, terciárias e quaternárias das proteínas. Após a criação da sequência didática, a mesma foi aplicada aos estudantes que aceitaram participar deste estudo. Para isso foram realizadas seis aulas. Vale ressaltar que os estudantes que não aceitaram participar do estudo tiveram assegurado o direito de participar da aula sem nenhum prejuízo pedagógico. Devido ao risco de contaminação pela *COVID-19*, as atividades deste estudo iniciaram remotamente e posteriormente foram aplicadas presencialmente considerando a RESOLUÇÃO SEE 4644/2021 com prévio consentimento da Direção da Escola conforme documento do anexo 1.

3.3. AMOSTRA

O número de participantes no estudo apresentou variação ao longo das etapas, devido à infrequência de alguns estudantes. Isto posto, foram sujeitos da pesquisa 58 estudantes regularmente matriculados na primeira série do ensino médio da Escola Estadual do Bairro Jardim do Ipê. Todos os estudantes receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) que deveriam ser assinados pelos pais ou responsável legal conforme anexo 2 e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), assinado pelo estudante (anexo 3). Do total de 68 estudantes convidados a participar do estudo, apenas 58 aceitaram participar e assinaram os termos acima citados e foram submetidos à aplicação da sequência didática. Inicialmente, tais alunos foram avaliados por questionários e testes de conhecimentos antes da sequência didática. Vale ressaltar que dos 58 participantes somente 22 estudantes concluíram todas as etapas do estudo.

Os estudantes que aceitaram participar deste estudo responderam a um questionário inicial (Apêndice A) sobre o perfil dos estudantes participantes deste estudo e conhecimento sobre a estrutura das proteínas. Este questionário teve também como objetivo saber se os estudantes participantes deste estudo já conheciam a bioinformática e quais métodos de ensino mais contribuem para o aprendizado.

Em virtude do alto risco de contaminação pela *COVID-19*, os participantes foram recrutados remotamente através de formulário elaborado no *Google Forms*. As atividades do projeto aconteceram de forma remota através dos aplicativos *Google Meet* e *Google Classroom* e posteriormente de forma presencial, com base nas recomendações da Secretaria Estadual de Educação de Minas Gerais, RESOLUÇÃO SEE 4644/2021.

3.4. ASPECTOS ÉTICOS E/OU AMBIENTAIS

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética da Plataforma Brasil, sob o parecer de número 4795571 em 21 de junho de 2021 (Anexo 4).

3.5. CRIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

O Quadro 1 refere-se à criação da sequência didática sobre conteúdo de estrutura das proteínas para ser aplicada aos alunos do primeiro ano do ensino médio participantes deste estudo. A sequência didática descrita foi elaborada com base nas metodologias propostas por (MARCELINO; SILVA; 2018).

QUADRO 1. Sequência didática sobre o conteúdo de estrutura das proteínas.

| Sequência Didática – Ensino de Estrutura das Proteínas | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Aula 1 – 50 minutos</p> <p>Introdução ao tema</p> <p>Ao final da aula os estudantes deverão:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Investigar problemas do cotidiano associados às proteínas; ● Propor soluções para problemas do cotidiano relacionados às proteínas; ● Compreender a função e estrutura de uma proteína; | <p>No primeiro momento da aula, os estudantes realizaram um pré-teste descrito no apêndice B.</p> <p>No segundo momento, os estudantes assistiram a uma reportagem publicada no link https://www.youtube.com/watch?v=ZcpDEt3Andw.</p> <p>Em seguida foi solicitado aos estudantes possíveis explicações para a queda do cabelo após o procedimento estético. O professor questionou aos alunos como o conteúdo estrutura das proteínas pode se relacionar ao acontecido da reportagem. A partir das reflexões, o docente explicou aos estudantes o conteúdo a ser tratado, relacionando – o com aspectos da vida cotidiana.</p> <p>No terceiro momento; os alunos deveriam apresentar problemas do cotidiano relacionados à temática da aula e em seguida indicar possíveis soluções via plataformas digitais para atrair o interesse investigativo dos alunos e possibilitar o protagonismo durante a aula.</p> |
| <p>Aula 2 – 50 minutos</p> <p>O que nós aprendemos?</p> <p>Ao final da aula os estudantes deverão:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Diferenciar alimentos proteicos e não | <p>Mostrar aos alunos diferentes alimentos e solicitar que apontem quais são de natureza proteica e então descrevam o que aprenderam sobre o tema abordado da aula 1. Em seguida, o professor discutiu com os alunos sobre o que foi descrito por eles refletindo erros e acertos.</p> |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>proteicos;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entender a importância das proteínas no dia a dia; | |
| <p>Aula 3 e 4 – 1 hora e 40 minutos</p> <p>Proteínas no ambiente virtual</p> <p>Ao final da aula os estudantes deverão:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conhecer a estrutura de diferentes proteínas; • Elaborar modelo didático para estrutura de proteínas; | <p>No laboratório de informática, os alunos foram encorajados a acessarem a plataforma digital para visualizarem diferentes proteínas e suas estruturas tridimensionais. Em seguida, os alunos deveriam elaborar a estrutura de uma proteína a partir de material alternativo.</p> |
| <p>Aula 5 – 50 minutos</p> <p>Resolvendo problemas</p> <p>Ao final da aula os estudantes deverão:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicar diferentes fatores que interferem na estrutura das proteínas; • Relacionar a função das proteínas a sua estrutura tridimensional | <p>Nesta etapa os alunos foram distribuídos em grupos de 4 estudantes. Cada grupo teve um problema para solucionar. Neste problema, as proteínas será o tema central. O primeiro grupo deveria explicar o porquê o ovo cozido não pode voltar ao seu estado normal. O segundo grupo deveria explicar por que o cabelo alisado e escovado, após molhado, retorna ao seu estado inicial. O terceiro grupo precisaria explicar por que o indivíduo que tem intolerância a lactose não pode consumir alimentos derivados de leite. O quarto grupo de estudantes foram desafiados a explicar o motivo pelo qual os alisantes químicos conseguem modificar o cabelo crespo, tornando-o liso. Após se reunirem, os estudantes apresentaram aos demais colegas as explicações que encontraram sobre os temas, apresentando a estrutura e função de cada proteína estudada.</p> |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Aula 6 – 50 minutos</p> <p>Proteínas no dia a dia</p> <p>Ao final da aula os estudantes deverão:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Produzir um infográfico “As proteínas no dia a dia”; ● Conhecer a estrutura e função das proteínas; ● Indicar fatores que podem alterar a estrutura de uma proteína; | <p>Os estudantes foram submetidos ao teste final. Em seguida, em grupos já definidos anteriormente, os estudantes produziram um infográfico com o tema: “As proteínas no dia a dia” e compartilharam esse material nas redes sociais. Após, os estudantes, juntamente com o professor, avaliaram o que tem sido produzido na sequência até o momento, apontando aspectos negativos e positivos</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

3.6 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática deste estudo foi aplicada durante as aulas de Biologia ministradas remotamente aos estudantes da primeira série do ensino médio da Escola Estadual do Bairro Jardim do Ipê em Governador Valadares, MG. Para isso, foi utilizado o *Google Meet* e após autorização para retorno das atividades presenciais na escola, o estudo passou a ser aplicado de forma presencial. As imagens 1, 2 e 3 mostram momentos da aplicação da sequência didática nas aulas presenciais. Cada etapa da sequência didática foi realizada de acordo com o Quadro1. Na aula 1, em um primeiro momento, os estudantes fizeram um pré-teste descrito no apêndice B. Em um segundo momento, os estudantes assistiram a reportagem “Mulher tem queda de cabelo após tratamento em salão de beleza em Rio Preto publicada no link <https://www.youtube.com/watch?v=ZcpDEt3Andw>. Em seguida, foi solicitado aos estudantes possíveis explicações para a queda do cabelo após o procedimento estético. O professor questionou os estudantes como o conteúdo “estrutura das proteínas” pode se relacionar ao acontecido relatado na reportagem. A partir das reflexões, o docente explicou aos estudantes o conteúdo a ser tratado apontando principalmente os fatores que alteram a estrutura das proteínas, relacionando com aspectos da vida cotidiana. Em um terceiro momento; os alunos apresentaram

problemas do cotidiano relacionados à temática da aula e em seguida indicaram possíveis soluções.

Na execução da sequência, mais especificamente durante a segunda aula, os estudantes foram encorajados a expor seus conhecimentos sobre o tema, indicando onde as proteínas podem ser encontradas em figura com diversos tipos de alimentos; sendo o professor um mediador, que ao final da discussão apontou erros e acertos acerca do que foi produzido pelos estudantes. No terceiro e quarto encontros, foram utilizadas plataformas digitais. Neste momento, foi explicado aos estudantes as formas de acesso e utilização dessas plataformas. Os estudantes foram encorajados a identificar diferentes proteínas e suas estruturas tridimensionais. Por exemplo, os estudantes visualizaram a proteína *spike* presente no Coronavírus, a proteína queratina, presente no cabelo e também a proteína colágeno. Após a visualização/exploração das plataformas, os estudantes elaboraram um modelo de estrutura de proteínas a partir de macarrão parafuso. No quinto encontro, em grupos de quatro estudantes, os discentes resolveram problemas associados às estruturas das proteínas como: o que o amaciante de carnes provoca nas proteínas? . Na aula 6, em grupos já definidos anteriormente, os estudantes produziram um infográfico com o tema: “As proteínas no dia a dia” e compartilharam esse material nas redes sociais. Em seguida, os estudantes foram submetidos ao mesmo teste inicial (Apêndice B) e juntamente com o professor avaliaram os aspectos positivos e negativos do uso da sequência didática.

3.7 AVALIAÇÃO DO CONHECIMENTO DOS ESTUDANTES ANTES E APÓS O USO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Um pré-teste (Apêndice B) foi aplicado aos estudantes do primeiro ano do ensino médio participantes deste estudo antes de iniciar a sequência didática. Tal teste teve como objetivo fazer um diagnóstico dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo estrutura de proteínas. Após aplicação da sequência didática, os discentes participantes deste estudo foram submetidos a um pós-teste contendo as mesmas questões respondidas antes da sequência didática. O uso dos testes pré e pós sequência didática teve como objetivo avaliar se houve melhora no aprendizado após a aplicação desta metodologia.

3.8 ANÁLISE DOS DADOS

As medianas das notas dos estudantes no pré-teste foram comparadas com as medianas das notas dos estudantes no pós-teste usando o teste *Wilcoxon* para avaliar se houve diferenças significativas estatisticamente entre as medianas. Os discentes participantes também foram entrevistados através de questionários (Apêndice D) para saber se houve dificuldades para usar as plataformas computacionais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de participantes no estudo apresentou variação ao longo das etapas, devido à ausência de alguns estudantes durante o estudo. Antes de participarem da sequência didática, os 58 estudantes voluntários receberam um questionário (apêndice A), em que deveriam responder questões relacionadas ao perfil demográfico, acesso à internet, tecnologias digitais e seus conhecimentos sobre estrutura de proteínas. O questionário foi respondido por apenas 30 (trinta) estudantes que apresentaram a seguinte descrição.

4.1. PERFIL DOS ESTUDANTES VOLUNTÁRIOS

Na primeira aula da aplicação da sequência didática os estudantes responderam, em casa, de forma remota, ao questionário do apêndice A. Os estudantes apresentavam em média 15 anos ou mais no momento da pesquisa. Todos cursaram o ensino fundamental na rede pública de ensino. Em relação à disciplina de Biologia, 53% responderam que se consideram bons alunos. O conteúdo estrutura das proteínas foi considerado por 70%, como sendo de dificuldade moderada. Quando perguntados sobre a bioinformática, 80% dos estudantes relataram não conhecer o tema, conforme a Figura 3. O grande percentual de estudantes que desconhecem a bioinformática, sugere que este tema deve ser mais explorado no ensino de biologia no ensino médio.

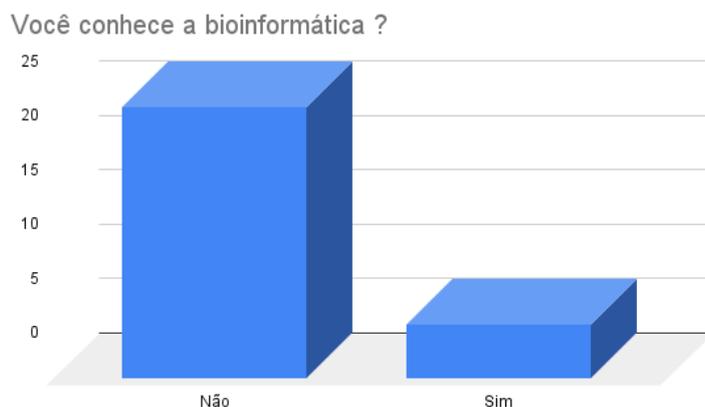


Figura 3. Conhecimento de bioinformática.

Quando questionados sobre métodos de ensino que facilitam a aprendizagem, 70% dos estudantes relataram que aprendem melhor ouvindo o professor. No que se refere ao acesso à internet, 90% acessam a rede pelo celular. Quando perguntado sobre qual a melhor forma de aprender Biologia, 60% dos participantes responderam que aprendem mais assistindo aulas teóricas em casa. Os resultados destes dados podem ser vistos na Figura 4.

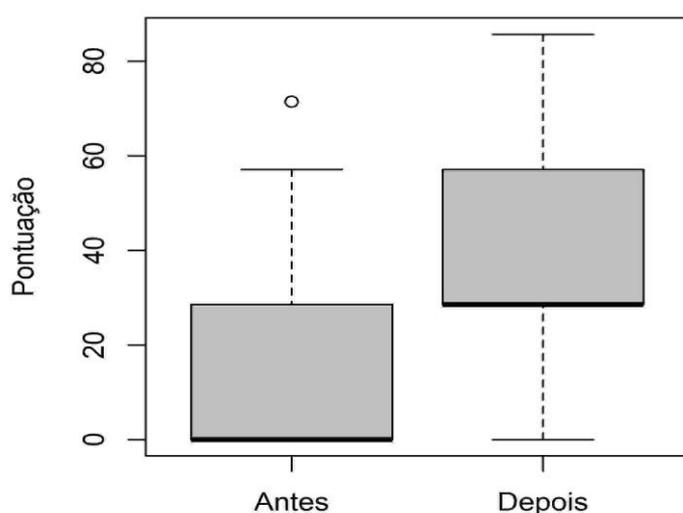


Figura 4. Métodos que facilitam a aprendizagem do conteúdo.

Esses resultados podem indicar que os estudantes ainda consideram a aula expositiva centrada na figura do professor como um método de aprendizagem relevante. Talvez essa percepção esteja relacionada ao tipo de aula a que estes alunos estão habituados ao longo da sua trajetória escolar, ou seja, sendo reflexo do longo período de aulas remotas onde o contato com o professor foi restringido, como sugerido por Fonseca *et al.* (2021).

4.2 APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE

Os estudantes participantes deste estudo responderam a um pré-teste (Apêndice B) cuja finalidade foi diagnosticar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o conteúdo estruturas das proteínas. Os resultados do pré-teste estão descritos na figura 5. A avaliação dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre as estruturas das proteínas sugere que existe uma dificuldade em definir e identificar a composição das proteínas. Como pode ser observado nas respostas da questão 4 (Apêndice B), que foi marcada corretamente somente por 9 dos 43 estudantes que responderam ao teste. Esses dados podem ser vistos na Tabela 2. Como foi demonstrado por Figueira e Rocha (2016) em seus estudos, ao analisarem as respostas dadas pelos estudantes ao conceituarem proteínas, foi observado uma tendência em considerar as proteínas como substâncias fundamentais para a saúde, muito relacionadas à “energia” e “força”.



Antes – n= 43, Depois – n =32, $p < 0,01$

Figura 5. Medianas da pontuação dos estudantes no pré e pós teste.

A figura 5 mostra as medianas de acertos dos estudantes no pré e pós teste. Os resultados demonstram que houve diferença estatisticamente significativa quando foram comparadas as medianas entre os dois momentos de avaliação. Isso demonstra que, provavelmente a utilização desta sequência didática pôde contribuir para aumentar a mediana de acertos nos testes avaliados. Porém, não se pode considerar o aumento no aprendizado dos alunos apenas usando testes avaliativos quantitativos. A percepção do professor no modo como os estudantes demonstraram aprendizado após a aplicação da sequência didática ficou evidenciado também nas discussões realizadas após cada etapa da aplicação da sequência didática.

O resultado do pré-teste demonstrou ainda que a questão que os estudantes mais acertaram está relacionada com os fatores que causam alterações das estruturas das proteínas. Isso provavelmente demonstra certo grau de compreensão dos alunos no que se refere aos fatores que podem alterar a estrutura de uma proteína como temperatura elevada. A questão que os estudantes menos acertaram, estava relacionada à distinção entre as estruturas de uma proteína. Isso provavelmente sugere que os estudantes ainda apresentam dificuldade na compreensão das diferentes estruturas que uma proteína pode assumir.

O resultado desses testes demonstrou ainda que 35 estudantes dentre os 43 participantes não conseguiram definir a estrutura quaternária como a estrutura tridimensional da proteína na questão 6. Isso pode sugerir uma dificuldade dos estudantes na compreensão do conceito bioquímico de proteína. Isso pode demonstrar que este conceito necessita ser mais explorado nas aulas sobre o conteúdo de proteínas, como sugerido nos estudos de (FIGUEIRA; ROCHA; 2016).

Os resultados da tabela 1 evidenciam uma diminuição do percentual de erros observados nas questões 1, 4, 5, e 6. Isso sugere que os estudantes apresentaram melhor desempenho nas habilidades, por exemplo, identificar calor como um fator que pode alterar a estrutura de uma proteína, identificar os aminoácidos como os componentes das proteínas, bem como reconhecer que as diferentes combinações entre aminoácidos possibilitam haver vários tipos de proteínas com conformações tridimensionais características. A redução no percentual de erros da questão 4 de 79%

no pré-teste para 56% após sequência no pós-teste (Tabela 1) também pode ser considerado como fator positivo da aplicação da sequência didática.

TABELA 1. Número de acertos e erros no pré-teste e nos pós-teste

| Pré – teste, n= 43 | | | Pós– teste, n=32 | | |
|--------------------|---------|-------|------------------|---------|-------|
| Questão | Acertos | Erros | Questão | Acertos | Erros |
| 1 | 56% | 44% | 1 | 78% | 22% |
| 2 | 44% | 56% | 2 | 44% | 56% |
| 3 | 40% | 60% | 3 | 28% | 72% |
| 4 | 21% | 79% | 4 | 44% | 56% |
| 5 | 53% | 47% | 5 | 69% | 31% |
| 6 | 19% | 81% | 6 | 25% | 75% |
| 7 | 47% | 53% | 7 | 47% | 53% |

4.3 PERCEPÇÕES DOS ESTUDANTES DURANTE A APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.

Na primeira aula da aplicação da sequência didática os estudantes responderam, em casa, de forma remota, ao questionário do apêndice A e o pré-teste do apêndice B. Em seguida, já de forma presencial na escola, os estudantes assistiram a um vídeo que retratava a queda de cabelo sofrida por uma mulher após um tratamento realizado em um salão de beleza.

Após assistirem ao vídeo, foram propostas aos estudantes as seguintes perguntas:

O que pode ter causado a queda do cabelo da mulher?

Qual é a composição do cabelo?

Os estudantes demonstraram bastante interesse em assistir ao vídeo e em buscar explicações para a queda de cabelo. Foi percebido pelo professor que os motivos apontados pelos discentes para explicar a situação apresentada no vídeo, em nenhum momento, foi apontado para os aspectos bioquímicos relacionados à mudança da estrutura tridimensional das proteínas. A maioria das explicações foram pautadas em informações relacionadas às vivências cotidianas, como pode ser observado em algumas explicações dadas pelos estudantes:

“ a química foi forte fez o cabelo quebrar ”

“Passou formol no cabelo”

“Acho que é queratina”

“Tem gente que passa queratina no cabelo”

Isso pode demonstrar a importância da interferência do professor em aproveitar esse momento para discutir e explicar os aspectos biológicos envolvidos nas alterações na estrutura das proteínas, tais como calor, alterações de pH, salinidade, entre outros.

Na segunda aula os estudantes deveriam identificar alimentos de natureza proteica a partir de figuras contendo diferentes tipos de alimentos. Foi perceptível pelo professor que os estudantes relacionam essas macromoléculas à alimentação. Entre os acertos observados pelo professor, os estudantes conseguiram associar as proteínas à vida cotidiana, principalmente em temperos de carnes, relacionar fatores que alteram a estrutura da proteína, como, por exemplo, o calor.

As proteínas como a queratina das unhas e do cabelo ou mesmo proteínas estruturais como a proteína muscular também foram citadas pelos estudantes durante as discussões. Quando perguntados sobre outras situações em que as proteínas estão presentes, alguns estudantes citaram, por exemplo, a utilização do limão ao temperar carnes, produtos químicos usados em alisamento capilar, *whey protein* na suplementação durante a prática de atividade física, entre outros. Entretanto, proteínas como a hemoglobina, albumina e anticorpos não foram citadas. Isso pode demonstrar a necessidade do docente em abordar os vários aspectos das proteínas, assim como os diferentes papéis dessas moléculas no organismo.

Na aula 3 os estudantes foram levados ao laboratório de informática (Imagem 1) para acessarem as plataformas *Swiss model* e *PDB (Protein Data Bank)*.

Os estudantes demonstraram surpresa e interesse com a possibilidade de eles mesmos realizarem pesquisas por proteínas nas plataformas de bioinformática. Essa reação dos estudantes provavelmente se deve ao fato de que eles mesmos pesquisaram e visualizaram as proteínas, o que pode contribuir para o melhor aprendizado desse conteúdo. Durante a pesquisa nas plataformas de bioinformática os estudantes levantaram as seguintes questões:

“Qual proteína vou pesquisar? ”

“Tem todo tipo de proteína aqui? ”

“Não imaginava que era assim? ”

“Isso tem dentro da gente?”

Na aula 4, os estudantes foram novamente para o laboratório de informática, porém o momento foi direcionado para pesquisar proteínas tais como, *spike*, queratina, colágeno, entre outras. Na percepção do professor, a visualização da proteína *spike* despertou muito o interesse dos estudantes em virtude da relação dessa proteína à *COVID -19* e sua ampla divulgação nas mídias. Devido à divulgação excessiva de sua forma de esfera com pontas que ganhou *status* de ícone universal instantâneo, como demonstrado por Farias (2020). Além disso, a curiosidade dos estudantes em conhecer a estrutura de uma proteína foi um fator bastante relevante.



Imagem 1 –Aula ministrada em laboratório para acesso às plataformas de bioinformática

Fonte: próprio autor

Após a visualização das proteínas os estudantes foram encorajados a elaborar modelos tridimensionais de proteínas (Imagem 2) a partir da visualização das estruturas das proteínas nas plataformas de bioinformática. Tais visualizações puderam ajudar os estudantes na realização dessa atividade. Isso corrobora para que mais professores usem as plataformas computacionais como ferramenta prática no aprendizado dos estudantes.



Imagem 2 – Estudantes elaborando modelo tridimensional de proteínas
Fonte: próprio autor

O modelo produzido pelos estudantes (Imagem 3) demonstra que a visualização das moléculas nas plataformas de bioinformática pôde contribuir para a noção da forma tridimensional das proteínas. Surgiram algumas perguntas interessantes, tais como: “*sobre o que as cores diferentes representavam?*” Ou “*por que algumas proteínas eram tortas?*” Pela percepção do professor, tais perguntas foram oportunidades para aprimorar os conceitos acerca da relação entre estrutura e função das proteínas. Como aponta Silva (2022), a utilização de modelos didáticos é uma importante estratégia motivacional que potencializa a participação dos estudantes.

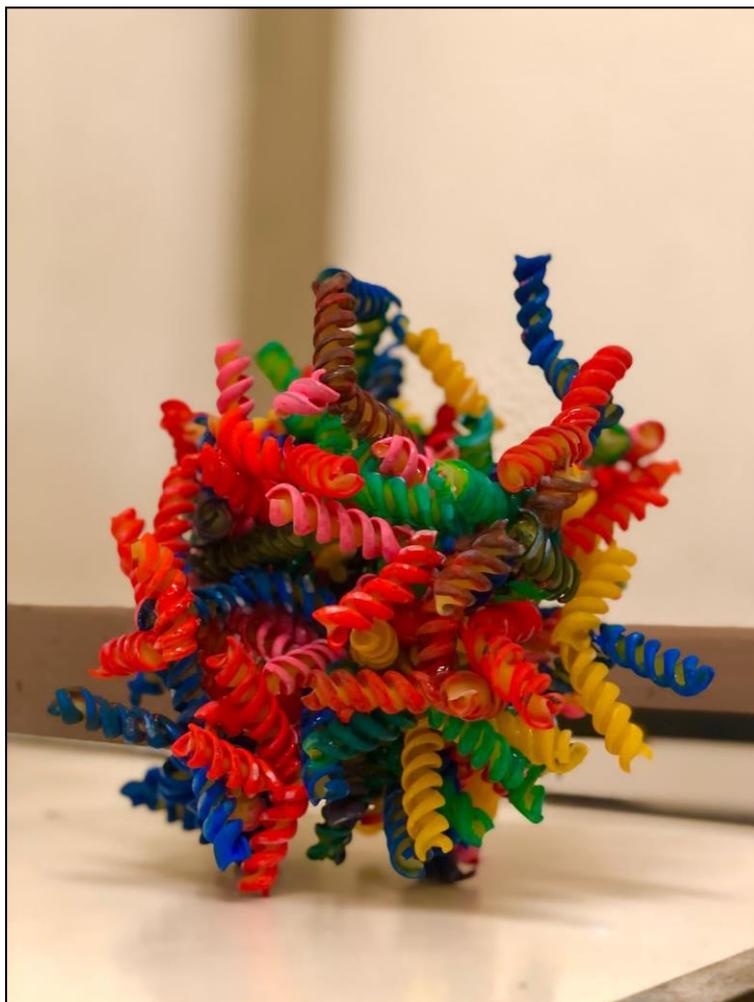


Imagem 3 –Modelo tridimensional de proteína produzido pelos estudantes.

Fonte: próprio autor

O aprendizado dos alunos deve ser estimulado por métodos criativos. Para isso a criação de um infográfico pelos estudantes participantes deste estudo foi estimulada (Imagem 4). A percepção do professor ao analisar o tipo de infográfico produzido pelos estudantes sugere que os mesmos podem estar associando as proteínas ao alimento de origem animal. Como aponta os estudos de Figueira e Rocha (2021), onde a maioria dos estudantes citaram a carne como exemplo de fonte de proteína.

Por outro lado, verificou-se o uso de imagens de proteínas semelhantes aquelas observadas durante a utilização das plataformas de bioinformática. Isso pode sugerir que alguns estudantes assimilaram mais sobre a forma tridimensional da proteína.

O resultado do questionário demonstrou que os estudantes que participaram deste estudo avaliaram positivamente a metodologia de ensino aplicada.

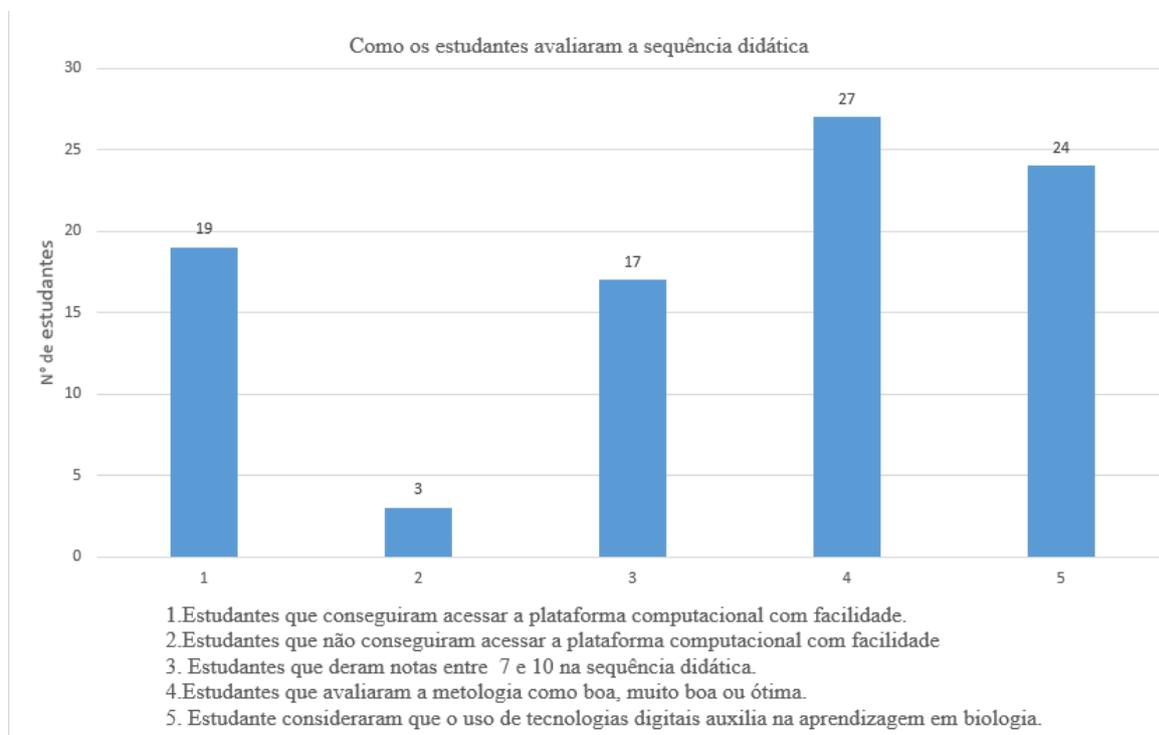


Figura 6. Avaliação da sequência didática pelos estudantes participantes.

Opinião dos estudantes acerca da metodologia utilizada:

Muito boa.

Está sendo uma sequência Boa

Foi bom

Gostei é bom saber das nossas funções biológicas

Foi bem legal, deu pra ver na prática a estrutura e partes da proteína

Muito boa e necessária.

Foi boa

Melhorou bastante

Achei bem interativo, porém poderia ser um pouco menos formal.

Achei muito boa, deu pra entender quase tudo.

Na avaliação da sequência didática pelos estudantes participantes deste estudo demonstraram que o uso da bioinformática durante a sequência didática tornou a aula mais atrativa e facilitou a aprendizagem do conteúdo abordado. Na mesma linha, alguns dos estudantes responderam que gostavam de usar a tecnologia para visualização tridimensional de proteínas, pois permite compreender de maneira mais realística o conteúdo ministrado em sala de aula. Os estudos de Soffa e Alcântara (2015) corroboram com os resultados obtidos pelas respostas dos estudantes, no que se refere à visualização ser uma importante ferramenta para a compreensão de conceitos científicos. Esses autores mostraram que em se tratando de nativos digitais, o uso da bioinformática é uma ferramenta que pode auxiliar na aprendizagem e trazer para o estudante uma visão diferente e ampliada do conteúdo. Portanto, tal metodologia deve ser mais explorada na atividade docente. A Figura 6 mostra que mais de 80% dos estudantes participantes conseguiram identificar a estrutura tridimensional das proteínas a partir das plataformas utilizadas. Esse resultado reforça aqueles obtidos na entrevista com os estudantes e que podem ser observados nas respostas dadas pelos estudantes na questão 5 do Apêndice D:

O computador tava meio lento mas deu pra entender como funciona essa base tridimensional das proteínas

Uma bela visão, aprofundando nos alimentos, e como são feitos

Gostei bastante e super prático de aprender

Achei que melhorou muito para aprender, além de economizar o tempo de aula

De modo geral facilita a forma de entender e aprender.

Eu amei estudar sobre essas estruturas das proteínas com essa maneira didática porque tem variações de modelos sobre cada uma e foi mais divertido e com certeza tive um melhor desempenho para estudar sobre isso

Bem explícita

Gostei da sequência e do método.

Isso corrobora com os estudos de Do Amaral (2021) que apontaram que o uso das TDICs como recurso didático torna o conteúdo mais atrativo além de facilitar a aprendizagem.

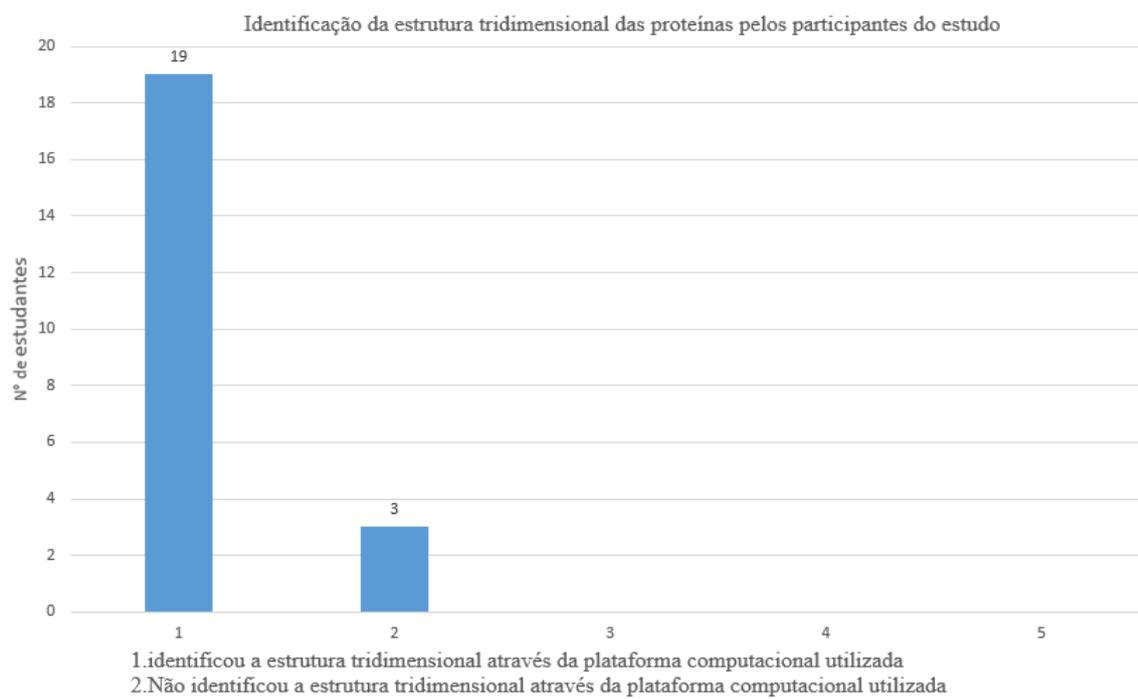


Figura 7. Identificação da estrutura tridimensional das proteínas pelos participantes do estudo.

5. PRODUTO CRIADO

O macroprojeto “Produção e avaliação de recursos didático-pedagógicos para o ensino de Biologia” no qual este estudo está inserido, permitiu, após a realização deste estudo, criar e aplicar uma sequência didática com utilização da bioinformática como ferramenta de ensino. A partir dessa sequência, foram produzidos infográficos informativos sobre o tema “As proteínas no nosso dia a dia”. Essa produção foi compartilhada pelos estudantes com a comunidade escolar como forma de divulgação do produto e ampliação do acesso ao conhecimento.

6. CONCLUSÃO

O estudo realizado permitiu concluir que a sequência didática associada à bioinformática pode ser uma ferramenta eficaz de ensino e aprendizagem no que se refere ao conteúdo de estruturas de proteínas. Pela percepção do professor que realizou este estudo, os alunos demonstraram estar mais interessados e estimulados na compreensão do conteúdo abordado pela sequência didática utilizando a bioinformática. Portanto, tal metodologia poderá ser aplicada pelos docentes interessados nessa maneira de ensino aprendido em biologia.

REFERÊNCIAS

DE ARAÚJO, Nilberto Dias *et al.* A era da bioinformática: seu potencial e suas implicações para as ciências da saúde. **Estudos de Biologia**, Paraná, v. 30, n. 70/72, p. 143-148, Jan./Dez. 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.7213/reb.v30i70/72.22819>. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/index.php/estudosdebiologia/article/view/22819>. Acesso em 02 nov. 2020.

DE CARVALHO BETIM, Nicéia; HIGUCHI, Débora Ayame. Representação de proteínas para o ensino no nível médio e superior. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 4, 2021.

DO AMARAL LUNA, Amanda. O uso da tecnologia digital da informação e comunicação como ferramenta didática para o ensino de biologia celular no ensino médio. **Revista Multidisciplinar em Saúde**, v. 2, n. 4, p. 1-12, 2021.

DOLZ, Joaquim. Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento. Gêneros orais e escritos na escola. *In*: DOLZ, Joaquim. **Gêneros orais e escritos na escola**. Campinas: Mercado de Letras, 2004. p. 95-128.

DOOLITTLE, Russell F. As raízes da bioinformática na evolução de proteínas. **PLoS Computational Biology**, v. 6, n. 7, pág. e1000875, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1000875>. Acesso em 16 janeiro 2021.

DOS SANTOS, Aline Coêlho *et al.* Ensino de ciências baseado em investigação: Uma proposta didática inovadora para o uso de laboratórios on-line em aveá. *Revista Univap*, v. 24, n. 44, p. 54-68, 2018.

DOS SANTOS FREIRE, Cindy Magda Araújo *et al.* Proposta pedagógica em prática no ensino de bioquímica: Aproveitamento de softwares livres como facilitador do processo de ensino e de aprendizagem. *Revista Thema*, v. 15, n. 4, p. 1442-1455, 2018.

FARIAS, Salvio Juliano Peixoto. **Estudos Contemporâneos em Jornalismo**. Uma carapara o novo coronavírus: como a mídia representou visualmente o Sars-CoV-2. Goiânia: UFG/FIC, Cegraf UFG, 2020. *Ebook*. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/76/o/E-book_2020.pdf?1607086179. Acesso em: 05 ago. 2022.

FIGUEIRA, Ângela Carine Moura; ROCHA, Joao Batista Teixeira da. Concepções sobre proteínas, açúcares e gorduras: uma investigação com estudantes de ensino básico e superior. **Revista Ciências & Ideias [recurso eletrônico]**. Nilópolis, RJ. **Vol. 7, n. 1 (2016), p. 23-34**, 2016.

FONSECA, GC da .; SILVA, JVF dos S.; ARANTES, ALM.; LIMA, SE.; ALMEIDA, VHC.; PANIAGO, RN. As vozes de estudantes do ensino médio sobre o ensino remoto emergencial: possibilidades e desafios na aprendizagem. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 10, n. 8, pág. e32210817436, 2021. DOI:

10.33448/rsd-v10i8.17436. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/17436>. Acesso em: 20 jul. 2022.

FORM, David; LEWITTER, Fran. Ten simple rules for teaching bioinformatics at the high school level. **PLoS Computational Biology**, v. 7, n. 10, p. e1002243, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1002243>. Acesso em 16 jan. 2021.

LEHNINGER, T. M., NELSON, D. L. & COX, M. M. **Princípios de Bioquímica**. 6ª Edição, 2014. Ed. Artmed.

MARCELINO, Valéria; SILVA, PGS. Metodologias para o ensino. **Teorias e exemplos de sequências didáticas**. Rio de Janeiro: Brasil multicultural, 2018. *Ebook*. Disponível em https://brasilmulticultural.org/wp-content/uploads/2020/04/E-book-Metodologias_ensino.pdf. Acesso em 05 de agosto de 2022.

MARQUES, Isabel; ALMEIDA, Paulo; ALVES, Renato; DIAS, Maria João; GODINHO, Ana; PEREIRA-LEAL, José B. Projetos de Bioinformática de Apoio à Aprendizagem das Ciências da Vida no Ensino Médio. **PLoS Computational Biology**. v.10, n.1, p. e1003404. Janeiro. 2014. Disponível em : <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1003404>. Acesso em 16 de janeiro 2021.

MACHLUF, Yossy; GELBART, Hadas; BEN-DOR, Shifra; YARDEN, Anat. Making authentic science accessible—the benefits and challenges of integrating bioinformatics into a high-school science curriculum. **Briefings in bioinformatics**, v. 18, n. 1, p. 145-159, Jan. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1093/bib/bbv113>. Disponível em: <https://academic.oup.com/bib/article/18/1/145/2453200>. Acesso em 13 novembro 2020.

MACHLUF, Yossy; YARDEN, Anat. Integrating bioinformatics in high school :design principles and implications . **Briefings in Bioinformatics**, v.14, n. 5, p. 648–660, set. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1093/bib/bbt030>. Disponível em: <https://academic.oup.com/bib/article/14/5/648/218781>. Acesso em 24 de novembro de 2020.

MARTINS, Ana; TAVARES, Fernando; LENCASTRE, Leonor. Integração da bioinformática nos currículos do ensino básico e secundário. **Encontro nacional de jovens investigadores em educação: livro de resumos**, 2017.

MENDES, Alexandre. TIC – **Muita gente está comentando, mas você sabe o que é?** **Portal iMaster**, 2008. Disponível em: <http://imasters.com.br/artigo/8278/gerencia-de-ti/tic-muita-gente-esta-comentando-mas-voce-sabe-o-que-e/>. Acesso em: 21 abril 2020.

Metodologias para o ensino: teoria e exemplos de sequências didáticas / organização Valéria Marcelino e Priscila G. De Sousa e Silva. – Campos dos Goytacazes, RJ: Brasil Multicultural, 2018. ^[1]80 p.

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO. RESOLUÇÃO SEE 4644/2021 acessada pelo site <https://www2.educacao.mg.gov.br/images/documentos/4644-21-r%20-%20Public.%2026-10-21.pdf>

RUPPENTHAL, Raquel.; DOS SANTOS, Tatiane Linhares, PRATI, Tatiana Valesca. A utilização de mídias e TICs nas aulas de Biologia: como explorá-las. **Cadernos do Aplicação**, Porto Alegre, v.24, n.2, p.377-390, jul./dez.2011. DOI: <https://doi.org/10.22456/2595-4377.18163>.

Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/CadernosdoAplicacao/article/view/18163/23015>. Acesso em 02 novembro 2020.

SILVA, H. M. da S. OBSERVAÇÕES DE UMA OFICINA ORIENTADA SOBRE DIVISÃO CELULAR: contribuições e possibilidades para o ensino de genética e biologia molecular através da construção de modelos didáticos. **Scientia Generalis**, [S. l.], v. 3, n. 1, p.1–21, 2022. Disponível em: <http://scientiageneralis.com.br/index.php/SG/article/view/211>. Acesso em: 3 ago. 2022.

SOFFA, Marilice Mugnaini; ALCÂNTARA, Paulo Roberto de Carvalho. O uso do software educativo: reflexões da prática docente na sala informatizada. In: **CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (EDUCERE)**, 8., 2008. Curitiba. Anais eletrônicos... Curitiba: PUCPR, 2008.

Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2008/335_357.pdf. Acesso em: 02 novembro 2020.

SOUZA, Aliny Leda de Azevedo; VILAÇA, Argicely Leda de Azevedo; TEIXEIRA, Hebert José Balieiro. Os benefícios da metodologia ativa de aprendizagem na educação. **Metodologias ativas: métodos e práticas para o século XXI**. Quirinópolis, GO: Editora IGM, 2020.

REFERÊNCIA VÍDEO DO YOU TUBE.

<https://www.youtube.com/watch?v=ZcpDEt3Andw> cujo título é “Mulher tem queda de cabelo após tratamento em salão de beleza em Rio Preto”.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO – ESTUDANTES

1) Qual é a sua idade?

- menos de 15 anos 15 anos 16 anos 17 anos ou mais

2) Sexo:

- Feminino
 Masculino

3) Raça:

- Negro
 Branco
 Pardo
 Amarelo
 Indígena
 Outro

4) E-mail de contato: _____

5) Telefone de contato: _____

6) Onde você cursou o Ensino Fundamental (1º ao 9º ano) ?

- Todo em escola pública
 Todo em escola particular
 Parte em escola pública e parte em escola particular.

7) Você se considera um bom aluno em Biologia?

- Sim Não

8) Sobre o conteúdo de estrutura das proteínas, indique o nível de sua dificuldade.

- Muito fácil Difícil Moderado
 Fácil Muito Difícil

9) Você conhece a bioinformática?

- Sim Não

10) Você acredita que o estudante aprende mais:

- Usando a internet Observando Pesquisando Ouvindo o professor

11) Você tem acesso à internet?

Sim Não

Em caso afirmativo, responda a questão número 12.

12) Geralmente você acessa a internet em:

Computador

Celular

Tablet

TV

Outro

13) Na aula de biologia, você aprende mais quando:

Assisto a aulas teóricas na escola.

Assisto vídeo aulas na internet.

Faço projetos práticos e resolvo problemas propostos.

Faço trabalhos em grupo.

Participo de aulas baseadas em tecnologias digitais.

APÊNDICE B – PRÉ – TESTE ESTUDANTES

1. Um atleta maratonista ingere 2 ovos cozidos após uma sessão de treino. O cozimento alterou a estrutura das proteínas do ovo?

Não. O cozimento não interfere na estrutura das proteínas do ovo.

Sim. O cozimento modifica a estrutura das proteínas deixando o ovo mais duro.

2. Maria trabalha em um laboratório e resolveu fazer um experimento. Ela inseriu a Lactase em uma solução ácida para averiguar o que aconteceria com essa enzima. Sabendo que a Lactase tem sua atividade ótima em pH neutro. Que resultado Maria obterá com esse experimento?

a) Maria não obterá nenhuma alteração na estrutura da Lactase.

b) Alterações na estrutura da proteína podem ser observadas por Maria.

c) A Lactase sofrerá mudança em sua estrutura.

d) O pH da solução não interfere na estrutura da Lactase.

3. Uma garota fez prancha no cabelo deixando os fios lisos. Como você explicaria essa situação com base na estrutura tridimensional da proteína queratina, presente no cabelo?

- a) O calor transforma a queratina em outra proteína, o que deixa o cabelo com aspecto liso.
- b) O calor transforma a estrutura da queratina, o que deixa o cabelo com aspecto liso.
- c) O calor transforma a estrutura primária da queratina em estrutura quaternária, o que deixa o cabelo com aspecto liso.
- d) O calor não interfere na estrutura da proteína do cabelo, apenas deixa ele mais flexível.

4. No almoço de domingo; a mãe de Joaquim serviu bife a milanesa, macarrão e legumes. Joaquim se lembra logo de sua aula de biologia, onde o professor ensinou que as proteínas podem ser encontradas na carne. No processo de digestão, a carne consumida pela família será convertida em:

- a) Carboidrato.
- b) Vitamina.
- c) Aminoácidos.
- d) Sair minerais.

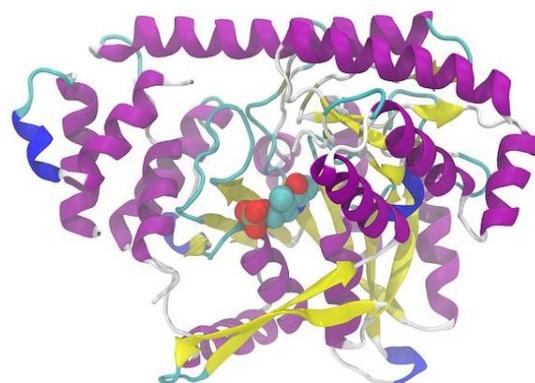
5. Existem na natureza apenas 20 aminoácidos, porém milhares de proteínas com tamanhos, funções e quantidade de aminoácidos diferentes são conhecidas. Como você explicaria esses dados?

- a) Existem proteínas que não são derivadas de aminoácidos.
- b) A maioria das proteínas são derivadas de aminoácidos sintéticos.
- c) As diferentes combinações de aminoácidos produzem vários tipos de proteínas.
- d) Parte das proteínas conhecidas são produzidas em laboratório.

6. Observe a estrutura tridimensional da proteína aminotransferase alanina.

Essa figura representa qual estrutura da proteína?

- a) primária



Aminotransferase

- b) secundária
- c) terciária
- d) quaternária

7. Ao preparar uma carne para churrasco podemos adicionar amaciante de carnes. Sabendo que a carne contém proteínas, podemos afirmar que:

- a) O amaciante não interfere na estrutura tridimensional das proteínas da carne.
- b) O amaciante quebra a interação lipídio da carne.
- c) A estrutura tridimensional das proteínas fibrosas da carne é quebrada.
- d) O amaciante quebra os carboidratos da carne.

APÊNDICE C – Questionário estudantes – Pós Sequência didática

1. Em uma escala de 1 a 10, como a utilização da plataforma digital contribuiu para sua compreensão do conteúdo estrutura tridimensional das proteínas?

2. Como você avalia a metodologia utilizada na aula sobre estrutura tridimensional das proteínas?

Ruim Boa Muito boa Ótima

3. Como você avalia o uso de tecnologias digitais como ferramenta de aprendizagem em Biologia?

Atrapalha na aprendizagem Auxilia na aprendizagem Não interfere na aprendizagem

4. Qual a sua opinião sobre a metodologia de ensino utilizada na aula de Biologia no conteúdo “Estrutura das proteínas”?

APÊNDICE D – ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA– ESTUDANTES

1. Você conseguiu acessar a plataforma computacional com facilidade?

Sim Não

2. A aula facilitou a visualização das diferentes estruturas das proteínas?

Sim Não

3. Você identificou a estrutura tridimensional através da plataforma computacional utilizada?

Sim Não

4. Você conseguiu identificar as estruturas primária, secundária e terciária de uma proteína?

Sim Não

5. Qual é sua opinião sobre a sequência didática utilizada nas aulas sobre estrutura das proteínas. Descreva como foi a sua percepção.

APÊNDICE E - PRODUTO CRIADO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CAMPUS GOVERNADOR VALADARES
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA VIDA - ICV
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA - PROFBIO

USO DA BIOINFORMÁTICA COMO FERRAMENTA DE ENSINO EM BIOLOGIA

GOVERNADOR VALADARES – MG

2022

Esta Sequência Didática é o produto da dissertação de mestrado apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) pelo mestrando Marcos Anderson Ferreira da Silva, sob a orientação do Profº Drº. João Eustáquio Antunes.

Apoio:



Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.

APRESENTAÇÃO

Caros educadores,

Esta sequência didática sugere ao professor de Biologia o uso da bioinformática como ferramenta de ensino do conteúdo estrutura das proteínas.

O ensino de estrutura das proteínas é um desafio na primeira série do ensino médio. Isso por que esse conteúdo é de difícil compreensão por muitos estudantes neste nível de ensino. As proteínas são polímeros de aminoácidos ligados entre si por meio de ligações peptídicas. São macromoléculas orgânicas responsáveis por diversas características morfofisiológicas dos seres vivos. Assim, alterações na forma de uma proteína podem ser benéficas e potencializar o seu papel biológico enquanto outras modificações podem ser tão nocivas e irreversíveis que inviabilizam a vida. Portanto, a compreensão da estrutura tridimensional das proteínas é primordial para o entendimento dos processos biológicos onde elas participam. Assim ferramentas de ensino que facilitem o aprendizados deste conteúdo são indispensáveis. A bioinformática, por exemplo é uma ferramenta já bastante utilizada no ensino superior e que tem se apresentado como método relevante no ensino da estrutura das proteínas e outras biomoléculas, tornando o ensino destes conteúdos mais atrativo, despertando maior interesse dos estudantes.

O objetivo desse estudo foi criar uma sequência didática com o uso de bioinformática como ferramenta de ensino da estrutura tridimensional das proteínas. Para tanto, foram utilizadas plataformas computacionais de livre acesso onde os estudantes puderam visualizar a estruturas de diferentes proteínas. A partir dessa visualização, os estudantes deveriam elaborar um modelo que representasse a estrutura tridimensional de uma proteína. Além disso, foi proposto aos estudantes a construção de infográficos que veiculassem informações sobre as proteínas no dia a dia.

Dessa forma, essa sequência didática propõe 6 (seis) aulas de 50 minutos onde o conteúdo estrutura das proteínas foi abordado utilizando uma sequência investigativa de ensino com o uso de bioinformática a fim de melhorar a compreensão dos conceitos bioquímicos relacionados ao papel das proteínas.

ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

| Sequência Didática – Ensino de Estrutura das Proteínas | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Aula 1 – 50 minutos Introdução ao tema Ao final da aula os estudantes deverão:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Investigar problemas do cotidiano associados às proteínas; • Propor soluções para problemas do cotidiano relacionados às proteínas; • Compreender a função e estrutura de uma proteína; | <p>No primeiro momento da aula, os estudantes realizaram um pré-teste para avaliar o conhecimento prévio sobre o tema.</p> <p>No segundo momento, os estudantes assistiram a uma reportagem para problematização. A reportagem publicada no link https://www.youtube.com/watch?v=ZcpDEt3Andw foi utilizada. Em seguida foi solicitado aos estudantes possíveis explicações para a queda do cabelo após o procedimento estético. O professor questionou aos alunos como o conteúdo estrutura das proteínas pode se relacionar ao acontecido da reportagem. A partir das reflexões, o docente explicou aos estudantes o conteúdo a ser tratado, relacionando – o com aspectos da vida cotidiana.</p> <p>No terceiro momento; os alunos deveriam apresentar problemas do cotidiano relacionados à temática da aula e em seguida indicar possíveis soluções via plataformas digitais para atrair o interesse investigativo dos alunos e possibilitar o protagonismo durante a aula.</p> |
| <p>Aula 2 – 50 minutos O que nós aprendemos? Ao final da aula os estudantes deverão:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diferenciar alimentos proteicos e não proteicos; • Entender a importância das proteínas no dia a dia; | <p>Mostrar aos alunos diferentes alimentos e solicitar que apontem quais são de natureza proteica e então descrevam o que aprenderam sobre o tema abordado da aula 1. Em seguida, o professor discutir com os alunos sobre o que foi descrito por eles refletindo erros e acertos.</p> |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | |
| <p>Aula 3 e 4 – 1 hora e 40 minutos</p> <p>Proteínas no ambiente virtual</p> <p>Ao final da aula os estudantes deverão:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Conhecer a estrutura de diferentes proteínas; ● Elaborar modelo didático para estrutura de proteínas; | <p>No laboratório de informática, os alunos foram encorajados a acessarem a plataforma digital para visualizarem diferentes proteínas e suas estruturas tridimensionais. Em seguida, os alunos deveriam elaborar a estrutura de uma proteína a partir de material alternativo como por exemplo, macarrão e outros materiais.</p> |
| <p>Aula 5 – 50 minutos</p> <p>Resolvendo problemas</p> <p>Ao final da aula os estudantes deverão:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Explicar diferentes fatores que interferem na estrutura das proteínas; ● Relacionar a função das proteínas a sua estrutura tridimensional | <p>Nesta etapa os alunos foram distribuídos em grupos de 4 estudantes. Cada grupo teve um problema para solucionar. Neste problema, as proteínas será o tema central. O primeiro grupo deveria explicar o porquê o ovo cozido não pode voltar ao seu estado normal. O segundo grupo deveria explicar por que o cabelo alisado e escovado, após molhado, retorna ao seu estado inicial. O terceiro grupo precisaria explicar por que o indivíduo que tem intolerância a lactose não pode consumir alimentos derivados de leite. O quarto grupo de estudantes foram desafiados a explicar o motivo pelo qual os alisantes químicos conseguem modificar o cabelo crespo, tornando-o liso. Após se reunirem, os estudantes apresentaram aos demais colegas as explicações que encontraram sobre os temas, apresentando a estrutura e função de cada proteína estudada.</p> |
| <p>Aula 6 – 50 minutos</p> <p>Proteínas no dia a dia</p> <p>Ao final da aula os estudantes deverão:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Produzir um infográfico “ As proteínas no dia a dia”; | <p>Os estudantes foram submetidos ao teste final. Em seguida, em grupos já definidos anteriormente, os estudantes deverão produzir um infográfico com o tema: “As proteínas no dia a dia” e compartilhar esse material nas redes sociais da escola. Após, os estudantes, juntamente com o professor, avaliam o</p> |

- Conhecer a estrutura e função das proteínas;
- Indicar fatores que podem alterar a estrutura de uma proteína;

que foi produzido na sequência didática, apontando aspectos negativos e positivos.

The screenshot shows the Swiss-Model website interface. At the top, there is a search bar and navigation tabs for 'Modelagem', 'Repositório', 'Ferramentas', 'Documentação', 'Contacto-sc', and 'Criar uma conta'. The main content area displays the protein 'A8MUX0 (KR161_HUMAN) Homo sapiens (Humano)'. Below the protein name, there is a sequence viewer showing the protein sequence from 1 to 517 amino acids. A message indicates that no suitable model was found for the target sequence. A table of available structures is shown, with one entry for 'AF-A8MUX0-F1-model_v2' with a confidence score of 43.18. A 3D model of the protein structure is displayed on the right side of the page.

Figura 1. Visualização de uma página da plataforma *Swiss – model*. Pode ser observado a estrutura de uma proteína associada à queratina.

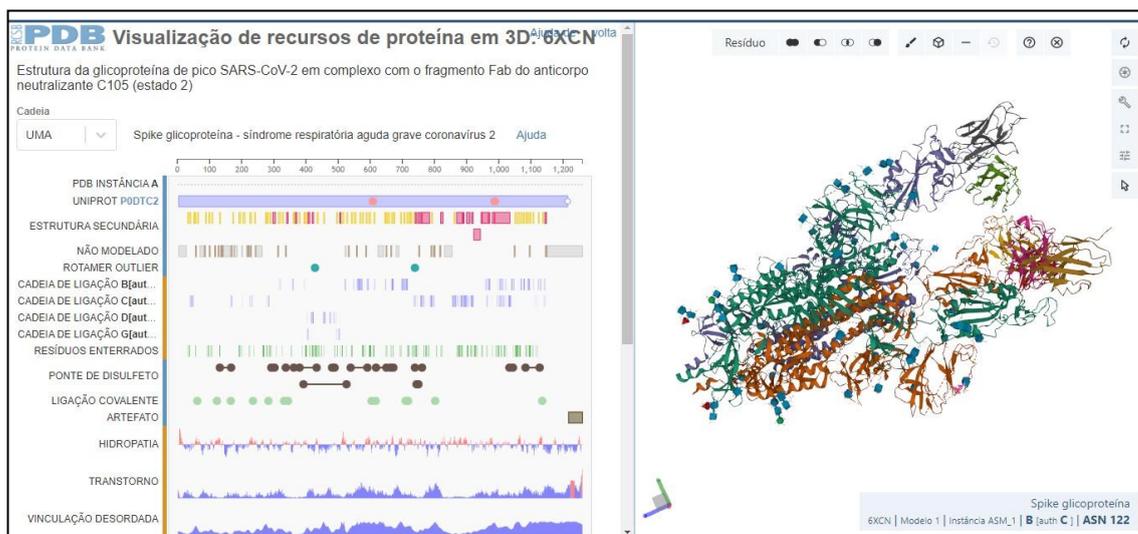


Figura 2. Visualização de uma página do site de banco de dados de proteínas (*Protein Data Bank*) – PDB. Pode-se visualizar uma estrutura em 3D de uma glicoproteína com seu *spike*



Imagem 1 – Estudantes elaborando modelo tridimensional de proteínas
Fonte: próprio autor



Imagem 2 –Aula ministrada em laboratório para acesso às plataformas de bioinformática

Fonte: próprio autor

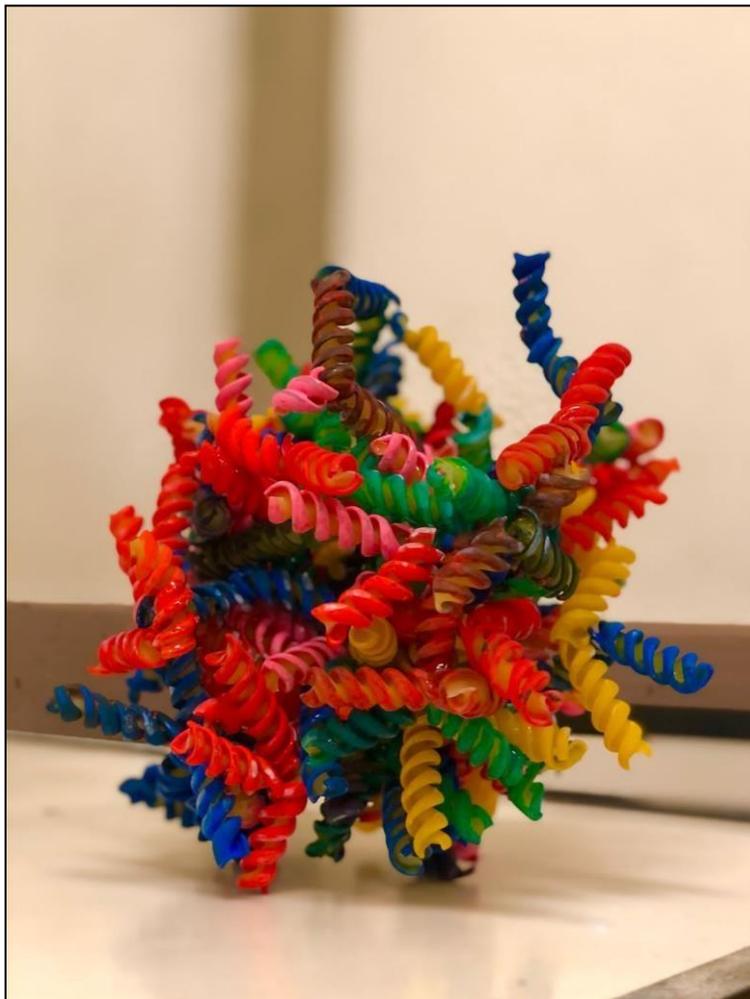


Imagem 3 –Modelo tridimensional de proteína produzido pelos estudantes.

Fonte: próprio autor

Imagem 4. Infográficos produzidos pelos participantes do estudo.

As proteínas no nosso dia a dia

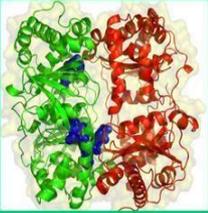
Proteínas e suas funções

| Categoria | Funções |
|-----------|--------------------------------------------|
| Enzimas | Catálise (aceleração) de reações químicas. |

As proteínas no nosso dia a dia

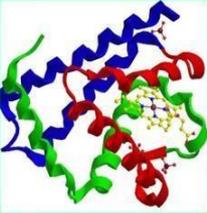
Proteínas e suas funções

| Categoria | Funções |
|--------------------------|-------------------------------------------------------|
| Enzimas | Catálise (aceleração) de reações químicas. |
| Proteínas Estruturais | Estabilidade Física e movimento. |
| Proteínas de sinalização | Controle de processos fisiológicos (p. ex. hormônios) |



tudo sobre proteínas

As proteínas são macromoléculas que possuem como unidade básica os aminoácidos. Elas atuam nas mais variadas funções do organismo, estando relacionadas, por exemplo, com a defesa, aceleração de reações químicas, transporte de substâncias e comunicação celular.



tipos DE PROTEÍNAS

Tais aminoácidos podem se agrupar em quatro diferentes estruturas: primária, secundária, terciária e quaternária. A função da proteína também depende dessa estrutura. Além disso, há dois principais tipos de proteínas: vegetal e animal.

TUDO SOBRE PROTEÍNAS

Vamos conhecer mais sobre proteínas!

O QUE É PROTEÍNA?

As proteínas são substâncias formadas por um conjunto de aminoácidos ligados entre si através de ligações peptídicas. Existem apenas 20 tipos de aminoácidos, que se combinam de forma variada para formar diferentes proteínas.

QUAIS SÃO AS FUNÇÕES?

As proteínas são substâncias que exercem as mais diversas funções no organismo, participando inclusive da composição das células. Não existe nenhum processo biológico em que uma proteína não esteja envolvida.

EXEMPLOS DE FUNÇÕES

Atuam como enzimas, agem na contração muscular, compõem os hormônios, atuam na defesa do nosso corpo, na coagulação e no transporte de oxigênio.

ONDE ESTÃO AS PROTEÍNAS NO DIA A DIA?

Na alimentação: Consumimos proteínas diariamente, e eu exemplo disso é o ovo, em apenas um ovo contém vários tipos de proteínas.

OVALBUMINA

A ovalbumina é a proteína majoritária da clara do ovo, sendo amplamente utilizada na alimentação, principalmente na suplementação nutricional e na composição de diferentes alimentos.



Proteínas no nosso dia a dia

Quais são os exemplos de proteínas?

Exemplos de proteínas fibrosas: queratina, colágeno. Proteínas globulares: as cadeias polipeptídicas das proteínas

Quais são os exemplos de proteínas?

Exemplos de proteínas fibrosas: queratina, colágeno. Proteínas globulares: as cadeias polipeptídicas das proteínas globulares se dobram em formato aproximadamente esférico ou como o próprio nome indica, globular, fazendo com que se assemelhem a um globo.

Quais são os alimentos que contém proteínas?

Ovo, Frango, Carne vermelha, Peixe, Leite, queijo e iogurte, Amêndoas, Amendoim, Soja.

Quais são os exemplos de proteínas?

Exemplos de proteínas fibrosas: queratina, colágeno. Proteínas globulares: as cadeias polipeptídicas das proteínas globulares se dobram em formato aproximadamente esférico ou como o próprio nome indica, globular, fazendo com que se assemelhem a um globo.

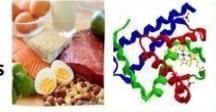
Quanta proteínas nosso organismo produz?

Nosso corpo consegue fabricar sozinho 12 tipos de aminoácidos. Como não precisamos de alimentos para obtê-los, eles são chamados de não-essenciais. No entanto, outros 8 aminoácidos só podem ser obtidos por meio da alimentação.

Qual a importância da proteína para a nossa saúde?

Composta por cadeias de aminoácidos, a proteína é importantíssima para uma vida saudável, sendo capaz de, entre outras coisas, influenciar a capacidade de contração dos músculos, produção de anticorpos e construção de novos tecidos.

Fotos de alguns exemplos de proteínas



Nome: Alan Vidal Lima Bispo
Isaque Fernandes Dos Santos Silva
Turma: 1.2

ANEXOS

ANEXO 1 – AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA – DIRETORIA DA ESCOLA



ESCOLA ESTADUAL DO BAIRRO JARDIM DO IPÊ
 ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO
 RUA MAURÍCIO DE NASSAU, 71 - VERA CRUZ - FONE: (33) 32783290
 CEP: 35041-410 – GOVERNADOR VALADARES - MG



DECLARAÇÃO

Eu, Patrícia de Fátima Santos, na qualidade de responsável pela Escola Estadual do Bairro Jardim do Ipê, autorizo a realização da pesquisa intitulada " USO DA BIOINFORMÁTICA COMO FERRAMENTA DE ENSINO EM BIOLOGIA" a ser conduzida sob responsabilidade do pesquisador Marcos Anderson Ferreira da Silva e declaro que esta instituição apresenta infraestrutura necessária à realização da referida pesquisa.

Governador Valadares 17 de novembro de 2020

Patrícia de Fátima Santos
 Diretora - MG 29/06/2019
 Masp. 1.362.787-2

 Diretora – Masp 1.362.787-2

E.E. DO BAIRRO JARDIM DO IPÊ
 ENSINO FUNDAMENTAL
 CRIADO EM 12/08/1988 ATO Nº1674-83
 ENSINO MÉDIO CRIADO EM 07/01/2016 POR Nº 0132016
 Rua Maurício De Nassau, 71 - B. Jardim Vera Cruz
 Governador Valadares - Minas Gerais
 TEL (33) 3278-3290 - CEP: 35041-410
 E-MAIL: escola.205371@educacao.mg.gov.br

ANEXO 2 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO/RESPONSÁVEIS

O menor _____, sob sua responsabilidade, está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa **“USO DA BIOINFORMÁTICA COMO FERRAMENTA DE ENSINO EM BIOLOGIA.”** O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é **“Propor e avaliar o uso de Plataformas Computacionais de Bioinformática e uma sequência didática como ferramentas de mediação na disciplina de Biologia em turmas da primeira série do ensino médio.”** Nesta pesquisa pretendemos incluir nas aulas de Biologia, ministradas virtualmente, o uso de plataformas computacionais de bioinformática com intuito de melhorar os ambientes de ensino, mediação e aprendizagem dos alunos. Caso você concorde na participação do menor ele acessará plataformas computacionais de bioinformática nas aulas de Biologia, na realização de atividades, avaliações e estudo diário e responderá a 2 (dois) questionários e uma entrevista sobre o uso da plataforma durante as aulas que acontecerão de forma remota devido à pandemia da Covid -19. A pesquisa pode ajudar na melhoria das práticas de ensino e avaliação na disciplina de Biologia. Para participar desta pesquisa, o menor sob sua responsabilidade e você não irão receber qualquer vantagem financeira.

As informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Você como responsável pelo menor poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação dele a qualquer momento. Mesmo que você queira deixá-lo participar agora, você pode voltar atrás e parar a participação a qualquer momento. A participação dele é voluntária e o fato em não deixá-lo participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que ele é atendido. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada e poderão ser acessados através do e-mail cadastrado. O nome ou o material que indique a participação do menor não será liberado sem a sua permissão. O menor não será identificado em nenhuma publicação. Toda a proposta foi elaborada de maneira a minimizar os riscos de quaisquer danos para os participantes. Este termo de consentimento será respondido remotamente através de link do *Google Forms* e será arquivado pelo pesquisador responsável. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução N° 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Estou ciente que devido à pandemia da Covid – 19, a participação do estudante voluntário acontecerá de maneira remota através do *Google Meet* e do *Google Classroom*.

Declaro que concordo em deixá-lo participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Governador Valadares, ____ de _____ de 2021.

Assinatura do (a) Responsável

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Pesquisador Responsável: Prof. João Eustáquio Antunes
Campus Universitário da UFJF
CEP: 36036-900
Fone: 33 99110-0092
E-mail: joao.antunes@ufjf.edu.br

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF
Campus Universitário da UFJF
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
CEP: 36036-900
Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br



ANEXO 3 – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa **“USO DA BIOINFORMÁTICA COMO FERRAMENTA DE ENSINO EM BIOLOGIA”**. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é **“Propor e avaliar o uso de Plataformas Computacionais de Bioinformática e uma sequência didática como ferramentas de mediação na disciplina de Biologia em turma da primeira série do ensino médio.”** Nesta pesquisa pretendemos incluir nas aulas de Biologia, ministradas virtualmente, o uso de plataformas computacionais de bioinformática com intuito de melhorar os ambientes de ensino, mediação e aprendizagem dos alunos.

Caso você concorde em participar, você utilizará plataformas computacionais de bioinformática nas aulas de Biologia, na realização e responderá a 2 (dois) questionários e uma entrevista sobre o uso dessas plataformas durante a aula. A pesquisa pode ajudar na melhoria das práticas de ensino e avaliação na disciplina de Biologia. Você participará de 6 aulas de biologia, ministradas virtualmente através do *Google Meet* e do *Google Classroom*, cujo tema será estrutura das proteínas distribuído da seguinte forma: Aula 1: Introdução ao tema estrutura das proteínas. Nesta aula realizará um teste diagnóstico para averiguar seu conhecimento sobre esse tema e realizará uma atividade a partir da reportagem do

[linkhttps://www.youtube.com/watch?v=ZcpDEt3Andw](https://www.youtube.com/watch?v=ZcpDEt3Andw) ; Aula 2: o que nós aprendemos ? Nesta aula; você apontará diferentes alimentos e apontará quais são de natureza proteica; Aula 3 e aula 4: Proteínas no ambiente virtual. Aqui você acessará uma plataforma digital para estudo das proteínas e suas estruturas. Em seguida, você criará um modelo didático da estrutura das proteínas. Aula 5: Resolvendo problemas. Nesta aula, em grupos, você deverá solucionar diferentes problemas associados à estrutura das proteínas; Aula 6: Proteínas no dia a dia. Neste momento, você responderá a um teste sobre o conteúdo estudado. Após esse teste, haverá uma discussão com o seu professor sobre os aspectos positivos e negativos do que foi produzido nessas aulas. No momento seguinte, em grupos você e seus colegas produzirão um infográfico com o tema: “As proteínas no dia a dia” e compartilhar nas redes sociais. Você será instruído sobre todos os procedimentos e esclarecido em todas as suas dúvidas. Os dados obtidos nesta pesquisa ficarão arquivados por um período de 5 anos. O participante não será nomeado em nenhuma fase do projeto de forma a manter o sigilo e anonimato do voluntário. Dados como e-mail e contato telefônico serão mantidos sob custódia do pesquisador e de forma alguma serão conhecidos por terceiros. O nome da escola participante não será divulgado em nenhuma fase da proposta. A divulgação dos resultados será feita de forma a não identificar o voluntário. Não será utilizado registros de imagens dos envolvidos, os dados coletados serão sigilosos, confidenciais e ficarão arquivados por cinco anos e após, incinerados, conforme orientação a Resolução CNS 466/12, item X. A pesquisa pode ajudar na análise do uso de metodologias ativas baseado em aplicativos digitais usados nos conteúdos de biologia no Ensino Médio e sua participação nos ajudará a apresentar essas alternativas metodológicas para melhorar o ensino de Biologia. Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Toda a proposta foi elaborada de maneira a evitar a contaminação pela Covid -19. Dessa forma, todas as etapas do estudo acontecerão virtualmente através dos aplicativos *Google Meet*, *Google Classroom* e *Google Forms*. Lembre –se que você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado em nenhuma circunstância. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação fruto dessa pesquisa. Para participar desta pesquisa, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Sua participação não ocasionará nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Caso mude de ideia, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Nenhum

material que indique sua participação será liberado sem a sua permissão ou do responsável por você. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos com para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução N° 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas. Estou ciente que devido à pandemia da Covid – 19, minha participação acontecerá de maneira remota através do *Google Meet*, *do Google Classroom* e *do Google Forms*.

Governador Valadares, ____ de _____ de 2021.

Assinatura do (a) menor _____

Assinatura do (a) pesquisador (a) _____

Pesquisador Responsável: Prof. João Eustáquio Antunes
Campus Universitário da UFJF
CEP: 36036-900
Fone: 33 99110-0092
E-mail: joao.antunes@ufjf.edu.br

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF
Campus Universitário da UFJF
Pró- Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
CEP: 36036-900
Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br

ANEXO 4 – PARECER DE APROVAÇÃO DO PROJETO NA PLATAFORMA BRASIL



Continuação do Parecer: 4.795.571

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto está bem estruturado, delineado e fundamentado, sustenta os objetivos do estudo em sua metodologia de forma clara e objetiva, ressaltando-se as recomendações expostas abaixo. O projeto apresenta elementos suficiente para uma análise em consonância com os princípios éticos norteadores da ética na pesquisa científica. Há o TCLE e o TALE reforçando a confidencialidade e a garantia de anonimato. O calendário é compatível com a pesquisa.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O protocolo de pesquisa está em configuração adequada, apresenta folha de rosto, embora com assinatura digitalizada, está devidamente preenchida, com o título em português, informando não se aplicar patrocinador da pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas. Apresenta o TCLE e TALE em linguagem clara para compreensão dos participantes, apresenta justificativa e objetivo, informa que uma das vias de ambos os termos acima serão entregues aos participantes, assegura a liberdade do participante recusar ou retirar o consentimento sem penalidades, garante sigilo e anonimato, ressarcimento com as despesas, indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, contato do pesquisador e do CEP e informa que os dados da pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador pelo período de cinco anos.

Recomendações:

Reforçar as medidas de segurança pessoal, higiene e controle sanitário da equipe de pesquisa, durante os deslocamentos para qualquer atividade do projeto. Outra questão diz respeito aos critérios de seleção da amostra de estudantes e professores. Mas entende-se que a seleção da amostra é um caso específico da população da pesquisa.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto, o projeto está aprovado, pois está de acordo com os princípios éticos norteadores da ética em pesquisa estabelecido na Res. 466/12 CNS e com a Norma Operacional Nº 001/2013 CNS. Data prevista para o término da pesquisa: dezembro de 2021.

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFJF, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 466/12 e com a Norma Operacional Nº001/2013 CNS, manifesta-se pela APROVAÇÃO do protocolo de pesquisa proposto. Vale lembrar ao pesquisador responsável pelo projeto, o compromisso de envio ao CEP de relatórios parciais e/ou total de sua pesquisa informando o andamento da mesma, comunicando também eventos adversos e eventuais