



## ORIENTAÇÃO PARA O PROFESSOR

### RECOMENDAÇÕES

- Os alunos deverão responder a questão prévia individualmente e por escrito antes de iniciar a atividade. No final, o professor deverá discutir novamente a questão com os alunos;
- Organizar a turma em grupos de oito alunos (4 duplas). Distribuir para cada um dos grupos um tabuleiro e os envelopes plásticos com os materiais;
- Antes de iniciar o jogo, explicitar o conteúdo abordado e sua relevância;
- Explicar como o jogo funciona, quais são as regras e qual a função de cada peça no jogo;
- Utilizar esse momento para associar as peças com as organelas e moléculas na síntese protéica.

### OBJETIVOS

- Compreender como ocorre o processo de síntese protéica por meio de uma simulação;
- Compreender como as proteínas agem nos processos fisiológicos;
- Conhecer os locais das células em que ocorrem os processos de síntese protéica.

### OBSERVAÇÕES

Este instrumento simula o processo de síntese protéica a partir de uma molécula de DNA. Como os modelos servem para explicar tanto aquilo que podemos observar diretamente como também o que só podemos inferir, estes proporcionam construções mentais que procuram sempre manter a realidade observada como critério de legitimação. Feitas essas considerações, listamos alguns esclarecimentos:

- A célula é uma estrutura tridimensional e pode apresentar diversos formatos que estão relacionados com a sua função no organismo;
- O tabuleiro é uma representação de uma célula animal eucariótica, embora o processo de síntese protéica seja o mesmo para células vegetais;
- As dimensões das organelas da célula representadas no tabuleiro não são proporcionais às estruturas reais;
- Cartas-objetivo: Cada objetivo é contextualizado em determinado processo fisiológico. Para auxiliá-lo, trazemos a seguir informações extras que consideramos pertinentes. Não seria possível discutir todos os processos aqui, porém se os professores ou os alunos se interessarem, poderão buscar maiores informações em livros de biologia e fisiologia como os sugeridos em nossa bibliografia.

## CARTAS-OBJETIVO

**Objetivo Adrenalina:** O mecanismo de luta e fuga, ativado pela liberação da adrenalina (também conhecida por epinefrina), prepara o organismo para situações de ameaça, aumentando a capacidade de trabalho muscular, principalmente por meio da aceleração dos batimentos cardíacos, aumento da pressão sanguínea, dilatação dos brônquios e liberação de glicose pelo fígado.

As primeiras reações da via metabólica que transforma o aminoácido tirosina em adrenalina ocorrem no citossol, sendo que o produto é destinado a grânulos de secreção, onde ocorrem as demais reações.

**Objetivo Insulina:** A insulina se encaixa em seu receptor celular, localizado na membrana plasmática, e na glicose. O complexo formado sofre endocitose, permitindo o transporte de glicose, íons e água para o citoplasma. Problemas na produção ou na liberação de insulina levam a uma deficiência na absorção da glicose pelas células e conseqüente aumento do nível de açúcar no sangue, causando uma doença conhecida como diabetes mellitus.

O precursor da insulina, a proinsulina, antes de ser estocado em grânulos de secreção, é processado e tem sua estrutura modificada. Anteriormente a este passo, a proinsulina é usualmente chamada de preproinsulina.

**Objetivo Glucagon:** Uma vez na circulação, o glucagon se espalha pelo corpo e se liga ao seu receptor celular, localizado na membrana plasmática, principalmente das células do fígado. Este quebra o glicogênio e libera para a corrente sanguínea as moléculas de glicose que o constituem. Antes de ser armazenado em grânulos, as moléculas de proglucagon passam por um processamento. Até esta etapa elas são comumente chamadas de preproglucagon.

**Objetivo Tiroxina:** A tiroxina estimula o aumento da atividade de diversas enzimas que agem nos processos liberadores de energia, elevando a taxa de metabolismo, mesmo que a pessoa esteja em repouso.

**Objetivo Rodopsina:** Quando a luz incide sobre a rodopsina, desencadeia uma série de eventos químicos que resultam na sua separação em retinal e opsina, e na transmissão ao cérebro de um impulso nervoso responsável pela visão. A opsina e o retinal tendem a se agruparem novamente, mas essa união fica mais favorecida conforme o ambiente se torna menos iluminado. Assim, no escuro, a maior parte das moléculas de opsina e retinal está combinada formando a rodopsina, o que torna os olhos muito sensíveis à luminosidade.

**Objetivo Actina:** Dentre as proteínas que constituem as miofibrilas, a actina e a miosina exercem um papel fundamental na geração dos movimentos: suas moléculas, ao se deslizarem umas sobre as outras, permitem que as fibras musculares diminuam e aumentem seu comprimento, promovendo, com isso, os movimentos de contração e relaxamento dos músculos.

**Objetivo Distrofina:** A falta ou alteração da distrofina faz com que as fibras musculares percam sua elasticidade, causando uma doença chamada distrofia muscular. O exemplo mais comum é a distrofia muscular de Duchene, que degenera os músculos esqueléticos com o passar do tempo, de forma que a pessoa perde quase totalmente a capacidade de se movimentar quando atinge a adolescência.

**Objetivo P53:** A proteína P53 é conhecida como supressora de tumor porque, em células defeituosas, retarda o processo de divisão para permitir o reparo do DNA, ou induz a morte celular para evitar a proliferação das mutações.

**Objetivo Melanina:** A melanina protege a epiderme e as camadas profundas da pele contra agressão externa, em especial contra a mutação, já que os raios solares são agentes mutagênicos, ou seja, causam algum tipo de alteração no material genético (DNA) da célula exposta, o que pode ocasionar câncer de pele. A produção de melanina é iniciada quando esses raios alcançam os melanócitos situados na pele, sendo efetuada a partir do aminoácido tirosina,

por meio de uma série de reações catalisadas por diversas enzimas, sendo a principal delas a tirosinase. A melanina é exportada para os queratinócitos na forma de vesículas chamadas melanossomas.

Mutações no gene da tirosinase podem causar albinismo.

**Objetivo Colágeno:** As fibras de colágeno são compostas de três cadeias entrelaçadas de tropocolágenos, formados a partir de procolágeno. O procolágeno sintetizado somente é liberado das células com a ajuda da vitamina C, e devido a este e outros motivos, essa vitamina é necessária para a formação do colágeno. Na sua ausência, o colágeno é mal formado, ocorrendo lesões na pele e fragilidade nos vasos sanguíneos – doença conhecida como escorbuto.

Os fibroblastos predominam na pele, ossos, cartilagens e tendões, sendo estas as principais regiões de atuação do colágeno cuja função é conferir firmeza, elasticidade e manter a integridade das estruturas.

**Objetivo Queratina:** A barreira de proteção impermeável da pele é chamada extrato córneo.

**Objetivo Hemoglobina:** A hemoglobina é a principal responsável pelo transporte de  $O_2$  no corpo humano, e de aproximadamente 20% do  $CO_2$  produzido pela respiração celular. O CO (monóxido de carbono), um gás liberado pelos escapamentos dos carros, é altamente tóxico, já que sua afinidade pela hemoglobina é 200 vezes maior que a do  $O_2$ . A exposição ao CO reduz a quantidade de hemoglobina disponível para se ligar ao  $O_2$ , ocasionando a falta deste gás nos tecidos.

**Objetivo Anidrase Carbônica:** As pepsinas são enzimas que clivam algumas ligações peptídicas. Seus precursores são os pepsinogênios, secreções ativadas pelo ácido clorídrico gástrico.

A anidrase carbônica é abundante nas células parietais do estômago, responsáveis pela liberação de HCl. Esta enzima realiza a hidratação do gás carbônico, gerando  $H_2CO_3$  que se dissocia em  $H^+$  e  $HCO_3^-$ . O  $HCO_3^-$  é trocado pelo íon  $Cl^-$ , passando para o líquido intersticial e em seguida, para o plasma sanguíneo onde retém os prótons lá existentes, causando aumento do pH.

**Objetivo Álcool Desidrogenase:** O álcool é metabolizado, principalmente no fígado, por duas enzimas que agem seqüencialmente: a álcool desidrogenase (ADH), que converte o álcool em acetaldeído, e a aldeído desidrogenase (ALDH), que converte o acetaldeído em ácido acético, que é metabolizado pelos tecidos externos ao fígado.

**Objetivo Hidrolase Ácida:** As hidrolases são enzimas que catalisam reações hidrolíticas de clivagem e se encontram no interior dos lisossomos. Um ou mais lisossomos se fixam à vesícula fagocítica no interior celular e despejam hidrolases ácidas dentro dela, formando uma vesícula digestiva. Assim, as hidrolases iniciam a hidrólise das proteínas, do glicogênio, dos ácidos nucléicos e de outras substâncias contidas na vesícula. Os produtos dessa digestão são moléculas pequenas de aminoácidos, glicose, fosfato etc que, em seguida, difundem-se através da membrana para o citoplasma. O que resta da vesícula (corpo residual), representa as substâncias não digeridas. Na maioria dos casos, os corpos residuais são excretados através da membrana celular pelo processo denominado exocitose.

**Objetivo Dopamina:** A dopamina é um neurotransmissor do Sistema Nervoso Central e um precursor da adrenalina e noradrenalina. É sintetizada por certas células nervosas que agem em regiões do cérebro e promovem, entre outros efeitos, a sensação de prazer e motivação.

## QUESTÕES

1. Complete os espaços abaixo com a seqüência de DNA (gene) presente no tabuleiro referente à cor da sua dupla.

*Seqüência de DNA:*

Azul	T	A	C	T	A	G	A	C	A	T	T	G	T	G	T	A	T	C
Vermelho	T	A	C	C	G	T	C	T	T	G	G	A	G	C	T	A	C	T
Amarelo	T	A	C	T	T	T	T	A	C	G	T	T	T	A	A	A	T	T
Verde	T	A	C	G	C	T	A	C	C	C	T	G	T	T	C	A	C	T

2. Transcreva no espaço abaixo a seqüência do RNA mensageiro (RNAm) correspondente ao seu gene:

*Seqüência de RNAm:*

Azul	A	U	G	A	U	C	U	G	U	A	A	C	A	C	A	U	A	G
Vermelho	A	U	G	G	C	A	G	A	A	C	C	U	C	G	A	U	G	A
Amarelo	A	U	G	A	A	A	A	U	G	C	A	A	A	U	U	U	A	A
Verde	A	U	G	C	G	A	U	G	G	G	A	C	A	A	G	U	G	A

3. Separe as trincas da sua seqüência, anotando-as na primeira coluna indicada. Traduza cada trinca de RNAm (códon) utilizando o disco de aminoácidos. Coloque a abreviatura na segunda coluna e o nome do aminoácido na terceira de acordo com a tabela a seguir:

azul		vermelho		amarelo		verde	
Met	Metionina	Met	Metionina	Met	Metionina	Met	Metionina
Ile	Isoleucina	Ala	Alanina	Lys	Lisina	Arg	Arginina
Cys	Cisteína	Glu	Glutamato	Met	Metionina	Trp	Treonina
Asn	Asparagina	Pro	Prolina	Gln	Glutamina	Asp	Aspartato
Thr	Treonina	Arg	Arginina	Ile	Isoleucina	Lys	Lisina
Fim	Seq. fim	Fim	Seq. fim	Fim	Seq. fim	Fim	Seq. fim

4. Qual a seqüência de aminoácidos da proteína produzida?

Azul	Met					
Vermelho	Met					
Amarelo	Met					
Verde	Met					

5. Todas as situações propostas nas cartas-objetivo poderiam acontecer na vida real. Então, qual seria o efeito nas células se a síntese da proteína que você está produzindo parasse no exato ponto em que você terminou o jogo? E qual seria o efeito no seu organismo? *A resposta dessa questão é dependente de qual foi o objetivo proposto e em qual ponto o processo de síntese protéica foi bloqueado. Desta forma, são possíveis aqui quatro tipos de respostas:*
- (a) Caso o bloqueio ocorra após a destinação da proteína ao seu local de ação: o objetivo foi atingido e tudo vai ocorrer como indicado na carta objetivo;
  - (b) Caso o bloqueio ocorra antes da destinação da proteína ao seu local de ação: a proteína não será funcional, pois não se encontra no seu local de ação apesar de ter sido produzida com sucesso. Nesse caso a situação-problema não será resolvida.
  - (c) Caso o bloqueio ocorra na tradução ou imediatamente após ela: irão ser acumulados compostos intermediários da proteína-alvo, mas ela não será de fato produzida. Mais uma vez a situação problema não será resolvida.
  - (d) Caso o bloqueio ocorra antes do RNA mensageiro ser exportado do núcleo: não será produzido nenhum intermediário da proteína-alvo e, novamente, a situação problema não será resolvida.