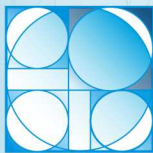




Esta obra está licenciada sob uma licença Creative Commons Atribuição - Não comercial - Compartilhar igual 4.0 Internacional. Fonte: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/924/741>. Acesso em: 28 maio 2021.

REFERÊNCIA

SILVA, Virgínia Teodoro da; MENEZES, João Paulo Cunha. Avaliando a eficácia de uma oficina orientada a “Síntese Proteica”: contribuições e possibilidades para o ensino de bioquímica no Ensino Médio. **Revista de Ensino de Bioquímica**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 14-29, fev. 2021. DOI: <https://doi.org/10.16923/reb.v20i2.924>. Disponível em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/924/741>. Acesso em: 28 maio 2021.



Evaluation of a workshop oriented to “Protein Synthesis”: contributions and possibilities for teaching biochemistry in high school

Avaliação de uma oficina orientada para “Síntese Proteica”: contribuições e possibilidades para o ensino de bioquímica no Ensino Médio

Virgínia Teodoro da Silva¹, João Paulo Cunha Menezes²

¹ Instituição: Universidade de Brasília; ² Instituição: Universidade de Brasília

¹ e-mail: virthe@gmail.com

Abstract

Gene translation is a process that many high school students find difficult to understand because it is a complex dynamic, molecular level mechanism imperceptible to the senses, becoming abstract. Usually, the representations in static images of textbooks and their approach are inefficient for understanding. Thus, the objective of this work was to evaluate the didactic potential that external representations can play in the teaching and learning of "Protein Synthesis" through a pedagogical workshop. Forty students from a public school participated in the workshop. The data were organized and interpreted according to a qualitative analysis of content, in which the prevailing concepts, the conceptual gains and the type of interaction promoted by the workshop in understanding the subject were evaluated. The results indicated that the workshop contributed to the improvement (or construction) of a mental model of protein synthesis by students, providing a symbolic representation of the process through guided interactions. These interactions can promote better learning.

Keywords: Teaching Resource; Cell Biology; Biology Education

Resumo

A tradução gênica é um processo que muitos estudantes do ensino médio têm dificuldade em compreender, por tratar-se de um mecanismo dinâmico, complexo, de nível molecular e imperceptível aos sentidos, tornando-se abstrato. Geralmente as representações em imagens estáticas dos livros didáticos e a sua abordagem são ineficientes para a compreensão. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial didático que representações externas podem desempenhar no ensino e aprendizagem de “Síntese Proteica” por meio de uma oficina pedagógica. Participaram da oficina quarenta estudantes de uma escola pública. Os dados foram organizados e interpretados de acordo com uma análise qualitativa de conteúdo, na qual foram avaliados os conceitos predominantes, os ganhos conceituais e o tipo de interação promovida pela oficina na compreensão do tema. Os resultados indicaram que a oficina contribuiu para a melhoria (ou construção) de um modelo mental de síntese de proteínas pelos estudantes, fornecendo uma representação simbólica do processo por meio de interações guiadas. Essas interações, podem promover uma melhor aprendizagem.

Palavras-chave: Recurso Didático; Biologia Celular; Ensino de Biologia

Ficha da Atividade

Título	Avaliação de uma oficina orientada a "Síntese Proteica": contribuições e possibilidades para o ensino de bioquímica em Ensino Médio
Público-alvo	Estudantes do 3º ano do ensino médio.
Disciplinas Relacionadas	Biologia e Química
Objetivos Educacionais	i) compreender a leitura do código genético; ii) reconhecer e compreender que a tradução é um processo de expressão gênica; iii) conhecer o processo de tradução; iv) reconhecer e diferenciar as funções dos tipos de RNA (mensageiro, transportador e ribossômico); v) associar códon e anticódon ao mRNA e tRNA, respectivamente; vi) relacionar o códon ao aminoácido correspondente; vii) analisar situações-problema e aplicações do conhecimento científico e da linguagem científica sobre a tradução gênica para propor solução na execução da oficina; viii) desenvolver a capacidade de observação e interpretação, permitindo as percepções mais acuradas do processo abstrato da tradução por meio da simbolização; (ix) exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade.
Justificativa do uso	O tema <i>síntese proteica</i> é de fundamental importância dentro da biologia molecular, porém as dificuldades de sua compreensão pelos estudantes do ensino médio estão relacionadas a dois pontos principais: primeiro, por ser um processo biológico a nível microscópico que não é percebido pela visão humana; segundo, pela falta de recursos e materiais para auxiliar o professor no ensino desses processos nas escolas. Partindo dessa premissa, torna-se necessário o desenvolvimento de modalidades de ensino que potencializem significativamente o desenvolvimento da aprendizagem de síntese proteica no contexto do ensino médio.
Conteúdos trabalhados	Síntese Proteica
Duração estimada	200 minutos
Materiais Utilizados	Tesoura; papel color set de cores variadas; cola; 4 canetas hidrográficas de cores variadas; xerocópias das cartelas de aminoácidos; xerocópias das fitas de RNA mensageiro; xerocópias da cartela de RNA transportador; tabela de codificação genética.
Link	Inserção futura

1 Introdução

O ensino e a aprendizagem de ciências envolvem a compreensão de fenômenos moleculares e a construção de relações conceituais entre os níveis macroscópico, microscópico e simbólico, especialmente no ensino de bioquímica [1]. Bioquímica é um campo da ciência que apresenta aplicações difundidas, no entanto, o ensino deste conteúdo nem sempre tem sido acompanhado de práticas de aprendizado bem-sucedidas [2,3].

Alguns problemas têm sido relatados no processo de ensino e aprendizado de bioquímica no ensino básico, tais como: a complexidade da visualização de macromoléculas complexas, falta de contextualização do conteúdo, capacidade de abstração e excesso de informações são alguns exemplos de limitações enfrentadas pelos estudantes [1,4,5]. As dificuldades de aprendizado são ampliadas pelo uso extensivo de "jargão científico" termos de vocabulário técnico usados na ciência que nem sempre são intuitivos para um estudante de ensino básico [6]. Em outras palavras, os estudantes são obrigados a entender fenômenos e conceitos complexos, distantes da contemplação cotidiana e invisíveis, enquanto fazem conexões entre várias escalas e níveis de organização, e o uso de pronúncias e escrita distintos da linguagem usual.

Como conceitos abstratos e processos moleculares são conhecidos por serem um desafio intelectual para estudantes do ensino médio [7,8], ferramentas de visualização podem ser usadas para tornar perceptível o invisível. Esse uso é conhecido há muito tempo e baseia-se no fato de que as ferramentas de visualização podem promover a compreensão de fenômenos abstratos e níveis de organização [9]. Gabel [10] demonstrou que o ensino no nível de partículas com a ajuda de representações resultou em benefícios dos estudantes, aumentando o desempenho em testes relacionados a esses conceitos em contraposição aos que não receberam este tipo de instrução. Noh e Scharmann [11] também relataram que os estudantes que receberam fotos e ilustrações de conceitos sobre dissolução melhoraram sua compreensão com mais eficácia do que aqueles que receberam instruções sem representações. Sanger [12] desenvolveu um currículo para ensinar os estudantes sobre a classificação de substâncias nos níveis macroscópico e microscópico. O nível microscópico foi exemplificado pelo uso de recursos visuais gerados por computador. Os estudantes que receberam esta atividade tiveram melhor desempenho.

Essa descoberta sugere que os estudantes se beneficiam da inclusão de representações que demonstram fenômenos químicos no nível microscópico, além do macroscópico.

Baldwin e Orgill [13] sugerem que estudantes que constroem suas próprias representações dos fenômenos químicos demonstram melhor compreensão do que aqueles que não o fazem. Essa constatação pode estar relacionada à maior capacidade de memória que indivíduos possuem para recursos visuais do que para recursos auditivos. Recursos visuais podem facilitar o armazenamento e a aplicação de conteúdo sob certas condições [14]. Isso está de acordo com a suposição de canal duplo que sugere que os humanos têm canais separados para processar representações visuais e verbais [15]. Portanto, as informações codificadas nos dois canais serão lembradas melhor do que as informações codificadas em apenas um dos canais. Com base nessas premissas, Mayer [16] desenvolveu princípios de aprendizado multimídia que sugerem que o aprendizado com representações visuais é aprimorado quando as conexões referenciais dos estudantes entre representações verbais e pictóricas e seu conhecimento conceitual são promovidas.

Desta forma, o uso de representações visuais pode ser utilizado no processo de ensino aprendizagem como forma eficaz de tratar o conteúdo principalmente quando trabalhadas em formato dinâmico com os estudantes, tais como oficinas pedagógicas. Segundo Harlen e Elstgeest:

Uma oficina é apenas uma maneira abreviada de indicar uma experiência de aprendizado na qual o aprendiz cria significado ou entendimento por meio de sua própria atividade mental e física. O que é fornecido como base para essa ação pode ser objetos ou materiais a serem investigados ou usados, problemas a serem resolvidos ou evidências a serem examinadas e discutidas. [17] ^(p. 3)

Apesar da prevalência dessas oficinas em sala de aula, há relativamente poucos registros sobre sua eficácia, que vão além da caracterização das atividades e dos participantes e a percepção dos mesmos.

Dentro do contexto apresentado, este trabalho teve por objetivo avaliar o potencial didático que as representações externas podem desempenhar no ensino e aprendizagem de "Tradução" por meio de uma oficina pedagógica. Este estudo faz parte de um projeto maior que analisa o uso de imagens no ensino de bioquímica. Este contexto é útil por duas razões: (1) o ensino de bioquímica tem sido relatado com problemas relacionados ao processo de ensino e aprendizagem e (2) estudantes demonstram dificuldades com conceitos relacionados ao ensino de bioquímica. Acreditamos que abordar essas questões

possa contribuir para o aumento do uso pedagógico eficaz de oficinas nas salas de aula de ciências.

2 Materiais e Métodos

O presente trabalho foi desenvolvido no município de Paracatu-MG e direcionado aos discentes do 3º ano da Escola Estadual Doutor Virgílio de Melo Franco. Os participantes deste trabalho compunham um grupo de 41 estudantes do 3º ano do ensino médio. A oficina foi projetada para ensinar os estudantes de ensino médio sobre *Tradução*, ou seja, *Síntese Proteica*, por meio de uma simulação de encadeamento de aminoácidos na formação de um polipeptídeo. A aplicação foi realizada durante o semestre de 2019/2 consistindo em dois encontros presenciais de 100 minutos cada, logo após o professor regente tratar do assunto em aula expositiva teórica do tema. Toda a construção da atividade seguiu os pressupostos sugeridos por Mayer [16].

O segundo encontro teve início com perguntas sobre o tema, feitas pelo professor, a fim de relembrar os conceitos tratados na abordagem teórica anterior. Após a orientação inicial, para a execução da oficina, foi que os estudantes se dividissem em grupos e separassem os aminoácidos para confeccionar uma proteína de acordo com suas preferências e que simulassem o processo de tradução de forma livre, mas que somente depois da simulação eles pudessem colar as estruturas envolvidas e sem consulta a materiais didáticos impressos ou digitais. Cada grupo confeccionou os seus RNA mensageiros e simulou o encadeamento dos aminoácidos da proteína, pelos RNA transportadores, sobre a leitura dos códons do RNA mensageiro realizado pelo ribossomo.

Para a confecção da oficina, foi ofertado e utilizado um kit de material de baixo custo, sendo tesoura, papel *color set*, cola, xerocópias, tabela de codificação genética, canetas hidrográficas de várias cores. Para simular o mRNA, tRNA (Figura 1) e para destacar as bases nitrogenadas, utilizou-se cores padronizadas na grafia do símbolo de cada base, evidenciando que cada sequência de bases existentes no tRNA se encaixa perfeitamente com uma sequência de bases na fita de mRNA. Os ribossomos foram feitos com papel *color set* e o delineamento dos seus sítios ficou aparente pela utilização de canetas coloridas. Os aminoácidos foram representados por círculos seguindo um padrão de cores e, para as ligações peptídicas de um aminoácido a outro, foram utilizados retângulos de papéis.

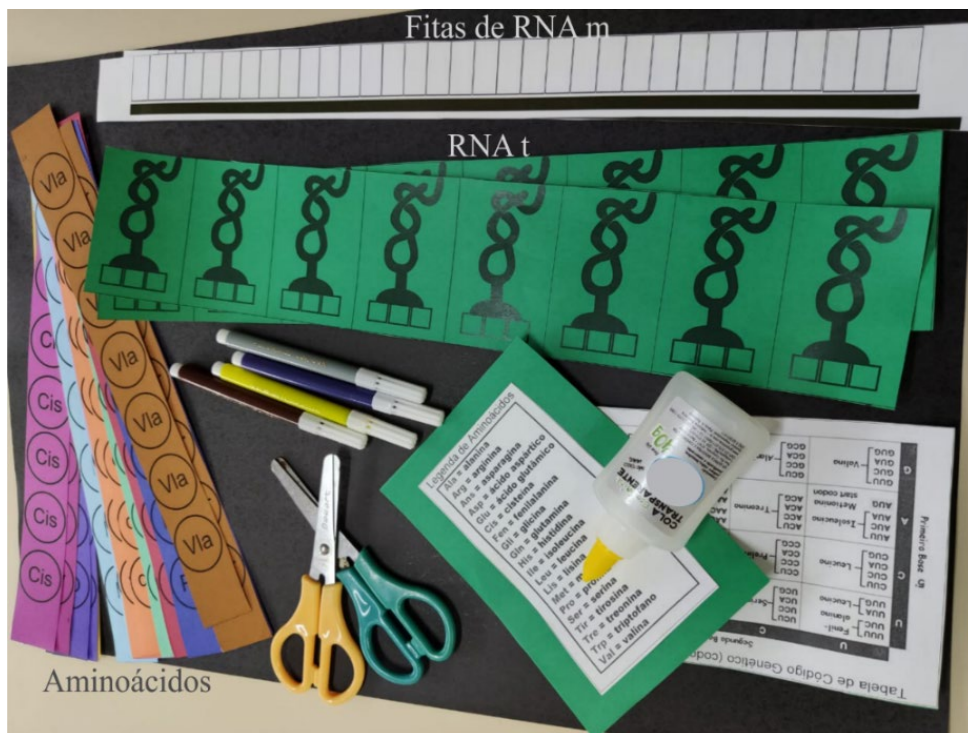


Figura 1. Kit de materiais recebidos pelos grupos na oficina.

Após sinalizarem que haviam terminado a fase da oficina, a pesquisadora convidou os estudantes a responderem um questionário e a participarem da entrevista semiestruturada. Dentre os participantes, todos responderam um questionário e treze disponibilizaram-se a serem entrevistados. A análise da aplicabilidade da oficina foi realizada a partir de dois pontos: a visão da pesquisadora e a visão dos estudantes. Para o questionário e a entrevista, o método de análise de conteúdo foi fundamentado em Bardin [18]. De forma a preservar os estudantes, seu nome foi substituído por um código (E).

O trabalho de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Saúde da Universidade de Brasília (CAAE 14495319.6.0000.0030) e, somente após a aprovação, iniciou-se a coleta de dados.

3 Resultados e Discussões

Os kits ficaram dispostos em mesas separadas, assim, ao primeiro contato, os estudantes puderam analisar as peças, tentando entender cada constituinte celular envolvido na tradução. Nesse momento, foi possível observar muita animação e curiosidade durante a atividade. A curiosidade é um mecanismo que ajuda a gerar motivação intrínseca, em oposição a tarefas tradicionais, mecânicas ou memorizadas [19]. O fornecimento de

ferramentas de aprendizado baseadas na curiosidade pode aumentar a dedicação dos estudantes ao trabalho e aprofundar seus conhecimentos científicos [19,20].

Foi possível observar aspectos positivos e negativos na oficina. Um aspecto positivo foi a facilidade da confecção e obtenção dos materiais necessários para desenvolvimento da oficina. Tendo em conta a disponibilidade de recursos da rede pública de educação básica no país, usar materiais acessíveis pode ser um critério de seleção para a utilização desta estratégia didática em diferentes contextos. Outro ponto positivo observado que facilitou a aplicação diz respeito aos modelos confeccionados das estruturas moleculares envolvidas no processo de síntese de proteína, que estão bem próximos das representações simbólicas usadas no ensino médio, tornando-se fácil a relação do modelo com o conteúdo das literaturas. As estruturas celulares envolvidas na simulação do encadeamento dos aminoácidos foram facilmente identificadas pelos estudantes.

Ao longo da prática, os estudantes demonstraram ganhos de sociabilidade, interação no grupo e afetividade. Nessa atividade, os estudantes puderam aplicar o conhecimento teórico na simulação da construção do polipeptídeo. Quanto ao ensino, a atividade permitiu à professora trabalhar de forma lúdica e interativa, tornando o tema mais perceptível para os estudantes. Atividades práticas não apenas favorecem a aprendizagem, mas também tornou a experiência mais divertida no processo de ensino e aprendizagem tanto para os estudantes quanto para os professores [21,22].

A principal dificuldade encontrada para a aplicação da oficina refere-se ao tempo a ser disponibilizado para que os estudantes preparassem e simulassem o processo. Mesmo trabalhando em grupo, com divisão de tarefas na preparação e execução dos integrantes, o tempo utilizado foi longo, o que se torna um obstáculo para o professor de biologia, que dispõe de poucas aulas por semana para desenvolver um currículo extenso.

Após a montagem da fita de mRNA pelos grupos e conforme iam movimentando a subunidade maior e a menor do ribossomo, os estudantes percebiam a importância dessa estrutura na síntese de proteína. Conforme os estudantes iam fazendo a leitura do mRNA na sequência de nucleotídeos, eles compreendiam a relação da tradução do códon em aminoácidos no polipeptídeo. Além disso, os estudantes puderam perceber que cada aminoácido utilizado no polipeptídeo é inicialmente ligado a uma molécula de tRNA que reconhece pelas interações de complementaridade de bases, os códons no mRNA.

Durante a simulação de encadeamento dos aminoácidos, verificou-se que a maioria dos estudantes não encontrou dificuldades na atividade, bem como observou-se a articulação entre os conceitos e as teorias trabalhados em aulas anteriores. Além disso, os

resultados sugerem que os estudantes compreenderam a temática proposta. No entanto, a principal dificuldade apresentada pelos estudantes foi usar a terminologia científica e organizações das etapas,

E.7: "Tive dificuldade nos termos, há palavras difíceis na biologia, para saber o que significa."

E.33: "Tive dificuldade em associar todas as etapas e todos os elementos, mas à medida que fomos trocando ideias no grupo fomos executando a confecção da proteína"

Após a montagem da fita de mRNA os grupos iam articulando com discussões e interação de conhecimentos, as próximas etapas da tradução: como ocorria a ligação dos aminoácidos, a função do ribossomo e seus sítios. A assimilação de conteúdo foi aos poucos se tornando mais fácil, à medida que os estudantes iam tirando dúvidas com os colegas de grupo, percebeu-se que os estudantes que demonstravam mais segurança do processo iam explanando para os demais e também que os inseguros, quanto ao conteúdo, realizavam indagações, alguns vezes até para o aplicador. Assim os grupos foram alcançando e adquirindo autonomia na execução da atividade proposta. Bem como desenvolvendo a criatividade ao lidar com um assunto que é abstrato por ser de nível molecular e possibilitando aos estudantes uma visão própria sobre o assunto, como pode ser percebido nos relatos:

E.5: "Com a oficina foi melhor para entender o assunto, tirar dúvidas com os colegas e também ajudar os que ainda não tinha compreendido bem."

E.14: "Ao ir montando o trabalho da oficina, foi possível relembrar todo o processo aprendido na aula anterior, reforçando conhecimento, aprendendo novos conceitos e ter percepção de como acontece a síntese."

E.37: "O bom da oficina é que tinha os colegas para te ajudar e compartilhar o conhecimento um com o outro. E eu fiquei mais seguro para perguntar aos colegas e à professora e tive oportunidade de aprender melhor. A atividade ficou mais fácil e mais rápidos porque nós dividimos tarefas e conhecimentos sobre as etapas da tradução."

Em ambos os grupos os objetivos foram alcançados, pois proporcionaram aos estudantes uma visão geral da constituição das proteínas, como elas são sintetizadas, função das estruturas envolvidas da síntese (mRNA, tRNA, RNA ribossomal e fatores proteicos de terminação) e conhecimento dos principais tipos de aminoácidos com a relação dos seus códons, de forma lúdica, estimulando a curiosidade e percepção dos alunos estudantes, como e onde tal evento ocorre nos seres vivos.

Quanto à produção dos estudantes, dois grupos esquematizaram as três etapas, início, alongamento e finalização da tradução (Figura 2a); os demais só representaram a etapa de finalização onde o polipeptídeo já estava sintetizado (Figura 2b). Os trabalhos dos grupos 1, 2 e 3 nomearam todas as estruturas moleculares envolvidas na tradução. Os

códons e anticódons das representações estão com os pareamentos de bases corretos e os grupos padronizaram as cores das bases nitrogenadas, além de não ter sido detectados equívocos no código genético com os respectivos aminoácidos e nos códons de iniciação e terminação.



Figura 2. Registros dos grupos na oficina; a) registro do grupo 2 e b) registro do grupo 1.

A maioria dos registros apresenta a ligação peptídica com colagem de retângulos ou por meio de traços desenhados entre um aminoácido e outro, porém os grupos que não simbolizam as ligações peptídicas colaram os aminoácidos bem próximos, conforme pode ser observado na Figura 3, indicando a compreensão da ligação entre os aminoácidos. Sendo assim, foi possível perceber que todos os registros representam que o polipeptídio é constituído pela ligação de aminoácidos.



Figura 3. Registros dos grupos na oficina

Os sítios de ligação do ribossomo, o Sítio A (Aminoacil), o Sítio P (Peptidil) e o Sítio E, conforme a Figura 2a, foram representados por todos os grupos, exceto o grupo 4. Observou-se, também, que o grupo 4 não utilizou o fator de terminação nos seus registros.

Os resultados observados por meio da produção dos estudantes confirmam a importância do uso de metodologias práticas a fim de obter um melhor aprendizado em sala de aula. Nossas observações vão ao encontro de pesquisas anteriores mostrando que o ensino por meio de atividades prática é uma maneira de aprimorar a aprendizagem, favorecendo construções mentais de conteúdos mais abstratos [10-13,21,23]. A oficina facilitou a assimilação do tema abordado, bem como estimulou a criatividade dos estudantes ao lidar com um assunto que é abstrato por ser de nível molecular, possibilitando-lhes uma visão mais concreta sobre o assunto.

Diante do estudo apresentado, pode-se inferir que a utilização das atividades práticas no ensino de biologia é um instrumento que vem a contribuir com o processo de ensino e aprendizagem e que representações externas podem ser usadas para apoiar a aprendizagem dos estudantes [24]. Segundo Mayer [16], o conhecimento científico é aprendido com mais profundidade quando os estudantes não estão sobrecarregados em termos de memória visual e/ou auditiva. No entanto, salientamos que em práticas relacionadas a representações externas, como a trabalhada nesta oficina devem ser

considerados os princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem por Multimídia em sua abordagem [16].

Ao serem questionados sobre a atuação da oficina na aprendizagem e fixação do processo de tradução, todos os estudantes afirmaram que a proposta pedagógica favoreceu o processo de aprendizagem. Os principais argumentos apresentados nas respostas foram: o fato de ser uma atividade que alia a teoria à prática, tornando mais fácil a assimilação do conteúdo; uma atividade lúdica e dinâmica, e por tornar mais concreta a representação das estruturas do processo de tradução; e que foi diferente em relação às estratégias utilizadas pelos professores na abordagem desse assunto.

E:8; "Ajudou bastante, porque vimos primeiro na teoria é que difícil de visualizar e logo em seguida fomos para a aula prática, e esta interação foi muito boa para compreender."

E.22: "A oficina de montagem da proteína contribuiu bastante no meu entendimento para o meu aprendizado, pois foi colocar em prática um processo complexo e na prática ficou mais simples de entender."

A aula prática encontra respaldo na literatura e na Base Nacional Comum Curricular, no entanto estas práticas são pouco aplicadas e muitas vezes negligenciadas na educação básica. As razões pelas quais os docentes não usam as aulas práticas são diversas, como a falta de investimentos em estrutura física e/ou materiais, número excessivo de aulas e falta de tempo [25,26]. Interaminense [27], assegura que, para os docentes, esta modalidade didática é mais trabalhosa e demanda ser melhor planejada. Por fim, a autora ainda afirma que muitos professores da rede pública ficam desmotivados porque precisam custear estas práticas, o que passa a ser um impedimento. Entretanto, tem-se a compreensão da importância destas atividades para o ensino de biologia.

As aulas práticas possuem potencial pedagógico na aquisição do conhecimento científico pelos os estudantes, como também auxiliam os professores em seu processo de ensino [26]. As principais funções da aula prática para autora Krasilchik [28] são: despertar e manter o interesse dos estudantes; compreender conceitos básicos; desenvolver a capacidade de resolver problema; envolver e desenvolver habilidades em investigações científicas. A autora Interaminense [27] conclui que a utilização de modalidades didáticas que engajam práticas é importante na construção do conhecimento e que evita uma educação que advém de simples reprodução de conceitos descontextualizados.

As respostas apresentadas pelos estudantes também apresentaram justificativas de que a oficina foi um instrumento pedagógico lúdico,

E.37: "Consolidou o meu conhecimento sobre o processo de tradução, de uma forma divertidas, fácil e prática."

E.39: "A oficina facilitou a aprendizagem da síntese de proteína e fez ficar mais divertido e mais fácil o conteúdo."

Os resultados apontam um direcionamento que o lúdico usado como estratégia didática torna-se eficaz, como também contribui para uma melhor socialização dos estudantes por meio da interação em grupo, além de tornar a aula mais prazerosa e de fácil compreensão. Segundo Pinto e Tavares"

O lúdico desempenha um papel vital na aprendizagem, pois através desta prática os sujeitos buscam conhecimento do próprio corpo, resgatam experiências pessoais, valores, conceitos buscam soluções diante dos problemas e tem a percepção de si mesmo como parte integrante no processo de construção de sua aprendizagem, que resulta numa nova dinâmica de ação, possibilitando uma construção significativa. [29] (p. 233)

Diante das análises mencionadas, é possível concordar com Lima [26], quando afirma que as aulas práticas tornam o conteúdo mais atraente, motivador e próximo da realidade dos estudantes. As atividades experimentais possuem caráter lúdico e são capazes de abranger a capacidade de aprendizado, trabalham como meio de envolver o sujeito no tema abordado, estimulando, portanto, o pensamento científico e a cognição [25]. As atividades lúdicas que possuem objetivos bem definidos ocupam lugar de destaque na educação escolar [30]. Os profissionais da área educacional podem aderir à prática de atividades lúdicas de forma a auxiliar na conquista de melhores resultados e promover motivação e interesse por parte dos estudantes.

Os estudantes também argumentaram que a atividade tornou o tema mais concreto para a percepção:

E.5: "[...] todas as etapas da montagem da proteína facilitam a fixação. Este tema é complicado e com esta atividade ficou mais real, porque é difícil aprender só imaginando estas etapas acontecendo" [...]

E.12 "Com a montagem da proteína, podemos ver quais códons se ligam com os anticódons, perceber as funções de todos as estruturas e como o processo ocorre. Ficou mais concreta a teoria. Foi bastante interessante esta oficina para o meu aprendizado."

Para o estudante, o processo de construção das proteínas pode ser algo abstrato, com a oficina foi possível apropriar-se de uma ferramenta didática que, ao mesmo tempo, permitia a aprendizagem de forma lúdica como proporcionava um menor nível de abstração. A simulação da construção de proteína permitiu trabalhar com interatividade um assunto normalmente tratado de forma exclusivamente teórica, uma vez que muitos estudantes constataram que a oficina foi uma estratégia diferente em relação às utilizadas pelos professores na abordagem desse assunto.

E.24: "Nas primeiras aulas houve a introdução e desenvolvimento do assunto, depois com a realização da atividade prática melhorou a fixação do tema para mim."

Foi interessante pois teve atividades novas e com vários métodos de ensino diferenciados."

E.36: "Assim eu entendi melhor o processo de tradução, porque quando eu estudei não tinha sido tão detalhado e aprofundado. Muitas vezes os professores usam o livro e o quadro e nós não entendemos tão bem... E a oficina de simulação fechou com chave de ouro, que ficou interessante, atrativa e facilitou a aprendizagem."

Outros relatos semelhantes aos dos estudantes E.24 e E.36 apresentam que o ensino de biologia ainda acontece de uma forma descritiva, abstrata e mecânica, além de ser pautado na transmissão unidirecional do conhecimento, aliado à falta de diversificação metodológica, provocando uma perda de interesse dos estudantes. Krasilchik [28] afirma que essa forma de ensinar impossibilita as diversas formas de aprender, pois cada situação impõe uma solução própria, além de que a diversidade de atividades e de recursos podem atrair o interesse dos estudantes, assistindo às diferenças individuais. Diante do exposto, diversificar as estratégias de ensino faz-se preciso, não exclusivamente para ampliar as opções de aprendizagens, mas igualmente como forma de expandir as possibilidades de que ela se realize, auxiliando na superação das dificuldades.

Ao solicitar que os estudantes relatassem as suas experiências em participar da oficina, todas as respostas demonstraram contentamento e ainda mostraram que a atividade trouxe ganho ao conhecimento deles, despertando-lhes o interesse. Alguns dos relatos pelos os estudantes seguem abaixo:

E.3: Foi muito boa, ficou mais fácil de entender por que teve imagens, uma boa explicação, não uso exemplos muito distantes do que conhecemos. E teve a atividade prática para aliar a teoria, tornando mais fácil a compreensão. Acho que todos os professores deveriam utilizar esses métodos e estes recursos diferentes. Isso ajuda o aluno a entender mais.

E.36: "Foi muito prazeroso fazer a proteína e perceber que realmente eu aprendi e sabia montar sem muita dificuldade. Além de ter ajudado os colegas que tinham dúvidas. A oficina de simulação foi uma atividade ótima para fixação e aprendizado."

A partir de alguns relatos dos estudantes e das observações realizadas, nota-se que a realização da atividade em grupo foi um fator fundamental para que as dúvidas sobre o tema fossem esclarecidas, além do compartilhamento de conhecimentos entre os estudantes.

E.7: "Em grupo é mais legal de se entender, a união é a melhor coisa para aprender, um ajudando o outro. Porque foi mais compreensível, eu aprendi mais olhando as imagens e fazendo a atividade de montagem da proteína. Eu aprendo assim mais na prática do que só a pessoa falando."

E.32: "Facilitou muito a atividade ser em grupo, pois nos permitiu compartilhar as ideias e assim facilita aprender."

Diante dos relatos, os estudantes enfatizam que a atividade em grupo permitiu um processo de construção da aprendizagem por meio da coletividade. Eles valorizam a

proposta usando as expressões “fazer junto é melhor”, “em conjunto é mais fácil,” “é melhor, pois um ajuda o outro”, entre outras. A utilização de grupos reforça o aprendizado social entre os integrantes, permitindo que pessoas com necessidades semelhantes possam se apoiar e oferecer soluções [31]. O trabalho em grupo, por sua vez, permite que haja uma interação mútua entre os envolvidos, oferecendo assim, descobertas novas e conhecimentos a partir de uma construção coletiva [32]. A inserção de estratégias em grupos deve estar presente no contexto de ensino para que tenha uma participação ativa de todos os envolvidos, envolvendo-os no protagonismo do processo de construção dos conhecimentos [33]. Em resumo, o ensino desenvolvido por meio da oficina apresenta-se como uma abordagem promissora para o ensino de síntese proteica sendo uma alternativa as aulas tradicionais. Desta forma, acreditamos que os resultados apresentados podem servir de incentivo aos professores para que eles usem essa abordagem de ensino em sala de aula.

4 Considerações finais

Na oficina de simulação de proteína desenvolveu-se uma proposta pedagógica desassociada de uma educação tradicionalista, que é central no professor como detentor de todo o conhecimento e o estudante um receptáculo de informações. A elaboração e aplicação da oficina foram baseadas na utilização de materiais de fácil acesso e baixo custo pensando nas adversidades do sistema de educação pública brasileiro.

A oficina de simulação, aplicada dentro de uma sequência didática, foi uma atividade que permitiu associação de teoria e prática sendo essencial para estimular a curiosidade científica, criatividade, tornando o tema de tradução mais perceptível à compreensão dos estudantes de uma forma lúdica, interativa e motivacional, desenvolvimento habilidades sensoriais, cognitivas e de socialização, além de melhorar a compreensão do tema de tradução. Esta prática atuou na facilitação do ensino e aprendizagem, reparar falhas do processo exclusivamente teórico para o ensino de Tradução. A contribuição foi fornecida pelos modelos representacionais simbólicos deste processo produzidos pelos estudantes. Apesar de os resultados qualitativos não permitirem afirmar que a oficina melhora o aprendizado, os resultados deste trabalho sugerem que a oficina contribuiu para os ganhos conceituais e para a melhoria (ou formação) de um modelo mental de síntese de proteínas pelos estudantes.

Com base nos resultados apresentados, reconhecem-se os benefícios proporcionados pela atividade didática, e alerta-se para suas limitações. Pode-se inferir que a oficina foi validada como ferramenta didática a ser utilizada em sala de aula, o que requer autonomia do professor para aplicá-la ou adequá-la ao seu contexto educacional. Assim, acreditamos que a oficina proposta tem potencial a contribuir como ferramenta didática dentro das salas de aula para auxiliar os professores, pois é uma atividade simples, de fácil compreensão e que teve alta aceitação pelos estudantes.

Referências Bibliográficas

- [1] Rundgren SNC, Yao BJ. Visualization in research and science teachers' professional development. In Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching (Vol. 15, No. 2, pp. 1-21). The Education University of Hong Kong, Department of Science and Environmental Studies. 2014; 15(2): 1-21.
- [2] Varghese, J, Minnie F, Molly J. Impact of e-resources on learning in biochemistry: first-year medical students' perceptions. BMC Medical Education. 2012; 12(1): 1–9.
- [3] Broman K, Ekborg M, Johnels J. Chemistry in crisis? Perspectives on teaching and learning chemistry in Swedish upper secondary schools. Nordina. 2011; 7(1): 43–53.
- [4] Schönborn KJ, Anderson TR. A model of factors determining students' ability to interpret external representations in biochemistry. Int. J. Sci. Educ. 2009; 31(2): 193–232.
- [5] Mnguni L. A description of visual literacy among third year biochemistry students. J. Balt. Sci. Educ. 2018; 17(3): 486–495.
- [6] McDonnell L, Barker MK, Wieman C. Concepts first, jargon second improves student articulation of understanding, Biochem. Mol. Biol. Educ. 2016; 44(1): 12–19.
- [7] Lewis J, Wood-Robinson C. Genes, chromosomes, cell division and inheritance—do students see any relationship? Int. J. Sci. Educ; 2000; 22(2): 177–195.
- [8] Marbach-Ad G, Rotbain Y, Stavy R. Using computer animation and illustration activities to improve high school students' achievement in molecular genetics, J. Res. Sci. Teach; 2008: 45(3), 273–292.
- [9] Schönborn KJ, Anderson TR. Bridging the educational research-teaching practice gap: foundations for assessing and developing biochemistry students' visual literacy, Biochem. Mol. Biol. Educ; 2010; 38(5), 347–354.
- [10] Gabel DL. Use of the particle nature of matter in developing conceptual understanding, J. Chem. Educ; 1993:70(3),193–194.
- [11] Noh T, Scharmann LC. Instructional influence of a molecular-level pictorial presentation of matter on students' conceptions and problem-solving ability, J. Res. Sci. Teach; 1997:34(2),199–217.
- [12] Sanger MJ. Using particulate drawings to determine and improve students' conceptions of pure substances and mixtures, J. Chem. Educ; 2000:77(6),762–766.
- [13] Baldwin N, Orgill M. Relationship between teaching assistants' perceptions of student learning challenges and their use of external representations when teaching acid–base titrations in introductory chemistry laboratory courses. Chemistry Education Research and Practice; 2019:20(4),821-836.
- [14] Large A. Computer animation in an instructional environment, Libr. Inf. Sci. Res; 1996:18,3–23.
- [15] Paivio A. Mental representations: a dual coding approach, New York: Oxford University Press; 1986.

- [16] Mayer RE. The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media, *Learn. Instruct*; 2003;13(2),125–139.
- [17] Harlen W, Elstgeest J. Sourcebook for science in the primary school: A Workshop approach to teacher education. Paris, France: UNESCO; 1992.
- [18] Bardin L. Content analysis. São Paulo: Edições, 2011.
- [19] Otero. Emociones, sentimientos y razonamientos en Didáctica de las Ciencias. *Rev. Electrónica Investig. Educ. Cienc.* 2006;1:24–53.
- [20] Vázquez A, Manassero MA. El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: Un indicador inquietante para la educación científica. *REurEDC*; 2008;5, 274–29.
- [21] Martínez G, Naranjo FL, Mateos M, Sánchez J. Recreational Experiences for Teaching Basic Scientific Concepts in Primary Education: The Case of Density and Pressure. *Eurasia J. Math. Sci. Technol. Ed.* 2018;14, 1–16.
- [22] Bellocchi A, Ritchie SM, Tobin K, King D, Sandhu M, Henderson S. Emotional climate and high-quality learning experiences in science teacher education. *J. Res. Sci. Teach.* 2014;51,1301–1325.
- [23] Wade-Jaimes K, Demir K, Qureshi A. Modeling strategies enhanced by metacognitive tools in high school physics to support student conceptual trajectories and understanding of electricity. *Sci. Educ.* 2018;102, 711–743.
- [24] Stieff M, Scopelitis S, Lira ME, Desutter D. Improving representational competence with concrete models, *Sci. Educ.*, 2016;100(2):344–363.
- [25] Pagel UR, Campos LM, Batitucci MDCP. (2015). Metodologias e práticas docentes: uma reflexão acerca da contribuição das aulas práticas no processo de ensino-aprendizagem de biologia. *Rev. Experiências em Ensino de Ciências*; 2015,10.
- [26] Lima LPS, Lima JF, Amorim TV. (2018). Aulas práticas para o ensino de Biologia: contribuições e limitações no ensino médio. *Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio.* 2018;11(1):36-54.
- [27] Interaminense BDKS. A Importância das aulas práticas no ensino da Biologia: Uma Metodologia Interativa/The Importance of practical lessons in the teaching of Biology: An Interactive Methodology. ID on line *Revista de Psicologia*, 2019;13(45):342-354.
- [28] Krasilchik M. *Prática de Ensino de Biologia.* 4a. ed. São Paulo, SP: Edusp, 2008.
- [29] Pinto CL, Tavares HM. O lúdico na aprendizagem: apreender e aprender. *Revista da Católica, Uberlândia*, 2010;2(3):226-235.
- [30] Rocha NC, Vasconcelos B, Maia JC, Gallão MI, Rodrigues DAM, Hissa DC. Jogo didático “síntese proteica” para favorecer a aprendizagem de Biologia Celular. *Experiências em Ensino de Ciências.* 2017;12(2):129-137.
- [31] Liebmann M. *Exercícios de arte para grupos.* Summus Editorial, 2000.
- [32] Sousa DLMD, Pinto AGA, Jorge MSB. Tecnologia das relações e o cuidado do outro nas abordagens terapêuticas grupais do centro de atenção psicossocial de Fortaleza-Ceará. *Texto & Contexto-Enfermagem*, 2010;19(1):147-154.
- [33] Cirineu CT, Fiorati RC, Assad FB. A utilização de técnicas de grupo em sala de aula: contribuições para o processo de ensino-aprendizagem na graduação em terapia ocupacional. *Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo*, 2016;27(3):349-354.