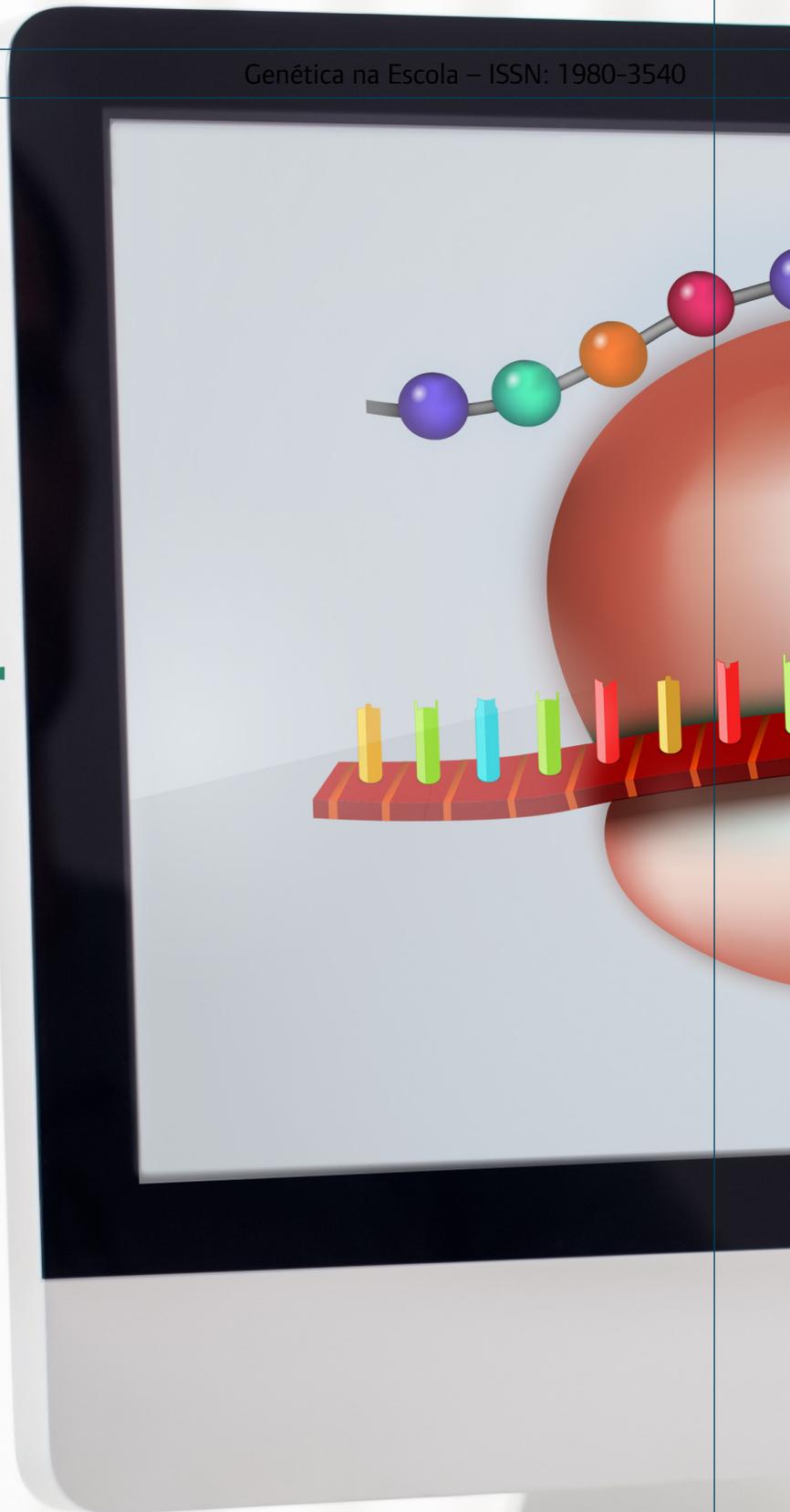


Síntese Proteica: um *software* para entender como ocorre o processo de produção de proteínas



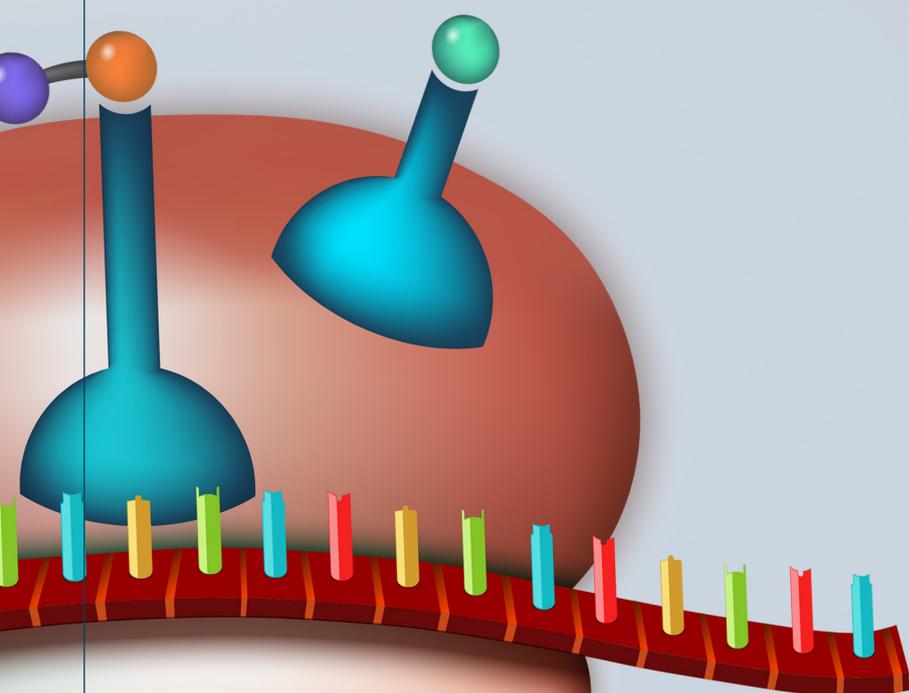
Érica Rodrigues dos Santos¹, Eduardo Galembeck²

¹ Mestranda do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PECIM), Departamento de Bioquímica e Biologia Tecidual, Universidade Estadual de Campinas

² Departamento de Bioquímica e Biologia Tecidual, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP

Autor para correspondência: erica_rds@yahoo.com.br

Palavras-chave: síntese proteica, tradução, produção de proteínas, RNA mensageiro, software educacional



Para auxiliar no ensino e aprendizagem de Genética, neste artigo é apresentado como material didático um *software* educacional que tem por objetivo mostrar, de uma forma interativa, como o processo de síntese de proteínas ocorre em células eucarióticas. Como este é um mecanismo dinâmico e de difícil representação em imagens estáticas, a abordagem interativa presente no *software*, por meio de duas animações, é uma alternativa promissora para facilitar a compreensão do tema. Além disso, trata-se de um objeto virtual que pode ser visualizado *online* e ser baixado na maioria dos computadores e dispositivos móveis atuais, permitindo que seja utilizado na sala de aula e nos mais diversos lugares.

CONTEXTO

A importância do processo de síntese de proteínas, também denominado tradução gênica ou síntese proteica, reside no fato de que ele dá origem às proteínas, substâncias que, além de serem essenciais na constituição da estrutura de um ser vivo, atuam no comando e na regulação de processos vitais do corpo.

As proteínas apresentam um leque tão grande de propriedades e funções, que muitas vezes passam despercebidas por nós. Moléculas como as enzimas, a hemoglobina, certos hormônios, o colágeno dos ossos, nossos tendões e nossa pele, são proteínas ou apresentam proteínas em sua constituição. Funções como a enzimática, hormonal, defesa, nutrição, coagulação e transporte de nutrientes, também são desempenhadas por proteínas.

Em resumo, estas moléculas são a essência de um organismo vivo. Mas, como esta essência é produzida?

As proteínas são longas cadeias de aminoácidos (cadeias polipeptídicas) que têm sua produção determinada por trechos de DNA, os genes. Em células eucarióticas, dentro do núcleo, genes são transcritos em moléculas de RNA mensageiro que são levadas para o citoplasma, onde são traduzidas em proteínas nos ribossomos.

Síntese proteica também é um dos assuntos contemplados nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) do Ensino Médio, estando inserido dentro da unidade temática “Identidade dos seres vivos”, a qual entre outras coisas busca estabelecer relação entre DNA, código genético, fabricação de proteínas e determinação das características dos organismos.

Portanto, entender o processo de síntese de proteínas permite ao estudante compreender como as informações presentes no DNA determinam a produção de proteínas e, conseqüentemente, das características de um ser vivo, as quais são transferidas de uma geração para outra.

Mas, compreender este processo não é uma tarefa fácil, por tratar-se de um mecanismo dinâmico e complexo. Uma alternativa

promissora a isso é o uso de animações. A literatura indica que as animações são mais eficazes do que as imagens estáticas para a representação de processos dinâmicos, visto que elas podem apresentá-los de forma explícita, já que incluem tanto informações estruturais quanto temporais. Contudo, as mesmas características que distinguem uma animação de gráficos estáticos e as permitem mostrar num evento dinâmico de forma explícita, também podem representar vários desafios de processamento de informações para os alunos, como por exemplo, lembrar de quadros anteriores. Isso pode implicar na sobrecarga de processamento mental, resultando assim no negligenciamento de informações relevantes.

A alternativa sugerida para evitar esta sobrecarga é dar ao usuário o controle sobre a exibição da animação, permitindo que ele varie características tais como a velocidade, direção e continuidade da apresentação da animação e assim beneficie sua própria capacidade de processamento de informações.

Por outro lado, estudos mostraram que ao utilizar uma animação apresentando mudanças, infelizmente os alunos raramente escolheram fazer pausas nos quadros que eram de maior relevância para a sua tarefa de aprendizagem, sugerindo assim que o controle do usuário sobre a animação precisa ser guiado até certo ponto, de modo que as estratégias de interrogatório destes sejam mais produtivas.

Tendo em vista a potencialidade de animações com estas duas características de facilitar a aprendizagem de processos dinâmicos, neste artigo é apresentado como material didático o *software* Síntese Proteica. Nele há duas animações sobre o tema síntese proteica: uma que possui botões para o usuário controlar a velocidade da animação e fazer pausas; e outra que apresenta o processo em etapas, funcionando assim como um interrogatório em que o usuário precisa interagir com a animação para visualizar o processo de montagem de uma proteína. Além disso, são apresentadas sugestões de como o *software* e estas duas animações podem ser utilizadas na sala de aula.

APRESENTAÇÃO DO SOFTWARE E SUGESTÕES DE USO NA SALA DE AULA

O *software* Síntese Proteica (Fig. 1) foi elaborado pelos autores com o auxílio de colaboradores do Laboratório de Tecnologia Educacional (LTE), localizado no Departamento de Bioquímica e Biologia Tecidual da Unicamp. Este material foi planejado dentro do projeto EMBRIO, financiado pelo MEC para a produção de materiais didáticos voltados ao Ensino Médio. Ele está disponibilizado pelo mesmo no Portal do Professor (<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/ficha-Tecnica.html?id=29537>) e pelo LTE na Biblioteca Digital de Ciências (BDC) ([http://](http://www.bdc.ib.unicamp.br/bdc/index.php)

www.bdc.ib.unicamp.br/bdc/index.php) desde outubro de 2009. Além de computadores, ele está disponível também para *tablets* e *smartphones* com sistemas operacionais iOS na *Apple Store*, para *Android* no *Google Play*, e para *Windows Phone* na loja online da Microsoft.

Portanto, para utilizá-lo em sala de aula, o professor pode fazer o download gratuito tanto nos computadores da sala de informática (caso a escola possua), como também pedir para que cada aluno o baixe em seus *smartphones*, *tablets* ou *notebooks*.

O *software* é dividido em três telas principais: Introdução; Síntese Proteica; e Animação.

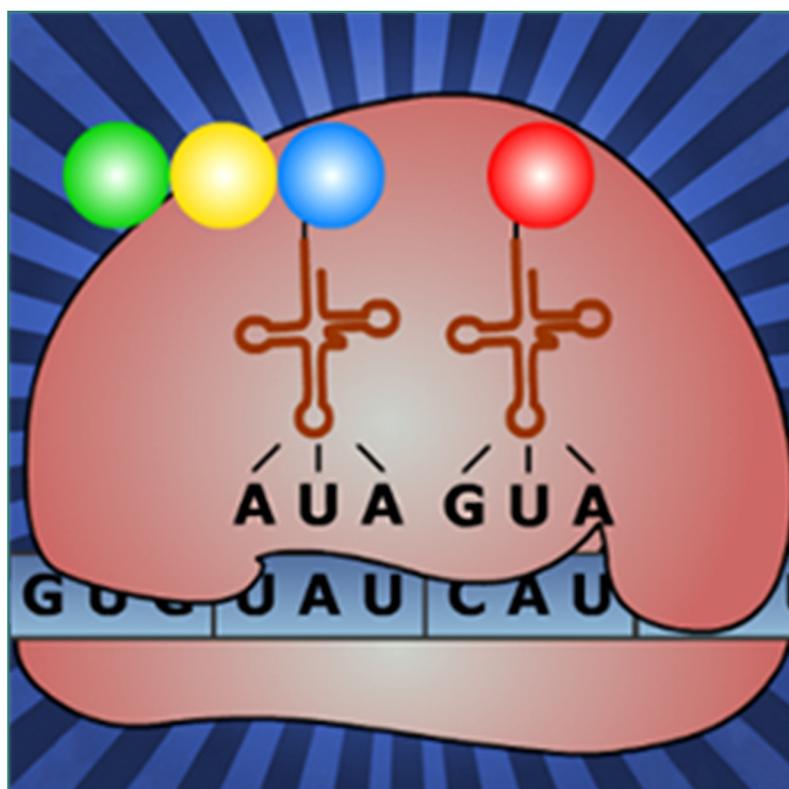


Figura 1.

Capa do software Síntese Proteica.

Tela Introdução

A tela Introdução (Fig. 2) contém um texto que apresenta brevemente ao usuário a importância do processo de síntese proteica para os seres vivos. Ela representa, portanto,

um organizador prévio mais geral que tem por função inserir o usuário no tema do *software*, permitindo que ele consiga localizar este processo dentro do contexto celular e também reconheça a importância deste para sua própria vida.

Sugestão de uso

Na sala de aula, se o professor utilizar este *software* como principal material didático para ensinar síntese proteica, recomenda-se que cada aluno faça uma leitura individual do texto de introdução como primeira atividade ao iniciar a visualização desse material. Ao final desta leitura, é importante que o professor faça uma discussão coletiva relembrando conceitos como: os tipos de proteínas presentes em um ser vivo (estruturais, enzimáticas e hormonais), dando exemplos e mostrando suas funções e importância; sua constituição (sequência de aminoácidos); e como se inicia na célula o processo que desencadeia em sua síntese, desde o mecanismo de transcrição do DNA em RNA mensageiro. Para isso, o professor pode apresentar aos estudantes a seguinte pergunta:

Como nossas proteínas podem ser produzidas a partir da informação contida em nosso DNA?

Para responder tal pergunta o professor pode resgatar os conceitos básicos já trabalhados com os alunos e que são requisitos necessários para a compreensão do que será apresentado nesse recurso educacional como: diferenças entre DNA e RNA, principalmente a presença de Uracila no RNA e a complementaridade das bases no DNA e no RNA.

Para explicar tais conceitos, pode ser feito um esquema simples na lousa, começando desde o DNA até chegar ao RNA mensageiro. É importante que ao fim dessa revisão os alunos entendam a importância das proteínas e do processo de produção destas moléculas para sua vida. Além disso, deve ficar claro também que o RNA mensageiro produzido carrega a informação copiada do DNA para a produção de uma proteína e que a animação, a qual será vista a seguir, mostra como esta proteína é produzida a partir desta informação.

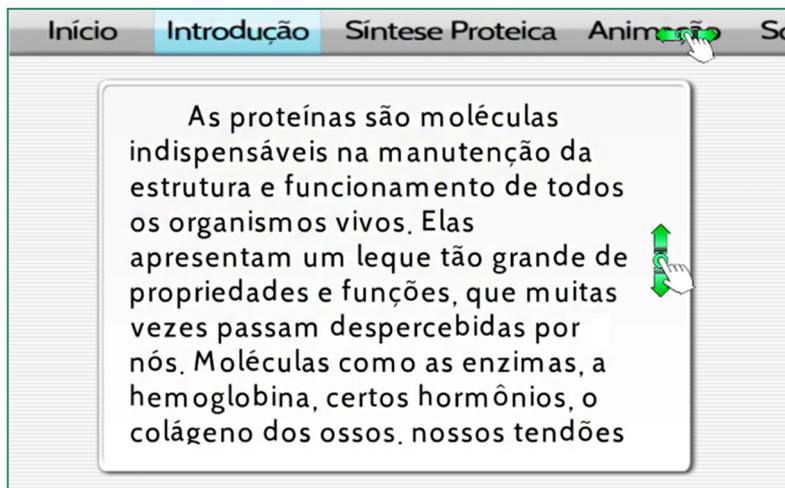


Figura 2.
Tela Introdução.

Tela Síntese Proteica

A tela Síntese Proteica (Fig. 3) apresenta uma animação interativa que requer do usuário ler os textos e arrastar os componentes que participam da síntese proteica, completando assim as etapas do processo.

O objetivo desta atividade é de que o usuário simule a montagem de um pequeno polipeptídeo, clicando, arrastando e posicionando os componentes que lhe são requeridos por meio das instruções presentes nas caixas de textos.

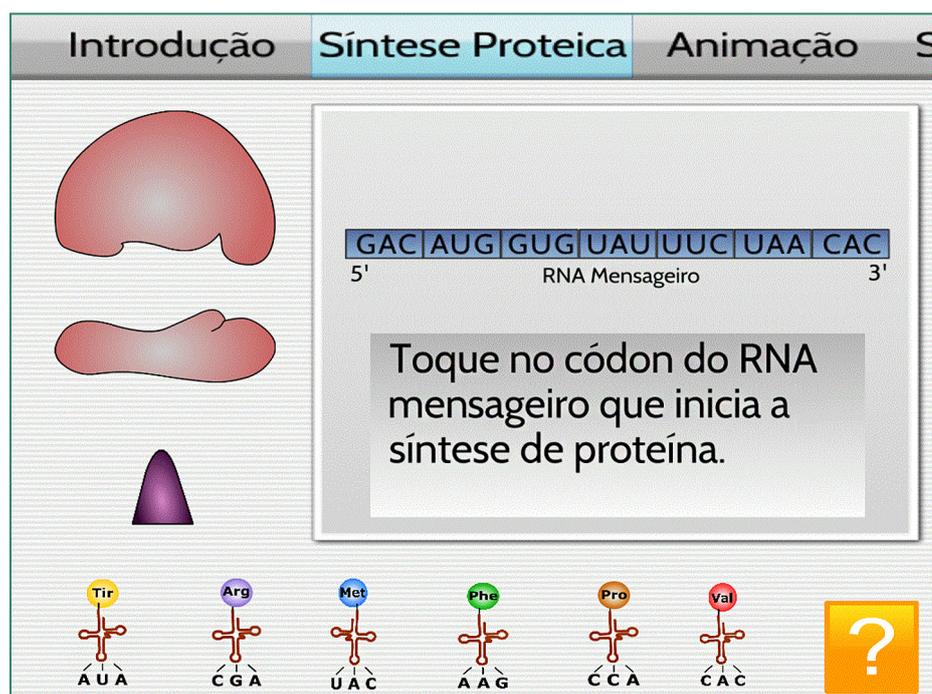


Figura 3.
Tela Síntese Proteica.

Ao longo desta atividade, o usuário interage com modelos dos principais componentes que participam da síntese proteica (RNA mensageiro, RNAs transportadores, RNA ribossomal e fator de liberação) para realizar as etapas deste processo (Início, Alongamento e Finalização) e assim montar o pequeno

polipeptídeo. Para isso, os textos que são apresentados ao longo da interação fornecem informações que ajudam os usuários a realizarem as atividades que lhe são requeridas para a montagem do polipeptídeo, simulando o processo que ocorre dentro de uma célula, como mostram as imagens a seguir:

Encontrar no RNA mensageiro o códon no qual tem início a síntese da proteína.



Associar as subunidades do RNA ribossomal, montando assim o ribossomo.

Introdução **Síntese Proteica** Animação S

GAC AUG GUG UAU UUC UAA CAC
5' RNA Mensageiro 3'

Toque e arraste a subunidade do ribossomo que se acoplará primeiro ao RNA mensageiro.

Tir Arg Met Phe Pro Val
AUA CGA UAC AAG CCA CAC

Posicionar o RNA transportador inicial.

Introdução **Síntese Proteica** Animação S

GAC AUG GUG UAU UUC UAA CAC
5' mensageiro 3'

Toque e arraste o RNA transportador inicial até o códon de iniciação.

Tir Arg Met Phe Pro Val
AUA CGA UAC AAG CCA CAC

Adicionar os RNAs transportadores que completam a sequência de códons do RNA mensageiro na fase de alongamento do polipeptídeo.

Introdução **Síntese Proteica** Animação S

Met
UAC

GAC AUG GUG UAU UUC UAA CAC
5' mensageiro 3'

Está tudo pronto para iniciar o alongamento do polipeptídeo. Para dar continuidade à síntese,

Tyr
AUA

Arg
CGA

Phe
AAG

Pro
CCA

Val
CAC

?

Posicionar o fator de liberação ao encontrar o códon de finalização (Stop códon) na fase de finalização da síntese.

Introdução **Síntese Proteica** Animação S

Met Val Tyr Phe

GAC AUG GUG UAU UUC UAA CAC
5' RNA Mensageiro 3'

Parabéns, você sintetizou a sua proteína. Agora, clique na aba Animação para visualizar uma

Arg
CGA

Pro
CCA

?

Esta interação, portanto, representa um interrogatório no qual o aluno pode consultar seus conhecimentos prévios, como também construir o conhecimento por meio de consultas aos textos. Para isso, ele pode rever os textos de instrução clicando no botão Ajuda (botão amarelo com interrogação) presente na tela interativa.

Sugestão de uso

Diante das características desta tela, o professor pode utilizá-la tanto a título de revisão sobre o tema, permitindo assim que os alunos montem o polipeptídeo como forma de exercício, mas também como principal material didático para ensinar este assunto, pois assim os alunos podem estudar de forma mais ativa. Os erros cometidos ao longo da interação se caracterizarão como um momento individual de reflexão e investigação. O processo mostrado desta forma também reduz a sobrecarga mental daquele aluno que não conhece as etapas mais importantes deste processo.

No caso da escolha pela segunda opção (utilizar como principal material didático), o pro-

fessor pode instruir os alunos a visualizarem logo após a leitura e discussão do texto de introdução, pois assim eles já terão em mente que uma proteína é uma cadeia de aminoácidos e que, a partir da interação com esta tela, eles descobrirão como essa cadeia é produzida.

Para esta interação, sugere-se que seja determinado um período de aproximadamente 15 minutos. Ao fim deste período, deve-se distribuir aos alunos o questionário presente no item Avaliação e dar a eles mais 15 minutos para que respondam. Para isso, eles poderão realizar novamente a interação para tirarem possíveis dúvidas e também visualizar a tela Animação, pois nela o processo é apresentado continuamente.

Tela Animação

A tela Animação (Fig. 4) apresenta o mesmo processo mostrado na tela Síntese Proteica, porém em uma animação com legenda e contínua, que pode ser controlada pelo usuário através dos botões Iniciar, Parar, Seguir e Voltar.



Figura 4.
Tela Animação.

O objetivo desta tela é permitir que o usuário controle a visualização da animação, pois como citado anteriormente, este controle diminui a sobrecarga mental do usu-

ário, pois permite que ele acompanhe a animação em seu tempo e que possa voltar ou avançar para quadros nos quais possui maior dificuldade.

Sugestão de uso

Seguindo a sequência de visualização do *software* na sala de aula (Introdução seguida da tela Síntese Proteica), a tela Animação seria a última a ser vista. Isto porque, após conhecer as etapas relevantes do processo de síntese de uma proteína na tela Síntese Proteica, o aluno saberá em que momentos fazer pausas na animação contínua.

Outra sugestão é que o professor apresente esta animação no data show para explicar possíveis dúvidas dos alunos durante a correção da avaliação.

AVALIAÇÃO

Como forma de avaliação, após o término dos 15 minutos de visualização da tela Síntese Proteica, sugerimos o uso do questionário a seguir para ser respondido pelos alunos com consulta ao software. Refletir sobre tais perguntas garante que o estudante, ao realizar a atividade, perceba se considerou todos os aspectos relevantes do processo de síntese proteica e se entendeu seus principais conceitos e passos. Após ter o questionário respondido, a discussão das respostas com os alunos ajuda a esclarecer dúvidas persistentes.

PERGUNTAS

1. O que é uma proteína e quais funções destas moléculas são apresentadas no texto de introdução?
2. Nomeie os componentes participantes do processo de síntese proteica que estão representados nas animações.
3. A fita de RNA mensageiro presente na animação apresenta sete códons (trincas de bases). Qual deles (primeiro, segundo, terceiro... sétimo) é o códon de iniciação?
4. Qual é a cor da bolinha que representa o aminoácido transportado pelo RNA transportador inicial?
5. A fita de RNA mensageiro presente na animação apresenta sete códons (trincas de bases). Qual deles (primeiro, segundo, terceiro... sétimo) é um códon de finalização (Stop códon)?
6. Qual é a sequência de aminoácidos que constitui o polipeptídio sintetizado na animação? (Escreva apenas as iniciais dos nomes dos aminoácidos, como apresentado nas animações).

RESPOSTAS

1. Uma proteína é uma longa cadeia de aminoácidos cuja produção é determinada por um trecho de DNA, o gene. As funções desempenhadas por estas moléculas citadas no texto de introdução são: enzimática, hormonal, defesa, nutritiva, coagulação e transporte de nutrientes.
2. Ribossomo, composto por subunidades maior e menor; RNA mensageiro; RNAs transportadores; e Fator de Liberação.
3. Segundo.
4. Azul.
5. Sexto.
6. Met Val Tir Phe.

