

15º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2024

ELABORAÇÃO DE OBJETO DE APRENDIZAGEM PARA O ENSINO DE ESTRUTURAS PROTEICAS

VICTOR L. S. PINHEIRO, RODRIGO A. CRUZ², RAPHAEL A. A. SILVA³

¹ Estudante do Curso Técnico em Edificações Integrado ao Ensino Médio, Bolsista PIBIC-EM, IFSP, Campus Registro, ludi.victor@aluno.ifsp.edu.br.

² Doutor em História da Ciência e docente no IFSP, Campus Registro, rodrigo.andradecruz@ifsp.edu.br.

³ Mestre em Automação e Controle de Processos e docente no IFSP, Campus Registro, raphael.abreu@ifsp.edum.br.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 7.08.00.00-6 Educação

RESUMO: Proteínas são moléculas imprescindíveis para a vida com fundamental importância na estrutura e funcionamento de diversos processos vitais. A imensa variação de proteínas a partir de apenas 20 aminoácidos se dá pela quantidade infinita de combinações que estes podem fazer no interior da célula, através das ligações peptídicas. Desse modo, havendo uma enorme diversidade de funções entre as proteínas, a adequada compreensão destes conhecimentos para um estudante de ensino médio é muito relevante. Entretanto, para ingressantes do ensino médio, proteínas têm significado muito restrito associado a alimentos, o que é insuficiente para fundamentar os conteúdos a serem elaborados em diversas áreas do conhecimento. Portanto, o objetivo do presente projeto de pesquisa foi elaborar um objeto de aprendizagem utilizando a impressora 3D do IFMaker do IFSP campus Registro em que seja possível ao estudante manusear peças plásticas simulando aminoácidos, assim como a construção de proteínas. Após a impressão, o objeto de aprendizagem desta pesquisa foi inserido em uma sequência didática a estudantes voluntários que responderam questionários de avaliação antes e após o contato com o material. Por fim, após a aplicação, foi possível inferir a importância deste objeto como uma ferramenta precursora no processo de ensino-aprendizagem nos conteúdos envolvendo proteínas.

PALAVRAS-CHAVE: material didático; proteínas; biologia; impressora 3D

FORMULATION OF LEARNING OBJECT FOR TEACHING PROTEIN STRUCTURES

ABSTRACT: Proteins are essential molecules for life with fundamental importance in the structure and functioning of various vital processes. The immense variation of proteins from just 20 amino acids is due to the infinite number of combinations that they can make inside the cell, through peptide bonds. Therefore, as there is a huge diversity of functions among proteins, a proper understanding of this knowledge for a high school student is very relevant. However, for high school entrants, proteins have a very restricted meaning associated with food, which is insufficient to support the content to be prepared in different areas of knowledge. Therefore, the objective of this research project was to develop a learning object using the IFMaker 3D printer at the IFSP campus Registro in which it is possible for the student to handle plastic parts simulating amino acids, as well as the construction of proteins. After printing, the learning object of this research was inserted into a teaching sequence for volunteer students who answered evaluation questionnaires before and after contact with the material. Finally, after application, it was possible to infer the importance of this object as a precursor tool in the teaching-learning process in content involving proteins.

KEYWORDS: teaching material; proteins; biology; 3D printer

INTRODUÇÃO

Proteínas são macromoléculas imprescindíveis para a vida com fundamental importância na estrutura e no funcionamento de diversos processos vitais, como na atividade imunológica, catalítica, estrutural, hormonal, entre outras (Reece et al., 2015). Durante o ensino médio, no componente curricular de biologia, são muitos os conteúdos em que integram as proteínas como agente principal. Sendo assim, segundo Galdos-Riveros (2010) a adequada compreensão destes conhecimentos para um estudante de ensino médio é muito relevante.

Cabe ressaltar que, apesar da grande diversidade existente entre todas as proteínas, sua função biológica está relacionada ao seu formato (Favaretto, 2016). Essa organização estrutural proteica não pode ser visualizada a olho nu, aplicando-se a escala molecular. Desse modo, geralmente, o docente é obrigado a trazer a temática molecular para o ambiente macroscópico por meio do imaginário dos estudantes. Sendo assim, o professor desfruta de uma explicação limitada que faz o uso de uma linguagem baseada em nomenclaturas científicas pouco usuais e/ou imagens em livros e/ou no projetor. Com isso, essa metodologia adotada pode tornar o conteúdo exposto abstrato ao estudante, sendo responsável por deixar uma grande lacuna no processo de ensino-aprendizagem, em que, normalmente, o aluno não atuará na absorção do seu próprio conhecimento (Santos Neto apud Bonachela, 2021).

O objetivo geral do presente projeto de pesquisa consiste em elaborar um objeto de aprendizagem (OA) físico em que seja possível ao estudante manusear peças de ácido polilático (PLA) simulando a ligação peptídica entre os aminoácidos. As peças de PLA que representam os aminoácidos possuem encaixes, podendo ter diferentes angulações a partir deste encaixe, gerando diferentes "estruturas terciárias" do produto final - o equivalente a proteína.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As proteínas

A união dos aminoácidos a fim de formar a proteína é possível através de uma ligação covalente denominada de ligação peptídica, em que quando dois destes monômeros estão posicionados de modo que o grupo carboxila de um fique adjacente ao grupo amina do outro, eles se unem por meio de uma síntese por desidratação, onde ocorre a liberação de uma molécula de água. Com a repetição dessa ligação, obtém-se um polipeptídeo com uma extensão variável, indo desde "poucas dezenas de aminoácidos até vários milhares" (Ribeiro, 2014). Ainda, Reece et al. (2015) comentam que cada polipeptídeo específico apresenta uma sequência linear única de aminoácidos garantida pelas informações genéticas hereditárias do organismo vivo, sendo observado na síntese proteica. Os seres humanos, assim como outros organismos vivos, possuem inúmeras proteínas diferentes, cada qual com uma estrutura específica. De todas as moléculas orgânicas (ácidos nucleicos, carboidratos, lipídios e proteínas), as proteínas são, de fato, as mais sofisticadas estruturalmente, onde de modo consistente com suas diferentes funções, elas variam bastante em estrutura, em que cada tipo de proteína possui forma tridimensional única (Ribeiro, 2014). No entanto, apesar da grande diversidade existente entre todas as proteínas, elas compartilham três níveis estruturais, conhecidos como estrutura primária, secundária e terciária. Ademais, um quarto nível, a estrutura quaternária, pode ser observado em alguns polipeptídeos. As atividades específicas das proteínas resultam de sua complexa arquitetura tridimensional (Reece et al., 2015).

Objetos de aprendizagem no ensino de ciências

As explicações a respeito dos objetos de aprendizagem são recentes e surgiram no final do século XX, segundo alguns autores da temática. Assim, comprehende-se um objeto de aprendizagem (OA) como um recurso com fins educacionais que visa auxiliar na instrução, ensino e aprendizagem dos estudantes (Carneiro; Silveira, 2014). Ainda, de acordo com Koohang e Harman (2007), os OAs são responsáveis por expandir o repertório pedagógico de um curso e do docente, sendo desenvolvidos para atingir objetivos específicos. Logo, esses instrumentos didáticos são considerados ferramentas fundamentais para a aprendizagem e instrução, sendo útil para o ensino de conteúdos novos e a revisão de conceitos. Devido ao seu potencial de reusabilidade, durabilidade e adaptabilidade, os objetos de aprendizagem são materiais educacionais com os quais o aluno pode interagir, sendo coautor de sua aprendizagem (Aguiar; Flôres, 2014).

Um caso de sucesso usado há anos na educação infantil para o ensino de Matemática é o material dourado, um objeto de aprendizagem físico, criado pela médica e professora italiana Maria Montessori (1870-1952). O material dourado tem como objetivo suprir as abstrações matemáticas por meio da sua tangibilidade, sendo uma alternativa valiosa para a compressão do Sistema de Numeração Decimal e aplicação das operações básicas (adição e subtração, por exemplo). Esse material possibilita que os alunos façam questionamentos que provavelmente não seriam realizados caso essa ferramenta não fosse utilizada, trazendo uma nova perspectiva ao conteúdo estudado, o que confere um ambiente interativo entre o professor e os estudantes. Outrossim, o contato com esse material permite que a criança desenvolva um caráter indutivo e realize conjecturas, adotando na resolução de situações problemas que podem exceder a sala de aula. Desse modo, o material dourado é útil em vários níveis de ensino para o educador, contribuindo para uma aprendizagem significativa e construtiva que tem como referencial a realidade (Moura; Oliveira, 2020).

MATERIAL E MÉTODOS

Para a produção das peças em 3D dos 20 aminoácidos existentes, foi usado o laboratório IFMaker do Instituto Federal de São Paulo campus Registro, em que nele encontra-se presente duas impressoras 3D da marca *Creality Ender 6* (Figura 1) e filamentos PLA. Foram utilizadas as cores vermelho, verde e preto para a impressão dos objetos. Ademais, para melhor desempenho e autonomia dentro do laboratório IFMaker, efetuamos a participação em um minicurso no dia 10 de abril de 2024 para treinamento, preparação e manuseio das impressoras. O minicurso foi responsável por responder as principais dúvidas sobre as configurações dos programas a serem utilizados e as etapas preliminares da impressão 3D.



FIGURA 1. Impressoras 3D *Creality Ender 6*. Autoria Própria.

Com isso, inicialmente, foi realizada uma busca na plataforma *Thingiverse* a fim de encontrar arquivos para servirem como base para a impressão dos 20 aminoácidos em 3D. Assim, foram encontrados três arquivos na plataforma, e para a seleção destes, foi estabelecido critérios como: representação molecular correta e possibilidade de encaixe entre as peças. Com isso, foi escolhido o arquivo que mais atendeu às solicitações, o “*The 20 standard amino acids*” publicado em 13 de março de 2017 pelo usuário Paul Paukstelis no *Thingiverse*. Contudo, o arquivo recebeu modificações em praticamente todas as peças. Além disso, diversas alterações tiveram que ser realizadas tanto no software (por exemplo, ampliação da escala, diminuição na velocidade de impressão, aumento da densidade das peças, entre outras) quanto manualmente, como etiquetar as peças com suas respectivas siglas. Após os ajustes, as peças produzidas podem ser visualizadas na figura 2.



FIGURA 2. Peças de aminoácidos de PLA. Autoria Própria.

No mês de setembro de 2024, conforme o cronograma do projeto, o OA produzido foi aplicado em uma sequência didática para estudantes do ensino médio. A atividade, então, propôs a compreensão dos conteúdos envolvendo o estudo de proteínas, através da manipulação dos aminoácidos de PLA. Desse modo, foi apresentado um resumo da pesquisa de iniciação científica para cada estudante, possibilitando que os participantes tivessem ciência do projeto e de como ele seria realizado. Assim, foram entregues formulários de consentimento, com o propósito de esclarecer os objetivos da pesquisa e solicitar a participação voluntária desses alunos, sendo efetivado a participação de 21 discentes.

Antes de iniciarem a atividade, os estudantes voluntários responderam a um questionário preliminar indicando o entendimento a respeito da síntese proteica e das estruturas de proteínas. Logo após, esses indivíduos foram expostos a uma atividade orientada que previu responder às principais indagações a respeito das proteínas. Nessa atividade, os estudantes receberam uma fita de DNA para realizar a transcrição desta em uma fita de RNA mensageiro, e posteriormente, a sua tradução conforme a leitura da tabela do código genético, construindo assim uma proteína através dos encaixes entre as peças de PLA. Por fim, após a atividade orientada (Figura 3), foi realizado um questionário final sobre a percepção dos estudantes a respeito do OA, sua facilidade e utilidade no ensino de proteínas, bem como, a compreensão destes no que concerne a síntese proteica e a tridimensionalidade da proteína.



FIGURA 3. Atividade orientada com os discentes. Autoria Própria

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No questionário aplicado foi perguntado acerca da familiaridade do estudante com os conceitos de “estrutura primária, secundária e terciária de proteína”, “ligações peptídicas” e “RNA mensageiro e código genético”, pois são conceitos fundamentais para ter noção da espacialidade da cadeia polipeptídica e de como ela é formada e mantida. Antes de utilizar o OA, majoritariamente, os estudantes apresentaram uma grande carência no entendimento a respeito dos níveis de organização proteica, em que apenas 23,8% afirmaram possuir uma compreensão parcial ao ver esses conceitos, o mesmo ocorre ao ver o termo “ligações peptídicas”, em que há uma porcentagem considerável de respostas para nenhum entendimento a respeito deste conceito, ou seja, não apresentando nenhuma uma compreensão deste. Em relação aos elementos necessários para a síntese proteica, os participantes mostraram mais ciência, uma vez que, 76,2% disse compreender parcialmente, e ainda, 4,8% dos entrevistados alegou compreender completamente. Infere-se, portanto, que os conteúdos relacionados a estrutura de proteínas tendem a ser os mais complexos para aquisição de conhecimento uma vez que, os níveis de organização são muitos e, geralmente, são apresentados apenas através de imagens em livros ou em slides, tornando o processo de ensino-aprendizagem mais desestimulante ao alunado.

Qual a sua familiaridade com o seguinte termo relacionados ao tema "estrutura primária, secundária e terciária de proteína"?

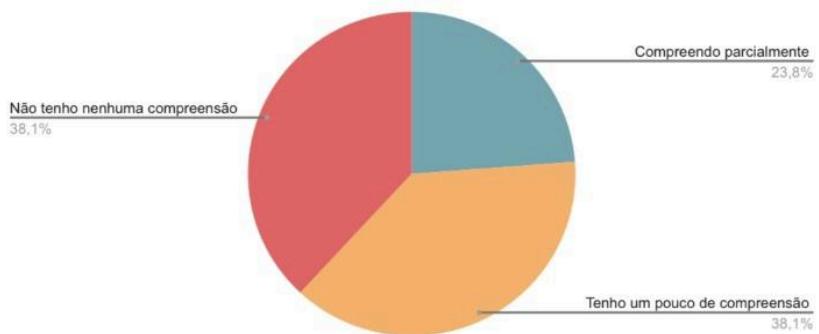


GRÁFICO 1. Compreensão dos estudantes antes da aplicação do objeto de aprendizagem.

Após a participação na atividade orientada, e consequentemente, após a manipulação do objeto didático, a maior parte dos estudantes alegaram ter “compreendido completamente” no que concerne aos conceitos anteriormente investigados. O conceito mais significativo mostrou ser o RNA mensageiro e o código genético em que mais da maioria dos participantes responderam ter compreensão total a respeito desse conteúdo; o que antes configurava apenas 4,8% das respostas passou a ser 66,7%. Ainda, os conteúdos com menor índice de entendimento por parte dos estudantes antes do contato com o objeto didático tiveram um avanço relevante. No que refere-se a ligações peptídicas, não houve nenhuma resposta afirmando não ter nenhuma compreensão sobre esse conceito, pelo contrário, tendo a maior parte dos estudantes tendo uma compreensão parcial ou até mesmo completa sobre esse fenômeno. No gráfico 2, a grande parcela dos participantes não tinham conhecimento a respeito dos níveis de organização proteica, após a atividade, esse valor se tornou uma minoria, convertendo muitos desses estudantes para uma compreensão mínima, parcial ou até mesmo completa da temática.

Qual a sua familiaridade com o seguinte termo relacionados ao tema "estrutura primária, secundária e terciária de proteína"?

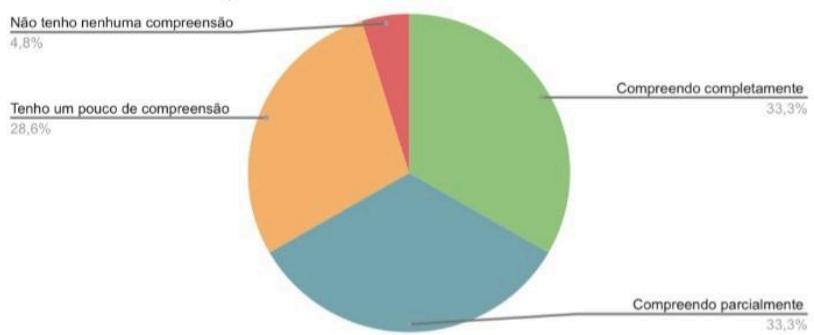


GRÁFICO 2. Compreensão dos estudantes após a aplicação do objeto de aprendizagem.

Todos os participantes alegaram que o material é muito útil e a grande maioria desses estudantes apontaram a sua facilidade e versatilidade do OA na aquisição de conceitos considerados complexos. Os discentes descreveram a dinâmica como consideravelmente “rápida e divertida”, destacaram também maior interesse nas temáticas com a utilização do OA durante a sequência didática, em que sentiram mais interesse em buscar entender os conceitos apresentados.

CONCLUSÕES

As proteínas estão relacionadas aos mais diversos processos vitais que ocorrem nos organismos vivos. Portanto, entender as estruturas proteicas e a produção de proteínas são conhecimentos imprescindíveis para maior compreensão desses diversos fenômenos biológicos que perpassam por imunidade, doenças, digestão, crescimento, hormônios, metabolismo, entre tantos outros. Contudo,

como trata-se de uma temática em nível molecular, pode tornar-se difícil a uma parcela dos estudantes compreendê-los apenas através de imagens em livros e projetor, nomenclaturas e vocabulário científico. Utilizando a abordagem de Koohang e Harman (2007), este é um conteúdo potencialmente classificado como difícil pelos estudantes, por consequência, também difícil para o docente.

Conclui-se com esta pesquisa que a elaboração do objeto didático se mostrou uma importante ferramenta de aprendizado ao permitir que os estudantes pudessem treinar a função dos diferentes agentes da síntese proteica. Foi possível ao alunado de forma prática trabalhar conceitos altamente abstratos, como a transcrição da molécula de DNA em RNA e - a partir desta - selecionar os aminoácidos equivalentes para a construção de suas proteínas de PLA. Os alunos puderam manipular manualmente as ligações peptídicas através dos encaixes e, por fim, ganhar noção da tridimensionalidade da cadeia polipeptídica, e consequentemente, da sua estrutura terciária. Desse modo, infere-se a importância do material didático sob uma sequência didática coerente, uma vez que deve ser visto como um instrumento auxiliar na aquisição de conhecimento, onde o aluno pode se tornar autor de sua própria aprendizagem. Portanto, a sequência didática fundamentou-se no sentido do tato e da visão, possibilitando que o pensamento do estudante seja flexível conforme a imagem das peças e a manipulação delas. Cabe destacar ainda que o custo do material de PLA para a produção das peças foi de baixíssimo custo. Desconsiderando o valor das impressoras, a produção de um kit como o proposto por esta pesquisa ficaria abaixo de cinco reais de custo em material - custo que seria ainda mais reduzido em uma produção em larga escala.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Todos os autores contribuíram com a revisão do trabalho e aprovaram a versão submetida.

AGRADECIMENTOS

Ao auxílio financeiro proporcionado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) sob o Edital 214/2023 do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica voltados aos alunos do Ensino Médio, que foi crucial durante os meses de elaboração deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Eliane Vigneron Barreto; FLÓRES, Maria Lucia Pozzatti. Objetos de aprendizagem: conceitos básicos. **Objeto de aprendizagem: teoria e prática**. p. 12-28, 2014.
- CARNEIRO, Mára Lúcia Fernandes; SILVEIRA, Milena Selbach. Objetos de Aprendizagem como elementos facilitadores na Educação a Distância. **Educar em revista**, Edição Especial, n. 4, p. 235-260, 2014.
- FAVARETTO, José Arnaldo. **Biologia unidade e diversidade**. 1^a Edição. São Paulo: FTD, 2016.
- GALDOS-RIVEROS, Alvaro Carlos et al. Proteômica: novas fronteiras na pesquisa clínica. **Enciclopédia biosfera**, v. 6, n. 11, 2010.
- KOOHANG, Alex; HARMAN, Keith. **Learning Objects: theory, práxis issues and trends**. Santa Rosa, Califórnia: Informing Science Press, 2007.
- MOURA, J. S.; DE OLIVEIRA, I. A. A. O ensino da adição e subtração no ensino fundamental com o auxílio do material dourado. **Revista Multidebates**. v. 4, n. 5, p. 95-108, 2020.
- REECE, J. B.; URRY, L. A.; CAIN, M. L.; WASSERMAN, S. A.; MINORSKY, P. V.; JACKSON, R. B. **Biologia de Campbell**. 10^a Edição. Porto Alegre: Artmed Editora S.A., 2015.
- RIBEIRO, António José Meireles. Proteína. **Revista de Ciência Elementar**, v. 2, n. 3, 2014.