



UnB



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Instituto de Ciências Biológicas
Mestrado Profissional em Ensino de Biologia

**ENSINO DE SÍNTESE DE PROTEÍNAS COM USO DE INFOGRÁFICOS
BASEADOS NA TEORIA COGNITIVA DE APRENDIZAGEM
MULTIMÍDIA (TCAM): MATERIAL DIDÁTICO PARA O PROFESSOR
DE ENSINO MÉDIO E SUAS BASES DE APOIO**

VIRGÍNIA TEODORO DA SILVA

BRASÍLIA

2020

VIRGÍNIA TEODORO DA SILVA

**ENSINO DE SÍNTESE DE PROTEÍNAS COM USO DE INFOGRÁFICOS
BASEADOS NA TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM
MULTIMÍDIA (TCAM): MATERIAL DIDÁTICO PARA O PROFESSOR
DE ENSINO MÉDIO E SUAS BASES DE APOIO**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional-PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador: Dr. João Paulo Cunha de Menezes

Brasília

2020

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

SS586e SILVA, VIRGINIA TEODORO
ENSINO DE SÍNTESE DE PROTEÍNAS COM USO DE INFOGRÁFICOS
BASEADOS NA TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA
(TCAM): MATERIAL DIDÁTICO PARA O PROFESSOR DE ENSINO MÉDIO E
SUAS BASES DE APOIO / VIRGINIA TEODORO SILVA; orientador
João Paulo Cunha de Menezes Menezes. -- Brasília, 2020.
226 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado Profissional em Ensino
de Biologia) -- Universidade de Brasília, 2020.

1. Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia.. 2.
Processo de ensino e aprendizagem. . 3. Tradução Gênica
"Síntese proteína". 4. Infográficos. . 5. Material
didático.. I. Menezes, João Paulo Cunha de Menezes, orient.
II. Título.

VIRGÍNIA TEODORO DA SILVA

**ENSINO DE SÍNTESE DE PROTEÍNAS COM USO DE INFOGRÁFICOS
BASEADOS NA TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM
MULTIMÍDIA (TCAM): MATERIAL DIDÁTICO PARA O PROFESSOR
DE ENSINO MÉDIO E SUAS BASES DE APOIO**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional-PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. João Paulo Cunha de Menezes (Orientador)

Prof. Dr^a Consuelo Medeiros Rodrigues de Lima

Prof. Dr^a Eloisa Assunção de Melo Lopes

Brasília, julho de 2020

RELATO DO MESTRANDO

Instituição: Universidade de Brasília - UnB

Mestrando: Virgínia Teodoro da Silva

Título do TCM: Ensino de síntese de proteínas com uso de infográficos baseados na teoria cognitiva da aprendizagem multimídia: material didático para o professor de ensino médio e suas bases de apoio

Data da defesa: 15/06/2020

Sou professora de Biologia na Educação Básica no município de Paracatu-MG desde 2008. cursar um mestrado era meu projeto desde o final da graduação, porém as exigências para um mestrado acadêmico eram incompatíveis com a minha realidade pessoal e profissional, como professora que atuava também no Ensino Médio da Rede Pública Estadual.

Ao conhecer o programa PROEB do MEC - Programas de Mestrado Profissional para Qualificação de Professores da Rede Pública de Educação Básica, fiquei animada com a possibilidade de, finalmente, poder concretizar mais esse objetivo. Mas, infelizmente, não havia um programa estabelecido para a área de Biologia. Foi somente em 2016, que, por meio do diário oficial da União, descobri que o curso PROFBIO- Mestrado Profissional em Ensino de Biologia tinha sido aprovado pelo o Capes e que seria coordenado pela UFMG. Esperançosa, cadastrei-me em uma plataforma do PROFBIO pela qual recebia algumas mensagens do andamento do programa, até que, em 2017, saiu o primeiro edital.

O PROFBIO surgiu como uma oportunidade única para a realização do tão esperado Mestrado. O curso era semipresencial, o professor precisava de efetivo exercício da docência de Biologia, e a UnB, que era uma universidade parceira, estava a 200 km da minha cidade.

Como nada é perfeito, no dia da seleção/2017, quando junto a um colega fui fazer a prova, acidentei-me e fracturei o tornozelo. Resultado: não consegui terminar a prova. Foi decepcionante. Além disso, esse ano, meus familiares e eu enfrentamos muitas dificuldades e tristezas oriundas dos problemas de saúde de uma pessoa muito querida, o meu padrasto. Todos esses acontecimentos me desanimaram, e decidi que não participar da próxima seleção, porém, no último dia de inscrição, meu amigo Eduardo convenceu-me a mudar de ideia. Só depois de dois dias após a publicação da lista oficial, descobri que estava entre os aprovados para a turma 2018 da UnB.

A minha jornada no mestrado teve início com o acolhimento dos mestrandos pela Universidade de uma forma encantadora. Durante o primeiro encontro, conheci meu orientador,

Doutor João Paulo Cunha de Menezes, que me acolheu bem e proporcionou-me segurança desde os primeiros momentos. Os colegas mineiros, que conheci na primeira viagem, tornaram amigos e foram meus companheiros de viagens todas as sextas-feiras e, ao longo das aulas, desenvolvi com outros colegas da turma laços afetivos.

Esses dois anos foram muito árduos e desafiadores. Em alguns momentos sentia-me insegura, fragilizada, ansiosa, aflita e extremamente cansada pela viagem semanal de 400 km e por ter que conciliar a docência com as etapas da pesquisa do TCM, com as atividades dos temas e com as provas de qualificações. Mas fiz o que era necessário, ou seja, controlei-me nos aspectos emocionais, sacrifiquei outras demandas pessoais em detrimento do mestrado, e me dediquei ao máximo para fazer jus ao tão sonhado título de Mestre.

A realização do Mestrado em ensino de Biologia foi uma grande conquista profissional e teve grande impacto sobre minha prática docente. Modificações positivas em minhas aulas resultaram do curso, na excelência na abordagem dos aspectos científicos e também nos ganhos proporcionados na abordagem pedagógica do programa. Destaco também a troca de experiências entre mestrandos. Cada um com sua experiência profissional única adquirida em outras realidades de suas escolas de diferentes estados do país, que eram compartilhadas com o restante da turma com o propósito de encontrar a melhor forma de se ensinar a Biologia.

O mestrado permitiu-me reflexões críticas acerca do processo de ensino da Biologia e da importância da ressignificação da prática docente na aprendizagem, para que os estudantes possam utilizar a produção dos conhecimentos científicos e tecnológicos e suas implicações, trabalhados nas aulas de Biologia, nas demandas da sociedade, decidirem-se de forma crítica e embasados no conhecimento científico com responsabilidades éticas. O programa proporcionou-me a compreensão de que os processos de ensino e aprendizagem de Biologia, na atual sociedade, exigem inovações e faz-se necessário o desenvolvimento de novas metodologias de ensino, reconhecendo sempre o estudante como o protagonista do processo, além de poder fornecer novos conhecimentos e recursos para serem trabalhados em sala de aula, o que, com certeza, terá um impacto positivo no ensino de Biologia para o Ensino Médio.

Destaco aqui a importância do PROFBIO para a Educação Básica, uma vez, que oferece uma flexibilidade quando propõe um curso semipresencial, o que torna possível a conclusão das etapas mesmo em exercício ativo de funções em sala de aula. Além da flexibilidade, destaco o alto nível de conhecimento dos professores que participam do programa, a estrutura oferecida para a realização das aulas e a aproximação da universidade com a realidade do Ensino Médio das escolas públicas do nosso país, através da interação entre os professores e participantes (mestrandos) do programa; pela oportunidade da formação continuada aos professores da

Educação Básica e por estimular as discussões, reflexões e pesquisas sobre o processo de ensino e aprendizagem de Biologia; além de estreitar os elos entre a Academia e a Educação Básica, para a consolidação de uma educação pública e de qualidade.

Concluo com a certeza de que o PROFBIO proporcionou-me crescimentos intelectuais, morais, éticos e profissionais, agradecendo a esse programa pela a oportunidade de concretizar o tão esperado curso de mestrado e reforçando minha intenção de contribuir como multiplicador dos conhecimentos e habilidades que adquiri durante esse período frente aos desafios atuais de ensinar Biologia no Ensino Médio.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo o mestrado e por todas as etapas que se sucederam em minha jornada. Agradeço-lhe pela assistência amorosa, pela a oportunidade de viver esta experiência e por vencer as dificuldades que possibilitaram meu crescimento moral e intelectual. Agradeço ainda por proporcionar-me força para superar todos os empecilhos impostos em uma sociedade em que o racismo é estrutural, uma vez, que sempre quis romper com as barreiras impostas aos meus confrades. Gratidão pela a calma que me destes para esperar com a certeza de que chegaria.

Ao meu orientador Doutor João Paulo Cunha de Menezes, a quem tanto admiro, pelo acolhimento, pela segurança que proporciona-me desde o primeiro encontro, por toda paciência, dedicação e profissionalismo; pelos incentivos; pelas cobranças e correções, as quais foram sempre respeitadas, pelos inúmeros “balõezinhos” no texto; pelas palavras de serenidade nos momentos de aflição, inseguranças e ansiedade. Agradeço-lhe pela confiança que sempre depositou em mim. E, principalmente, por ter compartilhado comigo conhecimentos éticos, morais e científicos. As minhas palavras, infelizmente, não são capazes de expressar os sentimentos de gratidão e admiração ao senhor.

A todos os meus professores, que contribuíram na minha formação profissional, mas em especial aos do PROFBIO, por terem sido mediadores na construção do meu conhecimento, além de estimularem reflexões sobre o processo de ensino e aprendizagem de Biologia.

A valiosa participação e contribuições dos membros na Banca de Defesa Pública dessa dissertação.

Aos meus colegas do mestrado, turma 2018, foram vários os momentos de trocas de experiências e de aprendizagens, que refletiram, sem dúvida de uma maneira positiva, em minha prática pedagógica e em minha vida. Em especial a André Melo, que foi um representante sempre dedicado e comprometido com o bem-estar de todos.

Aos meus amigos do mestrado, pois alguns eu escolhi para amar, a Nívea Moraes, ao Henrique Mendes e a Patrícia Medeiros, por serem meus companheiros de viagens, por compartilharem ideias e discussões, pelo apoio incondicional, pela assistência prestada, enfim, pela amizade. Sem vocês tudo seria mais difícil. Não esquecerei as sextas-feiras em que estivemos juntos, sorrindo, aprendendo e compartilhando sonhos. Agradeço ao meu amigo Jônatas Costa pelo apoio, pelo o carinho, pelos momentos de descontração e por ser sempre fraterno a mim; à Fernanda Aurea Barros e ao Raphael Barbosa, pela a atenção concedida a mim e pela as trocas de conhecimentos durante este período de convivência.

Aos estudantes do 3º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Doutor Virgílio de Melo Franco por participarem e colaborarem para o desenvolvimento da pesquisa.

Ao Eduardo Mundim por ter incentivando-me a fazer o mestrado, pela amizade e pelas orientações sobre o PROFBIO; ao meu cunhado Huattson Lira pelo auxílio valioso no *Corel*; à Jussara Bianchi e à Patrícia Rodrigues pelas contribuições diretas durante o mestrado.

Registro meu agradecimento especial à minha mãe, Maria do Socorro Teodoro, por todo amor dedicado a mim, pelo apoio em todos os meus projetos, por ser meu porto seguro, uma vez, que é a responsável pelo o ser humano que sou.

Ao meu padrasto Zilmar Santos, que não está fisicamente entre nós, mas que sempre foi um grande incentivador dos meus projetos e que, tenho certeza, está feliz por mim.

À minha família, em especial às minhas irmãs Rose Silva, Michele Silva e Poliana Silva, a quem tanto amo. Vocês são minha fonte de inspiração e sustentáculo. Obrigada por darem-me força, estímulo, por compreenderem minha ausência em muitos momentos devido à sobrecarga de estudo, e também por suportarem as minhas crises de ansiedades e aflições.

Aos meus amigos, que estiveram por perto com o imprescindível estímulo, dando-me força, valor e compreensão na trajetória deste desafio vencido, especialmente à Mariana Rabelo.

À capes, pelo financiamento desta pesquisa, pois o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e pela bolsa concedida.

Ao programa PROFBIO - Mestrado profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional, à Universidade de Brasília e ao Instituto de Ciências Biológicas, pela oportunidade acadêmica e por estreitar os elos entre a Academia e a Educação Básica.

À Escola Estadual Doutor Virgílio de Melo Franco, na pessoa da Diretora Waldirene Dutra, que disponibilizou todo o apoio necessário para o desenvolvimento da pesquisa na instituição.

A todos, a minha eterna gratidão!

É preciso que a educação esteja [...] adaptada ao fim que se persegue: permitir ao homem chegar a ser sujeito, construir-se como pessoa, transformar o mundo, estabelecer com os outros homens relações de reciprocidade, fazer a cultura e a história [...] uma educação que liberte, que não adapte, domestique ou subjugue.

(Paulo Freire)

RESUMO

O ensino e a aprendizagem exigem inovações constantes e os recursos e modalidades didáticas assumem um papel significativo no Ensino de Biologia; em especial a Biologia Molecular, que trabalha com conceitos e processos que escapam à percepção sensorial dos estudantes, resultando em complexidade para a aprendizagem. A presente pesquisa objetivou-se a elaboração e aplicação, em sala de aula, de infográficos digitais e dinâmicos para os processos de ensino e aprendizagem da etapa de tradução gênica “síntese de proteína”, baseados nos princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM). Ainda, foi realizada a análise da potencialidade deste material educacional, para os processos de ensino e aprendizagem, nas perspectivas dos estudantes de 3º ano do Ensino Médio da Escola Doutor Virgílio de Melo Franco. Visando auxiliar o estudo foram analisadas as imagens de síntese de proteína dos livros didáticos para aporte na elaboração dos infográficos. A natureza da pesquisa foi qualitativa e utilizou-se de questionário e entrevista como instrumentos de coleta de dados. A proposta foi desenvolvida em quatro etapas sendo: análise de imagens de livros didáticos, elaboração dos infográficos, de uma sequência didática para tradução e aplicação da sequência didática esta última etapa consistiu na experimentação dos infográficos em sala de aula com os discentes. A partir da aplicação da TCAM, foi observado que as imagens dos livros didáticos apresentaram desvios nos princípios de Contiguidade Espacial, Coerências e Sinalização, sendo esse último, o de maior representatividade. Foi constatado também que a maioria das imagens possui nitidez e usam legendas sintéticas, porém algumas apresentam equívocos conceituais. Quanto às infografias, os resultados mostraram que elas contribuíram significativamente para a compreensão e diminuição da abstração do tema e foram esteticamente atrativas, dinâmicas e claras e concisas na transmissão do conteúdo. Conclui-se que a aplicabilidade dos infográficos na sequência didática é uma proposta interessante e promissora que vislumbra a aprendizagem de multimídia no contexto da educação básica, levando em consideração os aspectos cognitivos dos estudantes ao utilizarem os princípios da TCAM.

Palavras-chave: Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia. Processo de ensino e aprendizagem. Tradução Gênica. Síntese proteína. Infográficos. Material didático.

ABSTRACT

Teaching and learning require constant innovation and didactic resources and modalities play a significant role in Biology Teaching; in particular, Molecular Biology, which works with concepts and processes that escape the sensory perception of students, resulting in complexity for learning. The present research aimed to elaborate and apply, in the classroom, digital and dynamic infographics for the teaching and learning processes of the gene translation stage “protein synthesis”, based on the principles of Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML). Also, the potentiality of this educational material, for the teaching and learning process, was analyzed from the perspectives of the third-year students of the Escola Doutor Virgílio de Melo Franco. In order to assist the study, the protein synthesis images of the textbooks were analyzed to contribute to the development of infographics. The nature of the research was qualitative and a questionnaire and interview were used as data collection instruments. The proposal was developed in four stages: analysis of textbook images, the development of infographics, a didactic sequence for translation and application of the didactic sequence. This last stage consisted of experimenting with infographics in the classroom with the students. From the application of CTML, it was observed that the textbook images showed deviations in the principles of Spatial Contiguity, Coherence and Signaling, the latter being the most representative. It was also found that most of the images are sharp and use synthetic captions, but some have conceptual mistakes. As for infographics, the results showed that they contributed significantly to the understanding and reduction of the abstraction of the theme and were aesthetically attractive, dynamic and clear and concise in the transmission of the content. It is concluded that the applicability of infographics in the didactic sequence is an interesting and promising proposal that envisions learning multimedia in the context of basic education, taking into account the cognitive aspects of students when using the principles of CTML.

Keywords: Cognitive Theory of Multimedia Learning. Teaching and learning process. Genetic Translation. Protein synthesis. Infographics. Courseware.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|-----|
| Figura 1: Esquema do Funcionamento da Aprendizagem Multimídia..... | 30 |
| Figura 2: Fluxograma ilustrativo das etapas de desenvolvimento da pesquisa..... | 36 |
| Figura 3: Fluxograma dos momentos da sequência didática..... | 43 |
| Figura 4: Apresentação dos Infográficos aos Discentes..... | 44 |
| Figura 5: Aplicação da Aula Dialogada | 47 |
| Figura 6: Aplicação da Oficina..... | 49 |
| Figura 7: Materiais recebidos pelos grupos na oficina..... | 50 |
| Figura 8: Exemplo de imagens que não identificam os tipos de aminoácidos no polipeptídio e as bases nitrogenadas..... | 55 |
| Figura 9: Exemplos de representações das bases nitrogenadas..... | 56 |
| Figura 10: Exemplos de representações da fase de terminação na tradução..... | 57 |
| Figura 11: Ilustração pouco atrativa. Exemplo de imagem pouco atrativa para o leitor das etapas de tradução, presente no livro 1. | 59 |
| Figura 12: Ilustração atrativa. Exemplo de imagem atrativa para o leitor da transcrição, presente no livro 9. | 60 |
| Figura 13: Legenda sintética. Exemplo de imagem com legenda sintética presente no livro 3. | 62 |
| Figura 14: Legenda explicativa. Exemplo de imagem exposta no livro 1 com legenda explicativa..... | 63 |
| Figura 15: Legenda com informações conflitantes. Exemplo de imagem, do livro 5 com legenda com informações conflitantes, pois menciona elementos que não estão representados. | 64 |
| Figura 16: Legenda Sintética. Exemplo de imagem exposta no livro 6, B, classificada com legenda sintética, mas que apresenta texto associados na imagem. | 65 |
| Figura 17 Classificação das imagens..... | 67 |
| Figura 18. Imagem com Desvio de Sinalização. Exemplo de imagem exposta no livro 8 classificada como imagem com desvio no princípio de sinalização por apresentar excesso de sinais. | 71 |
| Figura 19 Imagens com Desvio de Coerência..... | 73 |
| Figura 20 Registro do processo de tradução de polipeptídio dos grupos 1 e 2 | 108 |
| Figura 21 Registro do processo de tradução de polipeptídio do grupo 4 | 109 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1: Etapas da tradução..... | 26 |
| Quadro 2: Pressupostos da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia..... | 29 |
| Quadro 3: Tipos de Carga Cognitiva e Princípios de Multimídia..... | 32 |
| Quadro 4: Descrição dos livros didáticos analisados e a identificação numérica que será adotada neste trabalho. | 38 |
| Quadro 5: Descrição dos critérios para análise da categoria elementos visuais | 39 |
| Quadro 6: Descrição dos critérios para análise dos princípios de multimídia | 41 |
| Quadro 7: Descrição das categorias das questões do questionário parte I. | 46 |
| Quadro 8: Descrição das categorias das questões do questionário parte II | 48 |
| Quadro 9: Descrição das categorias das questões do questionário parte III | 51 |
| Quadro 10: Descrição das categorias da entrevista..... | 52 |
| Quadro 11: Identificação das Imagens..... | 53 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1: Classificação das imagens quanto aos assuntos tratados..... | 54 |
| Tabela 2: Presença ou ausência de legenda nas imagens analisadas nos livros didáticos..... | 62 |
| Tabela 3: Classificação das Imagens | 66 |
| Tabela 4: Quantidade de imagens satisfatórias e não satisfatórias para o Princípio de Contiguidade Espacial (P1) | 69 |
| Tabela 5: Quantidade de imagens satisfatórias e não satisfatórias para o Princípio de Sinalização (P2)..... | 70 |
| Tabela 6: Quantidade de imagens satisfatórias e não satisfatórias para o Princípio de Coerência (P3) | 73 |
| Tabela 7: Dúvidas e dificuldades dos estudantes nos infográficos | 82 |
| Tabela 8: Início da leitura dos participantes | 87 |
| Tabela 9: Atratividade dos infográficos | 88 |
| Tabela 10: Opinião dos estudantes sobre os pontos negativos dos infográficos | 93 |
| Tabela 11: Opinião dos estudantes sobre os pontos positivos dos infográficos..... | 96 |
| Tabela 12: Justificativas para facilidade de compreensão do tema pelo os estudantes | 104 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular.

DNA – Ácido Desoxirribonucleico

MEC – Ministério da Educação

PNLD – Programa Nacional do Livro e do Material Didático

mRNA – Ácido Ribonucleico mensageiro

tRNA – Ácido Ribonucleico transportador

TCAM – Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 18 |
| 1.1 Justificativa..... | 20 |
| 1.2 Objetivos | 21 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 22 |
| 2.1 O ensino de Biologia no contexto da educação básica | 22 |
| 2.2 A abordagem da Biologia Molecular no Ensino Médio..... | 23 |
| 2.3 Síntese de proteína | 24 |
| 2.4 Recursos didáticos de multimídia e infográficos no ensino..... | 27 |
| 2.5 A Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM) | 28 |
| 3 METODOLOGIA | 34 |
| 3.1 Local de realização da pesquisa..... | 34 |
| 3.2 Participantes da pesquisa | 35 |
| 3.3 Garantias éticas aos participantes da pesquisa | 35 |
| 3.4 Desenho da pesquisa | 36 |
| 3.5 Análise dos dados | 36 |
| 3.6 Avaliação de imagens em livros didáticos..... | 37 |
| 3.7 Produção de infográficos digitais | 41 |
| 3.7.1 Fase 1: Apuração e levantamento de dados | 42 |
| 3.7.2 Fase 2: Ilustração | 42 |
| 3.7.3 Fase 3: Diagramação..... | 42 |
| 3.7.4 Fase 4: Arte final | 42 |
| 3.7.5 Fase 5: Acabamento..... | 43 |
| 3.8.6 Fase 6: Revisão | 43 |
| 3.8 Elaboração da sequência didática | 43 |
| 3.9 Aplicação da sequência didática | 44 |
| 3.9.1 Fase 1: Apresentação dos infográficos aos discentes..... | 44 |
| 3.9.2 Fase 2: Aplicação da aula dialogada | 47 |
| 3.9.3 Fase 3: Oficina de simulação do processo de tradução | 49 |
| 3.9.4 Fase 4: Entrevista semiestruturada..... | 51 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 53 |
| 4.1 Avaliação das imagens dos livros didáticos | 53 |
| 4.1.1 Análise das informações abordadas nas imagens | 54 |

| | |
|---|-----|
| <i>4.1.2 Análise da qualidade das imagens</i> | 59 |
| <i>4.1.3 Análise das legendas</i> | 61 |
| <i>4.1.4 Análise da classificação das imagens</i> | 66 |
| <i>4.1.5 Análise dos desvios dos princípios instrucionais das imagens com valor didático</i> .. | 68 |
| <i>4.2 Análise da aplicação da sequência didática</i> | 76 |
| <i>4.2.1 Análise dos infográficos</i> | 77 |
| <i>4.2.2 Análise da aula dialogada</i> | 99 |
| <i>4.2.3 Análise da oficina de simulação do processo de tradução</i> | 106 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 115 |
| 6 REFERÊNCIAS | 118 |
| <i>Apêndice A - Termo de consentimento livre esclarecido - TCLE</i> | 128 |
| <i>Apêndice B - Termo de assentimento</i> | 131 |
| <i>Apêndice C – Termo de consentimento livre esclarecido ao responsável legal</i> | 133 |
| <i>Apêndice D – Termo de autorização para utilização de imagem e sons para fins de pesquisa do participante</i> | 136 |
| <i>Apêndice E – Infográficos</i> | 138 |
| <i>Apêndice F – Sequência didática</i> | 157 |
| <i>Apêndice G - Questionário para os discentes</i> | 211 |
| <i>Apêndice H – Entrevista semiestruturada discentes</i> | 212 |

1 INTRODUÇÃO

O Ensino de Biologia, deve ser voltado para proporcionar uma reflexão crítica acerca dos processos de produção do conhecimento científico-tecnológico e de suas implicações na sociedade, para que os estudantes possam agir de forma crítica na tomada de decisões coletivas e individuais na sociedade, no contexto ético de responsabilidade (LEITE et al., 2017).

Entretanto, essa proposição do Ensino é dificilmente alcançada na aprendizagem, uma vez que, mesmo com os avanços nos diversos campos das Ciências e suas tecnologias, o Ensino de Biologia ainda se concentra fortemente na memorização de conceitos e termos científicos, e com uso de estratégias didáticas nas quais o estudante é apenas um receptor inerte, de além passar a ideia de que é uma verdade pronta e acabada (SOUZA, 2014; SILVA et al., 2017, THEODORO et al., 2017), os processos de ensino e aprendizagem de Biologia na atual sociedade exigem inovações, principalmente para áreas que trabalham com conceitos a níveis moleculares e microscópicos.

Determinadas as áreas da Biologia que demandam alto grau de abstração, pois, geralmente abordam conteúdos que podem parecer distantes do cotidiano dos estudantes. Dentre essas áreas podemos citar a Biologia Molecular, a Genética, a Bioquímica, a Citologia, dentre outras. Esse é um dos motivos que levam os estudantes a citarem a Biologia, principalmente as áreas em que os educandos não se identificam, com um conteúdo desmotivador (NASCIMENTO, 2018).

Algumas estratégias do ensino tradicional utilizadas, como a mera transmissão de informações descontextualizadas do cotidiano do educando, a aplicação só de aulas expositivas, e carência de recursos dificultam ainda mais a aprendizagem de temas da Biologia, (THEODORO et al., 2015), e para as áreas que trabalham com conceitos abstratos essas estratégias de ensino impossibilitam ainda mais a aprendizagem.

No contexto do atual ensino de Biologia, para o rompimento dessas dificuldades é pertinente a aplicação de metodologias e estratégias que promovam uma aprendizagem eficiente no processo educativo (LIMA et al., 2018). Rocha et al. (2017) ressaltam que as modalidades e recursos de ensino estão intimamente ligados à aprendizagem, enquanto Valente (2014), em seu trabalho, evidencia que as tecnologias digitais de comunicação e seus respectivos recursos de multimídias apresentam grande potencial para o processo educacional.

A utilização de modalidades didáticas e recursos diversificados podem ser um caminho eficiente para favorecer o ensino e aprendizagem dos temas relacionados à Biologia Molecular, que trabalha com processos metabólicos e conceitos a níveis moleculares, tornando-se complexo e de difícil compreensão para os estudantes do Ensino Médio (MOTA et al., 2013;

ROCHA et al., 2017). Nesse sentido, Pereira et al., (2018) observa que o uso de tecnológicas digitais de comunicação como ferramentas didáticas pode contribuir com uma estratégia para vislumbrar os processos metabólicos celulares como a tradução, por exemplo. Uma justificativa plausível para tal uso seria que poderiam proporcionar maior compreensão dos fenômenos imperceptíveis aos sentidos dos estudantes (MELO et al., 2009; GREGÓRIO, 2014; 2016).

Recursos de multimídias, na análise de Rose e Fernlund (2009) e Klein et al. (2013), são ferramentas de comunicação controladas por um tipo de computador ou dispositivo eletrônico. Dentre os diversos recursos multimídias disponíveis, o uso de infográfico tem se difundido no ambiente educacional, por ser um instrumento atrativo, e dinâmico que transmite informações pela união de imagens (abstratas e/ou realistas) e textos, de maneira clara e concisa, facilitando a compreensão do aprendiz (CORTES et al., 2014; SANTOS, 2015; LAPOLLI, 2016; YILDIRIM, 2016; BULEGON et al., 2017).

A utilização de recurso multimídia pode ser importante no processo de ensino, principalmente se elaborado sob o alicerce dos conhecimentos dos processos cognitivos (STAHL, 1997), ou seja, levando em conta a capacidade do ser humano de processar as informações e transformá-las em conhecimento. Deste modo, poderá contribuir para uma maior aprendizagem (CEZAROTTO, 2017).

Fundamentado na psicologia cognitiva, o pesquisador Richard Mayer (2009) propõe a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM), uma linha de pesquisa que visa a compreensão da capacidade de construir representações mentais por meio de palavras e imagens, para melhorar a aprendizagem dos estudantes. O cerne da teoria estabelece que a aprendizagem pode ser facilitada quando os materiais visuais (imagens) e verbais (palavras faladas ou escritas) são apresentados simultaneamente.

A TCAM estabelece princípios norteadores para a elaboração de recursos de multimídias, como, por exemplo, coerência, sinalização, contiguidade espacial e multimídia. A aplicação destes princípios tem por objetivo diminuir a sobrecarga cognitiva no processo de aprendizagem, proporcionando aos estudantes um melhor desempenho da compreensão da informação ou mensagem transmitida. Além disso, propõe que essas mensagens devem ser centradas na capacidade cognitiva do aprendiz e não no meio tecnológico de transmissão para gerar aprendizagem efetiva.

Cortes et al. (2014) afirmam que, na atual sociedade, os conteúdos educacionais utilizam diversas mídias e o infográfico é uma alternativa de grande potencial no contexto educacional, seja por causa da dinamicidade ofertada pela multimídia, seja pela linguagem mais simples e

objetiva, permitindo associar textos e imagens em consonância com a TCAM que pressupõe um progresso na assimilação do assunto referido.

Dessa conjuntura surge a seguinte pergunta de pesquisa: Como os infográficos, fundamentados pelos princípios propostos por Richard Mayer na TCAM, poderiam contribuir para promover ensino e aprendizagem da etapa de tradução gênica “síntese proteica” aos estudantes de Ensino Médio?

1.1 Justificativa

Entende-se que a abordagem da Biologia Molecular na sala de aula é essencial para a compreensão de discussões demandadas pela sociedade e das novas tecnologias propiciadas pelo desenvolvimento dessa área, pois estão contempladas nas competências e habilidades de aprendizagens na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que prevê a revisão dos currículos das redes de Educação para a modalidade Ensino Médio.

A Biologia Molecular que se expande rapidamente, produzindo conhecimentos com implicações sociais, popularizados em sua grande maioria pela mídia, como por exemplo, os mecanismos de prevenção, diagnóstico e tratamento de doenças e técnicas manipulações e melhoramento gênico, sequenciamento de genomas, emprego de células-troncos, testes de paternidade, terapia gênica (OLIVEIRA; FERREIRA, 2018). Essa área coloca o cidadão em controvérsias, discussões e tomadas de decisões importantes, geram transformações científicas e tecnológicas com implicações econômico, sociais e éticas.

Os avanços e as implicações da Biologia Molecular trazem desafios para o ensino de Biologia, e nas concepções de Pereira et al. (2018) os docentes devem buscar estratégias diversificadas de ensino que oportunizem a ampliação de conhecimentos dos educandos nessa área, para os estudantes construir as suas bases científicas para compreenderem as demandas sociais, dando assim significado dos conceitos trabalhados em sala de aula e tornando-os mais perceptíveis (LEITE et al., 2017).

O tema síntese proteica, também denominada de tradução gênica, 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 molecular, dinâmico e não perceptível aos sentidos humana; segundo, pela falta de recursos e materiais para auxiliar o professor no ensino desses processos nas escolas (FONTES et al., 2013). Partindo dessa premissa, torna-se necessário o

desenvolvimento de modalidades de ensino que potencializem significativamente a aprendizagem do processo de síntese proteica no contexto do Ensino Médio.

É oportuno advertir que a elaboração de recursos interativos com a utilização da Tecnologia de Multimídia para áreas da Biologia tem sido relevante para favorecer e colaborar com os processos de aprendizagem eficientes e atrativos (GREGÓRIO, 2014; 2016).

A relevância deste estudo se verifica pela importância da construção e aplicação de produtos didáticos, em forma de infográficos, suportados na Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM), para serem utilizados pelos professores em diversas práticas pedagógicas. Ademais, contribui principalmente para a adoção de infográficos como recursos didáticos, que poderão favorecer a aprendizagem do tema, que se apresenta complexo e abstrato para os estudantes.

1.2 Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa é analisar o potencial do uso de infográficos como material didático, baseado nos princípios da TCAM, para os processos de ensino e aprendizagem da etapa de tradução “síntese de proteína” para estudantes do Ensino Médio.

Os objetivos específicos são:

- i. elaborar infográficos digitais para a etapa de tradução no processo de síntese proteica, aplicando os princípios da TCAM;
- ii. utilizar os infográficos fundamentados nos princípios da TCAM em uma sequência didática no Ensino Médio;
- iii. analisar a potencialidade dos infográficos para a compreensão dos estudantes acerca da etapa de tradução no processo da síntese proteica.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Após apresentar os fatores que deram origem a esta pesquisa, dar-se-á sequência com a apresentação da fundamentação teórica para a investigação. O estudo do referencial teórico teve como objetivo realizar um levantamento de instrumentos de análises e referências que apoiem a pesquisa, que envolvem o objeto de estudo: ensino de Biologia, ensino de Biologia Molecular e tradução no Ensino Médio; uso de infográficos no contexto do Ensino e a teoria cognitiva da aprendizagem multimídia.

2.1 O ensino de Biologia no contexto da educação básica

Os avanços da ciência e da tecnologia têm ocasionado diversas transformações na sociedade atual, com base no progresso de diferentes áreas e na evolução do saber humano. Por isso, o indivíduo deve estar preparado para participar ativamente das discussões e tomadas de decisões dos saberes científicos, além de ter acesso aos produtos científicos (PINHEIRO et al., 2009). Dessa forma, ressalta-se a importância de proporcionar uma educação científica de qualidade na Educação Básica. Portanto, o ensino de Biologia deve ser voltado a uma reflexão crítica acerca dos processos de produção do conhecimento científico-tecnológico e de suas implicações na sociedade (LEITE et al., 2018).

O conhecimento nas diversas áreas da Biologia, incluindo seus respectivos processos e conceitos, é necessário para fomentar a cidadania e contribuir para a formação integral dos jovens ao final da Educação Básica. Porém, o entendimento de processos biológicos mais complexos, por serem imperceptíveis para os humanos, agrava-se pela falta de recursos pedagógicos (FONTE et al., 2013). Outros fatores agravantes no ensino e aprendizagem do componente curricular Biologia, destacados por Andrade (2015), são: a extensa variedade de conceitos, de processos e mecanismos distantes da contemplação cotidiana dos estudantes e o uso de pronúncia e escrita distintos da linguagem usual.

Segundo o artigo 35, § IV, da Lei nº 9.394/96 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), uma das finalidades do Ensino Médio é “a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina” (BRASIL, 1996, p. 64). Em adição, a BNCC, documento de caráter normativo que define o conjunto das competências e habilidades essenciais que os estudantes devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica (BRASIL, 2018b), adverte que a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, que integra a Física, Química e Biologia, deve

“contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias. O desenvolvimento dessas práticas e a interação com as demais áreas do conhecimento favorecem discussões sobre as implicações éticas, socioculturais, políticas e econômicas de temas relacionados às Ciências da Natureza.” (BRASIL, 2018b, p. 537).

Então, é fundamental que o Ensino de Biologia diversifique a utilização de estratégias e ferramentas didáticas, dentre as quais pode-se destacar os recursos de multimídias. Aliados a essa percepção, Souza (2014), Silva et al. (2017) e Theodoro et al. (2015) fazem a crítica que, apesar dos avanços da ciência e suas tecnologias, o ensino de Biologia na Educação Básica Brasileira permanece, na perspectiva pedagógica tradicional, restrito às aulas expositivas com o auxílio básico do livro didático e quadro negro, descontextualizado, pautado em memorização de conceitos e teorias, resultando em objetivos de ensino não alcançados e no desinteresse dos estudantes.

As práticas docentes, as modalidades didáticas e os recursos didáticos assumem um papel de prestígio no processo de ensino e aprendizagem nas aulas de Biologia. Para Theodoro et al. (2015), o docente, como mediador do ensino, necessita atualizar-se, com o intuito de articular o processo de ensino e de aprendizagem de Biologia, aprimorando-os. Por conseguinte, quanto mais distante da realidade for a temática abordada, maior a possibilidade de os estudantes presumirem que estão compreendendo, sem estar entendendo realmente a temática ministrada (ANDRADE, 2015; DURÉ et al., 2018). Ao utilizar práticas docentes mais dinâmicas, o professor auxiliará o educando a construir as concepções reais sobre o assunto (SILVA et al., 2017).

Sendo assim, para Theodoro et al. (2015) faz-se necessário, que haja planejamento, engajamento e participação do professor e da equipe pedagógica, pesquisando, avaliando e escolhendo recursos ou metodologias que atendam melhor a compreensão de conteúdos considerando os objetivos de aprendizagem e o contexto dos estudantes visando melhorar o processo de ensino e aprendizagem.

2.2 A abordagem da Biologia Molecular no Ensino Médio

A BNCC (2018) enfatiza, em suas Competências Específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio, que conhecer aspectos relacionados aos seres vivos e seu funcionamento é fundamental e, no que tange ao Ensino de Biologia Molecular, afirma que “explorar como os avanços científicos e tecnológicos estão relacionados às aplicações do conhecimento sobre DNA e células pode gerar debates e controvérsias – pois, muitas vezes, sua

repercussão extrapola os limites da ciência, explicitando dilemas éticos para toda a sociedade” (BRASIL, 2018, p. 554). Então, compreende-se que a abordagem do tema síntese proteica em sala de aula é essencial para que o aprendiz compreenda as tecnologias de Biologia Molecular e se situe nas discussões que envolvem essa área.

No trabalho desenvolvido por Duré et al. (2018), os autores relatam que os conteúdos associados com a Bioquímica têm os maiores índices de desaprovação pelos estudantes. Essa rejeição vem da dificuldade para identificar elementos abstratos e que não possuem uma representatividade em seu universo próximo. Autores como Orlando et al. (2009), Silva et al. (2015) e Neves et al. (2016) são unânimes ao afirmarem que é imprescindível o desenvolvimento de novas estratégias pedagógicas que proporcionem aos discentes maior motivação, dinamicidade e interatividade com os conteúdos abstratos e microscópicos, contornando, assim, os obstáculos e as complicações de ensinar a Biologia Molecular na Educação Básica.

2.3 Síntese de proteína

A síntese de proteína, também denominada de tradução, é um processo em que ocorre a tradução da sequência nucleotídica de uma molécula de ácido ribonucleico (RNA) em proteínas, porém são as moléculas de RNA mensageiros (mRNA) que são transcritos a partir dos genes que promovem a síntese de proteína (NELSON; COX, 2011; BERG et al., 2017; ALBERT et al., 2017). Sendo assim, a transcrição e a tradução são os meios pelos quais as células expressam as informações genéticas de seus genes (ALBERT et al., 2017).

O ácido desoxirribonucleico (DNA) genômico não controla a síntese de proteínas diretamente, mas utiliza o RNA como intermediário. Quando a célula requer uma proteína específica, a sequência de nucleotídeos, da região apropriada de uma molécula de DNA, extremamente longa em um cromossomo, é inicialmente copiada sob a forma de RNA, por meio do processo denominado transcrição, que produz uma molécula de RNA fita simples que é complementar a uma das fitas da dupla hélice de DNA. A maioria dos genes de uma célula produz moléculas de mRNA que são utilizadas como intermediárias na via de síntese de proteínas (ALBERT et al., 2017).

Primeiramente, acontece a transcrição de uma cadeia molde do DNA no núcleo formando a molécula de RNAm, que codifica uma proteína, sendo então transportado até o citosol, onde os aminoácidos devem ligar-se aos seus RNA transportadores (RNAt). As subunidades ribossômicas que promoverão a síntese necessitam se associar com as proteínas auxiliaadoras no processo (ROBERTIN; HIB, 2010; NELSON; COX, 2011; BERG et al., 2017).

A tradução é uma expressão gênica, em que a sequência dos nucleotídeos do ácido nucleico é codificada em uma sequência de aminoácidos, resultando em uma proteína. A biossíntese de proteína ocorre nos ribossomos e envolve alguns tipos de moléculas de RNA que atuam nas diversas etapas do processo e incluem ainda vários fatores proteicos para a sua eficiência (NELSON; COX, 2011; BERG et al., 2017).

O alicerce da tradução constitui-se no código genético, composto pela combinação de três nucleotídeos consecutivos no mRNA, denominados de códon, os quais codificam os vinte aminoácidos que podem ser usados para produzir uma proteína, visto que os aminoácidos podem ser codificados por mais de um códon (ROBERTIN; HIB, 2010).

A sequência específica de aminoácidos de uma proteína é constituída ao longo da tradução da informação contida no RNAm; a tradução requer também os tRNAs que atuam como moléculas adaptadoras. Os tRNAs se ligam a um códon específico, e carregam um aminoácido para a sua incorporação na cadeia polipeptídica e são capazes de reconhecer o códon pelo pareamento das bases com o anticódon que apresentam. Essa característica dos tRNAs se deve ao fato deles terem duas regiões de ligação em sua molécula; uma onde se liga covalentemente um aminoácido específico e outra, o anticódon, o qual se liga ao códon do RNAm, por meio de pontes de hidrogênio (ROBERTIN; HIB, 2010; NELSON; COX, 2011; BERG et al., 2017).

Em síntese, na tradução, os códons de um mRNA são lidos por ordem, da extremidade 5' para a extremidade 3', pelas moléculas de RNA transportadores, em que cada anticódon, com três nucleotídeos, é complementar e se liga ao códon correspondente no mRNA por meio do fenômeno de emparelhamento de bases (NELSON; COX, 2011).

A tradução pode ser dividida em três etapas, chamadas de iniciação, alongamento e terminação (ROBERTIN; HIB, 2010; BERG et al., 2017). Esses processos fundamentais são acompanhados de duas etapas adicionais: a ativação de aminoácidos, o qual ocorre antes da iniciação, e o pós-traducional (NELSON; COX, 2011).

À medida que a molécula de mRNA é passada através de um ribossomo, a sua sequência de nucleotídeos é lida de uma extremidade a outra, em conjuntos de três nucleotídeos, de acordo com o código genético. A fase de iniciação da síntese de proteínas é quando, em um mRNA, os tRNA da metionina e a subunidade menor ligam-se ao códon de iniciação, posteriormente ocorrendo a ligação das subunidades formando um ribossomo funcional, que catalisa em seus sítios as ligações peptídicas entre os aminoácidos. A metionina é o primeiro aminoácido do polipeptídeo (NELSON; COX, 2011; ALBERT et al., 2017).

Na fase de alongamento, os aminoacil-tRNAs, cada um carregando um aminoácido específico, ligam-se sequencialmente ao códon apropriado no mRNA, por meio da complementaridade de bases entre o anticódon do tRNA e os códons do mRNA. A fase de término ocorre quando há leitura do códon de parada, e por fim, o ribossomo se desassocia do mRNA e libera o polipeptídeo, por intermédio de proteínas denominadas de fator de terminação (NELSON; COX, 2011; ALBERT et al., 2017).

A seguir, apresenta-se a descrição resumida para cada etapa de tradução para células de eucariontes (Quadro 1):

Quadro 1: Etapas da tradução

| Etapas | Descrição |
|--------------------------------|---|
| Ativação de aminoácidos | Reações químicas no citosol, em que um tRNA específico, com gasto de ATP, utilizando a enzima aminoacil-tRNA, liga-se ao aminoácido correspondente. A ligação do aminoácido com o tRNA se dá entre o grupo carboxila do aminoácido e o carbono 3' da ribose do último ribonucleotídeo da extremidade 3' do tRNA, o qual contém sempre a base adenina. |
| Iniciação | Consiste nas reações que precedem o início da formação do peptídeo. A subunidade menor do ribossomo detecta o códon AUG de iniciação e se liga no sítio P, e o aminoacil-tRNA ^[i] ^{Met} liga-se através do anticódon (UAC), ao códon AUG, o pareamento das bases. A subunidade ribossomal maior se liga a menor. Esse processo, que requer GTP, é promovido por proteínas citosólicas denominadas fatores de iniciação. |
| Alongamento | Compreende todas as reações que ocorrem desde a formação da primeira ligação peptídica até a incorporação do último aminoácido do peptídeo. O alongamento ocorre pela adição de aminoácidos, por ligações covalentes, transportados pelo tRNA até o ribossomo, o qual realiza o pareamento de base com o códon do mRNA, através da translocação do ribossomo no mRNA. Essa etapa é regulada por proteínas citosólicas e depende da energia fornecida por um GTP para cada aminoacil-tRNA envolvido. |
| Terminação | A finalização da cadeia de polipeptídica é sinalizada por um códon (UAA, UGA ou UAG) de terminação no mRNA, quando chega ao sítio A do ribossomo. O polipeptídeo é liberado do ribossomo, por intermédio de proteínas denominadas de fator de terminação, e as subunidades ribossomais se separam. |
| Pós-tradução | Para ativar as proteínas, são necessários processos pós-traducionais, como por exemplo: enovelamento; glicosilação, fosforilação e outros. |

Fonte: Adaptado de Robertin e Hib (2010); Nelson e Cox (2011) e Berg et al. (2017).

Como já mencionado na introdução, as complicações para o ensino do processo de tradução “síntese de proteína” para o Ensino Médio, estão relacionadas a dois pontos principais: primeiro, por ser um processo biológico que ocorre em um nível que não é percebido pelos sentidos humanos, em estruturas celulares; segundo, pela falta de recursos e materiais para auxiliar o professor no ensino desses temas nas escolas (FONTES et al., 2013). Assim é importante tornar o sistema de tradução mais perceptível aos estudantes.

Há um consenso entre Fontes et al. (2013) e Gregório (2014, 2016) de que é fundamental o uso de recursos diversificados para o ensino de síntese proteica, para mediar o processo de construção do conhecimento dos estudantes.

2.4 Recursos didáticos de multimídia e infográficos no ensino

O desenvolvimento das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e das Tecnologias Digitais (TD) resultaram em mudanças no modo de comunicação da sociedade (BULEGON et al., 2017). Sendo assim, é necessário o uso de recursos mais ágeis e eficientes, que sejam facilitadores de leituras de informações. Ziede et al. (2015) afirmam que é preciso incorporar as tecnologias digitais nos ambientes educacionais.

As novas tecnologias de multimídia e objetos digitais vêm sendo incluídos no cenário educacional para apoiar o ensino e a aprendizagem nas instituições de Educação Básica no Brasil (CORTES et al., 2014; SANTOS, 2015). Os mesmos autores relatam que as escolas utilizam fotos, rádio, televisão, *softwares* educativos, *sites* da *Internet* e outros recursos de multimídia. Recursos de multimídia são recursos que podem combinar as mídias estática e dinâmica, usadas para transmitir informações, tais como textos, gráficos, imagens, mapas mentais, infográficos, áudios, animações, vídeos e apostilas digitais (CALVACANTE et al., 2017; PESSOA; MACHADO, 2019).

Os recursos multimídias constituem um importante recurso pedagógico a favor da prática docente em sala de aula, desde que sejam elaborados e utilizados de maneira adequada e que envolvam um bom planejamento com objetivos previamente refletidos/discutidos (SANTOS, 2015). Dentre esses recursos, tem-se destacado o uso de infográficos por ser um meio que apresenta as informações aos leitores usando vários recursos visuais (YILDIRIM, 2016). Infográfico é um recurso de comunicação que utiliza a representação/visualização da informação, ou seja, o sistema verbal (textos) associado ao visual (imagens e representação gráfica) para transmitir informações aos leitores de forma concisa, clara e atraente, podendo ser apresentados em suportes impressos ou eletrônicos (SCHMITT, 2006; LAPOLLI, 2016; YILDIRIM, 2016; SILVA; BARBAZO, 2017). Os infográficos vêm sendo empregados desde

os primórdios da comunicação e difundidos amplamente em diversas áreas da sociedade (KANNO, 2013; SILVA; BARBAZO, 2017), inclusive na educação como recursos didáticos para apoiar os processos de ensino e aprendizagem (BEZERRA; SERAFIM, 2016), em meios digitais e/ou impressos.

Os infográficos podem ser classificados de acordo com Santos (2015), em interativos, dinâmicos ou estáticos. Nos estáticos, as informações gráficas são apresentadas totalitariamente em um tempo só. Nos dinâmicos, por sua vez, as informações apresentam-se progressivamente, em sequência por meio de animações. Ao contrário dos anteriores, no interativo a informação é apresentada de acordo com as escolhas do leitor. Os infográficos podem ser ferramentas didático-pedagógicas muito propícias para o ensino. Eles são recursos hábeis para explicar conteúdos mais complexos e específicos, articulando vários recursos multimídia como mapas, gráficos, textos, áudios, vídeos, desenhos, fotografias, documentos digitalizados, etc., oferecendo dinamicidade, linguagem clara e objetiva (CERIGATTO et al., 2010; JUNIOR et al., 2011; CAETANO; RIBEIRO, 2014; CORTES et al., 2014; BULEGON et al., 2017). Entretanto, a elaboração de materiais de multimídias deve estar em alinhamento com os mecanismos do processamento cognitivo humano que vêm sendo objeto de estudo das áreas de psicologia e neurociência cognitivas (CEZAROTTO; BATTAIOLA, 2017; SILVA, 2017), como os infográficos.

Nessa acepção, Mayer (2008) apresenta que é fundamental aliar as ciências de aprendizagem, que visam compreender como as pessoas aprendem, à ciência da instrução, voltada para a compreensão de como apresentar o material que ajude as pessoas a aprender. Diante desse contexto, Mayer (2009) propõe a TCAM, subsidiada pelas pesquisas das Teorias do Código de Paivo (1986), no Modelo do Processamento Ativo de Wittrock (1989); na Teoria da Carga Cognitiva de Chandler e Sweller (1991), no Modelo da Memória de Trabalho de Baddele (1992) e no Modelo de Processamento Cognitivo do Mayer (2008a), teorias explicadas brevemente no Quadro 2.

2.5 A Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM)

A TCAM tem como base o fato de que as pessoas aprendem melhor com a associação entre palavras e imagens, em contradição à aplicação de palavras sozinhas (MAYER, 2009). Já o conceito de Aprendizagem Multimídia, de acordo com Mayer (2001), é a aprendizagem por meio de palavras e imagens, ou seja, a Aprendizagem Multimídia é aquela que ocorre quando um estudante/aprendiz chega a construir uma representação mental a partir da apresentação de

palavras (impressas em tela ou papel ou narradas) e imagens que podem ser estáticas ou dinâmicas (fotos, desenhos, mapas, vídeos, animações, outros).

O pesquisador apresenta que a Aprendizagem Multimídia ocorre quando a representação verbal e visual pictórica (não verbal) são expostas conjuntamente; esse é o foco central da teoria (MAYER, 2009). Porém, segundo o referido autor, a simples inserção de imagens e palavras ao material instrucional não garante a aprendizagem. Existem princípios que devem ser utilizados para garantir a aprendizagem (MAYER, 2009).

A TCAM enfatiza os meios pelos quais as informações são acionadas no processo de cognição (ALMEIDA et al., 2014) e tem como sustentáculo o campo da psicologia cognitiva, subsidiada por três pressupostos: i) a aprendizagem se dá com base em canais duplos (visuais e auditivos); ii) cada um desses canais possui um limite de capacidade de processamento e iii) a aprendizagem requer um processamento ativo em ambos os canais (MAYER, 2009), conforme apresentado abaixo (Quadro 2):

Quadro 2: Pressupostos da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia

| Fundamentos | Descrição | Citação Relacionada |
|---|--|---|
| Duplo canal para receber e processar informações | Define a existência de dois canais cognitivos utilizados durante a aprendizagem: o sistema verbal especializado em processar a linguagem verbal e o sistema auditivo para processar a linguagem auditiva. | Paivio (1986); Baddeley (1992) |
| Capacidade Limitada | Descreve que as pessoas possuem uma capacidade limitada em um determinado período para processar informações em cada canal representacional | Chandler e Sweller (1991); Baddeley (1992) |
| Processamento ativo | Ocorre quando a pessoa está engajada no seu processamento cognitivo. Isso inclui a atenção para a informação relevante, a organização da informação em representações mentais coerentes e a integração mental da nova informação com os conhecimentos. | Wittrock (1989); Mayer (2008a) |

Fonte: Adaptado de Mayer (2009).

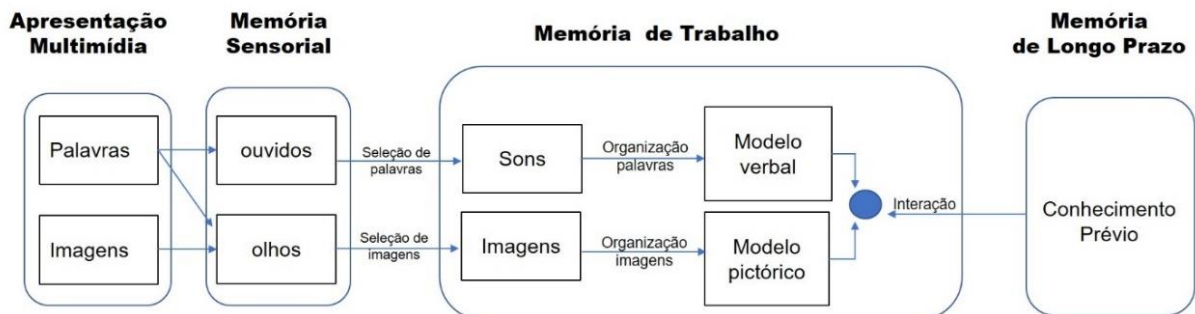
A teoria tem como objetivo saber como se aprende e a compreensão de como usar palavras e imagens para melhorar a aprendizagem. Quando as mensagens instrucionais

multimídia são produzidas com base no mecanismo de como a mente humana recebe, processa e armazena as informações, são mais prováveis de levar a um aprendizado significativo (MAYER, 2009).

A Aprendizagem Multimídia ocorre quando os estudantes se envolvem em cinco etapas do processo cognitivo na memória visual ou auditiva, conhecidos com os princípios instrucionais, para que ocorra uma aprendizagem significativa (MAYER, 2009), sendo eles: i) seleção de palavras relevantes para o processamento em memória de trabalho verbal; ii) seleção de imagens relevantes para o processamento em memória de trabalho visual; iii) organização de palavras selecionadas em um modelo verbal; iv) organização de imagens selecionadas em um modelo pictórico; e v) integração das representações verbais e pictóricas, umas com as outras e com o conhecimento prévio.

A TCAM propõe um modelo cognitivo de processamento humano das informações de multimídia (MAYER, 2009), que pode ser melhor compreendido conforme a Figura 1:

Figura 1: Esquema do Funcionamento da Aprendizagem Multimídia



Fonte: adaptado de Mayer (2009).

Na interpretação do esquema proposto por Mayer (2009), o funcionamento da Aprendizagem Multimídia envolve dois canais (visual e verbal), para captar informações e três memórias (sensorial, memória de trabalho e de longo prazo) para o processamento da mensagem. As informações são recebidas pela memória sensorial nos canais duplos; em seguida, são processadas e selecionadas no canal auditivo; na sequência, há a seleção das palavras e das imagens. Na memória de trabalho, há organização entre as imagens e palavras, compondo o modelo pictórico e verbal.

Por fim, há a integração das mensagens verbal e pictórica, com o conhecimento prévio, compondo a memória de longo prazo (MAYER, 2009). Então, quando o aprendiz recebe uma informação multimídia, ele elabora um modelo mental sobre a informação, indicando sua

compreensão, que é então armazenada na memória de longo prazo para posterior utilização. (ALMEIDA et al., 2014). Os processamentos utilizados pelo aprendiz para se chegar a essa representação mental e suas implicações no processo de construção do conhecimento são as proposições do estudo da TCAM.

A TCAM fundamenta-se nos tipos de memórias. Júnior e Faria (2015), apresentam a memória sensorial como sendo aquela que nos permite reter as informações que chegam até nós por meio dos sentidos e caracteriza-se por ser de curtíssima duração. Já a memória de trabalho contextualiza o indivíduo e gerencia as informações que estão sendo transitadas no cérebro. A duração é ultrarrápida porque ela nos permite armazenar uma informação apenas enquanto o indivíduo a está recebendo. A memória de longa duração é aquela que armazena informações por longos períodos, bastando, para tanto, que a memória continue a ser reforçada (MAPURUNGA; CARVALHO, 2018).

Em síntese, pela perspectiva da TCAM, Mayer (2009) argumenta que, para promover a Aprendizagem Multimídia, é imprescindível conduzir o aprendiz em um processo cognitivo adequado, pois a mente humana tem uma limitação no processamento de diversas informações simultâneas e as mensagens transmitidas em excesso geram esforço para a cognição e dificuldades de assimilação, o que origina uma sobrecarga mental e dificulta a compreensão do tema a ser aprendido.

A teoria propõe três tipos de processamento de carga cognitiva: i) intrínseca ou essencial, que é exigida pela complexidade do conteúdo do recurso educacional; ii) generativa ou relevante, aquela exigida pelas atividades de ensino que favorecem os objetivos de aprendizagem; e iii) extrínseca ou irrelevante, que se caracteriza como o processamento de elementos que não estão ligados aos objetivos de aprendizagem, que implicam em desgaste mental desnecessário. Essas condições são causadas pelo uso inadequado de métodos, recursos e estratégias que podem gerar uma sobrecarga desses elementos visuais e ou/auditivos, podendo até impedir a aprendizagem (MAYER, 2009).

Para se promover uma aprendizagem de boa qualidade, é necessário um equilíbrio entre as cargas cognitivas que potencialize o ensino (NEVE, 2016), determinando requisitos para a aplicabilidade dos recursos de multimídia em prol da aprendizagem (ALMEIDA et al., 2014). Mayer (2009) certifica que, na produção de recursos de multimídia de ensino, deve-se analisar a carga cognitiva do aprendiz, no intuito de minimizar informações extrínsecas ou irrelevantes, com a intenção de oportunizar aos estudantes o melhor desempenho e compreensão.

Dessa maneira, Mayer (2009), estabeleceu doze princípios que são enquadrados em três categorias de carga cognitiva de aprendizagem (Quadro 3), que são: i) redução do processo

estranho ou irrelevante (desnecessário); ii) gerenciamento do processamento essencial; e iii) promoção do processo generativo.

Quadro 3: Tipos de Carga Cognitiva e Princípios de Multimídia

| Tipos de Cargas | Princípios de Multimídia |
|---|--|
| <p align="center">Redução do processamento estranho ou irrelevante</p> | <p>Coerência: as pessoas aprendem melhor quando são excluídas as informações irrelevantes ou incoerentes, deixando na apresentação de multimídia somente o necessário, facilitando a aprendizagem.</p> |
| | <p>Sinalização: as pessoas aprendem melhor quando sinais que ressaltam a organização do material são adicionados. Favorece a organização mental do aprendiz.</p> |
| | <p>Redundância: as pessoas aprendem melhor por animação e narrações do que por animações, narração e texto escritos.</p> |
| | <p>Contiguidade Espacial: as pessoas aprendem melhor quando palavras e imagens relacionadas estão espacialmente próximas.</p> |
| | <p>Contiguidade Temporal: as pessoas aprendem melhor quando palavras e imagens relacionadas são apresentadas simultaneamente.</p> |
| <p align="center">Gerenciamento do processamento essencial</p> | <p>Pré-treinamento: as pessoas aprendem melhor uma mensagem de multimídia quando elas já receberam um pré-treino de nome, características e componentes importantes.</p> |
| | <p>Modalidade: as pessoas aprendem melhor por animação e narração do que por animação e texto. A razão é que textos escritos podem disputar com as figuras no canal visual.</p> |
| | <p>Segmentação: as pessoas aprendem melhor quando as mensagens ou os recursos são exibidos em unidades sequenciais do que como uma unidade contínua, nas quais o indivíduo pode definir o ritmo, pois cada um tem tempos de processamento diferenciado.</p> |
| <p align="center">Promoção do processo generativo</p> | <p>Multimídia: As pessoas aprendem melhor pela associação de palavras e imagens do que por palavras sozinhas.</p> |
| | <p>Personalização: as pessoas aprendem melhor quando o conteúdo é apresentado com discurso narrado em estilo informal do que narrados em discurso no estilo formal.</p> |
| | <p>Voz: as pessoas aprendem melhor quando, na apresentação de multimídia, usa-se a narração na voz humana do que por uma computadorizada.</p> |
| | <p>Imagem: as pessoas aprendem com mais eficiência quando, nas mensagens de multimídia faladas, é apresentada a imagem do orador.</p> |

Fonte: adaptado de Mayer (2009) e Araújo et al. (2015, 2016).

A TCAM e os seus princípios sevem de aporte para a elaboração de diversos recursos multimídias instrucionais que combinam elementos verbais e pictóricos. Os recursos de multimídia que atendam aos princípios instrucionais propostos na teoria, podem ser indicativos de ferramentas didáticas de qualidade na mediação dos processos de ensino e aprendizagem.

3 METODOLOGIA

Adotou-se para este estudo a metodologia qualitativa de pesquisa que, para as autoras Gerhardt e Silveira (2009), tem o intuito de elucidar a compreensão de um grupo social. A coleta de dados se deu por instrumentos de questionários, entrevistas semiestruturadas com gravação de áudio dos estudantes envolvidos, com ações de descrever, compreender e explicar as impressões dos participantes sobre a aplicação dos infográficos como material didático, baseado nos princípios da TCAM, para a compreensão de síntese proteica no contexto escolar. Foram utilizados, também como procedimento de coleta de dados, as imagens dos livros didáticos, a produção dos estudantes na sequência didática e reflexões da pesquisadora.

As atividades da pesquisa desenvolveram-se em quatro etapas: (1) análise de imagens de livros didáticos; (2) elaboração de infográficos; (3) elaboração da sequência didática e (4) aplicação da sequência didática. A etapa da aplicação da sequência didática em sala de aula foi desenvolvida em três encontros, e no final de cada um aplicou-se os instrumentos de coleta de dados aos participantes.

3.1 Local de realização da pesquisa

A instituição pública coparticipante desta pesquisa foi a Escola Estadual Doutor Virgílio de Melo Franco, localizada na cidade de Paracatu, no Estado de Minas Gerais. Inaugurada em 23 de setembro de 1974, a instituição oferta a Educação Básica, nas etapas de Ensino Médio, Ensino Fundamental anos finais e modalidades de Educação Integral e Integrada flexibilizada, e Educação profissionalizante em Cursos Técnicos. Atende um total de 1600 estudantes distribuídos em três turnos escolares. Os estudantes compreendem um grupo diversificado que pertence a diversos contextos sociais e que é oriunda de diversos bairros da cidade.

No Projeto Político Pedagógico, a missão da instituição

é promover a educação pública dentro de referenciais de excelência, visando ao atendimento das demandas sociais e do mundo do trabalho e consolidar-se como centro educativo de estímulo ao desenvolvimento humano, respeitando sempre a si, ao outro e ao meio ambiente (EEDVMF, 2017, p.9).

A escolha da instituição de ensino foi motivada pelo fato de a pesquisadora apresentar maior proximidade, pois faz parte do quadro de docentes efetivos, o que facilitou processo de aplicação.

3.2 Participantes da pesquisa

Os participantes deste trabalho compunham um grupo de quarenta e um estudantes do 3º ano do Ensino Médio, os quais não são estudantes das turmas que a pesquisadora ministra aula regularmente. Destes, somente trinta e um tiveram disponibilidade para participar do segundo encontro e somente vinte e dois do último encontro. O critério de inclusão dos participantes se estabeleceu com base na série que cursam: estudantes do 3º ano do Ensino Médio regular, que, após o esclarecimento inicial da pesquisadora, e a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A) e/ou do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (Apêndice B) e Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do responsável/representante legal (Apêndice C), que concordaram em participar da pesquisa.

3.3 Garantias éticas aos participantes da pesquisa

O projeto de pesquisa, com número de CAAE 14495319.6.0000.0030, foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Saúde da Universidade de Brasília (UnB) e, somente após a aprovação, iniciou-se a coleta de dados. Os discentes em maioridade legal ou os responsáveis/representantes legais para os menores de idade receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A e C) e o Termo de assentimento para os menores de dezoito anos (Apêndice B), ambos apresentados com uma linguagem acessível e atendendo à Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde/MS, e o termo de uso de imagem e voz (Apêndice D).

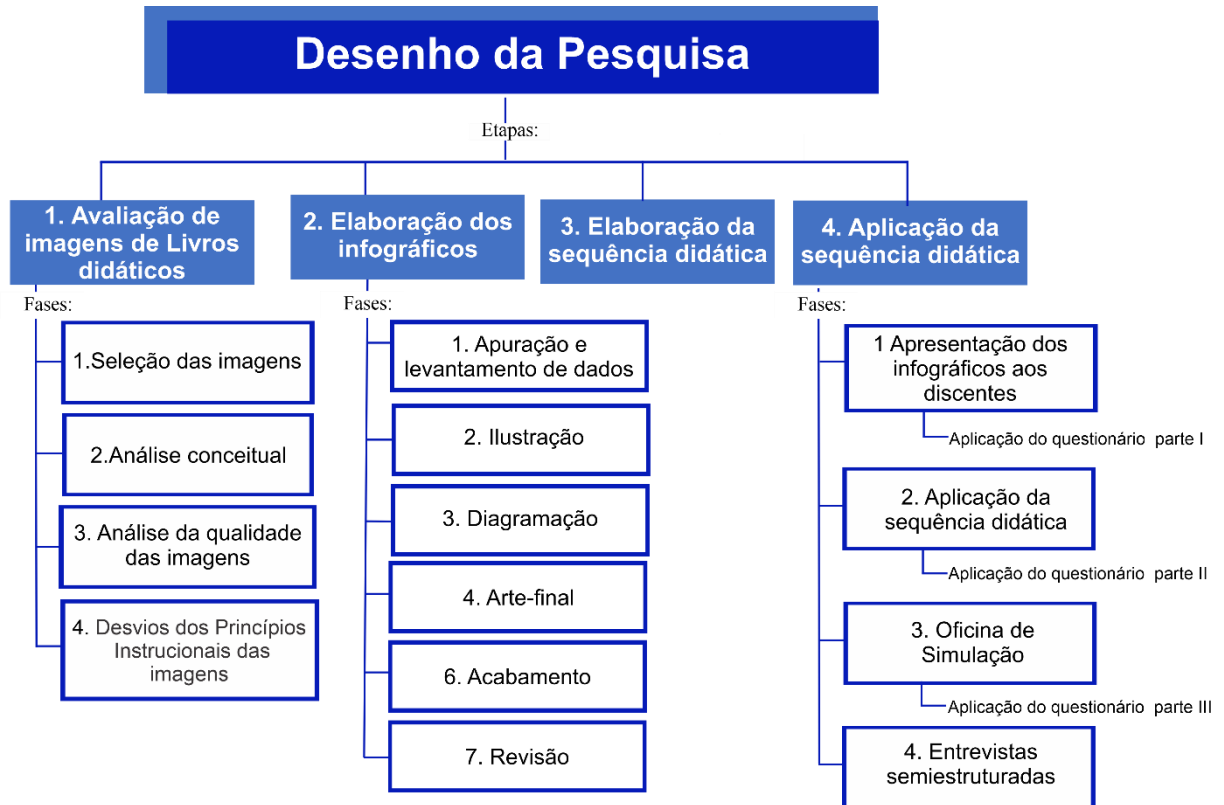
Aos participantes da pesquisa, foi garantido o sigilo absoluto das informações, assim como o anonimato de suas identidades nos resultados da pesquisa e em artigo(s) de divulgação, além de assegurar-lhes, durante todas as etapas da pesquisa o respeito à sua dignidade e integridade humana nas suas questões sociais, psicológicas, cognitivas, espirituais, culturais e econômicas.

Para minimizar os riscos e desconfortos, ofertou-se ambiente adequado, suporte e atenção qualificada aos participantes, em todos os momentos da pesquisa, respeitando a interrupção dos participantes prontamente quando solicitada. As respostas do questionário e das entrevistas semiestruturadas são confidenciais e, para manter o anonimato e o sigilo, usou-se código para cada estudante, sendo: E1 para estudante 1, E2 para estudante 2, e assim sucessivamente. As fases da aplicação da sequência didática foram todas desenvolvidas no período regular de aulas, para minimizar o gasto de tempo dos estudantes.

3.4 Desenho da pesquisa

A pesquisa foi executada em quatro etapas, as quais desmembrou-se em fases, sendo: (1) avaliação de imagens de livros didáticos; (2) elaboração de infográficos; (1) elaboração da sequência didática e (4) aplicação da sequência didática (Figura 2).

Figura 2: Fluxograma ilustrativo das etapas de desenvolvimento da pesquisa.



Fonte: A autora.

O detalhamento de cada etapa e suas respectivas fases serão apresentadas a seguir.

3.5 Análise dos dados

A análise dos dados teve o intuito de descobrir o potencial do uso de infográficos como material didático, baseada nos princípios da TCAM, e se contribuiriam para o processo de ensino e aprendizagem de síntese proteica. Para o questionário e a entrevista, o método de análise de conteúdo foi fundamentado em Bardin (2011).

Fundamentando-se em Bardin (2011) a análise de conteúdo seguiu as etapas: (i) pré-análises ou leituras flutuantes (ii) exploração do material; categorização; (iii) tratamento, interferências e interpretação dos resultados.

Na primeira das etapas, a pré-análise, realizou-se a leitura flutuante, que implicou em conhecer inicialmente os instrumentos respondidos e criar familiaridade com ele, e uma organização do material que foi investigado.

Na exploração do material foi feito a codificação fazendo o recorte por meio palavras-chave e análise temática, e estabeleceu-se as regras de contagem. A codificação corresponde a uma identificação, que permite atingir uma representação de conteúdo e de sua expressão, usando recortes sempre semânticos (das significações) (URQUIZA; MARQUES, 2016).

Ainda nessa etapa, foi realizada a categorização, que, segundo Bardin (2011), é uma operação de classificação e agregação de elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação e, em seguida, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios definidos. Em síntese foi a passagem dos dados brutos para dados organizados em características comuns. Por fim, a etapa de tratamento, interferências e interpretação dos dados.

3.6 Avaliação de imagens em livros didáticos

A primeira etapa consistiu em realizar-se uma análise das imagens sobre o conteúdo tradução em livros didáticos, com caráter explanatório e que resultou em um aporte para a elaboração dos infográficos e elaboração da sequência didática para essa modalidade de Ensino Básico. Os livros selecionados foram das dez coleções de Biologia sugeridas pelo Programa Nacional do Livro Didáticos (PNLD) 2018 do Ministério da Educação (MEC) para o Ensino Médio, cada coleção possui três volumes (Volume 1, 2 e 3). Foram consideradas somente os volumes que apresentavam imagem, ilustrações, gravuras, fotos e desenhos manuais sobre tema relacionado de estudo, ou seja, tradução, transcrição, tipos de tRNAs e fluxo gênico.

Em cada livro das coleções, foram selecionados os capítulos que abordassem o tema tradução. A seleção deu-se pela identificação no sumário dos livros didáticos das expressões: tradução; tradução gênica; expressão gênica; síntese de cadeia polipeptídios; síntese polipeptídios; síntese de proteínas; e mecanismo de síntese de proteínas. A partir da seleção dos capítulos, separou-se as imagens para a análise.

Os livros foram identificados por numeração, sendo L1 para o livro 1 e L2 para o livro 2 e assim por diante. Suas respectivas imagens também receberam um código, sendo L1.A, indicando livro 1 e imagem A; L1.B indicando livro 1 e imagem B, e assim por diante (Quadro 4).

Quadro 4: Descrição dos livros didáticos analisados e a identificação numérica que será adotada neste trabalho.

| Identificação | Título da coleção | Autor (es) | Editora | Ano de publicação | Volumes analisados |
|----------------|---------------------------------|--|----------|-------------------|--------------------|
| L1 - Livro 1 | Biologia moderna | José Mariano Amabis e Gilberto Rodrigues Martho | Moderna | 2016 | 1 |
| L2 - Livro 2 | Biologia: novas bases | Nélio Bizzo | IBEP | 2016 | 1 |
| L3 - Livro 3 | Biologia | César da Silva Jr.; Sezar Sasson e Nelson Caldini Jr. | Saraiva | 2016 | 3 |
| L4 - Livro 4 | Biologia: ser protagonista | Antônio Carlos Bandouk | SM | 2016 | 1 |
| L5 - Livro 5 | Biologia: unidade e diversidade | José Arnaldo Favaretto | FTD | 2016 | 1 |
| L6 - Livro 6 | Biologia hoje | Sérgio Linhares; Fernando Gewandszajder e Helena Pacca | Ática | 2016 | 1 |
| L7 - Livro 7 | # Contato Biologia | Marcela Ogo e Leandro Goddy | Quinteto | 2016 | 3 |
| L8 - Livro 8 | Bio | Sônia Lopes e Sérgio Rosso | Saraiva | 2016 | 3 |
| L9 - Livro 9 | Biologia | Vivian L. Mendonça | AJS | 2016 | 3 |
| L10 - Livro 10 | Conexões com a Biologia | Miguel Thompson e Eloci Peres Rios | Moderna | 2016 | 2 |

Fonte: A autora.

Neste trabalho, optou-se por analisar somente as imagens do texto principal que se relacionavam especificamente com as fases de transcrição e tradução. Não foram analisadas representações esquemáticas de polirribossomo, box com informações complementares e exercícios propostos.

As imagens que se enquadravam na pesquisa foram primeiramente classificadas quanto aos assuntos tratados em (i) tradução gênica, (ii) transcrição, (iii) tipos de ácidos ribonucleicos e (iv) fluxo de informação gênica, que compreendem:

(i) tradução gênica: que representa o processo da tradução da sequência nucleotídica de uma molécula de ácido ribonucleico (RNA) em polipeptídeo.

(ii) transcrição: que representa a transcrição de uma cadeia molde do DNA na forma a molécula de mRNA

(iii) fluxo da informação gênica: que representa o fluxo de informações genéticas no sentido replicação do DNA, transcrição do RNA e tradução em polipeptídeo.

(iv) tipos de ácidos ribonucleicos: que representa os tipos as moléculas de tRNA, mRNA e ribossomos.

Após analisou-se a abordagem das informações dos processos de tradução e transcrição, contida nas ilustrações, em relação: ao pareamento das bases, fases da transcrição e da tradução, os eventos enzimáticos envolvidos, código genético e funções das estruturas moleculares envolvidas. Utilizou com embasamento teorica o capítulo 30 do livro Bioquímica de Berg et al. (2017); capítulo 6 do livro de Biologia Molecular da Célula de Albert (2017); e no capítulo 27 do livro Princípios de Bioquímica de Lehninger, de Nelson e Cox (2011) para a análise das informações conceituais contidas nas imagens.

Posteriormente as ilustrações foram avaliadas nas seguintes categorias: elementos visuais e princípios da TCAM. Identificamos com a letra P os critérios relativos aos princípios da TCAM e com a letra V, os critérios relativos aos elementos visuais. A cada dimensão avaliada, as letras P e V, relativas a cada uma das categorias mencionadas, foram acrescidas de números. Exemplo: P1 para o critério 1 referente a categoria princípios da TCAM. P2 para o critério dois e assim sucessivamente.

Na categoria elementos visuais, os critérios adotados para análise foram: (V1) qualidade das imagens; (V2) existência e propriedade da legenda, conforme o (Quadro 5).

Quadro 5: Descrição dos critérios para análise da categoria elementos visuais

| Critérios | Análise em Estudo |
|----------------------------------|--|
| V1. Qualidade das imagens | Possui nitidez Não possui nitidez |
| V2. Tipo de legenda | Existência de uma legenda Explicativa – (autossuficiente na interpretação dos elementos simbólicos, breve, abrangente) Existência de uma legenda Sintética (indica o que está visualizando). Ausência de legenda |

Fonte: A autora.

No critério V1, foi analisada a qualidade das ilustrações, sua nitidez, se os traços, as cores ou iluminação utilizados não atrapalhavam o entendimento dos estudantes na leitura da imagem. Dessa forma, deveriam ser classificadas como não possuindo nitidez, as ilustrações que possuíssem algum elemento confuso, que atrapalhasse a compreensão das informações.

Para o critério V2 foi examinado se as representações estavam acompanhadas por uma legenda e as legendas das ilustrações dos livros didáticos foram classificadas em explicativa e sintética, sendo denominadas de explicativas aquelas que explicavam o conteúdo de maneira breve e abrangente. A respeito da ilustração hipotética, estas direcionavam as partes importantes das imagens, facilitando a compreensão do tema, sendo autossuficiente na interpretação dos elementos simbólicos apresentados.

Para análise dos princípios instrucionais da TCAM, as ilustrações foram consideradas como: Sem Valor Didático (SV) e Com Valor Didático (CV) para a aprendizagem que, dependendo dos elementos constituintes, lhes conferiam um nível satisfatório e não satisfatório (MAYER, 2001). Nossa pesquisa utilizou as propostas estruturadas por Coutinho et al., (2010), analisando o valor didático das imagens nos livros de Biologia e de Neves et al., (2016), que analisaram a imagem de célula em livros de Biologia e do Ensino Superior, ambos autores utilizaram a abordagem da TCAM.

As imagens foram classificadas em: decorativa, representacional, organizacional ou explicativa, que a partir das ideias de Coutinho et al. (2010) e Neves et al. (2016), compreendiam:

- i. decorativas (D): ilustrações presentes para entreter o leitor, mas que não adiciona informações relevantes ao conteúdo.
- ii. representativas (R): ilustrações que representam um único elemento.
- iii. organizacionais (O): ilustrações que apresentam indicações de seus elementos, partes ou constituintes do objeto de estudo.
- iv. explicativas (E): ilustrações que explicam como um sistema ou fenômeno funciona.

As ilustrações que se enquadravam na classificação com valor didático foram avaliadas na categoria princípios instrucionais da TCAM, considerou-se três princípios: i) contiguidade espacial (P1); ii) sinalização (P2); e iii) coerência (P3), propostos por Mayer (2009). Esses princípios estão relacionados à redução de processamento irrelevante, os quais adotamos neste trabalho e foram baseados na metodologia proposta por Coutinho et al. (2010) e Neves et al. (2016) para estabelecer critérios de análise das imagens em satisfatórias (não apresentam desvio nos princípios) e não satisfatórias (apresentam desvio nos princípios), como descrito no Quadro 6.

Quadro 6: Descrição dos critérios para análise dos princípios de multimídia

| Critérios | Análise em Estudo |
|--|---|
| Princípio de Contiguidade Espacial (P1) | <u>Satisfatório</u> - considera que as palavras e imagens correspondentes devem ser apresentadas o mais próximo uma da outra na página. Assim, o leitor não precisa usar de seus recursos cognitivos ao realizar uma busca visual pela imagem na página ou em páginas distantes, o que colabora para que as informações sejam armazenadas mais facilmente na memória. |
| | <u>Não satisfatório</u> – quando, na página, a imagem e o texto não ocuparem o mesmo quadrante ou não estiverem lado a lado, nem mesmo próximas, ainda que em quadrantes diferentes. |
| Princípio de Sinalização (P2) | <u>Satisfatório</u> - considera que a mensagem inclui guias tipográficos ou linguísticos e técnicas de <i>layout</i> que organizam o foco do leitor para o material relevante, pois o leva a focar elementos importantes para os objetivos da lição e facilitam a seleção e organização na memória. |
| | <u>Não satisfatório</u> - as imagens que não possuem destaques nítidos para as estruturas ou processos relacionados ao conceito, ausência de cores, falta de nomeação de elementos relevantes de modo destacado ou ainda falta inserção de aviso das imagens. |
| Princípio de Coerências (P3) | <u>Satisfatório</u> - considera que o material apresentado supérfluo ou irrelevante seja suprimido, pois o mesmo compete por fontes cognitivas, podendo desviar a atenção dos componentes importantes da lição ou dificultar a organização do conhecimento ou ainda direcionar o leitor a organizar os componentes em torno de um tema inapropriado. |
| | <u>Não satisfatório</u> - as imagens com elementos desnecessários, antropomorfizações, altamente complexos, desproporcionais em relação ao contexto e com erro conceitual. |

Fonte: adaptado de Coutinho et al. (2010) e Neves et al. (2016).

3.7 Produção de infográficos digitais

Após a análise dos livros didáticos, foram elaboradas 17 telas digitais com os elementos gráficos e textuais, de 35 cm de largura e 25 cm de comprimento cada, na área de trabalho do editor, para compor os infográficos digitais e dinâmicos. Foram identificadas de 1 a 17, sendo que as telas de 1 a 4 apresentava do fluxo gênico, compondo um infográfico dinâmico que, de forma sucinta, apresentavam as etapas de transcrição e tradução em uma célula. As demais telas digitais compuseram outro infográfico dinâmico, de tradução de um polipeptídeo fictício

que permanecia no citosol e não segregado nas cisternas do retículo endoplasmático de uma célula eucarionte. A produção dos infográficos digitais foi executada ao longo de seis fases, descritas a seguir:

3.7.1 Fase 1: Apuração e levantamento de dados

Foram realizados um levantamento e a apuração do mecanismo de síntese proteica nos capítulos 30 do livro *Bioquímica* de Berg et al. (2017), Capítulo 6 do livro de *Biologia Molecular da Célula* de Albert (2017) e no capítulo 27 do livro *Princípios de Bioquímica* de Lehninger, de Nelson e Cox (2011). Nesta fase, as informações foram selecionadas para compor os infográficos (Apêndice E), bem como foi construída a sequência da disposição delas. Os infográficos elaborados foram: (1) fluxo gênico e (2) tradução.

3.7.2 Fase 2: Ilustração

Essa fase resultou na produção das ilustrações digitais do tipo vetor, ou seja, baseada em polígonos formados por pontos que são interpretados pelo computador, levando em conta as suas distâncias, usando-se o *software* CorelDRAW® X5, instalado no microcomputador portátil.

3.7.3 Fase 3: Diagramação

Para a diagramação, usou-se ferramentas do *software* CorelDRAW® X5, nas quais os elementos gráficos e textuais foram elaborados. Em síntese, tratou-se do processo de organizar as informações no esboço disponível com:

- Textos digitais, como título, abertura, subtítulo e legenda;
- Imagens digitais vetorizadas;
- Formas digitais com ponto, linha, formas abstratas, espaço entre outras formas.
- A diagramação foi executada baseada nos princípios coerência, redundância, sinalização, contiguidade espacial e contiguidade temporal, segmentação e multimídia propostos pela a TCAM de Mayer (2009).

3.7.4 Fase 4: Arte final

Nesta fase, o esboço foi convertido para a peça finalizada e as ilustrações ganharam cores e estilos, enquanto os textos e formas adquiriram propriedades, aplicando as ferramentas no editor de *design* gráfico CorelDRAW® X5. Resultou dessa fase um esboço digital na área de trabalho do *software*.

3.7.5 Fase 5: Acabamento

No acabamento, sucedeu a realização de ajustes da integração entre texto, imagens e formas, tamanho de legendas, na área de trabalho do editor.

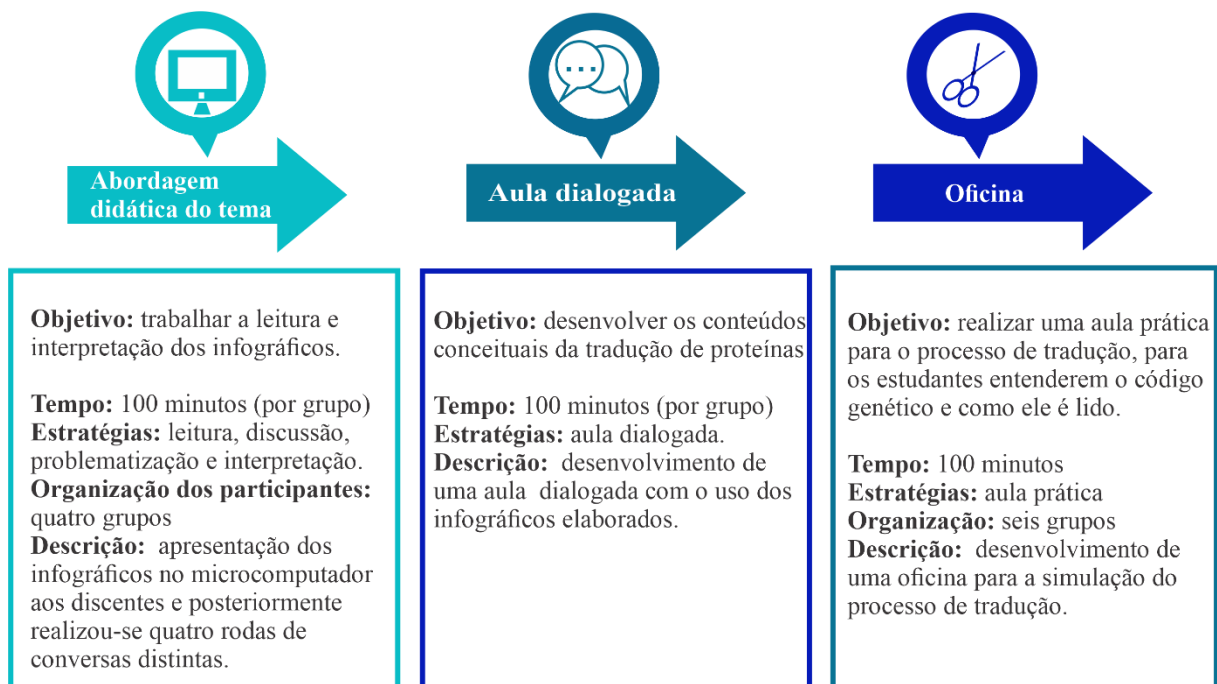
3.8.6 Fase 6: Revisão

Na revisão final, os infográficos sofreram ajustes de estética e conteúdo, provenientes da aplicação dos princípios da TCAM. Após a revisão, foram convertidos do tipo vetor para *bitmaps*, que são imagens formadas por diversos pixels que foram salvas no computador em formato de arquivo *Tagged Image File Format* (TIFF), com o modelo de cor RGB 24.

3.8 Elaboração da sequência didática

Essa etapa concretizou-se na elaboração de uma sequência didática de ensino (Apêndice F), a qual foi baseada nas etapas anteriores do estudo, usando os infográficos com recursos educacionais elaborados nessa pesquisa, composta de três momentos, sendo: (i) abordagem didática do tema; (ii) aula dialogada; e (iii) oficina de simulação do processo de tradução gênica (Figura 3).

Figura 3: Fluxograma dos momentos da sequência didática



Fonte: A autora.

3.9 Aplicação da sequência didática

A etapa de aplicação da sequência didática aconteceu ao longo de quatro fases e consistiu na apreciação e experimentação dos infográficos pelos os participantes por meio da sequência didática, elaborada na etapa anterior desta pesquisa, e nas aplicações dos instrumentos de coletas dados. As quatro fases concretizaram-se em três encontros, que serão descritas a seguir.

3.9.1 Fase 1: Apresentação dos infográficos aos discentes

Nessa fase, deu-se o primeiro encontro com os discentes, organizados em grupos de 10 a 11 participantes, onde primeiramente eles visualizaram os infográficos de fluxo gênico e de tradução, usando os computadores da sala de informática da instituição coparticipante. Solicitou-se que os estudantes visualizassem os infográficos pelo menos quatro vezes. A apresentação dos infográficos teve o objetivo didático pedagógico de leitura e interpretação das infografias (Figura 4).

Figura 4: Apresentação dos Infográficos aos Discentes



Fonte: A autora.

Subsequentemente, foi aplicado o questionário parte I (Apêndice G) para os grupos, composto por oito questões discursivas (Q.1-Q.8), as quais foram analisadas de forma

qualitativa (Quadro 7). Este questionário teve como intuito identificar o perfil dos estudantes e as percepções dos mesmos com relação os infográficos propostos nesta pesquisa.

Para a questão 1 (Q.1) foram consideradas adequadas as respostas quando os estudantes conseguiram expressar que os infográficos são ferramentas para transmitir informações vinculando elementos gráficos como imagens e textos. As respostas da questão 2 (Q.2) foram consideradas adequadas quando submetiam aos assuntos de sínteses de proteína e tradução.

Na questão 3 (Q.3), as respostas foram categorizadas em compreensão e interpretação adequadas: aquelas que explicavam corretamente as questões relacionadas ao conteúdo, além de trazer informações específicas com explicitação das etapas de transcrição e tradução para o infográfico de síntese de proteína; e em tradução, estendeu-se para as etapas de iniciação, alongamento e terminação, conforme o levantamento nas obras de Nelson e Cox (2011); Berg et al. (2017).

Para a categoria compreensão e interpretação parcial das informações da mesma questão, classificaram-se as respostas como vagas ou imprecisas de algumas das etapas apresentadas acima para os infográficos. Na categoria incompreensão das informações, algumas respostas foram classificadas como problemáticas ou indevidas, de acordo com as fases do processo de síntese de proteína e de tradução, caracterizando erros de compreensão e interpretação.

Para a questão (Q.4), estabeleceram-se três categorias: leitura verbal, quando os estudantes relataram que iniciaram pela leitura dos textos; leitura não verbal, quando eles relataram que iniciaram pelos elementos visuais, imagens e ilustrações; e, por fim, respostas não identificadas, que tiveram características imprecisas.

A questão 5 (Q.5) permitiu sondar as dificuldades geradas pelos infográficos. Com ela foi possível organizar as dificuldades apresentadas pelos leitores em: sem dúvida ou dificuldade; dificuldade na terminologia usada na Biologia; dificuldades em entender as etapas do processo; sim, sem detalhar os elementos de dificuldade ou dúvidas; sim, pela a falta de conhecimento prévio; dúvidas na redação; dúvidas nas imagens.

A avaliação da atratividade ficou a cargo da questão 6 (Q.6), ao indagar no questionário e na entrevista “o que mais chamou sua atenção quando utilizou o material?”. Os resultados foram classificados em: estética, quando se relaciona aos elementos da linguagem visual, sendo contrastes, dimensões, ilustrações, cores e textura; organização dos elementos gráficos, quando se relacionou à distribuição espacial dos elementos gráficos; legibilidade, quando se referiam à clareza na percepção das informações e fácil reconhecimento da porção textual e ícones;

dinamicidade, quando se referiam à modalidade de apresentação; e, por fim, mais de uma categoria, quando se relacionou com mais de um categoria.

Os aspectos positivos, negativos e sugestões estavam presentes na questão 7 (Q.7) do questionário e na questão 4A (Q.4A) da entrevista, essa será descrita a seguir. A questão 7 (Q.7), que averiguou os pontos negativos dos infográficos elaborados, categorizou-se em: ausência de pontos negativos; falta de um texto auxiliar; organização dos elementos gráficos; e outros.

Por fim, a questão 8 (Q.8) analisou os elementos gráficos usados nas peças e estabeleceu as seguintes categorias para as respostas: estética (elementos de linguagem visual); organização dos elementos gráficos; legibilidade e leturabilidade (clareza na percepção e interpretação das informações); dinamicidade; mais de uma categoria; acho positivo, mais não identifica os aspectos. Foram utilizados os mesmos critérios para classificação das respostas, já descritos, da questão 6 deste questionário.

Quadro 7: Descrição das categorias das questões do questionário parte I.

(continua)

| Questão | Categorias |
|--|--|
| Q.1. O que é infográfico? | Algo informacional; Não sabe. |
| Q.2. Quais os assuntos tratados nestes infográficos? | Adequada; Inadequada. |
| Q.3. Baseado nos infográficos que acabou de visualizar explique, com suas palavras, o processo que está acontecendo na célula. | Compreensão e interpretação adequada dos infográficos; Compreensão e interpretação parcial dos infográficos; Incompreensão dos infográficos. |
| Q.4. Sobre a leitura e interpretação do infográfico. Por onde você iniciou a leitura? Descreva os pontos utilizados durante a leitura e interpretação. | Leitura verbal; Leitura não verbal (imagens); Não identificou. |
| Q.5. Você teve alguma dúvida ou dificuldade em entender algum elemento dos infográficos? (texto ou imagem) Explique a sua dúvida. | Sem dúvida ou dificuldade; Dificuldade na terminologia usada na Biologia; Dificuldades em entender as etapas do processo; Sim, sem detalhar os elementos de dificuldade ou dúvidas; Sim, pela a falta de conhecimento prévio; Dúvidas na redação; Dúvidas nas imagens. |
| Q.6. O que mais chamou a sua atenção nos infográficos? | Estética (elementos de linguagem visual); Organização dos elementos gráficos; Legibilidade e Leturabilidade (clareza na percepção e interpretação das informações); Dinamicidade; Mais de uma categoria. |

Quadro 7: Descrição das categorias das questões do questionário parte I.*(Contiunidade)*

| | |
|---|---|
| Q.7. O que você achou de negativo nos infográficos? | Ausência de pontos negativos; Falta de um texto auxiliar; Organização dos elementos gráficos; Outros. |
| Q.8 O que você achou de positivo nos infográficos? | Estética (elementos de linguagem visual); Organização dos elementos gráficos; Legibilidade e Leturabilidade (clareza na percepção e interpretação das informações); Dinamicidade; Mais de uma categoria; Acho positivo, mais não identifica os aspectos. |

Q.: questão. Fonte: A autora.

3.9.2 Fase 2: Aplicação da aula dialogada

No segundo encontro com os discentes, com duração de 100 minutos (1h e 40 min), foi ministrada uma aula dialogada (Apêndice F) de síntese de proteína, com o uso dos infográficos (Figura 5). Subsequentemente, procedeu-se à aplicação do questionário parte II (Apêndice G), em que as descrições das categorias das questões estão apresentadas no Quadro 8.

Figura 5: Aplicação da Aula Dialogada

Fonte: A autora.

Na questão 9 (Q.9), foram adotadas as mesmas categorias e critérios da Q.3, permitindo avaliar a compreensão dos estudantes sobre o tema após a aplicação da aula dialogada. As demais questões (Q.10, Q.11 E Q.12) buscaram compreender a eficiência, os aspectos positivos

e negativos dos infográficos na aprendizagem do tema na aula dialogada; entender a utilização deles para os estudantes; e capturar as impressões dos estudantes sobre a aula aplicada de maneira qualitativa.

Quadro 8: Descrição das categorias das questões do questionário parte II

| Questão | Categorias | | |
|---|---|-------------------------------|--|
| Q.9. Baseado nas aulas aplicadas, deste projeto, explique, com suas palavras, como ocorre a tradução (fase 2 da síntese proteica). | Resposta adequada; Resposta parcialmente adequada; Resposta inadequada. | | |
| Q.10. Relate como foi a sua experiência em participar desta aula dialogada de tradução (fase 2 da síntese proteica). | Ampliação do conhecimento científico; Favoreceu a aprendizagem do tema; Foi atrativa; Teve contextualização e discussões; Diversifica, dinâmica, criativa, interessante. | | |
| Q.11. Esta aula sobre o processo de tradução (fase 2 da síntese proteica) facilitou a sua compreensão deste processo biológico? () Sim () Não Justifique sua resposta: | <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1007 1025 1233 1700">Sim, favoreceu a aprendizagem</td> <td data-bbox="1233 1025 1423 1700">ao uso dos infográficos associados a explicação do professor; a explicação do professor; a utilização de estratégias de ensino diversificadas; aos uso dos infográfico; a associação das estratégias diversificadas com a explicação do professor.</td> </tr> </table> | Sim, favoreceu a aprendizagem | ao uso dos infográficos associados a explicação do professor; a explicação do professor; a utilização de estratégias de ensino diversificadas; aos uso dos infográfico; a associação das estratégias diversificadas com a explicação do professor. |
| Sim, favoreceu a aprendizagem | ao uso dos infográficos associados a explicação do professor; a explicação do professor; a utilização de estratégias de ensino diversificadas; aos uso dos infográfico; a associação das estratégias diversificadas com a explicação do professor. | | |
| Q.12. O que você achou desta forma de ensino proposto nesta aula de tradução (fase 2 da síntese proteica)? | Favoreceu a aprendizagem e a ampliação do conhecimento científico; Foi atrativa; Teve contextualização e discussões; Diversifica, dinâmica, criativa, interessante. | | |

Q.: questão. Fonte: A autora.

3.9.3 Fase 3: Oficina de simulação do processo de tradução

Essa fase compreendeu a execução da oficina de simulação (Figura 6) do processo de tradução, programada como uma das atividades da sequência didática (Apêndice F), em que os participantes foram organizados em seis grupos, confeccionaram os seus RNA mensageiros e simularam o encadeamento dos aminoácidos da proteína, pelos RNA transportadores, sobre a leitura dos códons do RNA mensageiro realizado pelo ribossomo.

A aplicação da oficina aconteceu em dois momentos no mesmo dia. Em um primeiro momento, participaram quatro grupos e no segundo, participaram dois grupos. Cada aplicação teve duração de 100 minutos (1h e 40 min) e, para isto, foi utilizado o espaço da biblioteca da instituição coparticipantes.

Figura 6: Aplicação da Oficina

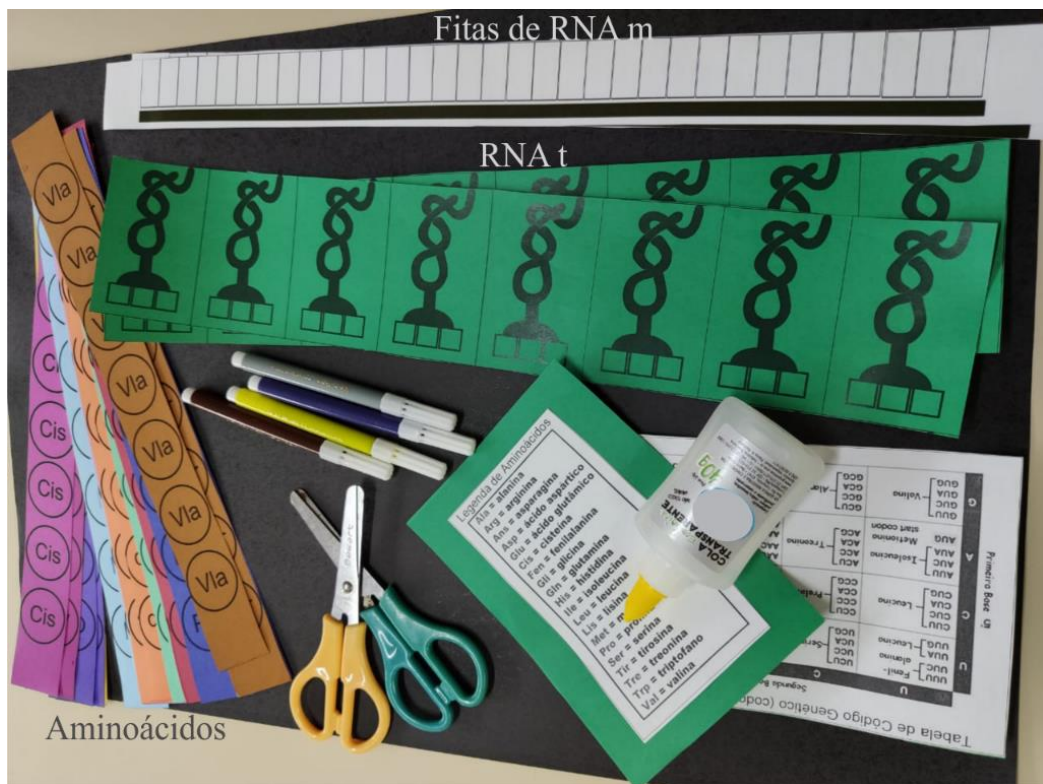


Fonte: A autora.

Para a confecção do *kit*, foram utilizados materiais de baixo custo, sendo tesoura, papel color set, cola, xerocópias, tabela de codificação genética, canetas hidrográficas de várias cores. Para simular o mRNA, o tRNA e para destacar as bases nitrogenadas (Figura 7), utilizaram-se

cores padronizadas na grafia do símbolo de cada base, evidenciando que cada sequência de bases existentes no tRNA se encaixava 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 7: Materiais recebidos pelos grupos na oficina



Fonte: A autora.

Após o término da oficina de simulação, foi distribuído o questionário parte III composto por três questões, sendo que as 13 e 14 buscaram compreender se a oficina contribuiu para a aprendizagem e a 15 recolheu as opiniões dos estudantes acerca da atividade ter sido realizada em grupo. As questões e suas respectivas categorias podem ser visualizadas no Quadro 9, a seguir:

Quadro 9: Descrição das categorias das questões do questionário parte III

| Questões | Categorias |
|--|--|
| Q.13. Você participou de três etapas deste projeto, sendo que, na primeira ocorreu a apresentação dos infográficos; na segunda uma aula dialogada com o tema tradução; e por último uma oficina de simulação de montagem de proteína. A oficina atuou na facilitação da sua aprendizagem e fixação do processo de tradução? Justifique sua resposta? | Uma atividade que alia a teoria à prática; Tornou mais fácil a assimilação do conteúdo; Uma atividade lúdica e dinâmica; O processo de tradução tornou-se mais concreto; Foi estratégia diferente do ensino tradicional. |
| Q.14 Relate como foi a sua experiência em participar da oficina de simulação de tradução? | Atividade motivacional para aprendizagem; Facilitou a aprendizagem do tema. |
| Q.15 Qual a sua opinião acerca desta oficina ter sido desenvolvida em grupo? | Compartilhamento de conhecimento; Construção coletiva de conhecimento; Interação e socialização. |

Q.: questão. Fonte: A autora.

3.9.4 Fase 4: Entrevista semiestruturada

Nessa fase, aconteceu o sorteio do grupo amostral de 13 estudantes. Estes estiveram na fase 3 para participar de uma entrevista semiestruturada (Apêndice H). A entrevista consistiu em captar as opiniões dos discentes em relação ao que compreenderam do conteúdo, ao uso do material, estimulando-os a expressarem opiniões. Todo o processo foi gravado por meio de um dispositivo eletrônico com autorização dos participantes. Após a transcrição dos áudios, realizou-se a análise e exploração do material e análise dos resultados. Os discentes receberam o termo de autorização para utilização de imagem e sons para fins de pesquisa do participante, conforme recomendações éticas.

Após os estudantes sinalizarem que haviam terminado a fase da oficina, a pesquisadora convidou os estudantes sorteados a participarem da entrevista semiestruturada. Dentre os participantes, treze disponibilizaram-se a ser entrevistados. A entrevista foi dividida em: (i) sobre os infográficos elaborados; e (ii) sobre a aula dialogada aplicada. O roteiro completo da entrevista pode ser encontrado no Apêndice H. As respostas obtidas foram categorizadas (Quadro 10).

Quadro 10: Descrição das categorias da entrevista

| Questões | Categorias |
|---|--|
| Q.1. Imagine, que um colega seu, tenha dificuldade de entender este tema de tradução, você indicaria os infográficos elaborados nesta pesquisa? | Facilitador de ensino-aprendizagem; Auxilia a compreensão de abstrações; Uma ferramenta didática que facilita a leitura e interpretação. |
| Q.2. Você teve alguma dúvida ou dificuldade em entender algum elemento dos infográficos? (texto ou imagem) | Não, houve dúvida ou dificuldade; Sim, nas imagens; Sim, na terminologia usada na Biologia; Sim, na redação; Sim, pela a falta de conhecimento prévio. |
| Q.3. A). O que mais chamou sua atenção nos infográficos? | Estética (elementos de linguagem visual); Organização dos elementos gráficos; Legibilidade e Leturabilidade (clareza na percepção e interpretação das informações); Dinamicidade; Mais de uma categoria. |
| Q.3. B). O que mais chamou sua atenção na aula dialogada? | Infográficos; Explicação |
| Q.4. A) você teria sugestões de melhoria para os infográficos? | Não tem sugestões; Falta de texto auxiliar. |
| Q.4. B) Você teria sugestões de melhoria para a aplicação da aula? | Não tem sugestões. |
| Q.5. Esta aula facilitou ou dificultou a sua aprendizagem do tema de tradução? Por quê? | Facilitou a aprendizagem |
| Q.6. Conta como foi a sua experiência em participar desta aula de síntese proteica. | Favoreceu a aprendizagem e a ampliação do conhecimento científico; Foi atrativa; Teve contextualização e discussões; Diversifica, dinâmica, criativa, interessante. |

Q.: questão da entrevista. Fonte: A autora.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresenta-se os resultados detalhados do estudo e as discussões de todos os dados relacionados às análises: (1) análise das imagens dos livros didáticos; e (2) análise da sequência didática.

4.1 Avaliação das imagens dos livros didáticos

Essa análise não teve o objetivo de comparar livros didáticos. Visou-se, nesta proposta, um estudo exploratório sobre a forma como tais livros apresentam suas imagens sobre o conteúdo do processo de tradução, a qualidade das mesmas e suas respectivas legendas. Também foram analisados os princípios da TCAM nessas imagens.

Dos trinta livros (volume 1, 2 e 3) das dez coleções do PNLD/MEC 2018 consultados, em seus respectivos sumários, foram identificados apenas dez volumes que apresentavam a abordagem do tema de tradução “síntese de proteína”. Os capítulos de estudo foram localizados e em sequência as imagens relevantes para a pesquisa (Quadro 11).

As representações visuais analisadas somaram-se 54 ilustrações, compondo a amostragem geral. Cabe ressaltar que a presente amostra de estudo por livro não somou a totalidade das imagens do capítulo selecionado, devido aos critérios de seleção estabelecidos que nesse trabalho contemplaram a análise das informações abordadas nas imagens; a qualidade das imagens quanto a sua nitidez; o tipo de legendas presentes; e os princípios instrucionais da TCAM relativos a contiguidade espacial, as coerências e a sinalização, todos já detalhados na metodologia do trabalho.

Quadro 11: Identificação das Imagens

| Identificação do livro | Volume analisado | Número de imagens | Identificação das imagens |
|------------------------|------------------|-------------------|--|
| L1 | 1 | 6 | L1.A; L1.B; L1.C; L1.D; L1.E; L1.F |
| L2 | 1 | 7 | L2.A; L2.B; L2.C; L2.D; L2.E; L2.F; L2.G |
| L3 | 3 | 6 | L3.A; L3.B; L3.C; L3.D; L3.E; L3.F |
| L4 | 1 | 7 | L4.A; L4.B; L4.C; L4.D; L4.E; L4.F; L4.G |
| L5 | 1 | 3 | L5.A; L1.5; L5.C |
| L6 | 1 | 4 | L6.A; L6.B; L6.C; L6.D |
| L7 | 3 | 4 | L7.A; L7.B; L7.C; L7.D |
| L8 | 3 | 7 | L8.A; L8.B; L8.C; L8.D; L8.E; L8.F; L8.G |
| L9 | 3 | 5 | L9.A; L9.B; L9.C; L9.D; L9.E |
| L10 | 2 | 5 | L10.A; L10.B; L10.C; L10.D; L10.E |

L: livro. Fonte: A autora.

4.1.1 Análise das informações abordadas nas imagens

Os livros (L) 2, 4 e 8 tiveram uma amostragem maior de imagens que atenderam aos critérios de seleções propostos, e o livro L5 teve a menor quantidade, no entanto suas imagens ocupavam uma maior área nas páginas. Pelos dados levantados, em relação aos assuntos tratados nas 54 imagens (Tabela 1), predominaram 20 (37%) sobre a tradução gênica; seguidos de 15 (27,8%) de transcrição; 13 (24%) de representação dos tipos de ácidos ribonucleicos e suas respectivas partes; e, finalmente, 6 (11,2%) que representavam o fluxo da informação gênica.

Tabela 1: Classificação das imagens quanto aos assuntos tratados

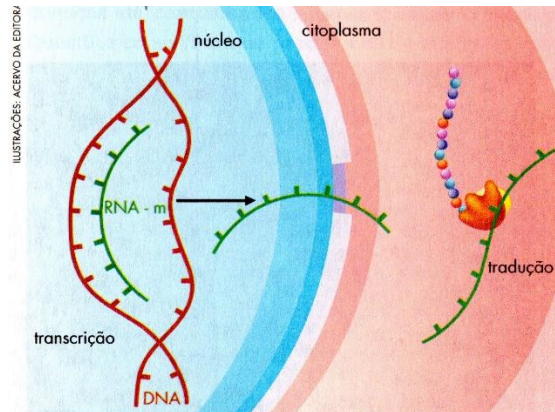
| Categorias | Quantidade | Porcentagem |
|-------------------------------|-------------------|--------------------|
| Tradução gênica | 20 | 37% |
| Transcrição | 15 | 27,8% |
| Tipos de ácidos ribonucleicos | 13 | 24% |
| Fluxo de informações gênicas | 6 | 11,2% |
| Total | 54 | 100% |

Fonte: A autora

Constatou-se que 5 (50%) dos livros analisados não deixavam claro as fases da tradução, trazendo-as de forma implícita, as quais são iniciação, alongamento e término. Os livros L1, L6, L9 as representam, porém não deixam assinaladas na própria figura ou na legenda onde é o início de cada etapa. Essas representações analisadas geravam a ideia que o processo de tradução ocorre sem etapas. Em contraponto, dos livros L4 e L8, coincidentemente, foram usadas três ilustrações para a tradução, nas quais cada uma representava uma fase do processo e as deixavam explícitas nas suas legendas.

Nas imagens dos livros foram constatados aspectos frágeis quanto aos conceitos do processo de transcrição e tradução, especialmente sobre este último, que é o foco do presente trabalho. Dentre esses aspectos, foi destacada a falta de identificação dos tipos de aminoácidos presentes em 9 das imagens de tradução, assim com a Figura 8 (L2.B), alguns autores identificam somente a metionina, o que totalizava 45% delas, bem como a ausência de uma relação de ordem dos aminoácidos no polipeptídeo com o códon do mRNA. Consequentemente, tais características podem resultar em uma falsa impressão ao leitor de que os aminoácidos são todos iguais e que as disposições da ordem deles no polipeptídeo independem da tradução do códon genético.

Figura 8: Exemplo de imagens que não identificam os tipos de aminoácidos no polipeptídio e as bases nitrogenadas



▣ **Figura 6.4** O esquema mostra as etapas de transcrição e tradução em eucariotos: no núcleo, a informação para a confecção de uma proteína passa da fita-molde do DNA para o RNA mensageiro (RNAm), caracterizando a transcrição; no citoplasma é feita a tradução, isto é, a leitura da mensagem do RNAm, em interação com os ribossomos, onde ocorre a fabricação das proteínas.

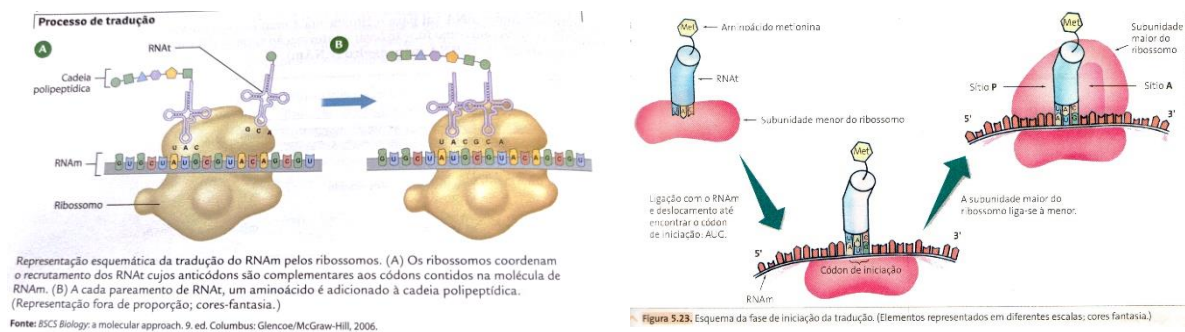
Fonte: Bizzo (2016, p.126).

Nas obras de Nelson e Cox (2011) e Berg et al. (2017), fica evidente que as proteínas são resultado da expressão gênica, e que os polipeptídios são formados pela sequência específica de aminoácidos. É essa relação de correlação entre os códons do RNA mensageiro (mRNA) e os aminoácidos que é conhecida como código genético, que codifica o polipeptídio. Em síntese, o produto da tradução é um polipeptídio, cuja sequência dos aminoácidos reflete a sequência dos códons do mRNA, e isso não fica compreensível nas imagens dos livros analisadas acima, de tradução gênica.

As imagens que explicam os processos de transcrição e tradução somaram 35 (64,8%) da amostragem geral. Destas, foi detectado que 13 imagens de transcrição e tradução, que perfazia a 37,1% da soma dessas duas juntas, não diferenciavam as bases nitrogenadas pertencentes aos nucleotídeos (Figura 8). As demais especificavam as bases nitrogenadas por meio de cores, letras e formas geométricas como por exemplo a Figura 9a (L10.D). Quando não há distinções das bases nitrogenadas nas imagens, pode gerar dificuldades para que o estudante compreenda a regra do pareamento das bases e a complementariedade das mesmas, entre a fita de DNA molde e RNA em formação. Nas imagens de tradução, essa falta dos nucleotídeos resulta em uma impossibilidade de assimilação, por parte do estudante, do pareamento do anticódon com o códon complementar do RNA mensageiro. Já nos livros 7 e 8, os autores apresentam somente o pareamento para os códons de iniciação e terminação nas imagens L2.D, L8.E, L8.F e L8.G, exemplificado na Figura 9b (L8.E).

Figura 9: Exemplos de representações das bases nitrogenadas

- a) Imagem com todas as bases nitrogenadas identificadas b) Imagem com somente as bases nitrogenadas do códon de iniciação identificadas



Fonte: a) Thompson e Rios (2016, p. 194) e b) Lopes e Rosso (2016, p. 125).

Com relação aos ribossomos ilustrados pelos livros didáticos, foram detectadas omissões de informações, uma vez, que informações essenciais não foram ilustradas, comprometendo a compreensão. Primeiro, 7 (70%) dos livros analisados (L1, L2, L3, L4, L5, 6 e L10) não apresentam a associação das subunidades dos ribossomos na fase de iniciação, exemplificado na Figura 9a (L10.d). Essa associação deve ser representada, pois, segundo Alberts et al. (2017), quando a síntese de proteínas não está ativa, as duas subunidades estão separadas, como já mencionado. Quando essas imagens iniciam esse processo bioquímico, já com o ribossomo, pode proporcionar uma ideia equivocada para os estudantes da fase de iniciação.

A segunda omissão observada nos ribossomos foi a falta de representação dos seus sítios, como nas imagens L2.G, L3.D, L5.C, L6.D e a L10.D (Figura 9a). Faz-se necessária a representação dos sítios nas imagens para proporcionar os movimentos coordenados de translocação do ribossomo no RNAm. Ademais, pode gerar a compreensão no leitor de que a catálise da formação das ligações peptídicas entre os aminoácidos é realizada nesses sítios.

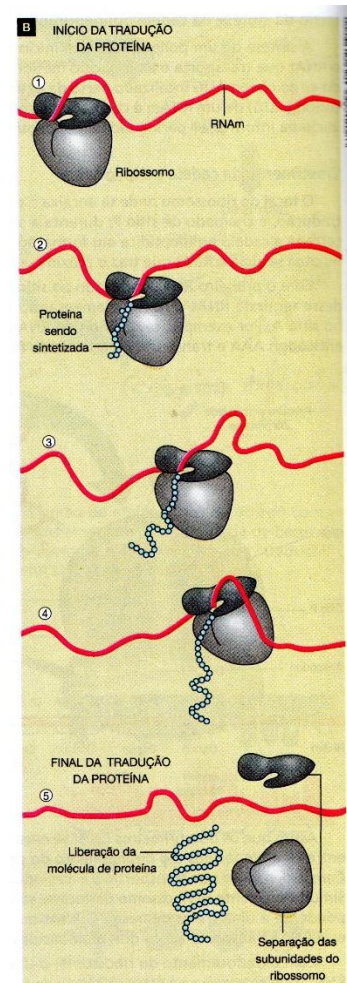
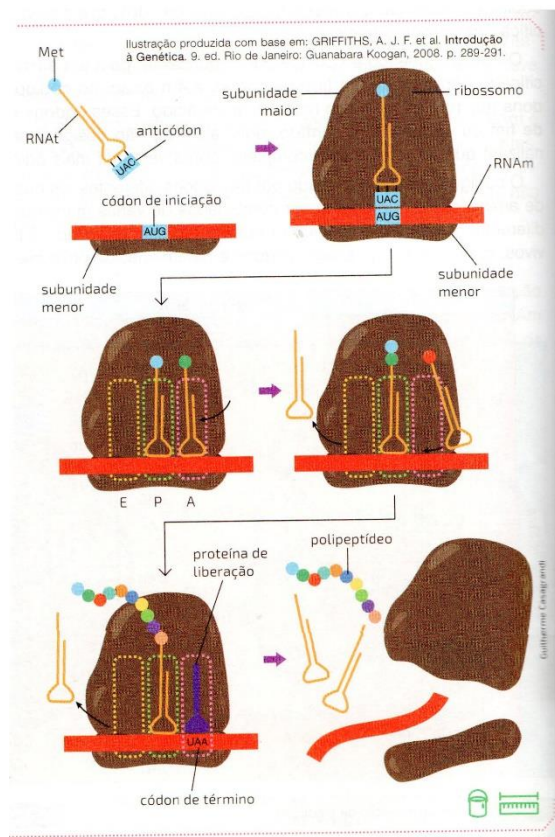
Como se sabe, a síntese de proteínas é guiada pela informação presente nas moléculas de mRNA. Para manter a fase de leitura correta e assegurar a exatidão, a síntese proteica é realizada no ribossomo, uma estrutura catalítica complexa, onde suas unidades de RNA ribossômico se associam a uma molécula de mRNA, para iniciar a síntese de proteína (ALBERTS et al., 2017).

Sobre a fase de terminação, como se pontuou no referencial teórico deste trabalho, existem códigos genéticos que não codificam aminoácidos, mas são sinais de término da síntese

da cadeia polipeptídica e existem os fatores que catalisam a terminação, pois a reação de terminação consiste na liberação do polipeptídeo pronto do tRNA, desvinculando o último tRNA do ribossomo e na dissociação do ribossomo do mRNA. Porém, percebeu-se em poucos livros (apenas o L4, L7, L8 e L9), ou seja, 40% da totalidade analisada que representam o códon de paradas e fatores de terminação com na Figura 10a (L7.D). O livros 6 usa o códon de parada, mas não fatores de terminação. Os demais livros deixam as fases de terminação sem a representação dos fatores de terminação e o códon de parada, como o apresentado na Figura 10b (L1.F).

Figura 10: Exemplos de representações da fase de terminação na tradução

- a) Imagem que representa o código de parada e os fatores de terminação b) Imagem que não representa somente o códon de parada e os fatores de terminação



Fonte: a) Ogo e Godoy (2016, p. 92) e b) Amabis e Martho (2016, p. 126).

Quando os estudantes estão estudando as representações visuais, eles estão decodificando os elementos gráficos envolvidos e essa leitura pode moldar as representações

mentais. A construção de modelos mentais contribui para um melhor entendimento dos fenômenos, sendo fundamental um *design* apropriado, pois podem levar os estudantes a adoção de uma visão mais científica, ou estabelecer conceitos errôneos (PAPAGEORGIOU et al., 2019). As imagens dos livros didáticos, portanto, devem conter conceitos e informações fidedignas. Existem evidências de que qualquer desatenção ao projetar as imagens pode levar a concepções equivocadas. Dessa forma, o livro didático desempenha um papel dominante, com repertório de verdades absolutas para os aprendizes (PAPAGEORGIOU et al., 2017). É relevante a atenção dos autores das obras e dos professores que fazem a seleção dos livros em relação às imagens.

Os livros didáticos têm forte presença na rotina escolar e servem para suporte de ensino e aprendizagem. Segundo o portal do Fundo Nacional da Educação Básica, todas as escolas públicas de Educação Básica recebem os livros do programa PNLD. Esse dado se justifica em pesquisas, tais como: Santos e Martin (2011) e Theodoro et al. (2015), que constatam que os livros didáticos são os recursos mais utilizados em sala de aula das escolas públicas brasileiras, devido à facilidade do seu acesso na rede pública de ensino. Coutinho et al. (2010) vão um pouco mais além ao afirmarem que, em algumas escolas, o livro didático é o principal recurso de acesso às ciências.

Os livros do PNLD exercem influência sobre a formação intelectual e cidadã do estudante e sobre a prática dos docentes, servindo de suporte para as abordagens metodológicas e didáticas e até mesmo para atualização de conteúdos para os professores (SOUZA; GOUVEIA, 2009). Gkitzia et al. (2010) acrescentam que eles são ferramentas de estudo extraclasse e fonte de pesquisas após os estudantes concluírem a Educação Básica. Sendo assim, eles não podem ter fatores limitantes na compreensão do conteúdo.

Na área da Biologia, os livros didáticos têm sido um instrumento do ensino teórico e técnico da ciência, sendo um mediador de conceitos, teorias e das linguagens científicas (LACERDA; ALBÍLIO, 2017). É importante salientar que as imagens nos livros de Biologia possuem grande significância, principalmente diante dos conteúdos abstratos que esse componente curricular possui, favorecendo os processos de ensino e aprendizagem (BADZINSKI; HERMEL, 2015).

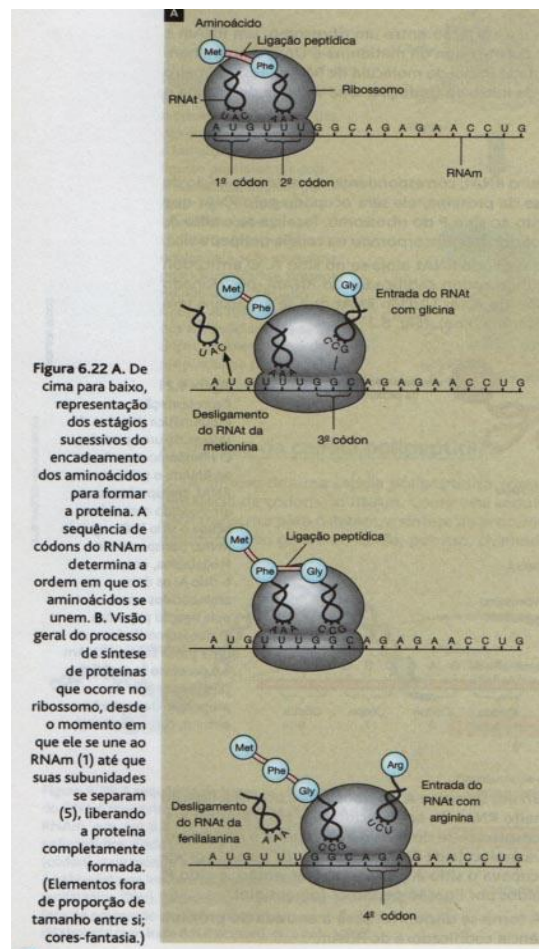
É oportuno salientar a advertência de diversos autores na afirmação de que as imagens possuem um grande potencial instrucional no ensino e aprendizagem, diminuindo a abstração de conceitos e teorias, facilitando a percepção do estudante, proporcionando uma comunicação mais objetiva e clara (COUTINHO et al., 2010; BADZINSKI; HERMEL, 2015; CURSINO; RAMOS, 2016; NEVE et al., 2016).

São de grande importância as imagens submicroscópicas nos livros didáticos, devido à sua contribuição para a conexão do submundo (invisível) e macro-mundo (visível), (PAPAGEORGIU et al., 2017). Por exemplo, ao se estabelecer a relação das ligações peptídicas dos aminoácidos para formar uma proteína, nas representações imagéticas, torna-se possível que os estudantes compreendam que as proteínas são macromoléculas formadas por uma sucessão de moléculas menores, os aminoácidos.

4.1.2 Análise da qualidade das imagens

Todas as imagens analisadas possuíam nitidez (critério V1 - qualidade nas imagens), por não apresentarem elementos visuais que distorciam o conteúdo. Porém, algumas imagens utilizavam elementos visuais que as deixaram pouco atrativas para o leitor, seja nas cores, contrastes e formas como pode-se analisar na Figura 11 (L1.F).

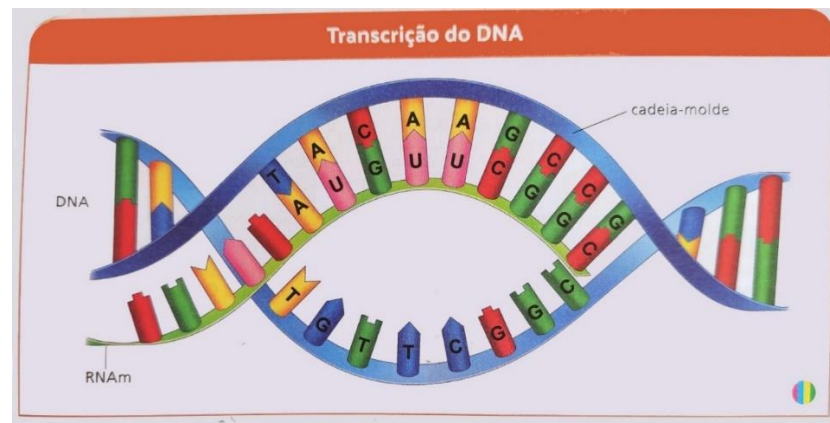
Figura 11: Ilustração pouco atrativa. Exemplo de imagem pouco atrativa para o leitor das etapas de tradução, presente no livro1.



Fonte: Amabis e Martho (2016, p.126).

No entanto, em sentido oposto à imagem L1.F, a maioria dos autores utilizavam elementos visuais, que resultaram em imagens mais atrativas ao leitor, conforme pode-se observar na Figura 12 (L9.A).

Figura 12: Ilustração atrativa. Exemplo de imagem atrativa para o leitor da transcrição, presente no livro 9.



Fonte: Mendonça (2016, p.203).

A decodificação da informação contida no *design* tem relação com a forma com que a visão organiza e interpreta os seus elementos, formas, estruturas, tamanhos, texturas e cores, que, em conjunto, formam um significado geral. As cores são elementos indispensáveis para a organização e interpretação por atuarem na percepção, unificando os outros elementos. Além disso, por meio de associações mentais, as cores podem representar objetos concretos ou ideias abstratas, funcionando como signos (MENEZES; PEREIRA, 2017). A cor pode contribuir para a clareza e o equilíbrio visual da composição, mas também para enfatizar e organizar informações visuais complexas (ARNKIL, 2013).

A qualidade das imagens é importante nos livros didáticos porque os conhecimentos científicos contidos neles passam pela compreensão da modalidade textual e pelas exibições visuais. Logo, as ilustrações precisam estar nítidas, visualmente atraentes, coloridas e com alta qualidade, uma vez que as representações visuais “constituem um meio amplamente aceito no diálogo científico, tendo potencial particular para comunicar aspectos da natureza e para indicar o conteúdo de ideias” (COUTINHO et al., 2010, p. 3).

Vale ressaltar que os critérios sobre a qualidade das ilustrações são exigidos no edital de convocação para o processo de inscrição e avaliação de obras didáticas do PNLD 2018. No que diz respeito às ilustrações, elas devem:

- a. ser adequadas às finalidades para as quais foram elaboradas;
- b. ser claras e precisas;
- c. retratar adequadamente a diversidade étnica da população brasileira, a pluralidade social e cultural do país;
- d. quando, de caráter científico, respeitar as proporções entre objetos ou seres representados ou legendar os casos com eventuais desproporções;
- e. estar acompanhadas dos respectivos créditos e da clara identificação da localização das fontes ou acervos de onde foram reproduzidas;
- f. apresentar títulos, fontes e datas, no caso de gráficos e tabelas;
- g. apresentar legendas, escala, coordenadas e orientação em conformidade com as convenções cartográficas, no caso de mapas e outras representações gráficas do espaço (BRASIL, 2015, p. 35).

As imagens existentes nos livros didáticos merecem atenção quanto às suas exibições, uma vez que estão presentes em grande parte dos livros, onde introduzem, ilustram, complementam e exemplificam os textos, além de contribuírem pedagogicamente. Dados os seus recursos iconográficos, atraem a curiosidade e auxiliam a superar a abstração dos estudantes (BADZINSKI; HERMEL, 2015).

Mesmo com as potencialidades das imagens, elas podem conter elementos visuais que geram dificuldades na compreensão de conceitos, que estão correlacionadas à falta de transparência imagética em relação a imagem e o objeto real (SILVA, 2006), uma vez que representações são subjetivas de ideias e conceitos de seus elaboradores. Ou seja, “a imagem está sempre impregnada de elementos pessoais, muito mais do próprio autor, que aqueles mais condizentes com as necessidades do estudante” (NEVES et al., 2016, p.96).

4.1.3 Análise das legendas

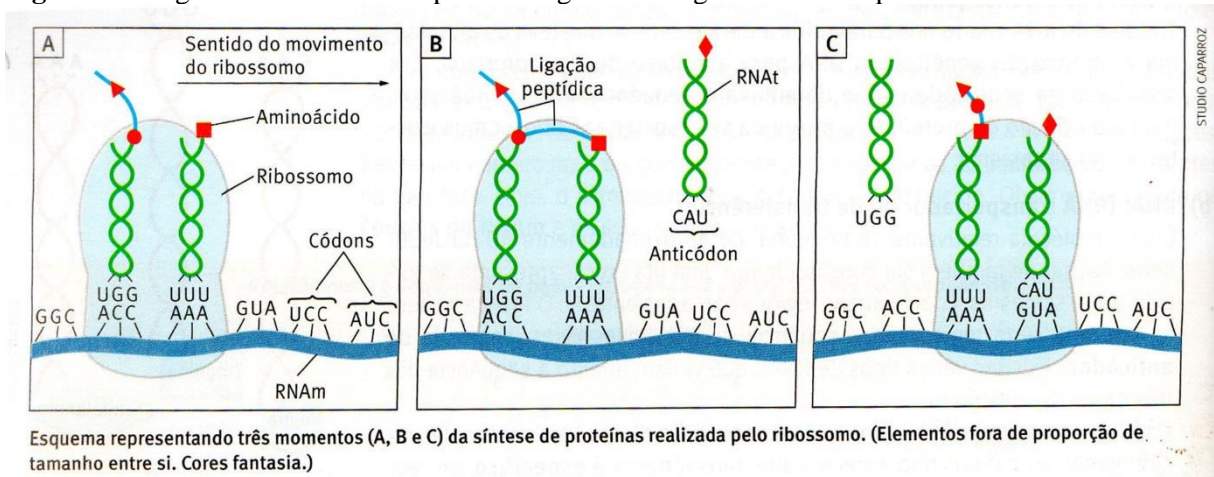
No total 51 (94,4%) das imagens analisadas apresentaram legendas. Foram consideradas legendas textos verbais ligados diretamente às imagens que as acompanham. No que tange à análise dos resultados do critério V2, que examinou se as representações imagéticas eram acompanhadas por legenda, 27 (50%) das legendas foram classificadas como sintéticas; 24 (44,4%) explicativas e 3 (5,6%) não apresentam legenda (Tabela 2). Pode-se observar que os livros 3, 4, 6, 8 têm preferências por legendas sintéticas, diferente dos livros 1, 2 e 10 que apresentam legendas explicativas. Ainda, foi possível observar que os livros 7 e 9 têm imagens sem presença da legenda.

Tabela 2: Presença ou ausência de legenda nas imagens analisadas nos livros didáticos

| Identificação do livro | Legenda sintética | Legenda explicativa | Sem legenda |
|------------------------|-------------------|---------------------|-------------|
| L.1 | 1 | 5 | 0 |
| L.2 | 0 | 7 | 0 |
| L.3 | 5 | 1 | 0 |
| L.4 | 6 | 1 | 0 |
| L.5 | 1 | 2 | 0 |
| L.6 | 3 | 1 | 0 |
| L.7 | 2 | 0 | 2 |
| L.8 | 7 | 0 | 0 |
| L.9 | 2 | 2 | 1 |
| L.10 | 0 | 5 | 0 |
| Total | 27 | 24 | 3 |

L.: livro. Fonte: A autora.

Conforme observado no resultado acima, parece haver uma preferência dos autores por legendas sintéticas como a usada na Figura 13 (L3.E), nas quais há uma indicação do que está sendo visualizado (os três momentos da síntese de proteína), mas não explica o fenômeno ilustrado. Os autores inclusive esclarecem ao leitor que para entender o esquema é necessário acompanhar o texto principal.

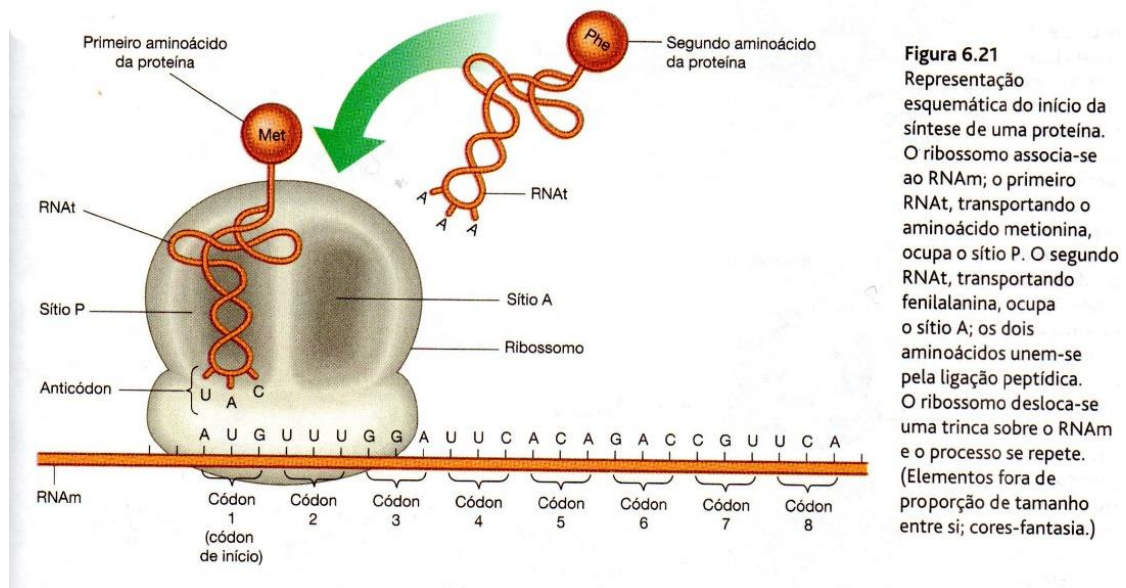
Figura 13: Legenda sintética. Exemplo de imagem com legenda sintética presente no livro 3.

Fonte: César et al. (2016, p. 48).

As legendas sintéticas, como as utilizadas em quase todos os livros, podem comprometer a compreensão (CURSINO; RAMOS, 2016) porque não proporcionam uma autonomia de interpretação ao estudante sobre a imagem, necessitando submeter-se ao texto principal para compreender os elementos simbólicos (WOODWARD et al., 1993). Barrass (1991) constata que a maioria das pessoas não leem o texto principal para examinar as imagens.

As legendas classificadas como explicativas são aquelas que direcionam as partes importantes das imagens, facilitando a compreensão do tema, sendo autossuficiente na interpretação dos elementos simbólicos apresentados. Na Figura 14 (L1.E), observa-se um exemplo de legenda explicativa, a qual explica o processo de tradução com objetividade e explicitude.

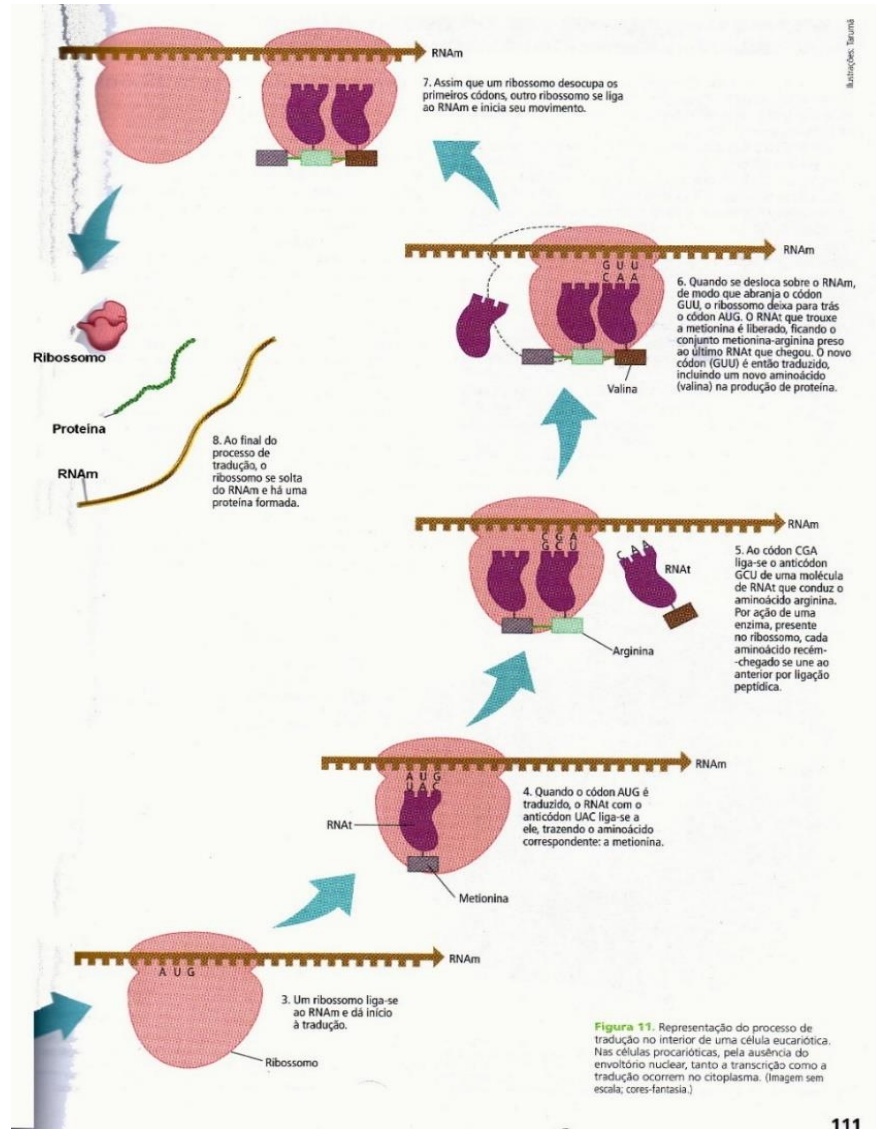
Figura 14: Legenda explicativa. Exemplo de imagem exposta no livro 1 com legenda explicativa.



Fonte: Amabis & Martho (2016, p. 124).

Cursino e Ramos (2016) afirmam que seria relevante se todas as imagens possuísem legendas explicativas, já que as mesmas auxiliam no entendimento do leitor. Nos livros L.5 e L.9, há imagens com legendas explicativas, com informações conflitantes em relação a representação imagética, visto que explicam elementos não representados. A Figura 15 (L5.E) representa as etapas da tradução de uma célula eucarionte, porém, em sua legenda, há explicações da síntese de proteína em procarionte, a qual não é apresentada na ilustração. Já no livro L.9 a autora faz menção à enzima RNA polimerase na legenda de L9.A, porém ela não está ilustrada.

Figura 15: Legenda com informações conflitantes. Exemplo de imagem, do livro 5 com legenda com informações conflitantes, pois menciona elementos que não estão representados.



Fonte: Favaretto (2016, p.111).

As imagens são polissêmicas e, muitas vezes, os leitores as examinam com superficialidade, sendo assim, poderia se tornar substancial a inserção de palavras, em legendas e/ou verbetes verbais que auxiliem na interpretação (BADZINSKI; HERMEL, 2015).

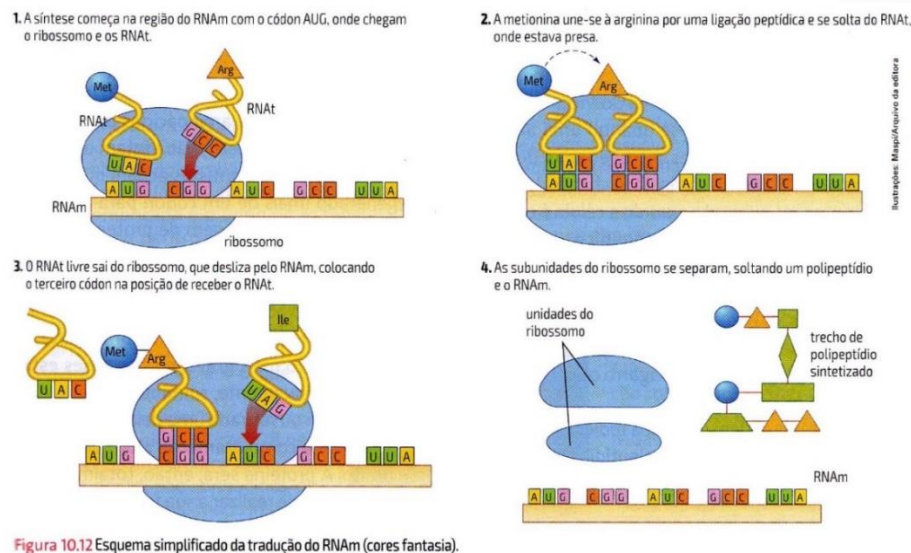
Quanto às legendas, elas têm um papel fundamental na interpretação e na produção de significados para a imagem, porque auxiliam na identificação dos elementos visuais representados, além de proporcionarem ênfase aos pontos principais (SOUZA; GOUVÊA, 2009). Em síntese, elas têm a função de apresentar as informações vinculadas aos elementos simbólicos contidos nas imagens, para proporcionar autossuficiência ao leitor.

Para a autora Gkitzia (2010), as legendas são incumbidas de tornar as imagens independentes dos textos vinculados a elas, favorecendo ao leitor obter informações relevantes

de forma ágil. Nesse sentido, as legendas precisam ser completas, claras e concisas, para que possam garantir o entendimento mesmo sem ter lido o texto principal, sendo recursos essenciais para as ilustrações dos livros didáticos (BARRASS, 1991).

Constatou-se que alguns autores usaram em L1.F, L4.A, L5.C, L6.A, L6.D, L8.A, L8.E, L8.F, L8.G e L9.E, além da legenda sintética, etiquetas verbais que são pequenas frases explicando o processo esquematizado por etapa, integradas à imagem que facilitam a compreensão do tema ilustrado. Todas essas imagens, exceto a L1.F, estão acompanhadas de legendas classificadas como sintéticas. As imagens Figura 16 (L5.C) e Figura 16 (L6.D) são exemplos de imagens com etiquetas verbais. Na Figura 16 (L6.D), observa-se uma legenda sintética e com frases próximas aos elementos simbólicos, explicando os processos esquematizados.

Figura 16: Legenda Sintética. Exemplo de imagem exposta no livro 6, B, classificada com legenda sintética, mas que apresenta texto associados na imagem.



Fonte: Linhares et al. (2016, p. 127).

Os autores que optaram por colocar as etiquetas verbais usaram as estratégias de integração de palavras e imagens que, segundo o Mayer (2009), favorecem o estudante na aprendizagem de multimídia, o qual é dependente da construção de conexões entre representações mentais das palavras e figuras correspondentes e aos processos de aprendizagem ativa. Sendo assim, essas imagens atenderam ao princípio de contiguidade espacial.

Quanto ao princípio de contiguidade espacial, proposto por Mayer (2009), aplicado para a legenda, o pesquisador afirma que ela deve conter as palavras mais relevantes e já contidas no texto principal e ser integrada à ilustração, ou seja, o mais próximo possível da imagem

relacionada. Com essa compreensão, enfatiza-se sobre a relevância da legenda próxima à imagem; assim, o aprendiz não precisa usar recursos cognitivos na busca visual das informações em espaços distantes na página. Resumindo, é o que Mayer (2009) denomina de carga irrelevante ou extrínseca, uma vez que a mente humana tem um limite para o processamento das mensagens.

4.1.4 Análise da classificação das imagens

Nessa análise, foram consideradas 54 imagens no total, as quais foram classificadas em duas categorias: Sem Valor Didático (SV) e Com Valor Didático (CV). Quanto às imagens Sem Valor Didático, essas se apresentaram como Decorativas e/ou Representativa e as imagens Com Valor Didático se apresentavam em Organizacionais e/ou Explicativas. A partir da classificação das imagens, foi possível categorizá-las.

A categoria SV foi constituída pela somatória das imagens decorativas e das representativas, perfazendo um total de 4 (7,4%) da amostragem. Enquanto a categoria CV foi o resultado da soma das imagens organizacionais e explicativas, compreendendo um total de 50 (92,6%), o que evidencia a supremacia destas últimas nas amostras.

Com relação à classificação das imagens (Tabela 3), predominaram: 37 (68,5%) explicativas, seguidas por 13 (24,1%) organizacionais e finalmente 4 (7,4%) representativas. As explicativas mantiveram-se em maior frequência, uma vez que os processos de tradução e transcrição são compostos por etapas detalhadas, então, certamente, houve o interesse de seus idealizadores na utilização destas em detrimento daquelas, em decorrência da complexidade do conteúdo, por serem fenômenos submicroscópicos e usarem conceitos que escapam à percepção sensorial dos estudantes.

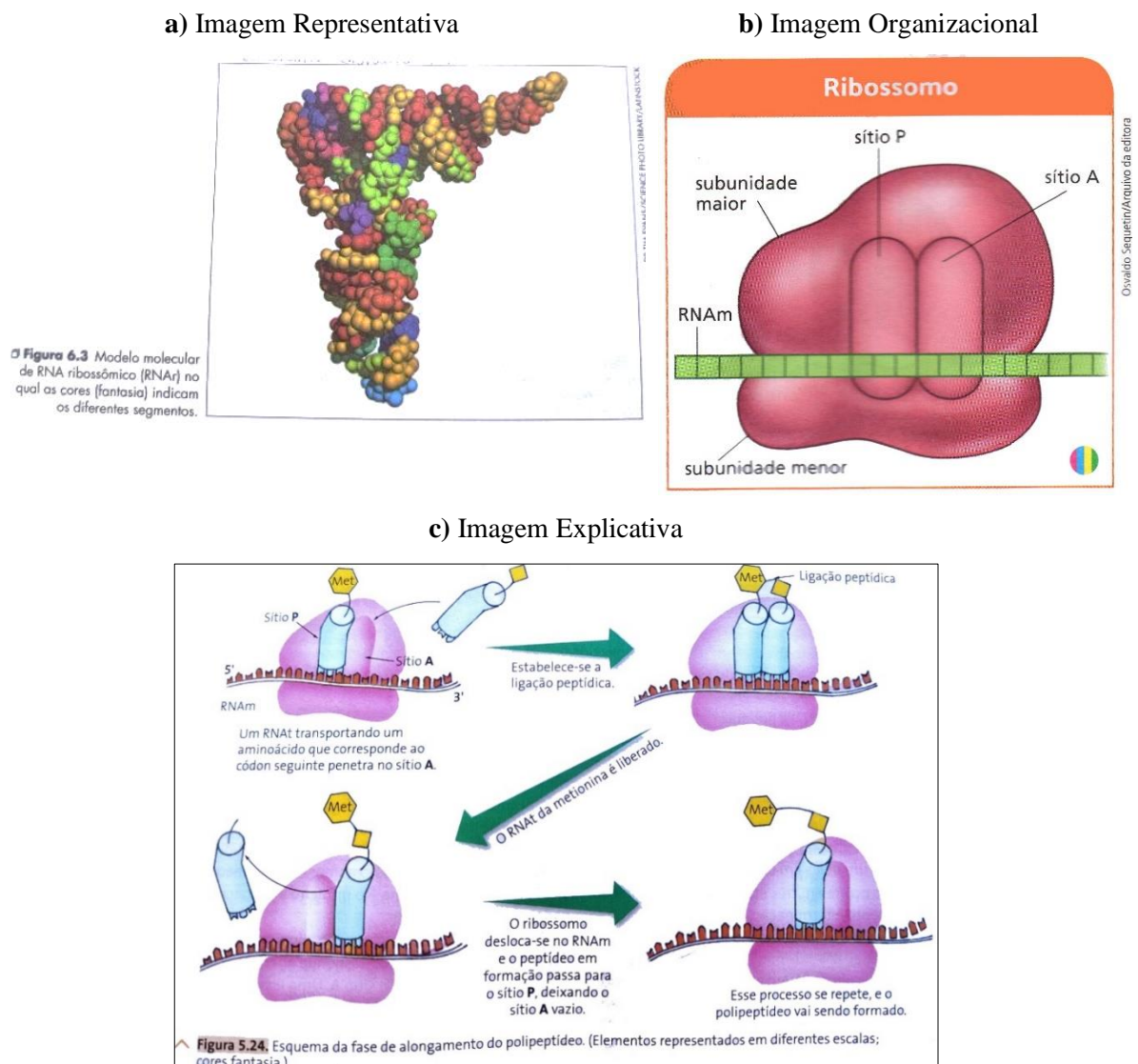
Tabela 3: Classificação das Imagens

| Identificação do livro | Decorativas | Representativas | Organizacionais | Explicativas |
|------------------------|-------------|-----------------|-----------------|--------------|
| L.1 | 0 | 0 | 1 | 5 |
| L.2 | 0 | 1 | 2 | 4 |
| L.3 | 0 | 0 | 2 | 4 |
| L.4 | 0 | 1 | 2 | 4 |
| L.5 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| L.6 | 0 | 1 | 3 | 2 |
| L.7 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| L.8 | 0 | 1 | 2 | 5 |
| L.9 | 0 | 0 | 2 | 3 |
| L.10 | 0 | 0 | 1 | 4 |
| Total | 0 | 4 | 13 | 37 |

L.: livro. Fonte: A autora.

A Figura 17a (L2.A) é representativa por apresentar um único elemento (RNA), enquanto a Figura 17b (L4.C) é caracterizada como organizacional por relacionar as partes dos elementos, identificando os sítios dos ribossomos, o tRNA, os códons do mRNA, diferentemente da Figura 17c (L8.F), que exemplifica uma ilustração explicativa. Essa imagem (Figura 17c) explica um sistema funcional, nesse caso em particular, explica a etapa de alongamento da tradução.

Figura 17 Classificação das imagens



Fonte: a) Bizzo (2016, p. 125); b) Fonte: Mendonça (2016, p.203) e c) Lopes e Rosso, (2016, p.126).

Como apontado nas discussões de Mayer (2001), Coutinho et al. (2010) e Neves et al. (2016), faz-se necessário que os autores dos materiais didáticos valorizem as imagens organizacionais e explicativas (Com Valor Didático) em detrimento das representações

decorativas e representativas (Sem Valor Didático). As primeiras (CV) contribuem com a memória cognitiva dos estudantes na aprendizagem do conteúdo e as últimas (SV) servem para entreter-lhes e acrescentam pouca ou nenhuma informação relevante ao conteúdo.

Mayer (2001) ainda aponta que a utilização imagética em materiais didáticos, de forma desordenada, com uso de imagens e textos SV, e sem considerar os aspectos cognitivos do aprendiz, faz com que aconteça um aumento da carga cognitiva irrelevante, sendo, assim, gerada uma sobrecarga cognitiva ao estudante.

Então, as imagens não são meras ilustrações com funções acessórias, elas possuem carga cognitiva. Estudos apontam que as representações visuais presentes nos livros de Biologia não são igualmente eficientes para a aprendizagem, devido à diagramação e planejamentos inadequados, além do uso elevado de imagens sem valor didático e/ou com valor didáticos de carga cognitiva alta, excedendo a capacidade cognitiva dos estudantes (COUTINHO et al., 2010; NEVES et al., 2016; COURSINO; RAMOS; 2016).

Toda imagem é uma mensagem visual transmitida em que o criador está inserido em um contexto e o leitor em outro (SOUZA; GOUVÊA, 2009). Sendo assim, é imprescindível que os autores levem em consideração as questões social, cultural, econômica e cognitiva do estudante, para estabelecer um diálogo entre ele e a imagem.

No produto oriundo deste trabalho (Apêndice E), não foi apresentada nenhuma ilustração decorativa e representativa para não inviabilizar o processamento cognitivo dos estudantes. Na primeira infografia, todas as telas digitais foram explicativas; já na segunda, foram oriundas de uma tela organizacional e as demais explicativas.

4.1.5 Análise dos desvios dos princípios instrucionais das imagens com valor didático

Considerando as imagens Com Valor didático (organizacionais e explicativas), como significativas para o contexto imagético dos livros didáticos, Mayer (2009) estabelece os princípios de multimídia, uma vez que muitas dessas imagens podem apresentar desvios e inferir dificuldades na aprendizagem de conceito.

Nessa perspectiva, para análise dos princípios de multimídia, foram considerados os critérios em relação a três princípios da teoria, já descritos na metodologia, baseados em Coutinho et al. (2010) e Neves et al. (2016). Esses princípios são: Princípio de Contiguidade Espacial (P1); Princípio de Sinalização (P2), Princípio de Coerências (P3), analisando a conformidade com os mesmos. Para tanto, a Tabela 4 mostra a quantidade de imagens por livros com desvio no Princípio de Contiguidade Espacial (P1) em relação às imagens e aos textos relacionados a elas.

Tabela 4: Quantidade de imagens satisfatórias e não satisfatórias para o Princípio de Contiguidade Espacial (P1)

| Identificação do livro | Satisfatórias | | Não Satisfatórias | |
|------------------------|---------------|-------------|-------------------|-------------|
| | Quantidade | Porcentagem | Quantidade | Porcentagem |
| L.1 | 4 | 66,7% | 2 | 33,3% |
| L.2 | 3 | 50,0% | 3 | 50% |
| L.3 | 6 | 100% | 0 | 0% |
| L.4 | 5 | 83,3 | 1 | 16,7 |
| L.5 | 2 | 66,7% | 1 | 33,3% |
| L.6 | 4 | 100% | 0 | 0% |
| L.7 | 3 | 100% | 0 | 0% |
| L.8 | 5 | 83,3% | 1 | 16,7% |
| L.9 | 2 | 40% | 3 | 60% |
| L.10 | 5 | 100 % | 0 | 0% |
| Total: | 39 | 78% | 11 | 22% |

L.: livro. Fonte: A autora.

Ao compararmos os resultados (P1), foi possível perceber que em 6 (60%) dos livros analisados há imagens com desvio do princípio de contiguidade espacial, existindo uma variedade de frequência em cada livro. Os volumes analisados de L2 e L9 apresentam alta incidência dos critérios, este último apresenta mais imagens não satisfatórias do que satisfatórias. As ilustrações ocupavam um espaço bastante considerável na página, o que deslocava o texto para um quadrante não proximal, ou até para páginas diferentes.

Os resultados encontrados são preocupantes, pois somente 4 (40%) livros (L3, L6, L7, L10) não violavam esse princípio nas amostras desta pesquisa. Nos trabalhos de Coutinho et al. (2010) e Neves et al. (2016), há destaque para o princípio de contiguidade espacial, que possui desvios frequentes nos livros didáticos. Esse fato constata que esse foi o princípio mais difícil de ser cumprido nas obras que eles pesquisaram. Em objeção ao resultado desta pesquisa, Cursino e Ramos (2016) observaram em seu trabalho que imagens referentes ao conteúdo de bioquímicas nas obras pesquisadas atendiam em mais de 90% a esse princípio.

Os principais motivos que interferiram nesse princípio foram: a diagramação (os elementos gráficos poderiam ser melhor distribuídos e organizados, mantendo uma estrutura com coerência visual, facilitando as informações disponíveis) e a área que as imagens ocupam, como no L5 e L9, uma página inteira. Essa desproporcionalidade na área, provavelmente, relaciona-se a uma facilitação da percepção das estruturas e do processo, mas que acaba dificultando a relação texto principal e imagem. A página do livro é um espaço limitado, que tem grande demanda na diagramação, então é preciso que os *designers* de multimídia aloquem os espaços com harmonia, através de uma organização contínua (MAYER, 2009), optando por

uma integração, deixando a imagem localizada mais próxima do texto relacionado e fazendo com que as frases mais relevantes estejam integradas às ilustrações.

As apresentações integradas minimizam o processamento de carga irrelevante. Pela lógica de que os canais de processamento de informações são separados e com capacidade limitada, portanto, em apresentações separadas, a capacidade cognitiva é usada para procurar visualmente as palavras ou as figuras (MAYER, 2009). O princípio da contiguidade espacial é mais aplicável quando: (a) o aluno não está familiarizado com o material; (b) o diagrama não é totalmente compreensível sem palavras; e (c) o material é complexo (MAYER, 2009). De acordo com essa visão, os estudantes se envolvem no processamento cognitivo ativo, ao extrair as informações do material, quando eles leem a explicação e veem a ilustração. Não estão simplesmente adicionando informações na memória trabalho, eles também selecionam ativamente as palavras e imagens relevantes, organizando-as em modelos verbais e visuais coerentes e integrados (MAYER, 2009).

A respeito do princípio de Sinalização (P2) as imagens que caracterizavam com desvios, ou seja, não satisfatórias, não apresentavam: guias linguísticos (com números, títulos) ou tipográficos (setas e ícones) que indicassem as etapas dos processos ou aviso para compreensão do início e final do processo; sinalização da imagem no texto; indicação de coloração (tipo fantasia) e tamanho/dimensão real ou fictícia; além de imagens com excesso de sinalização. A quantidade de imagens com desvios no princípio de Sinalização (P2) por livro está expressa na Tabela 5.

Tabela 5: Quantidade de imagens satisfatórias e não satisfatórias para o Princípio de Sinalização (P2)

| Identificação do livro | Satisfatórias | | Não Satisfatórias | |
|------------------------|---------------|-------------|-------------------|-------------|
| | Quantidade | Porcentagem | Quantidade | Porcentagem |
| L.1 | 6 | 100% | 0 | 0% |
| L.2 | 0 | 0% | 6 | 100% |
| L.3 | 0 | 0% | 6 | 100% |
| L.4 | 5 | 83,3% | 1 | 16,7% |
| L.5 | 3 | 100% | 0 | 0% |
| L.6 | 4 | 100% | 0 | 0% |
| L.7 | 0 | 0% | 3 | 100% |
| L.8 | 5 | 83,3% | 1 | 16,7% |
| L.9 | 0 | 0% | 5 | 100% |
| L.10 | 0 | 0% | 5 | 100% |
| Total: | 23 | 46% | 27 | 54% |

L.: livro. Fonte: A autora.

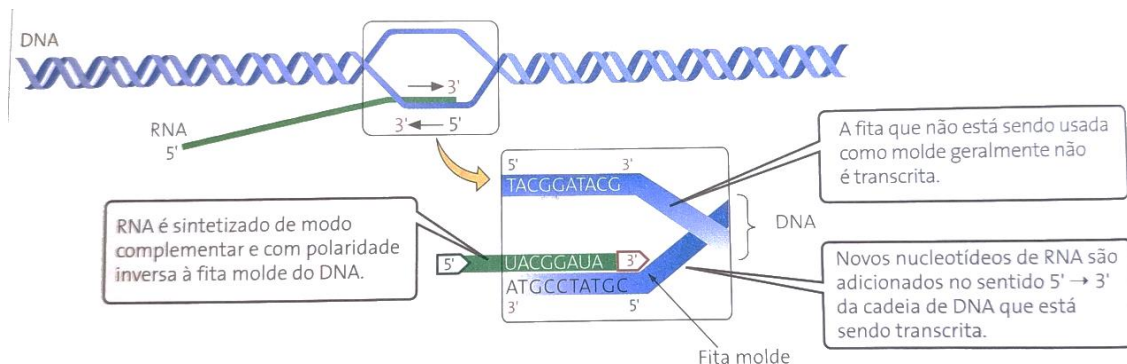
Ao analisarmos os resultados (P2), consta-se que 27 (54%) das imagens não obedeciam ao critério de sinalização, e que em L2, L3, L7, L9 e L10 todas as suas imagens infringiram

pelo ao menos um dos critérios estabelecidos, dentre esses o mais comum foi a falta de sinalização de aviso da imagem no texto, as não satisfatórias dos livros L3 e L4, usavam expressões com “acompanhe o esquema”, “observe a figura abaixo”, o que focalizaria a atenção do leitor se essas figuras estivessem numeradas, pois podem existir imagens próximas e gerar desvio de atenção da imagem que representa as informações principais e confusão, além de dificultar onde está sendo indicada a figura no texto, então no geral o resultado apresenta que 7 (70%) livros apresenta imagens com desvio no princípio P2.

As imagens contidas nos livros L9 e L10, não possuíam sinalização no texto, entretanto as informações contidas nelas estavam relacionadas aos textos, mas, as imagens apareciam desvinculadas, pois não foram citadas no corpo do texto, ou seja, o texto não direciona o leitor para as imagens, deixando o estudante sem direcionamento. Já as imagens do L2 não possuíam inserção de avisos de coloração (tipo fantasia) e de tamanho e dimensão real ou fictícia.

A Figura 18 (L8.A) não atendeu a P2, por exorbitância de sinais, usando setas, quadros, chaves, balões, resultando em uma imagem desordenada, provocando difusão no estudante. A sinalização não deve adicionar novas informações, no que tange ao efeito da aprendizagem, referindo-se a entrega da informação, ou seja, sem adição de informações na memória de trabalho, o excesso de sinais pode deixar a apresentação confusa e desorganizada, chegando a ser uma barreira na aprendizagem (MAYER, 2009).

Figura 18. Imagem com Desvio de Sinalização. Exemplo de imagem exposta no livro 8 classificada como imagem com desvio no princípio de sinalização por apresentar excesso de sinais.



Fonte: PIERCE, B. A. *Genética: um enfoque conceitual*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

Figura 5.15. Esquema do início da síntese de RNA no processo de transcrição, sendo realizado no sentido 5' → 3'. (Elementos representados em diferentes escalas; cores fantasia.)

Fonte: Lopes e Rosso (2016, p. 122).

Enquanto a Figura 19b (L2.G) não se enquadrou nos critérios do princípio da Sinalização pela falta de nomeação dos elementos envolvidos no processo de tradução, faltando o destaque nítido a eles.

Esses dados são críticos, uma vez que, Mayer (2009), constata em suas pesquisas que os estudantes possuem um melhor aprendizado quando há guias nas imagens e nos textos, pois destacam a organização do material. Os sinais são usados não tão somente para destacar as informações essenciais, mas também para direcionar a atenção do leitor para os pontos essenciais e facilitar assim a seleção, organização e processamento do modelo pictórico na memória de trabalho (MAYER, 2009; CURSINO; RAMOS, 2016). Sem guia no material instrucional para um processamento cognitivo apropriado, é mais provável que o estudante envolva em processamento irrelevante, por falta de sinalizações, além do que, a busca por informações poderá exceder os limites da memória operacional.

Ademais, Mayer (2009) enuncia que somente uma parte dos elementos pictóricos são selecionados, ressaltando a capacidade de processamento do sistema cognitivo, e diante disso ocorre o armazenamento na memória. Por fim, a seleção das imagens não é aleatória porque o aprendiz tem de avaliar quais as partes da imagem são mais relevantes para ter o processamento ativo na apresentação de multimídia, sendo fundamental a aplicabilidade do princípio de sinalização.

Observou-se, ainda que mesmo nas imagens que atendiam aos critérios estabelecidos (P2), há a presença de poucos elementos de sinalização verbal que chamassem a atenção e os autores usavam mais guias visuais, especialmente setas. Esses sinais podem ser diversos: números no texto e na imagem, indicando a etapa do processo; uso da cor, de tal forma que a cor da palavra seja correspondente a algum elemento da imagem; dar ênfase às palavras-chave; destacar as informações mais importantes, sublinhadas ou em negrito, diferenciadas das demais informações presentes no material.

Nas pesquisas de Mayer (2009), as evidências retratam eficiência nos sinais verbais para guiar o processamento cognitivo durante a aprendizagem de multimídia, em objeção à sinalização visual e afirma que se faz necessário pesquisas adicionais para os guias visuais. Sendo assim, para as imagens coadunarem com o princípio de sinalização, com melhoria na organização do material, sugere-se o emprego de sinalização verbal, com o intuito de produzir um melhor efeito na organização o material de multimídia e orientar a atenção dos estudantes.

A Tabela 6 apresenta a quantidade de imagens por livros com desvios no princípio de coerência (P3), na análise das imagens de Valor Didático dos livros, constata-se que 9 (90%) livros apresentam imagens com desvio nesse princípio. Diante dos resultados, pode-se observar

que 18 (36%) das imagens possuem algum desvio no princípio da coerência, sendo que somente o L6 não apresentou desvio, em contraposição ao L7, que só tem imagens não satisfatórias para esse princípio.

Tabela 6: Quantidade de imagens satisfatórias e não satisfatórias para o Princípio de Coerência (P3)

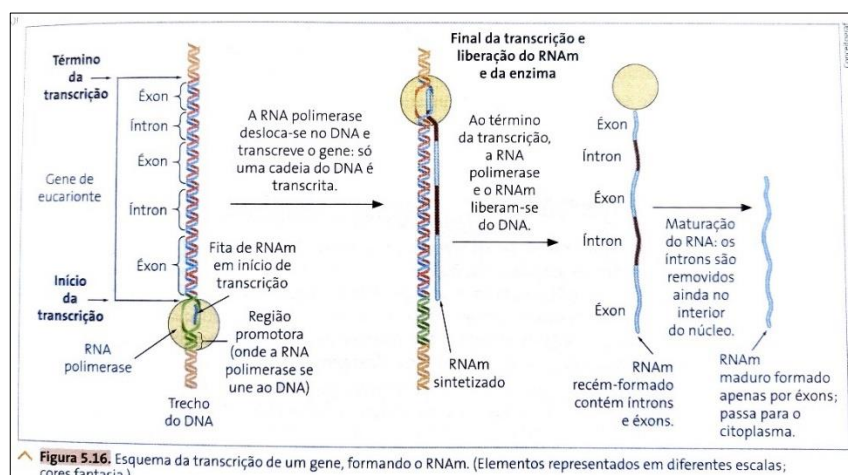
| Identificação do livro | Satisfatórias | | Não Satisfatórias | |
|------------------------|---------------|-------------|-------------------|-------------|
| | Quantidade | Porcentagem | Quantidade | Porcentagem |
| L.1 | 4 | 66,7% | 2 | 33,3% |
| L.2 | 3 | 50% | 3 | 50% |
| L.3 | 4 | 66,7% | 2 | 33,3% |
| L.4 | 4 | 66,7% | 2 | 33,3% |
| L.5 | 1 | 33,4% | 2 | 66,6% |
| L.6 | 4 | 100% | 0 | 0% |
| L.7 | 0 | 0% | 3 | 100% |
| L.8 | 5 | 83,3% | 1 | 16,7% |
| L.9 | 4 | 80% | 1 | 20% |
| L.10 | 3 | 60% | 2 | 40% |
| Total: | 32 | 64% | 18 | 36% |

L.: livro. Fonte: A autora.

As Figuras 19 (a, b e c) apresentam exemplos de imagens que que não satisfazem ao princípio de coerência. O desvio mais comum na coerência das imagens foi em relação aos equívocos conceituais nas imagens, já discutidos, pela falta de identificação no pareamento das bases, a complementariedade de códon e anticódon, a não identificação do sentido da transcrição e tradução, falta de representação dos sítios dos ribossomos e a falta da representação da RNA polimerase na transcrição.

Figura 19 Imagens com Desvio de Coerência

a) com alto grau de complexidade



b) com equívoco conceitual

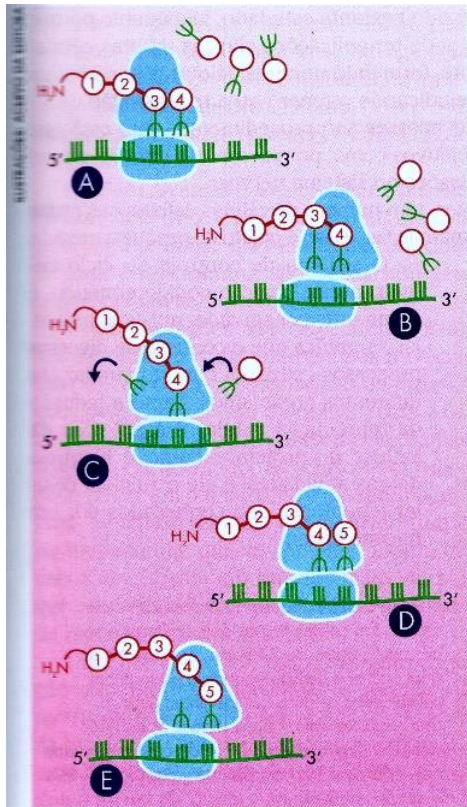
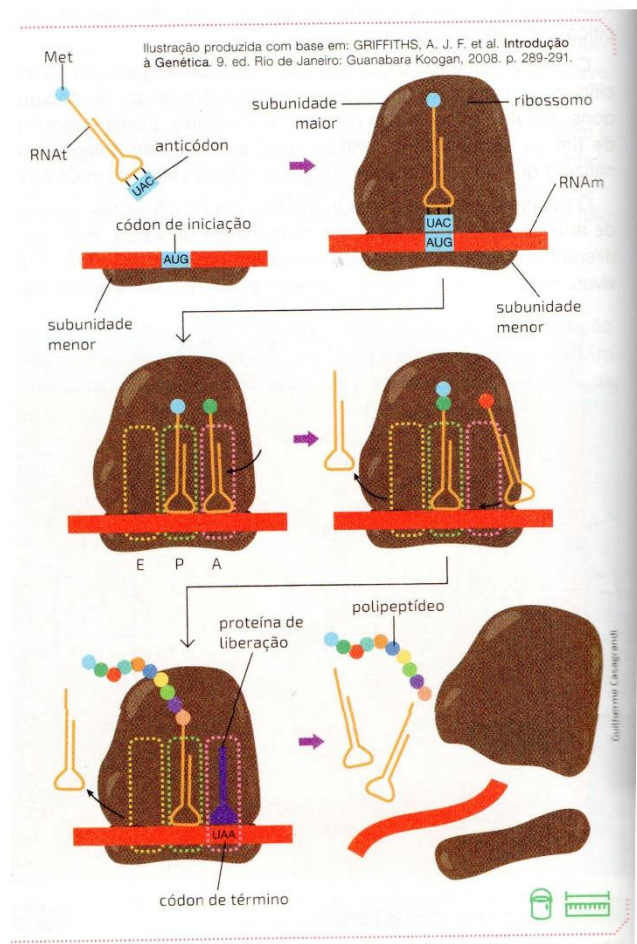


Figura 6.10 Observe, na etapa A, como três aminoácidos se unem, formando o começo da cadeia polipeptídica, e um RNAt se acopla ao códon do RNAm. Na etapa B, observe como, com o deslizamento da subunidade maior do ribossomo, é promovida a ligação peptídica entre o aminoácido 4 e o 3. Em C, com o deslizamento da subunidade menor, o RNAt, ligado ao aminoácido 3, desprende-se do RNAm e do ribossomo. A saída do RNAt libera uma posição no ribossomo para acoplamento do próximo RNAt, que traz o aminoácido 5 (etapa D), e assim recomeça o ciclo. Em E repete-se a etapa B, ou seja, é promovida a ligação peptídica entre o aminoácido adicionado e a cadeia polipeptídica em construção.

c) com símbolos desnecessários



Fonte: a) Bizzo (2016, p. 129); b) Ogo e Godoy (2016, p. 92); e c) Lopes e Rosso (2016, p. 123).

A Figura 19c (L8.B) tem alto grau de complexidade, com difícil identificação das estruturas presentes. Existe um excesso de informações textuais em um espaço pequeno, ficando desproporcional a relação imagem e o texto escrito.

Nota-se que a imagem da Figura 19b (L2.G) não apresenta complementariedade dos códons e do anticódon, diferenciando os nucleotídeos e o ribossomo não tem os seus sítios catalíticos. Observa-se três segmentos de reta na fita verde, o mRNA, alinhando-se com uma estrutura em forma “gancho”, o tRNA. As imagens não deixam expresso o pareamento dos códons e dos anticódons. Essas estruturas simbólicas não são do cotidiano do estudante do Ensino Médio, então, para ele, não tem significado os retângulos alocados em contra posições. Na legenda da imagem, o autor não explica o princípio do pareamento. O correto seria que as bases nitrogenadas fossem identificadas, para que o leitor pudesse compreender que existe uma

ligação entre as bases do códon e do anticódon, e isso determina os aminoácidos do polipeptídeo.

Nessa análise, encontrou-se desvio de coerência em imagens com símbolos desnecessários, como no L7. Analisando a Figura 19c (L7.D), observa-se dois ícones curiosos e que desviam a atenção, um “balde” e uma “régua”. Quando analisamos a introdução do livro, descobriu-se que o primeiro ícone indica que as cores da ilustração não correspondem ao real e o último representa que os elementos não têm proporção de tamanho entre si. Por mais que esses ícones estejam pequenos, eles atraem a atenção, e o estudante tem que se dirigir à introdução para ver os seus significados, gastando recursos cognitivos com material estranho, que pode desviar a atenção dos elementos importantes, interrompendo o processo de organização das palavras e imagens relevantes na memória de trabalho (MAYER, 2009). Identificar a coloração e a proporção do tamanho real são avisos importantes de sinalização, então a sugestão seria colocar em uma legenda, uma vez que essa imagem não possui.

O ideal seria que aumentassem os elementos simbólicos e que colocassem somente as palavras-chaves. A diretriz para a coerência na mensagem de multimídia é evitar quaisquer elementos desnecessários, que aparentemente são interessantes, mas que não são relevantes para a mensagem principal da lição, para evitar o processamento estranho, dado o limite da memória de trabalho e o desvio dos recursos cognitivos para processar o material estranho, que não ficam disponíveis para o processamento do material essencial (MAYER, 2009).

Os livros didáticos estão ficando cada vez mais ilustrativos, contudo, nem sempre esses elementos pictóricos contribuem para a aprendizagem, reforçando o que já foi comentado anteriormente. O desafio é elaborar materiais didáticos com mensagens instrucionais que estejam aliados ao processamento cognitivo humano, de tal forma que o total de processamento não exceda os limites médios em cada canal da memória operacional dos estudantes (COUTINHO et al., 2010). Então, é importante que a representação imagética esteja mais próxima do real, para que o estudante possa selecionar as partes relevantes, no processamento da memória de trabalho visual e que construa um modelo pictórico coerente, para interagir com o seu conhecimento prévio (MAYER, 2009). O passo seguinte é a retenção da informação na memória de longo prazo, de forma que os aspectos selecionados fiquem disponíveis para serem lembrados (COUTINHO et al., 2010; CURSIVO; RAMOS; 2016).

Diante das limitações das imagens aqui apresentadas, optamos por confeccionar dois infográficos (Apêndice E) que atendessem aos aspectos frágeis das imagens dos livros didáticos. Os pontos frágeis, em relação aos conceitos, das imagens analisadas foram supridos na infografia de tradução das seguintes maneiras: colocando o nome das etapas da tradução,

como subtítulo, na tela digital onde inicia a etapa; identificado cada aminoácido com uma abreviação de letra padrão; as bases nitrogenadas foram assinaladas de cores diferente e com as suas iniciais; usou-se o sistema do código genético; foi representado o sentido da leitura da fita de mRNA 5' para 3'; iniciada a tradução com a associação das subunidades do RNA ribossômico; o ribossomo tem os seu sítios; a representação da ação do fator de terminação.

A primeira infografia localiza o leitor sobre o fluxo da informação gênica, sem apresentar a diferença dos nucleotídeos e a complementariedade das bases nitrogenadas, uma vez que o foco do material foi a tradução. Mas, na aplicação da sequência didática, foi abordada a transcrição gênica, apresentando a complementariedade das bases, o sentido de leitura e a ação da RNA polimerase.

Na segunda infografia, referente ao tema de tradução, as informações foram apresentadas em partes sequenciadas e não na totalidade. A lógica da apresentação seguiu as evidências de que os seres humanos possuem capacidade limitada quanto ao total de informação que podem processar (MAYER, 2009). Na primeira tela, foram expostos os ácidos ribonucleicos e suas respectivas partes; as telas 1 e 2 explicavam a etapa de iniciação da tradução; já as de números 3 a 9 representavam a fase de alongamento e as restantes a terminação.

4.2 Análise da aplicação da sequência didática

Ao final de cada fase da etapa da aplicação da sequência didática, os estudantes expuseram suas opiniões sobre os infográficos ou sobre as atividades executadas na sequência didática dessa pesquisa, em questionários e/ou entrevistas.

Antes de apresentar os resultados dos dados coletados, serão expostas as impressões da prática docente de forma reflexiva sobre cada momento, uma vez que a pesquisa teve a participação da pesquisadora como aplicadora da sequência didática. A sequência didática foi executada em três momentos: abordagem didática do tema (aplicação dos infográficos), aula dialogada e oficina.

A aula dialogada foi realizada na sala de multimídia da instituição coparticipante com os participantes. Disponibilizou-se o mobiliário em semicírculo para criar um ambiente confortável e aconchegante, a fim de permitir uma melhor interação entre todos. Na aula, aconteceu uma exposição de conteúdos com a participação ativa dos estudantes, em que eles questionaram, interpretaram e discutiram o tema. A ação teve mediação da docente na construção da aprendizagem. Nas atividades desenvolvidas, buscou-se sempre suscitar o conhecimento já adquirido dos estudantes por meio de indagações, vinculando o tema ao

cotidiano. Os conceitos foram desenvolvidos, assim como as teorias e os fenômenos relacionados ao conteúdo, sem descuidar das experiências dos estudantes.

A oficina foi uma atividade lúdica, prática, com materiais simples e foi de fácil aplicabilidade: uma abordagem pedagógica auxiliadora para atingir os objetivos de aprendizagem da sequência didática, que era a simulação do processo de tradução. Os estudantes ficaram empolgados e envolveram-se nas soluções do problema proposto, que era a confecção de uma proteína e subsequentemente a simulação do processo de tradução. Também foi observado que os membros dos grupos cooperavam entre si e trocavam conhecimentos. Essa atividade não foi simplesmente para distrair os estudantes, mas para estimular a cognição e as relações interpessoais, e foi percebido claramente que isso auxiliou na compreensão dos conceitos da síntese de proteína que escapam à percepção dos estudantes.

A preocupação da pesquisadora como docente da rede pública da Educação Básica era elaborar uma proposta pedagógica simples e viável, porque é sabido de todas as adversidades do sistema de educação público brasileiro, e foi constatado, por meio desta pesquisa, que foi possível a aplicação de atividades dinâmicas, que atraíram a atenção e o entusiasmo dos estudantes e que geraram aprendizado. Esta proposta é acessível e pode ser extrapolada para outros contextos escolares.

A seguir, estão apresentados os resultados detalhados e as discussões da etapa aplicação da sequência didática. Os dados coletados foram organizados em três blocos: (i) *análise dos infográficos*, (ii) *análise da aula dialogada* e (iii) *análise da oficina*.

4.2.1 *Análise dos infográficos*

A abordagem, que ocorreu sob forma de questionários e entrevistas, será relatada utilizando abreviações, devido ao sigilo dos participantes das atividades. Assim, “E” significa “estudante” que será sempre seguida de um número, que foi o número de identificação, conforme descrito na metodologia desta dissertação, e será seguido também da informação questionário ou entrevista. Ao serem questionados sobre o que é infográfico, 34 (83%) dos estudantes mencionaram que o infográfico pode ser considerado um instrumento informativo:

E 12: “São as informações sendo passadas através de gráficos, textos e imagens. Sendo mais fácil de lê-los.” (Questionário)

E 28: “algo que traz informações.” (Questionário)

E 35 “Ferramenta usada para apresentação de um assunto tratado.” (Questionário)

E 40 “info = informação; gráfico = gráfica. Então traz informação.” (Questionário)

E 41: “Um infográfico é a junção de texto verbais e visuais compostos por informações baseadas no assunto a ser tratado, facilitando o entendimento.”
(Questionário)

Com as respostas de E.28, E.35 e E.40, foi possível perceber que os participantes da pesquisa, intuitivamente, associaram os infográficos a um instrumento para a apresentação de informações e dados. Infografia é um recurso de comunicação de forma gráfico-visual para apresentar conteúdos informativos, com uma representação visual, de maneira clara, concisa e atraente (LAPOLLI, 2016) e pode ser empregada em informações que exigem mais detalhes. Por ser predominantemente visual, facilita o entendimento do leitor e o aprofundamento de aspectos específicos de determinado assunto (BULEGON et al., 2017; SILVA; BARBOZA, 2017). Cairo (2008) simplifica ao afirmar-nos que a infografia é qualquer informação apresentada na forma de diagrama.

Já os estudantes E.12 e E.41 descreveram a infografia como “um conteúdo informacional que associa a leitura verbal a recursos visuais, simplificando as informações e garantindo maior entendimento ao leitor”. A infografia é caracterizada pela junção bidimensional de linguagem visual ou pictórica, com imagens abstratas e/ou realistas e verbal (textos), (KNNO, 2013; SANTOS, 2015; LAPOLLI, 2016; LYRA, 2016). Para Schmitt (2006):

“A infografia também pode ser compreendida como um sistema híbrido de comunicação, pois ao empregar imagens, palavras e números, utiliza o sistema de comunicação verbal (palavras e sentenças) e o sistema de comunicação visual (imagens e representações gráficas).” (SCHMITT, 2006, p.18)

Outro aspecto, nessa relação híbrida de comunicação nos infográficos, seria a possibilidade de aplicabilidade dos princípios de multimídia e de contiguidade espacial, proposto por Mayer (2009), estabelecendo que a união e a relação de proximidade do texto com a imagem resultam em melhor processamento de informações, pois evitaria o efeito de atenção dividida, diminuindo a carga cognitiva irrelevante. Por fim, ainda sobre a mesma questão, somente 7 (17%) dos participantes da pesquisa responderam algo não condizente. Os participantes responderam que infografia é:

E 4 “Um questionário que gera informações para uma forma de estudar.”
(Questionário)

E 34 “É um estudo através de imagens demonstrativas.” (Questionário)

Apesar de o termo infografia não ser comum para estes 17% dos estudantes, isso não significa que seja um recurso desassociado do cotidiano deles, pois as infografias estão presentes em mídias digitais e impressas em diversos suportes textuais, como os livros didáticos, jornais e revistas (BULEGON et al., 2017). Lapolli, (2016) vai além na relação da

infografia com a humanidade, pois afirma que “a infografia existe desde os primórdios da comunicação humana, sendo um fenômeno visual que pode ser encontrado nos restos de culturas primitivas em paredes de cavernas ou em pedras” (p. 310).

Com relação ao assunto das infografias digitais, as respostas dos estudantes foram categorizadas da seguinte forma: adequada 37 (90,2%) e inadequada 4 (9,8%). Na categoria adequada, enquadraram-se as respostas que apontavam para a síntese de proteína, compreendidas em:

E 1: “Síntese de proteína” (Questionário)

E 8 “O primeiro fala sobre a síntese de proteína no geral. O segundo fala sobre “a tradução do RNA mensageiro em proteína.” (Questionário)

E 17 “No infográfico 1 – o assunto tratado é sobre as etapas da síntese de proteína. No infográfico 2 – o assunto tratado é sobre a fase de tradução, onde à interação do RNA para resultar na proteína.” (Questionário)

E 30: “1º Síntese de proteína. 2º Tradução de proteínas” (Questionário)

Porém, 15 (40,5%) dos participantes, que foram categorizados com respostas como adequada, reproduziram os títulos dos infográficos apresentados nas primeiras telas digitais, os quais eram indicativos para o enfoque dos assuntos desenvolvidos (exemplo E.1 e E.30). No entanto, os demais estudantes (exemplo E.8 e E.17) relataram os temas vinculados com abrangência, indicando uma interpretação das infografias. Mesmo os títulos sendo indicadores dos assuntos tratados, ainda tiveram participantes que responderam de forma inadequada:

E 10: “Como funciona a célula (ocorre dentro da célula).” (Questionário)

E 16: “E baseado nas informações sobre as células.” (Questionário)

E 29: “Sobre o RNA mensageiro” (Questionário)

Nos relatos dos estudantes E.10 e E.16, foram citadas, de forma generalizada, as vias metabólicas sem especificarem a síntese de proteína. No funcionamento da célula, há diversos processos metabólicos e o de síntese proteica se enquadra em um dos diversos outros, sendo uma expressão gênica em que o polipeptídeo é um produto gênico, (Berg et al., 2017). Ao analisar a resposta de E.29, que cita “uma molécula presente na síntese de proteína, o RNA mensageiro que é traduzida”, o estudante está correto ao afirmar que para a tradução é necessário a participação do mRNA, porém essa resposta não expressa assunto trabalhado nos infográficos.

Ao analisar as respostas com as explicações dos estudantes sobre os processos bioquímicos representados nas infografias, resultou-se nas categorias: compreensão e interpretação adequada dos infográficos (20, 48,8%); compreensão e interpretação parcial dos infográficos (20, 48,8%) e, finalmente, incompreensão dos infográficos (1, 2,4%).

A seguir é possível observar a transcrição de relatos de alguns dos estudantes que tiveram compressões e interpretações adequadas, referentes ao conteúdo:

E.19 “O primeiro infográfico está demonstrando o que acontece dentro do núcleo da célula, que está ocorrendo a transcrição do DNA originando o RNA mensageiro. O RNA vai para o citoplasma, entra no ribossomo, e ele lê o RNA para forma o polipeptídio e depois transformar em proteína. No segundo infográfico está demonstrando as fases da tradução do RNA para a proteína. No início demonstra a associação do ribossomo ao RNA mensageiro e o RNA que transporta o aminoácido. A fase de alongamento que o ribossomo se desloca no RNA m. O RNA transportador vai complementado com o códon do RNA mensageiro, e traz o aminoácido certo para o sítio A, que liga-se, por ligação peptídeo, a outro aminoácido que já está no sítio P, e isso vai se repetindo, até, o ribossomo, identificar o códon de terminação, entrando na fase de terminação, e o fator liga-se no sitio A no códon de parada. Liberando as partes dos ribossomos e o polipeptídio formado.” (Questionário)

E. 22: “I). As fases da síntese de proteínas são transcrição e tradução. Na transcrição à fabricação do mRNA a partir de um gene ou pedaço de DNA e acontece no núcleo, o mRNA sai do núcleo e vai servir de molde para forma a proteína. II).1º passo - O RNA está sendo transportado para a subunidade menor. 2º passo - O RNA transportador da metionina emparelha as suas bases (anticódon) com o códon de iniciação do RNA mensageiro, depois há associação da subunidade maior formando o ribossomo, que fará a leitura do RNA m. 3º passo - Ocorre o pareamento do segundo RNA transportado, trazendo outro aminoácido, que entra no sítio A do ribossomo, então os dois aminoácidos se ligam. 4º passo - O Ribossomo desloca-se ao longo do mRNA, e os RNA transportadores trazem os aminoácidos que cada códon do mRNA representa, acontecendo o alongamento do peptídeo. Porque os aminoácidos vão se ligando. 5º passo - Até o códon de terminação no sítio A do ribossomo, então o fator de terminação liga e termina a produção da proteína e todos os componentes se separam.” (Questionário)

E. 30: “No primeiro a transcrição, no núcleo, onde partir de um gene do DNA forma o RNA mensageiro e uma visão geral da tradução. O segundo infográfico representa a tradução. A ligação dos aminoácidos, de acordo com a sequência do mRNA, forma o polipeptídio e por última forma a proteína. É não podemos esquecer, que os aminoácidos são carregados para o Ribossomo, pelos RNA transportadores que estão no citoplasma da célula. Na fase de iniciação começa com a subunidade menor ligada ao códon e o RNA transportador (UAC) anticódon liga também ao códon de iniciação (AUG) do RNA mensageiro, depois a subunidade maior se junta e forma o ribossomo, o RNA t no sítio a traz a metionina. Na fase de alongamento o segundo RNA transportador ao códon complementar do RNA mensageiro traz o aminoácido que depois faz ligação peptídica do aminoácido do sítio P com o do sítio A. E o ribossomo desloca-se ao longo do RNA mensageiro, e vai lendo cada trinca de base nitrogenada que representa um aminoácido. Os RNA transportadores vão combinando os anticódons com o códon do mRNA, e os aminoácidos transportados, por eles, vão ligando-se. Na fase de terminação o ribossomo encontra o códon de parada e o fator de terminação liga-se no sítio A, logo em seguida à liberação o polipeptídio, que originará a proteína, e acontece a separação das subunidades dos ribossomos.” (Questionário)

As explicações dos E.19, E.22 e E.30 sobre a tradução estão em concordância com os autores Nelson e Cox, (2011); Albert et al. (2017) e Berg et al. (2017), os quais esclarecem que a tradução da sequência nucleotídica de uma molécula de mRNA em proteína, no citosol celular, ocorre em um arranjo ribonucleoproteico denominado ribossomo. Cada aminoácido utilizado para a síntese das proteínas é inicialmente ligado a uma molécula de tRNA, que reconhece por interações de complementaridade de bases, um conjunto particular de três nucleotídeos (códon) no mRNA (NELSON; COX, 2011; ALBERT et al., 2017; BERG et al., 2017).

As narrativas apresentadas demonstram que os estudantes compreenderam o processo de transcrição, indicando que os infográficos favoreceram para compreensão dos mesmos, os quais foram elaboradas fundamentadas nos princípios TCAM, auxiliando os estudantes ao um processamento cognitivo adequado de informações relevantes para o cumprimento dos objetivos de aprendizagem. Os relatos também mostram que os infográficos potencializaram o ganho de conhecimento para os processos ensino e aprendizagem, atuaram na facilitação do aprendizado e também com uma abordagem pedagógica auxiliadora para que os docentes atinjam seus objetivos de aprendizagem sobre os temas de tradução e transcrição.

Na categoria compreensão e interpretação parcial dos infográficos, em que as explicações dos participantes necessitavam de um maior detalhamento das etapas de transcrição e/ou das etapas da tradução, podem ser citadas em:

E.4: “São fatores que se encontram dentro do núcleo tem a transição onde mostra o gene formando o RNA. E teve a saída para o citoplasma do RNA. E a tradução onde mostra também a parte do RNA na parte grande da célula, onde no final se forma a síntese de proteína.” (Questionário)

E. 25: “1º infográfico - representa os processos de transcrição e a tradução, que estão ocorrendo na célula. 2º infográfico - e a tradução em que ocorre as ligações peptídicas dos aminoácidos para forma a proteína.” (Questionário)

E. 40: “No 1º As fases da síntese de proteína são: I). Transcrição; II). Tradução, que apresenta o RNA por fora do núcleo da célula. No 2º Tem a participação do ribossomo, dos RNA que forma o polipeptídio no citoplasma da célula.” (Questionário)

A resposta do E. 25 não está totalmente incorreta, pois o primeiro infográfico apresenta a transcrição e tradução e o segundo a tradução, que representa as ligações peptídicas entre os aminoácidos para resultar no polipeptídio. Porém, ele não explicou o desenvolvimento das etapas citadas. Já o E. 40 citou as etapas da contidas na primeira infográfica e apresenta as estruturas celulares que participam da tradução; citou, também, a região celular onde ocorre a formação do polipeptídio, mas assim como os demais não elucidou os processos.

Finalmente, apenas um estudante apresentou incompreensão total dos infográficos, sendo:

E.33: “Está acontecendo um processo de criação da proteína pela a célula, por uma fusão que contém RNA em sua composição.”

Ao analisar a declaração de E.33, foi possível concluir que o processo de tradução é sim uma biossíntese de um polipeptídeo que resultará em uma proteína, porém não ocorre fusão de RNA, como ele explica. Sobre o ácido ribonucleico (RNA) que o estudante cita, ele é um polímero composto por quatro tipos diferentes de subunidades nucleotídicas unidas entre si por ligações fosfodiéster, classificados em duas classes gerais: os que contêm informações genéticas para a tradução, RNA mensageiro e a classe funcional, que exerce funções biológicas, com o RNA ribossômico, componente do catalítico do ribossomo, e o RNA transportador que transporta os aminoácidos (ALBERT, 2017).

A próxima questão analisada tratou dos fatores de dúvidas e/ou dificuldades dos estudantes na leitura e interpretação das infografias digitais. Pelos dados levantados, 19 (46,4%) dos questionados e 8 (61,5%) dos entrevistados não tiveram dúvidas. Já as dúvidas se somaram em 22 (53,6%) no primeiro instrumento de coleta de dados e 5 (38,5%) no segundo instrumento (Tabela 7).

Tabela 7: Dúvidas e dificuldades dos estudantes nos infográficos

| Categorias | Questionário | | Entrevista | |
|---|--------------|-------------|------------|-------------|
| | Nº | % | Nº | % |
| Não, houve dúvida ou dificuldade | 19 | 46,4% | 8 | 61,5% |
| Dificuldades nos termos da Biologia | 7 | 17,1% | 3 | 23,1% |
| Dificuldades em entender as etapas do processo | 6 | 14,7% | 0 | 0% |
| Dúvidas nas imagens | 3 | 7,3% | 0 | 0% |
| Sim, sem detalhar os elementos dificultastes ou dúvidas | 3 | 7,3% | 0 | 0% |
| Sim, pela a falta de conhecimento prévio | 2 | 4,8% | 2 | 15,4% |
| Dúvidas na redação | 1 | 2,4% | 0 | 0% |
| Total | 41 | 100% | 13 | 100% |

Nº.: número de participantes. %.: porcentagem de participantes. Fonte: A autora.

Dentre as dúvidas e dificuldades que mais foram apontadas pelos estudantes, estavam os termos utilizados no ensino de Biologia, como pode ser observado:

E. 1: “Só por causa dos nomes, dificuldade de entender os infográficos não. A gente já tinha estudado, mais não tinha decorado os nomes dos elementos e tem alguns termos da Biologia que eu não conheço.” (Entrevista)

E.5: “Sim. Algumas palavras não sei o significado.” (Questionário)

E.6: “Sim. Porque eu não conhecia o que era algumas imagens e nomes.” (Questionário)

E.7: “Sim, há palavras difíceis na biologia, para saber o que significa.”
(Questionário)

No trabalho de Nascimento et al. (2015), realizado com professores da disciplina de Biologia, foi constatado que uma das dificuldades enfrentadas por docentes no ensino é o vocabulário dessa ciência, que causa nos discentes uma reação de aversão, o que pode levar à antipatia, afetando o ensino da Biologia. Duré et al. (2018), que fizeram pesquisa com os estudantes de Ensino Médio acerca da disciplina de Biologia, constataram também que a terminologia científica da disciplina é uma das principais dificuldades de aprendizagem e um dos maiores desmotivadores para os estudantes. Ainda afirmam que os processos de ensino e aprendizagem de Biologia são desafiadores, porque exigem a utilização de termos incomuns da linguagem cotidiana, com pronúncias e ortografias difíceis, além de lidar com os processos biológicos que são complexos (DURÉ et al., 2018). A Biologia apresenta uma terminologia científica própria e, dependendo do modo em que é trabalhada, não virá acarretar resultados positivos, razões que favorecem o desinteresse pela disciplina.

De acordo com Krasilchik (2004), os conceitos e termos passam a ter mais relevância para o estudante quando ele consegue ligar os exemplos competentes para elaborar associações e analogias, contextualizando o conteúdo com suas experiências pessoais.

A palavra só passa a ter significado quando o aluno tem exemplos e suficientes oportunidades para usá-las, construindo sua própria moldura de associações. Como às vezes os termos apresentados são desnecessários, uma vez que nunca mais voltarão a ser usados, o professor deve tomar cuidado para não sobrecarregar a memória dos alunos com informações inúteis (KRASILCHIK, 2004, p. 57).

Exige-se, assim, que os docentes contextualizem os conteúdos para torná-los mais próximos à observação cotidiana e utilizem etimologia no contexto escolar para que os estudantes possam perceber a lógica por trás dos termos e não simplesmente memorizá-los. (NUNES; VOTTO, 2013).

É uma verbosidade ao longo das décadas que discorre sobre a ressignificação do papel docente, porém é possível refletir sobre esses pontos, mesmo com todas as adversidades do Educação Básica Brasileira.

“no que diz respeito ao ensino de Biologia, as metodologias utilizadas pelos profissionais podem ser uma maneira de superar as dificuldades encontradas no exercício docente, principalmente no que diz respeito aos recursos utilizados para auxiliar a explanação do conteúdo. As estratégias metodológicas utilizadas pelo professor, bem como seu fazer didático-pedagógico, constituem-se como canais fundamentais para conquistar a atenção, cativar o entusiasmo, o afeto e melhorar positivamente o

relacionamento do aluno com a disciplina.” (NASCIMENTO, et al., p.10, 2015).

O excesso de conteúdo, proposto pelos currículos de Biologia, limita o tempo para que os professores possam apresentar exemplos e analogias variadas, que levem os estudantes a um melhor entendimento dos conceitos trabalhados e a uma melhor aprendizagem, além de reflexiva e crítica (DURÉ et al., 2018). No entanto, a BNCC estabelece na competência específica 3, da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio, que os estudantes devem se apropriar do conhecimento e dos procedimentos científicos e se tornarem autônomos nas linguagens próprias das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e que lhes permitam comunicar-se com públicos variados, em variados contextos (BRASIL, 2018b).

Mayer (2009) afirma que, se o estudante precisa estudar para entender o significado de novos termos em uma lição de multimídia, ele terá menos capacidade disponível para entender o assunto principal. Portanto, a TCAM implementa o princípio do pré-treinamento, que seria fornecer um treinamento de termos-chave e de características dos principais elementos. Assim, os estudantes ficam sobrecarregados no processamento essencial. Esse princípio poderia ser aplicável quando o tema e o material de multimídia fossem complexos, ou se o aprendiz não tivesse conhecimentos prévios sobre o assunto (MAYER, 2009). Caso esta pesquisa tivesse alinhada a esse princípio e se proposto a realizar um pré-treino antes da apresentação dos recursos de multimídia, o resultado poderia apresentar um percentual menor na categoria “dificuldades nos termos da Biologia” e a dificuldade enfrentada pela a pesquisa em estabelecer mais uma etapa na metodologia, para executar o pré-treinamento, foi inviabilizada devido ao tempo disponibilizado pela a instituição coparticipante.

Nessa discussão, é importante destacar a fala de E.1, com um relato que revelou um ensino pautado pela memorização de conceitos e a reprodução de regras e processos, descaracterizando a disciplina enquanto ciência, como processo de conhecimento socialmente construído nas especificidades das metodologias científicas, acerca da natureza e seus fenômenos. Essas metodologias didáticas, relatadas pelo estudante E.1, são contraditórias ao que propõe a BNCC (BRASIL, 2018) para a área de Ciências da Natureza, a qual deve focalizar, para que os estudantes possam interpretar os fenômenos naturais, explorar os diferentes modos de pensar e falar da cultura científica, ampliar as suas habilidades investigativas e analisar situações problemas.

As etapas do processo de tradução também foram retratadas como um fator de dificuldade na interpretação dos infográficos, conforme pode ser observado no relato:

- E.27. “Sim, no segundo infográfico, porque são muitos detalhes na tradução”
(Questionário)
- E.33. “Sim, dificuldade em associar todas as etapas e todos os elementos”
(Questionário)

A tradução é um processo biológico que escapa à percepção sensorial dos estudantes por se tratar de um processo submicroscópico ou a nível molecular e com conceitos teóricos de difícil complexidade para eles (FONTES et al., 2013; ROCHA, et al., 2017), tornando-se fundamental o auxílio de recursos didáticos e práticas pedagógicas diversificadas.

As representações visuais em materiais instrucionais, como nas infografias, podem atuar como ferramentas que ajudam na formação mental dos estudantes, onde eles conseguiriam “visualizar” os fenômenos complexos e de nível microscópico e as partículas envolvidas. Quando os estudantes interagem com representações visuais apropriadas, o entendimento acerca do tema aumenta (PAPAGEORGIU et al., 2017).

Ainda foi verificado que o conhecimento prévio acerca do conteúdo por parte dos estudantes foi um dos fatores complicadores na compreensão e interpretação:

- E.14: “Na aula anterior no laboratório eu tive, mas é porque eu não conhecia o conteúdo, então eu fiquei um pouco perdida, mas junto a explicação e as imagens foi possível interpretar.” (Entrevista)

Na narrativa do E.14 constata-se que os infográficos fundamentados pelos os princípios propostos das TCAM contribuem para promover a aprendizagem do tema de tradução, uma vez que, o estudante afirma não ter conhecimento prévio, sendo um fator de dificuldade, o qual foi superado e resultou em compreensão do tema, segundo o estudante com a auxílio do princípio de multimídia TCAM aplicado nos infográficos, contatado no trecho “...*junto a explicação e as imagens foi possível interpretar*”.

Para Mayer (2009) quando a apresentação de multimídia é composta de palavras e imagens relevantes, os estudantes têm a oportunidade de construir modelos mentais verbais e visuais e de estabelecer conexões entre eles, envolvendo-se no processamento generativo essencial, auxiliando a manter representações verbais e pictóricas correspondentes na memória de trabalho ao mesmo tempo e por consequência na memória ao longo prazo.

Entretanto, alguns estudantes relataram dificuldades na interpretação das imagens, na redação ou no processo, mas, ao se analisar as justificativas, percebeu-se que esses fatores apresentados como dificuldades são subsidiados pela falta de conhecimento prévio e não oriundos dos elementos gráficos propriamente usados nas peças, como pode ser observado nos seguintes relatos:

E.14: “Sim. Algumas palavras mais, o motivo é porque eu não conheço o conteúdo apresentado, mas obviamente para pessoas que estão estudando o conteúdo vão entender melhor, mesmo assim consegui entender.” (Questionário)

E.36: “Sim. No início tive dificuldade em interpretar algumas explicações por não saber bem o tema tratado, mas com algumas leituras textuais e de imagens fui entendendo.” (Questionário)

No processo de ensino e aprendizagem, os estudantes apresentam conhecimentos prévios adquiridos em sua experiência de vida, carregando também algumas resistências diante dos novos conhecimentos apresentados na escola. Assim, o docente tem o desafio de lidar com os conteúdos da Biologia, sem negligenciar as experiências dos alunos (DURÉ et al., 2018).

Conhecer a realidade dos estudantes permite, principalmente ao professor de Biologia, planejar as suas práticas pedagógicas para integrar os conteúdos próprios da disciplina com o cotidiano dos estudantes, despertando-lhes até a curiosidade (NASCIMENTO et al., 2015). Mayer (2009) também relata que quando os aprendizes possuem um conhecimento prévio apropriado, há uma tendência em evitar problemas de sobrecarga essencial, diminuindo o gasto de seus recursos cognitivos no processamento essencial e generativo. Para suprimir a falta de conhecimento prévio em mensagens de multimídia, Mayer (2009) estabelece o princípio do pré-treinamento, já discutido anteriormente.

As dificuldades relacionadas pelos os estudantes não são oriundas dos infográficos, mas do processo ensino e aprendizagem da Biologia no geral e devem ser superados. Nascimento et al. (2015) afirmam que as metodologias empregadas e o fazer didático-pedagógico dos profissionais podem ser uma forma de superar as dificuldades encontradas.

E o presente estudo demonstra que as infográfias elaboradas auxiliaram na formação mental do estudantes do tema e na superação das dificuldades, uma vez, que o percentual dos estudantes que não tiveram dificuldade foi alto e por mais que eles apresentaram fatores complicadores, com por exemplo nos vocabulários e na etapas do processo, tiveram 97,6% dos estudantes com compreensão adequadas e parciais dos temas trabalhados nos infográficos.

Foi observado que a maioria dos estudantes, 31 (76%), iniciaram a leitura das infografias digitais pela leitura não verbal, seguida pela leitura verbal 7 (17%) e, por último, em 3 (7%) não foi possível identificar por onde iniciaram (Tabela 8).

Tabela 8: Início da leitura dos participantes

| Categorias | Questionário | |
|---|--------------|-------------|
| | Nº | % |
| Leitura não verbal (imagens, ilustração e ícones) | 31 | 76% |
| Leitura verbal (texto, legenda, títulos) | 7 | 17% |
| Não identificável | 3 | 7% |
| Total: | 41 | 100% |

Nº.: número de participantes. %.: porcentagem de participantes. Fonte: A autora.

A infografia, para Miranda e Andrade (2017), na linguagem gráfica, são modos simbolizados da informação gráfica. Esses modos podem ser classificados em verbal, pictórico e esquemático, sendo o primeiro composto por tipografia, texto e números; o segundo envolve as imagens reais ou imaginárias; e, por fim, o modo esquemático que representa visualmente conceitos abstratos, como movimento e linhas de separação. Os elementos pictóricos e esquemáticos foram associados em uma única categoria, a “leitura não verbal”, na análise da resposta da Q.5 do questionário. Detectou-se que esses elementos foram a opção inicial de leitura da grande parte dos estudantes. Pode-se exemplificar a categoria não verbal no relato dos estudantes da seguinte maneira:

E.4 “Comecei a leitura nas imagens, e logo depois, chamou-me a atenção os textos dentro da imagem” (Questionário)

E.14: “Eu iniciei pelas as partes mais coloridas, pois chamam muita atenção, os pontos principais são as setas e a mudança de posição dos objetos, que vai mostrando o caminho feito e as mudanças ocorridas.” (Questionário)

E.15: “As imagens, as setas que mostram o processo que está acontecendo na célula, e os números.” (Questionário)

No comentário do estudante E.24, constatou-se que as ilustrações, além de atrativas, facilitaram a compreensão de um conteúdo, tornando as informações mais organizadas e de um modo atrativo.

E.24: “Comecei pelas as imagens pois são mais chamativas e interativas, facilitando a compreensão do processo.” (Questionário)

As representações visuais podem ser um instrumento aliado do docente com o intuito de entusiasmar e chamar a atenção do educando e promover melhorias na qualidade do processo de ensino e aprendizagem (BADZINSK; HERMEL, 2015). A comunicação visual tem força apelativa e deve ser explorada e utilizada pelos professores (SOUZA; BARRIO, 2017).

As tecnologias de mídias permitem que novos formatos, como os infográficos digitais com conteúdo educacional, sejam elaborados, inclusive pelos próprios professores (COSTA; TAROUÇO, 2010), os quais podem elaborá-los pensando nas características e nas demandas dos seus estudantes sendo uma ferramenta para melhorar a aprendizagem.

Os trechos que se seguem são de leitores que se atraíram pela tipografia e iniciaram a leitura pelas legendas e/ou nomes das estruturas.

E.9: “Pela a escrita” (Questionário)

E.18 “Primeira leitura foi o título “síntese de proteína” depois observei as imagens passo a passo” (Questionário)

E. 21: “Comecei pela a escrita das estruturas com: núcleo, subunidade menor e maior, RNA.” (Questionário)

Levando-se em conta que, em um texto escrito, a leitura é sequencial, na imagem; de forma antagônica, o leitor pode iniciar de qualquer ponto, de acordo com suas preferências, além de ser possível administrar em um espaço reduzido uma ampla quantidade de informações (BADZINSK; HERMEL, 2015). Para Carneiro (1997), a ilustração contribui pedagogicamente para a interpretação e compreensão do texto, além de estimular a curiosidade e o interesse dos intérpretes.

Em alguns casos não foi possível identificar, ao certo, por onde alguns usuários dos infográficos iniciaram a leitura:

E. 26: “Pelos os principais e mais destacados.” (Questionário)

E.30: “Eu separei as partes e de acordo com a visualização foi separadamente tirando as informações.” (Questionário)

E.31: “Iniciei a análise pelos assuntos que já tinha uma certa afinidade, logo mais passei para os textos que não conhecia, buscando assimilar as ideias que já tinha e as informações que estava nos infográficos.” (Questionário)

Pelos dados levantados dos questionários sobre o que chamou a atenção dos estudantes ao interagirem com material (Tabela 9), predominaram 20 (49%) na categoria estética, aparência e elementos de linguagem visual, seguidos por 9 (22%) na organização dos elementos gráficos, 6 (15%) em mais de uma categoria, 5 (12%) na legibilidade e na leiturabilidade e finalmente, 1 (2%) em dinamicidade. Quando se indagou na entrevista essa mesma questão, foi predominante mais de uma categoria com 9 respostas (69,2%).

Tabela 9: Atratividade dos infográficos

| Categorias | Questionário | | Entrevista | |
|---|--------------|-------------|------------|-------------|
| | Nº | % | Nº | % |
| Estética/ aparência/ elementos de linguagem visual | 20 | 49% | 3 | 23,1% |
| Organização dos elementos gráficos | 9 | 22% | 0 | 0% |
| Mais de uma categoria | 6 | 15% | 9 | 69,2% |
| Legibilidade e Leiturabilidade - clareza na percepção das informações textual | 5 | 12% | 0 | 0% |
| Dinamicidade | 1 | 2% | 1 | 7,7 % |
| Total | 41 | 100% | 13 | 100% |

Nº.: número de participantes. %.: porcentagem de participantes. Fonte: A autora.

Muitos estudantes relatam que o mais chamativo nas infografias foi a estética, aparência ou os elementos de linguagem visual, como demonstrado em:

E.14: “A diversidade de cores, formas e o contraste, prenderam a minha atenção e facilitou o entendimento.” (Questionário)

E.24: “As imagens, os tons das cores se destacam, formando uma harmonia” (Questionário)

E.36: “As ilustrações ficaram bem atraentes, eu achei tudo muito interessante, pois elas foram apresentadas passo a passo.” (Entrevista)

A atratividade nos elementos visuais, como mencionaram os estudantes E.14, E.24 e E.36, foi um eixo que teve prioridade na elaboração das infografias utilizadas, buscando promover aspectos estéticos que chamassem a atenção da percepção dos estudantes, porém equilibrando com os eixos de compreensão e retenção, sem perder o enfoque dos princípios da TCAM. Além de atrair a atenção do leitor, o infográfico deve estabelecer uma hierarquia da informação e proporcionar uma distribuição equilibrada dos elementos visuais gráficos, para gerar interação entre o contexto e os objetivos da mensagem (MENEZES; QUEIROZ, 2016).

Não foram empregadas, nas peças gráficas, imagens sem valor didático, que fossem meramente decorativas e representativas, ou seja, que não contribuíssem para a compreensão do conteúdo, mas a preocupação esteve alinhada ao eixo da atração, como já afirmado. Segundo Lapolli (2016), o conteúdo nas infografias, sem uma porção de originalidade, beleza, *design*, escolha adequada de cores e tipografias, pode não ser assimilado pelos intérpretes.

Quando os estudantes citaram mais de uma categoria de atratividade, a estética aparece em três das seis alocações e na entrevista em todas, conforme se observou em:

E.3: “Foi as cores, a maneira como eles foram feitos, como os objetos foram desenhados e o efeito de movimento.” (Entrevista)

E.27: “As imagens e a capacidade que os infográficos proporcionaram o entendimento de algo complexo, apenas na visualização.” (Questionário)

Lyra (2016) apresenta o infográfico como um elemento de grande apelo visual, que possibilita a comunicação. Menezes e Queiroz (2016) complementam ao afirmar que as infografias são materiais informativos e, por isso, devem usar elementos da linguagem visual, que favoreçam um modelo visualmente harmônico, permitindo ao leitor/usuário decodificar as informações. Além disso, Bulegon et al. (2017) ressaltam que as informações nos infográficos devem ser atraentes, mas também devem ser rapidamente compreendidas. Essas características apresentadas pelos autores foram percebíveis nos relatos dos estudantes E.14 e E.24.

É possível ressaltar que o desafio desta pesquisa foi construir um projeto em que a organização dos elementos gráficos, como forma, imagem, ilustração, direção e tipografia,

atende aos princípios de Mayer (2009). Essa organização dos elementos gráficos chamou a atenção dos usuários das infografias, que relataram que:

E.1: “As imagens com as explicações do processo.” (Questionário)

E.8: “A bela forma com cada coisa está em seu lugar, as explicações, e os desenhos forma bem distribuídos.” (Questionário)

E.19: “O que mais chamou a atenção nos infográficos foi a explicação, junto com as imagens e a setas fazendo as indicações.” (Questionário)

Algumas respostas, como as mencionadas acima, ressaltaram a complementaridade, entre o texto e a imagem, dos infográficos. Junio et al. (2011) caracterizam que as infografias não devem ser simplesmente acúmulos de dados sem conexão, mas deve ter conformidade dos representantes visuais e textuais, com a finalidade de comunicar de forma rápida e objetiva. A categoria “organização dos elementos gráficos” também se apresenta associada à outra, quando as respostas dos estudantes apontam mais de uma categoria para a questão 6 do questionário e a 3 da entrevista, como pode ser constatado no diálogo do entrevistado E.4:

“Os elementos que mais chamaram a minha atenção foram as imagens, as setas que sinalizavam os acontecimentos, o destaque em texto associado e as numerações.” (Entrevista)

Retomando a entrevista do estudante E.4, ele relata que um dos pontos que lhe chamou a atenção são “*as setas que sinalizam o que está acontecendo, o destaque em textos associados e as numerações*”. Essa assimilação se deveu a aplicação do princípio de sinalização da TCAM nos infográficos, que foi aplicado em todas as telas digitais elaboradas. Com o intuito de minimizar o processamento irrelevante durante o aprendizado de multimídia, Mayer (2009) propõe o princípio de sinalização, que é inserir pistas que direcionem a atenção do estudante para os aspectos essenciais do material, sendo sinalizações verbais - tipográficas e linguísticas - para organizar o foco do leitor, nas disposições das palavras essenciais, e conclui que os sinais adicionados não devem ser informações novas, mas ênfases.

Optou-se por utilizar o princípio de sinalização, proposto por Mayer (2009), nos presentes infográficos digitais, usando cores, elementos esquemáticos, tipografias, por exemplo deste último: 1) ênfase em frases chaves; (2) títulos em cada etapa com cores e tamanho de fontes diferentes das legendas; (3) números indicadores nas fases de tradução; (4) nomeações de elementos. Os sinais direcionavam a atenção dos intérpretes, levando-os a se concentrarem nos elementos importantes da síntese de proteína, no intuito de facilitar-lhes a seleção e organização na memória trabalho.

Mayer (2009) também fala em sinalização do material pictórico, que chama de sinalização visual, a adição de pistas visuais, como setas, mas ressalta que, em suas pesquisas,

ele encontrou evidências para a eficácia da sinalização verbal, advertindo que são necessários mais estudos para compreender as formas de sinalização visual, porém, neste trabalho, escolheu-se utilizar algumas dessas sinalização visuais, como setas que indicavam o movimento do ribossomo, do tRNA, cores distintas para indicar as bases nitrogenadas e destaque na ligação peptídica.

Na categoria legibilidade e leiturabilidade, que se referem à clareza na percepção das informações textuais,

E.8: “O jeito como ele foi feito eu gostei da temática, de tudo lá, cada detalhe bem pensado. “Tipo” os desenhos fazem as pessoas compreenderem o conteúdo. Você, “batia o olho”, já via a imagem e lia o texto junto, e os nome das estruturas também, isso ajuda a memorizar e entender.” (Entrevista)

E.26: “O que chama a atenção é “explicitude” resultado da combinação da ilustração e legenda.” (Questionário)

A ilustração e a diagramação da infografia devem gerar resultados de valor único, tendo o balanço entre o texto e a imagem, favorecendo ambos para a leiturabilidade (VIARO, 2015), pois os infográficos devem permitir a transmissão de conteúdos informacionais de forma mais clara e concisa, principalmente para temas que exigem maior detalhamento; neles, o leitor tem a possibilidade de observar, visualizar e explorar melhor as mensagens transmitidas e não apenas ler (CORTES et al., 2014).

Na abordagem da resposta do estudante E.8, “... *Você, “batia o olho”, já via a imagem e lia o texto junto, e os nome das estruturas também, isso ajuda a memorizar e entender.*” Essa percepção do estudante foi possível devido aos princípios da contiguidade espacial e temporal, aplicados na confecção das nossas peças digitais. Mayer (2009) afirma que se aprende melhor quando o texto e a imagem correspondentes forem apresentados juntos e simultaneamente, gerando influência também em outros leitores, como é perceptível em:

E.31: “As explicações associadas as imagens.” (Questionário)

E.: “Primeiramente as imagens, as cores e em segundo as palavras juntos com as imagens.” (Entrevista)

E.12: “Apesar das informações serem um pouco complexas e o tema também. Achei legal, as imagens iam sendo apresentadas juntas com as explicações e nomes, esta abordagem trouxe simplificação para a leitura e meu entendimento.” (Entrevista)

A infografia é uma poderosa ferramenta para auxiliar a compreensão de conteúdos didáticos complexos e/ou abstratos (ESCOBAR; SPINILLO, 2016b), como é possível perceber na fala do estudante E.12. em concordância com E.30.

E.30: “O que mais chamou atenção foi a forma clara com que os infográficos passam as informações de um tema complexo, fazendo com que eu pudesse olhar e já tirar informações e compreendia a síntese de proteína.” (Questionário)

A dinamicidade foi uma categoria que apareceu sozinha, na fala de E.20, mas também associada a outras categorias com os estudantes E.16 e E.36.

E.16: “Os desenhos, a forma da explicação em conjunto, e a ideia de movimento nos infográficos.” (Questionário)

E. 20: “O processo sendo apresentado de forma animada, com o passo a passo.” (Questionário)

E. 36: As imagens ficaram bem atraentes, achei muito interessante apresentar o passo a passo e não tudo de uma só vez. (Entrevista)

Os estudantes foram atraídos com menor frequência pela dinamicidade da animação dos infográficos, porém não se usou as animações de forma decorativa ou para atrair a atenção, mas como parte do conteúdo informacional do material educativo, para evitar equívocos de compreensão e diminuir a sobrecarga do processamento essencial, pois, em conformidade com Mayer (2009), o material que exhibe complexidade em termos conceituais pode exceder a capacidade cognitiva em ambos os canais.

Então, poucas animações foram utilizadas, como o movimento dos ribossomos e o movimento dos RNA transportados, oferecendo também aos estudantes o controle do tempo da animação, para que eles adiantassem ou retrocedessem a visualização de acordo com suas preferências.

No diálogo a seguir, o estudante E.14 aponta as diferenças dos infográficos estáticos apresentados pelos livros didáticos e os dinâmicos elaborados nesta pesquisa. Ele justifica sua preferência por infográficos dinâmicos.

E.14: “As cores, e os movimentos, porque no livro é só uma imagem mostrando tudo o processo. Nestes infográficos acontece a visualização em partes, é possível visualizar as ações das organelas envolvidas, e em caso de dúvidas, você pode voltar e visualizar o movimento novamente.” (Entrevista)

As infografias dinâmicas foram privilegiadas neste trabalho, que para Santos (2015) são aquelas em que as informações são apresentadas de forma progressiva em uma sequência linear, devido à quantidade de detalhamento das etapas da síntese de proteína. Com essa modalidade de infografias, foi possível gerenciar o processamento cognitivo essencial, que é destinado à representação mental do material essencial na memória de trabalho dos estudantes (MAYER, 2009). Sendo assim, o princípio de segmentação foi empregado, pois, segundo esse mesmo pesquisador, as pessoas aprendem melhor as mensagens de multimídia quando estas são exibidas em unidades sequenciais, nas quais o indivíduo pode definir o ritmo, pois cada um tem tempos de processamento diferenciados.

Escobar e Spinillo (2016a) relatam que, em projetos de *design*, como os elaborados nesta dissertação, deve haver preocupação com a comunicatividade, centrada em: clareza (de forma

e função); ênfase na apresentação e organização dos elementos; facilidade e estímulo da leitura; consideração de aspectos variados acerca do usuário. De acordo com Módolo e Junior (2007), um infográfico “[...] não deve ser considerado apenas um conjunto de tabelas, cores, desenhos, fotos que têm o intuito de deixar a página mais bonita”.

Ao analisar os resultados dos critérios de leitura, interpretação e atratividade dos produtos criados, certificou-se que eles cumpriram os apontamentos citados dos autores mencionados. Verificou-se através dos relatos dos participantes que os recursos foram autoexplicativos, ofertaram informações com clareza, facilitaram a leitura, compreensão e interpretação. Ao questionar os estudantes sobre os pontos negativos dos infográficos, constatou-se que 26 (63%) dos estudantes não apresentaram pontos negativos e 14 (34%) apresentaram limitações que foram subdivididas em duas categorias, como pode ser visto na Tabela 10.

Tabela 10: Opinião dos estudantes sobre os pontos negativos dos infográficos

| Categorias | Questionário | |
|--------------------------------|--------------|-------------|
| | Nº | % |
| Ausência de pontos negativos | 26 | 63% |
| Falta de um texto com subsídio | 11 | 27% |
| Animação | 3 | 7% |
| Total: | 41 | 100% |

Nº.: número de participantes. %.: porcentagem de participantes. Fonte: A autora.

Mais da metade dos participantes não apresentou aspectos problemáticos, apontando receptividade para essa modalidade de recurso didático, elaborado nesta pesquisa, como no depoimento de:

E.34: “Não vi pontos negativos, pois, os infográficos me ajudaram a aprender um tema que não havia visto detalhadamente em sala de aula.” (Entrevista)

E.40: “Não conseguir achar pontos negativos.” (Questionário)

Ficou perceptível que as infografias trabalhadas tiveram apresentações eficazes, facilitaram a compreensão da síntese de proteína, tornaram a leitura proficiente e atraente, além de vincularem o conteúdo de forma mais direta, objetiva, unindo os elementos visuais com moderação. No entanto, 11 (27%) estudantes relataram como deficiência a falta de um texto de subsídio; alguns ainda sugerem que esse texto poderia ser apresentado antes das infografias, como observado nas exposições de:

E.7: “Poderia ter passado um texto antes, explicando cada tema, o que significa cada estrutura. Porque tem termos que não sei o que significa.” (Questionário)

E.31: “Precisava um pouco mais de texto explicativo.” (Questionário)

E.41: “O fato de faltar algumas informações, em texto, antes da proposta. (Questionário)

A falta de um texto de subsídio está relacionada diretamente com as dificuldades dos estudantes já discutidas anteriormente, que são oriundas dos processos de ensino e aprendizagem da Biologia no geral e da complexidade do tema trabalhado. A necessidade de um texto apresentada pelos estudantes poderia ter sido suprida se fosse abordado o princípio do pré-treino, antes do primeiro contato dos estudantes com a apresentação do recurso de multimídia, pois os estudantes que não tinham conhecimento prévio apropriado e poderiam ter usufruído melhor dos recursos de multimídia, como já discutido anteriormente.

Provavelmente, os estudantes gastaram os seus recursos cognitivos limitados com os nomes e as características dos novos termos, deixando, assim, menos capacidade de entender a explicação a ser aprendida. Isso se sustenta pelas dificuldades que eles tiveram e pela falta que sentiram de um texto auxiliar, tanto que tiveram 20 estudantes com compreensão e interpretação parcial dos infográficos. As mensagens verbais, como palestras e textos impressos, foram os principais meios de explicar ideias para os estudantes por um longo tempo. O aprendizado verbal oferece uma ferramenta poderosa, mas as tecnologias gráficas vêm proporcionando a utilização da aprendizagem de multimídia para o contexto educacional (MAYER 2009). Neste estudo, explorou-se uma ferramenta didática além dos textos verbais, dedicando-se a entender o potencial da aprendizagem de multimídia com as infografias como um recurso possível de promover a compreensão dos estudantes.

Na entrevista, quando requisitados a exporem as suas sugestões de melhoria do recurso didático, 10 (76,9%) dos entrevistados não apresentaram sugestões e expressaram-se satisfeitos, como nos discursos de:

E.4: “Não, porque eu achei bem explicativo. Também ele foi bem legal conseguiu demonstrar tudo através das imagens e nas animações.” (Entrevista)

E.12 “Não, achei bastante legal, as imagens iam sendo apresentadas junto como as explicações e a forma de abordagem foi simplificada.” (Entrevista)

No entanto, 2 (15,4%) estudantes sugeriram, assim como no questionário, que os infográficos poderiam ter um texto auxiliar, como:

E.8: Ressaltar, mesmo que poderia ter um “resuminho” no começo para gente saber o que via acontecer daqui para frente, e porque eu também não lembrava mais deste conteúdo.” (Entrevista)

E.14: “Como não teve uma explicação antes, pois só foi depois na roda de conversa. Primeiro foi só conhecer o infográfico, poderia ter um texto resumido. Porque para quem não conhece o conteúdo é mais fácil. Mas,

mesmo assim, deu para eu entender, só com os infográficos, sem nunca ter visto a matéria antes.” (Entrevista)

Contudo, mesmo sugerindo um texto de subsídio e sem que o pré-treinamento fosse realizado, percebeu-se no trecho do estudante E.14 que foi possível a compreensão e interpretação dos infográficos, com ênfase para o fato de que foi a primeira vez que viu o conteúdo. Com o levantamento das sugestões e dos pontos negativos dos infográficos, percebeu-se que os estudantes apresentam maior confiança em explicações textuais, dessa forma justifica a preferência pela utilização do material de introdução. Mayer (2009) afirma que, à primeira vista, parece óbvio que os alunos aprendem mais com texto completo, mais rico de detalhes e vocabulário em relação a um resumo, porém os resultados dos testes, em sua pesquisa, refutam essa hipótese para a aprendizagem de multimídia.

Nos testes realizados por Mayer (2009) para o princípio de coerência, constatou-se que os estudantes processam melhor, na memória de trabalho e na de longo prazo, a apresentação de multimídia com as ilustrações legenda do que um texto da mesma lição. Entretanto, é necessário que haja legendas em forma de resumos, com palavras-chave e que concentrem as principais partes da representação.

Nas infografias digitais desta dissertação, usou-se o princípio de coerência ao disponibilizar ilustrações legendadas, próximo das imagens, com legendas explicativas que usam palavras relevantes para a explicação da síntese de proteína, no sentido de diminuir o processamento cognitivo irrelevante.

Por fim, houve uma sugestão de melhoria nos vocabulários da Biologia, que corresponde à 7,7% dos entrevistados.

E.22: “Poderia usar umas palavras mais fáceis, por exemplo: subunidade, ribossomos, adenina. A Biologia tem muitos termos técnicos. Sei lá poderia facilitar um pouco. Risos.” (Entrevista)

Retoma-se, assim, o discurso do desafio da Biologia em aproximar a linguagem e seu vocabulário técnico e científico do cotidiano dos estudantes; enquanto disciplina, contempla vasta terminologia, que acaba sendo uma dificuldade para os estudantes do Ensino Médio e isso prejudica o ensino reflexivo, a aprendizagem do conteúdo e o gosto pela área científica (NUNES; VOTTO, 2018).

O ensino e aprendizagem da Biologia vão além da memorização de informações, necessitando da compreensão dos conceitos e termos da área, pois esse vocabulário apresenta relevância para o desenvolvimento científico, além de permitir uma comunicação científica eficaz e segura. Devido a isso, a etimologia desponta como potencial facilitadora para o ensino

e aprendizagem da Biologia. Quando os termos são apreendidos por meio da aprendizagem dos seus étimos, eles se tornam passíveis de assimilação, pois muitos desses significados, aparentemente ocultos, passam a ser compreensíveis (NUNES; VOTTO, 2018).

Os estudantes expuseram suas opiniões sobre os pontos positivos dos infográficos (Tabela 11).

Tabela 11: Opinião dos estudantes sobre os pontos positivos dos infográficos

| Categorias | Questionário | |
|--|--------------|-------------|
| | Nº | % |
| Estética/ aparência/ elementos de linguagem visual | 14 | 34% |
| Legibilidade e Leiturabilidade – clareza na percepção das informações textuais | 10 | 24,8% |
| Organização dos elementos gráficos | 7 | 19,5% |
| Dinamicidade | 3 | 7,3% |
| Mais de uma categoria | 3 | 7,3% |
| Achou positivo, mais não identificou o elemento | 3 | 7,3% |
| Total | 41 | 100% |

Nº.: número de participantes. %.: porcentagem de participantes. Fonte: A autora.

A estética foi a categoria mais mencionada como ponto positivo dos infográficos, e não já era esperado, pois foi o elemento que mais chamou atenção quando os estudantes interagiram com material, em explanações como:

E.6: “O ponto positivo foram as imagens, pois elas explicavam direitinho, o modo do processo. Isso faz entender melhor a explicação com as imagens associadas.” (Questionário).

E.33: “O modo como as cores estão padronizadas na ilustração, facilitou o entendimento.” (Questionário)

Dos três estudantes que expuseram mais de um aspecto positivo, dois citam a estética dos infográficos, com:

E.17: “Os desenhos que são chamativos e bem elaborados; o desenho ser acompanhado de informações; as setas que indicativas; e os percepção dos movimentos. (Questionário)

Muitos estudantes - 10 (24,8%) - relatam que o aspecto positivo foi a clareza na percepção das informações textuais, ou seja, aspectos de leiturabilidade e legibilidade, que propiciaram a facilidade da leitura e, por consequência, a compreensão, como nos relatos de:

E.7: “A forma fácil de interpretar” (Questionário)

E.12: “O tema é um pouco complexo. Eu achei de positivo foi como as informações foram bem apresentadas, tudo bem explicado, isso chama bastante atenção, todos os detalhes foram bem montados.” (Questionário)

Já os que se simpatizaram com a organização dos elementos estão exemplificados em:

E.8: “Gostei de tudo, mas gostei mais de como o texto e as figuras se encaixam corretamente com os textos.” (Questionário)

E.13: “A explicação junto com a demonstração de como acontece o passo a passo.” (Questionário).

E.24: “Informações fáceis de entender com poucos textos e bastantes imagens.” (Questionário)

E.34: “Achei que teve de mais positivo, foi as informações bem explicadas, unindo o texto e as imagens, principalmente no segundo infográfico.” (Questionário)

Diversos estudantes relatam que os infográficos são fáceis de compreensão, que as informações foram bem apresentadas e que as imagens complementam o texto, como nos relatos acima. Mas para resultar na facilidade de compreensão do conteúdo dos infográficos, relatada pelos os estudantes, foi necessário primeiramente um estudo do conteúdo para o apuramento das informações essenciais da tradução, escolhendo os termos-chave para compor as telas digitais e a análise das imagens dos livros didáticos. Para que as informações do conteúdo ficassem simplificadas, sintéticas e claras, mais com recursos visuais atraentes. Conjuntamente a aplicação dos princípios da TCAM na diagramação dos infográficos, que estimulou a seleção de palavras e imagens relevantes para o processamento da memória de trabalho pelo os estudantes na leitura dos infográficos. Buscando na elaboração dos infográficos a complementariedade entre os elementos verbais e pictóricos, para evitar a sobrecarga de informações ao leitor.

Por fim, a categoria dinamicidade apareceu nos resultados como aspecto positivo, mas não identificou o elemento:

E.21: “A animação, pois tornou mais divertido e interessante o material”. (Questionário)

E.25: “Eu achei tudo positivo.” (Questionário)

Os infográficos tiveram aplicabilidade, pois, ao se analisar a Q.8 e outras questões dirigidas aos estudantes, já discutidas, houve menção de algumas características das infografias, que resultaram em compreensão do tema de síntese de proteína. Em depoimentos colhidos:

E.27: “As imagens e a capacidade de entender algo de complexidade apenas visualizando o infográfico.” (Q.6 Questionário)

E.17: “O que mais chamou a atenção foi a forma clara das figuras, fazendo com que eu pudesse olhar e já tirar informações.” (Q.6 Questionário)

E.1: “As informações contidas, pois as legendas eram simples de entender.” (Q.9 Questionário)

E.5: “Sim, pois eles são fáceis de compreender.” (Q.1 Entrevista)

As escolhas dos recursos não são neutras e, por si só, não geram, necessariamente, benefícios para a aprendizagem, mas as infografias digitais são ferramentas que geram potencialidades na educação, porém o uso de forma construtiva perfaz da forma como elas são construídas e apresentadas pelos professores. Para Junio et al. (2011), a aplicação de infografias como um recurso pedagógico equipara-se à atual conjuntura dos jovens estudantes, os quais integram, nos seus estudos extraclasse, a utilização de diversos recursos provenientes da tecnologia e das plataformas digitais.

Os infográficos produzidos levando em consideração os princípios da TCAM na construção para auxiliarem o processamento cognitivo adequado dos usuários, pois muitos deles relataram que sua aprendizagem foi beneficiada com a associação de palavras e imagens apresentadas simultaneamente, sinalização, a apresentação das informações de forma segmentada, a organização dos elementos gráficos, tanto quando questionados sobre a atratividade, quanto nos pontos positivos, uma vez que esse aplicação desse princípio nos infográficos, favoreceu a aprendizagem. Esse fator pode ser observado nos seguintes relatos:

E.12: “A forma em que as informações textuais foram colocadas junto com as imagens.” (Q.6 Questionário)

E.19: “O que mais achei de positivo nos infográficos foi que a explicação está junto como as imagens, isso ajudou muito”. (Q.8 Questionário)

E.41: “O fato de possuir o texto com as ilustrações, isso facilita de mais a percepção do assunto.” (Q.8 Questionário)

Quando indagados, na entrevista, se recomendariam os infográficos elaborados nesta pesquisa, as respostas foram unânimes ao afirmarem que sim, pois facilitariam a compreensão do tema, mas alguns estudantes justificaram a indicação, e cabe aqui a discussão sobre as diferentes razões para essas indicações, ao que responderam:

E.3: “Sim, porque além da gente só escrever, copiar, tendo um recurso a mais, boas explicações, nós entenderíamos melhor. Porque a dificuldade de nós alunos, é que os professores só passam atividade e corrige não tendo nada além disso para compreender a matéria não. E principalmente na Biologia que muito ampla e com muita coisinha lá que pode confundir. Então com os infográficos pode aprender os pequenos detalhes do processo de síntese de proteína.” (Entrevista)

E.8: “Sim, pelo o fato que como os infográficos nós entendemos melhor. Tipo assim a gente está lendo e vendo como acontece, e não é igual o livro porque a imagem está parada. E no infográfico nós conseguimos ver cada coisinha, as cores estão melhores que no livro, ele digital podemos usar uma tela mais ampla e pode focar melhor.” (Entrevista)

E.36: “Sim, eu achei que os infográficos potencializaram o nosso aprendizado, eles ficaram bem entendível, pois são autoexplicativos.” (Entrevista)

Por meio dos relatos, foi possível constatar que as justificativas estão relacionadas às características das infografias, como: a apresentação de textos e imagens; o destaque que proporcionou aos pontos relevantes; a atratividade; pela modalidade digital que facilitou o manuseio; autoexplicativo; e, por fim, a dinamicidade. Pelos resultados obtidos nesta seção, sobre a atratividade, os aspectos positivos, negativos e sugestões, percebeu-se que os produtos gráficos da dissertação foram esteticamente apropriados, visivelmente atraentes e funcionalmente legíveis, isto é, foi decodificado conforme pretendido, com também é constatado da fala do E.26 “*O achei de positivo foi a facilidade de compreensão dos infográficos e a qualidade do material*”.

Na perspectiva da TCAM, segundo Mayer (2009), para oportunizar a aprendizagem, é necessário guiar o aprendiz em um processamento cognitivo adequado, processamento ativo, conduzindo o conteúdo instrucional da mensagem de multimídia e considerando a capacidade cognitiva limitada do estudante.

4.2.2 Análise da aula dialogada

Nesta seção, são apresentados os resultados e as discussões da aplicação da aula dialogada, com o uso das infografias digitais. Essa etapa contou com a participação de 33 estudantes. Ao finalizar a aula, os estudantes foram solicitados a explicar os processos bioquímicos abordados. Analisando suas respostas, constatou-se que 26 (78,8%) dos estudantes tiveram compreensão adequada e 7 (21,2%) compreensão parcial. Ocorreu um aumento considerável de 30% do rendimento dos estudantes com respostas adequadas em relação às dadas quando eles interagiram individualmente com as infografias, como se pode constatar nos relatos da estudante E.1.

E.1: Vimos as células e as mudanças acontecendo. As células montam proteínas. (Questionário Q.3)

E.1: O processo de tradução: 1º. O RNA transportado da metionina liga no código de iniciação do RNA mensageiro que está no sítio P da subunidade do Ribossomo; 2º As unidades do Ribossomo se ligam no RNA mensageiro; 3º O Ribossomo faz a leitura do RNA m, cada código com três bases traduz um aminoácido, que é transportado pelo o RNA transportador. O RNA t liga o seu anticódon como o códon do RNA m e traz o aminoácido correspondente; 4º Acontece o processo de terminação que faz a separação de todos os componentes e resulta na fita de aminoácidos. (Questionário Q.9)

Percebeu-se, claramente, ao se comparar as duas explicações em momentos distintos sobre tema de tradução, que houve progresso no entendimento e compreensão do tema pelo estudante. Então, as estratégias de ensino aliados ao recurso didático desta dissertação

auxiliaram na construção do conhecimento dos estudantes. Após o desenvolvimento da aula, buscou-se saber a opinião dos estudantes quanto à qualidade da aula com uso de ferramenta multimídia. Foi unânime a satisfação dos estudantes nas respostas obtidas do questionário e da entrevista.

Com o objetivo de aprimorar as atividades desenvolvidas na sequência didática, foi solicitado aos estudantes que sugerissem o que poderia ser melhorado na sequência durante a entrevista. As respostas não mostram sugestões de mudanças, demonstrando contentamento, além de exporem elogios, com em:

E.4: “Não tenho sugestões ela foi bem legal consegui demonstrar tudo nas imagens e nas animações.” (Entrevista)

E.22: “Sugestões para a aula não tenho, ficou ótima, maravilhosa, gostei muito.” (Entrevista)

O uso desses recursos foi bem aceito pelos estudantes e favoreceu a ampliação dos conhecimentos científicos sobre o tema, conforme é possível observar na análise das respostas obtidas após a aplicação da aula:

E.1: “A experiência foi muito boa e criativa. Eu achei a aula muito completa, porque ajudou a gente entender bastante. Eu tive algumas dificuldades de entender algumas coisas no início, mas no final eu consegui.” (Entrevista)

E.24: “Foi bastante esclarecedora, pois a maneira da explicação e o uso de ilustrações, tornou algo complexo em simples, e ajudou a entender melhor o sistema da tradução.” (Questionário)

E. 40: “Foi um grande aprendizado, pois cada explicação de uma etapa estava estruturada com as ilustrações, e eu pude desfrutar do conteúdo.” (Questionário)

Atrair a atenção dos estudantes no ensino e envolvê-los na construção da aprendizagem são tarefas desafiadoras para o docente, e foi possível envolvê-los na aula ativamente. Eles participavam com perguntas, faziam comentários e relatavam experiências do cotidiano, como ilustrado nas falas.

E.8: “Eu gostei bastante aprendi de um jeito mais envolvente, absorvi melhor e tirei dúvidas em relação ao assunto. Teve uma professora boa para explicar, pena que a Virgínia não irá me dar mais aula. (Questionário)

E.14: Eu adorei participar. Virgínia estava muito empenhada e empolgada na aula, e contagiou-me eu fiquei empolgada também. Eu que nunca tinha estudando sobre o assunto, adquiri muito conhecimento, e entendi de forma fácil. Os infográficos são bons, mas quando estão juntos de uma boa explicação, fica melhor ainda.” (Questionário)

E.41: “Uai! Para mim foi diferente, porque é basicamente oposto do cotidiano da escola. E quando você pega uma aula neste formato você fica até “frisado” na aula, ou seja, interessado, empolgado e não esquece. Quando for falado novamente do assunto você lembrará que já vi este tema. Você acaba desejando conhecer mais. (Entrevista)

Quando o professor desenvolve uma boa aula, o estudante passa a gostar do que aprende, sentindo-se mais motivado e interessado, proporcionando, conseqüentemente, uma aprendizagem mais profunda (DURÉ et al., 2017). Segundo a fala dos estudantes, houve, na aula, um espaço para questionamentos, discussões, reflexões, com contextualização do tema.

E.5: Eu gostei bastante, então eu gostei bastante, achei bem explicativa deu para entender tudo certinho, você parou quando um aluno solicitava, explicou cada imagem, a gente perguntava e você tirou todas as dúvidas. Não passou nada que a gente não entendeu ou que você não esclareceu. Você tirou todas as dúvidas. (Entrevista)

E.7: “Foi boa! Teve atividades diversificadas e a oficina em grupo é bom! Né? Outro ponto, além da professora falando teve também os alunos falando, a gente “tipo”, também sabe. É foi com diálogo a aula, nós falamos o que sabíamos e não só a professora falava. Aí, todos aprendem juntos até a professor, porque as vezes tem algum argumento que o professor não sabia. Proporcionando assim uma troca. Eu gostei muito!” (Entrevista)

E.30: Uma experiência muito boa pois tive a oportunidade de aprender mais e de forma diferente. Você iniciou a aula querendo saber o que nós sabíamos sobre proteína do nosso dia-a-dia. E usou exemplos simples com a relação da cor da pele com proteína, a relação de comer proteína para ter músculo, a importância das proteínas para os nossos corpos. Todos nós sabemos que precisa comer proteína ou suplementar para ter músculo, mas não sabíamos com isso transforma na proteína do nosso músculo. Para depois explicar com as proteínas são produzidas. (Entrevista)

Seguindo essa vertente apresentada no relato dos estudantes, a proposta da sequência didática aplicada atrelou-se à perspectiva de ensino baseado na contextualização do conhecimento, o qual é caracterizado pelo diálogo estabelecido entre os conteúdos escolares e a realidade nas ideias dos autores Macedo; Silva, (2014) e Festa, (2015).

As atuais atualizações das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio trazem que os currículos brasileiros devem contemplar metodologias que evidenciem a contextualização, articulando os campos dos saberes específicos com a vivência prática, relacionando os conteúdos das disciplinas ao mundo de trabalho e as experiências pessoais e sociais (BRASIL, 2018a). Nessa premissa, a contextualização do conteúdo como cotidiano seria uma estratégia de ensino e aprendizagem que estruturaria todos os currículos (KATO; KAWASAKI, 2011).

Em síntese, “contextualizar o ensino é aproximar o conteúdo formal (científico) do conhecimento trazido pelo aluno (não formal)” (KATO; KAWASAKI, 2011 p. 29). Seguindo essa perspectiva, o docente deve compreender a contextualização como uma abordagem de ensino (DURÉ et al., 2018), rememorando em suas práticas as dimensões pessoais, culturais,

sociais e o conhecimento já adquirido na estrutura cognitiva do educando (KATO; KAWASAKI, 2011).

A contextualização dos conteúdos com o cotidiano dos estudantes é uma estratégia pedagógica facilitadora e importante de uma aprendizagem, mas os professores precisam empenhar-se para aprimorar e refletir sobre o impacto da contextualização do conteúdo do educando, conhecendo o contexto em que os estudantes estão inseridos, para criar um ambiente de aprendizagem motivador, prático e palpável (DURÉ et al., 2018). Assim, é possível criar uma formação integral que proporcione aos estudantes a capacidade de atuar na sociedade partindo dos conhecimentos científicos escolares e entendendo que

as aprendizagens essenciais são as que desenvolvem competências e habilidades entendidas como conhecimentos em ação, com significado para a vida, expressas em práticas cognitivas, profissionais e socioemocionais, atitudes e valores continuamente mobilizados, articulados e integrados, para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do exercício da cidadania e da atuação no mundo do trabalho. (BRASIL, 2018b p. 4).

Alguns estudantes relatam que a sequência didática foi interessante porque eles saíram do espaço tradicional da sala de aula:

E.22: “Foi maravilhosa, gostei muito eu aprendi bastante, “eee” você me ajudou a abrir a mente. Gostaria muito que tivesse mais aulas assim. Eu amei! adorei! A aula foi muito dinâmica, você fazia perguntas e nosso respondíamos, isso faz uma interação. O que mais me chamou a atenção foi as aulas serem desenvolvidas em outros lugares da escola. Teve o uso dos computadores, a oficina. Porque as vezes os professores só passam no quadro e isso nos deixam mais cansados. E não tem nada que reclamar, queria que tivesse mais vezes. Amei! Ainda gostaria de comentar que poderia ter outras oficinas”. (Entrevista)

E.31: Foi legal, porque eu aprendi e tirei dúvidas sobre o assunto. E também porque usamos outros locais da escola, que não seja a sala de aula. (Questionário)

A proposta de usar outros espaços escolares, como o laboratório de informática, a sala de multimídia e a biblioteca, foi baseada em proposta pedagógica mais dinâmica e que acabou proporcionando aos estudantes uma experiência de aprendizado atraente e enriquecedora.

Diversos estudantes relataram que a aula favoreceu sua aprendizagem:

E.4: Foi uma experiência nova, explicativa e favoreceu em todos os sentidos minha aprendizagem. O material usado mostra todo o processo feito na construção da proteína. (Questionário)

E.19: Minha experiência foi boa porque eu pude entender algumas coisas que eu tinha dificuldade, eu até sabia um pouco.” (Questionário)

E.32: “Foi uma experiência interessante e de muito aprendizado, pois me mostrou uma forma mais eficiente e simples de se aprender a tal matéria. (Questionário)

Para alguns estudantes, a aula foi diversificada, criativa, dinâmica e interessante como expresso nos relatos E.22, segundo as transcrições.

E.1: “A minha experiência foi muito boa! Eu achei a aula criativa e muito completa, uso recursos variados, que ajudaram a gente entender bastante. Eu tive algumas dificuldades de entendimento de algumas coisas no início, mas no final eu conseguir entender, principalmente com a montagem da proteína. Foi muito interessante.” (Entrevista)

E.8: Risada (demostrava satisfação), para mim foi bastante bom, no início eu fiquei com dúvida em participar. Com o decorrer eu gostei bastante, me surpreendeu, e à medida que foi passando as atividades e pensei caramba isso é interessante nem é tão complexo. E na terceira etapa, que colocamos a mão na massa e colocamos o cérebro para funcionar, foi muito legal. Poderia ter muito mais gente participando. Porque as vezes nós passamos nas provas, mas não sabem com explicar o processo direitinho. Pensa com teria sido melhor se as nossas aulas fossem semelhantes a esta. Foi promissor pra caramba. (Entrevista)

Ao serem solicitados para que avaliassem a proposta de ensino, as respostas foram convergentes, a questão anteriormente discutida, que classificou a proposta como diversificada, criativa, dinâmica, de fácil entendimento e interessante, que favoreceu a aprendizagem e a ampliação do conhecimento científico; que teve contextualização e discussões; pode ser exemplificada em:

E.5: “Bastante interessante e mais fácil de compreender.” (Questionário)

E.9: “Achei muito top esta proposta de ensino da aula.” (Questionário)

E.24: “Foi uma aula mais divertida e interativa. Achei ótimo o uso de gravuras, imagens, foi bem ilustrativo e a explicação da professora foi ótima. (Questionário)

Nascimento et al. (2015) considera que a Biologia pode ser uma das disciplinas mais significativas e merecedoras de atenção ou uma das disciplinas mais irrelevantes e pouco atrativas. Solé e Coll (2006) afirmam que a construção do conhecimento do estudante está diretamente interligada ao suporte que recebeu do seu docente e do que lhe foi socializado aos processos de ensino e aprendizagem.

Ao solicitarem que os estudantes relatassem se a proposta da aula dialogada facilitou a compreensão do tema de tradução, foram unânimes ao afirmarem que a proposta facilitou a compreensão do tema trabalhado. Analisando as justificativas constatou-se que 11 (33,4%) dos estudantes associaram a facilidade da compreensão do tema ao uso dos infográficos associados a explicação do professor, 8 (24,2%) a explicação do professor, 8 (24,2%) as estratégias de ensino diversificadas utilizadas; 5 (15,2%) ao uso dos infográficos e 1(3%) a associação das estratégias diversificadas com a explicação do professor.

Tabela 12: Justificavas para facilidade de compreensão do tema pelo os estudantes

| Categorias | Questionário | |
|--|--------------|-------------|
| | Nº | % |
| ao uso dos infográficos associados a explicação do professor | 11 | 33,4% |
| a explicação do professor | 8 | 24,2% |
| as estratégias de ensino diversificadas utilizadas | 8 | 24,2% |
| ao uso dos infográficos | 5 | 15,2% |
| a associação das estratégias diversificadas com a explicação do professor. | 1 | 3% |
| Total | 33 | 100% |

Nº.: número de participantes. %.: percentagem de participantes. Fonte: A autora.

Muitos estudantes justificaram a compreensão do tema de tradução ao uso dos infográficos associados a explicação do professor, com nas apresentadas:

E.1: “Sim. Devido a explicação da professora e a utilização do material, ficou fácil entender todo o processo de tradução que até antes era difícil para mim.” (Questionário)

E.10: “O uso dos infográficos e a explicação ajudaram bastante a entender.” (Questionário)

E.16: “Por causa das imagens dos infográficos usados e a forma que Virgínia apresentou, auxiliaram a compreender e tirar dúvidas do processo.” (Questionário)

Essa narrativas e da E.14 já apresentada “...os infográficos são bons, mas quando estão juntos de uma boa explicação, fica melhor ainda..”, ressaltam que o uso de recursos tecnológicos para auxiliarem a aprendizagem da vai além da simples e utilização das inovações educacional, devem estar aliados ao um planejamento pedagógicos com objetivos de aprendizagem bem delimitados, e integrados ao empenho do professor no desenvolvimento da aula, para que os recursos atuam com facilitados na construção da aprendizagem. Exigido novas posturas, tanto da escola quanto do professor no que diz respeito à incorporação dos recursos tecnológicos à prática educativa, sendo assim, as novas tecnologias digitais como ferramenta podem ser utilizadas como recurso que vai facilitar o processo ensino e aprendizagem, contudo, continua necessitando do envolvimento do professor (FRIZON et al., 2015).

Outros estudantes, entretanto, justificam a melhor compreensão devido a explicação do professor,

E.29: “Facilitou a aprendizagem, pois teve uma explicação boa e bem detalhada da professora de como ocorre a tradução, então foi bem melhor para entender o conteúdo.” (Questionário).

E:30: “Sim, pois a explicação da professora foi de uma forma diferente, porque ela usou exemplos que tem mais haver com nós, como ela fala que a cor do olho e da pele é por causa de uma proteína, então, ficou mais fácil de entender e mais interessante. (Questionário)

Nas reflexões dos trechos dos estudantes cabe concordar com Leite et al. (2018) que ao professor deve discutir, criticar e refletir a forma repetitiva, acrítica e dogmática que o ensino de Biologia vem sendo ministrado, com visões simplistas e superficiais.

As estratégias de ensino diversificadas utilizadas também favoreceram o entendimento do processo de tradução segundo as justificativas com:

E.6: “Sim, porque com as diversas atividades me fez entender melhor o processo de tradução e perceber que isso acontece nas células do meu corpo.” (Questionário)

E.37: “Sim, porque o processo de tradução é complicado e o uso de várias atividades dinâmicas na aula eu pude compreender mais facilmente.” (Questionário)

Conhecer estratégias de ensino e buscar novas maneiras para ensinar e favorecer a construção de conhecimentos são exigências para o professor, assim, a utilização de estratégias pedagógicas diversificadas no ensino, contribuem significativamente para a aprendizagem dos estudantes, pois oportuniza participação efetiva na construção dos saberes (FRANCO et al., 2018). Cabe ao professor trabalhar com uma sequência de atividades planejadas as quais devem ser realizadas pelo estudante para que se aproprie do conhecimento abordado.

Mais uma vez os resultados qualitativos demonstram que os infográficos elaborados têm potencialidades para diminuir a abstração do tema de tradução, que é um desafio para o entendimento dos estudantes do ensino médio, atuando com uma ferramenta suporte para torna esse processo molecular perceptível e essa contribuição foi fornecida pelas as representações pictóricas associada as verbais dos infográficos,

E.11: “Sim, ao vermos esse infográfico mostrando cada informação ilustradas em passo a passo de como o processo de tradução acontece, isso facilitou bastante a compreensão das informações.” (Questionário)

E.12: “Facilitou, por causa dos infográficos. Eles mostravam como cada etapa acontece, facilitando a minha visualização e conseqüentemente a compreensão do processo como um todo, pois é mais fácil visualizar o processo acontecendo, e no livro e no quadro e tudo parado. (Questionário)

E por fim, a justificativa da associação das estratégias diversificadas com a explicação do professor, com por exemplo:

E.41: “Sim, porque com a proposta de atividades dessa aula e com as explicações, foi possível entender melhor o processo, ficando bem mais claro e atrativo.” (Questionário)

É sabido que durante a atividade profissional o professor de Biologia precisa lidar com um cenário muito adverso, que vincula diversas dificuldades. A proposta aqui analisada contou com fatores favoráveis, um espaço diversificado, uso de recursos didáticos, um professor

diferente do cotidiano e os estudantes, que participaram de forma espontânea. Nas concepções de Nascimento et al. (2015), as estratégias pedagógicas utilizadas pelo professor e sua postura didática instituem-se como vias imprescindíveis para conquistar a atenção, cativar o entusiasmo, o afeto e melhorar positivamente o relacionamento dos estudantes com a disciplina.

4.2.3 Análise da oficina de simulação do processo de tradução

A análise da aplicabilidade da oficina foi realizada a partir de dois pontos: a visão da pesquisadora e a visão dos estudantes. Para levantamento de dados, utilizou-se os trechos dos questionários, entrevistas e análise da produção dos grupos da oficina realizada pelos estudantes.

A participação contou com 22 participantes, pois nesse dia a escola teve baixa frequência nos terceiros anos em reflexo do calendário escolar, sendo que dois dias antes do desenvolvimento da oficina ocorreram as provas do MEC e nos dias subsequente feriado e recesso escolar.

Os *Kits* de materiais para execução da oficina de simulação, descritos na metodologia, ficaram dispostos em mesas separadas, assim, ao primeiro contato, os estudantes entraram em sala e puderam analisar as peças dispostas nas mesas, tentando entender cada constituinte celular envolvido na tradução. Buscou-se, desse modo, estimular a curiosidade dos estudantes para a oficina. Nesse momento, foi possível observar muita animação durante a oficina e atribuiu-se esse reflexo à metodologia adotada no ensino, visto que, para eles, era algo novo que tornou o processo de ensino e aprendizagem mais dinâmico, possibilitando aos mesmos a interação com o objeto de estudo.

A orientação inicial foi de que os grupos separassem os aminoácidos para confeccionar uma proteína de acordo com suas preferências e que simulassem o processo de tradução de forma livre e de acordo com o ritmo e organização de trabalho, mas que somente depois da simulação eles pudessem colar as estruturas envolvidas, formando o registro do grupo.

A mediadora da atividade didática percebeu aspectos positivos e negativos observados nessa oficina. Um aspecto positivo foi a facilidade da confecção e obtenção dos materiais necessários de baixo custo. Tendo em conta a disponibilidade de recursos da rede pública de Educação Básica, o ato de se utilizar materiais acessíveis pode ser um critério de seleção para a utilização desta estratégia didática em diferentes salas de aulas.

Outros pontos positivos observados que facilitariam a aplicação, dizem respeito, primeiramente, 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 do Ensino Médio. 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. A oficina teve a capacidade de estimular a curiosidade, trazer novidades, além de manter a atenção dos estudantes, pois não era fácil ao ponto de os estudantes desistirem nem tão difícil a ponto de se tornar inviável. Quanto ao ensino, a atividade permitiu à professora trabalhar de forma lúdica e interativa, tornando o tema mais perceptível para os estudantes.

A principal dificuldade encontrada referiu-se ao tempo disponibilizado para que os estudantes preparassem e simulassem o processo. Mesmo trabalhando em grupos, com cada integrante executando uma atividade na preparação e tendo divisão de tarefas, o tempo utilizado foi longo, o que se tornou 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, eles percebiam a importância dessa estrutura na tradução. Conforme os estudantes iam fazendo a leitura do mRNA na sequência de nucleotídeos, eles compreendiam a relação da tradução do códon genético em aminoácidos no polipeptídeo. Além disso, puderam perceber que cada aminoácido utilizado no polipeptídeo é inicialmente ligado a uma molécula de tRNA que a reconhece pelas interações de complementaridade de bases, os códons no mRNA.

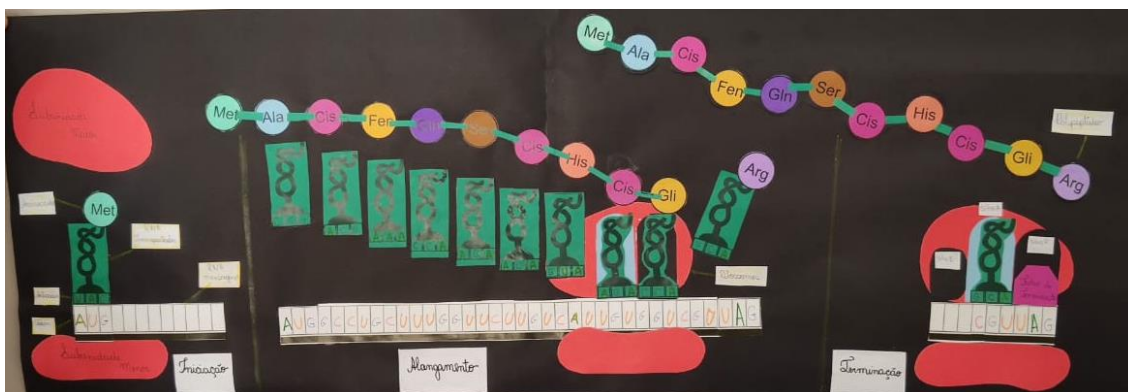
Durante a simulação de encadeamento dos aminoácidos, verificou-se que a maioria dos estudantes não encontraram dificuldades na atividade, bem como observou-se a articulação entre os conceitos e as teorias previamente abordados nos infográficos e na aula dialogada, além disso, os registros indicam que os estudantes compreenderam a temática proposta. Em ambos os grupos, os objetivos foram alcançados, pois proporcionaram aos estudantes uma visão geral da constituição das proteínas, como elas são sintetizadas, a função do ribossomo, a apresentação dos componentes da síntese (mRNA, tRNA, aminoácidos) e conhecimento dos principais tipos de aminoácidos, de forma divertida, estimulando a curiosidade e percepção dos alunos sobre, como e onde tal evento ocorre nos seres vivos.

Dois grupos esquematizaram as três etapas da síntese de proteína (Figura 20a); os demais só representaram a etapa de finalização onde o polipeptídeo já estava sintetizado (Figura

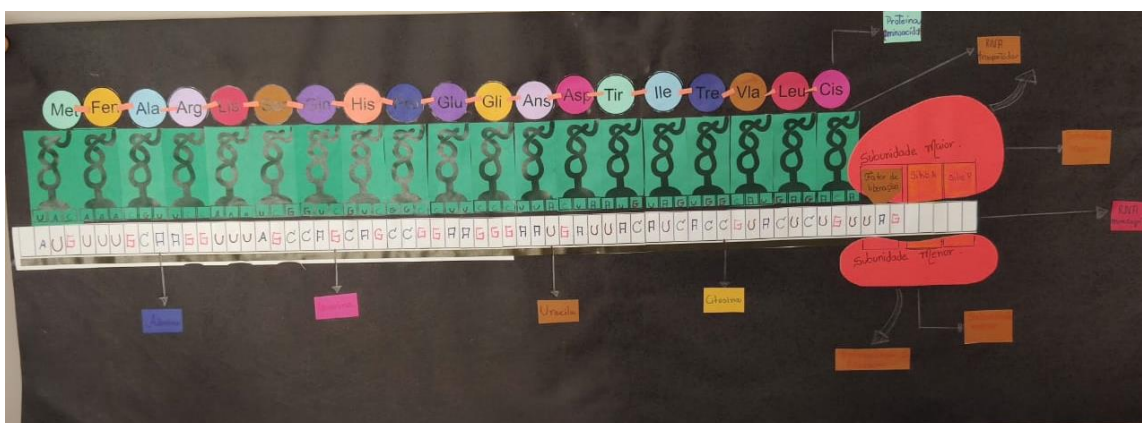
20b). Os trabalhos dos grupos 1, 2 e 3 nomearam todas as estruturas moleculares envolvidas na tradução. Os códons e anticódons das representações estão com os pareamentos de bases corretos e os grupos usaram cores padrões para as bases nitrogenadas, além de não ter sido detectados equívocos no código genético com os respectivos aminoácidos.

Figura 20 Registro do processo de tradução de polipeptídio dos grupos 1 e 2

a) Processo de tradução realizado pelo grupo 2



b) Processo de tradução realizado pelo o grupo 1



Fonte: A autora.

A maioria dos registros apresentaram a ligação peptídica dos aminoácidos de duas maneiras, sendo com colagem ou por meio de traços desenhados, porém os grupos que não simbolizaram as ligações peptídicas colaram os aminoácidos bem próximos, conforme foi constatado na Figura 21, indicando união entre eles. Sendo assim, foi possível perceber que todos os registros representaram que o polipeptídio é constituído pela ligação de aminoácidos.

Figura 21 Registro do processo de tradução de polipeptídio do grupo 4



Fonte: A autora.

Os sítios de ligação do ribossomo, em que o Sítio A (Aminoacil) é a chegada do aminoacil-tRNA, o Sítio P (Peptidil) forma os aminoácidos e o Sítio E é a saída dos tRNA, conforme na Figura 20a, 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. 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 pode vir a contribuir com o processo de ensino e aprendizagem.

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: (i) o fato de ser uma atividade que alia a teoria à prática, tornando mais fácil a assimilação do conteúdo; (ii) uma atividade lúdica e dinâmica; (iii) por tornar mais concreto a representação das estruturas do processo de tradução; (iv) foi diferente em relação às estratégias utilizadas pelos professores na abordagem desse assunto.

Diversos entrevistados mencionam a importância de aliar a teoria à prática para o ensino de processos complexos, fazendo referências à oficina desenvolvida, por exemplo:

E.1: “A gente mesmo montando, fez com que nós aprendêssemos mais na prática, porque o tema não é fácil.” (Questionário)

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.” (Questionário)

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.” (Questionário)

É de conhecimento comum que se aprende melhor praticando, pois, o conhecimento se concretiza quando colocamos em prática aquilo que aprendemos. A aula prática também encontra respaldo na literatura e na BNCC, mas o nosso convívio na educação básica aliado aos relatos dos nossos estudantes, mostrou que as atividades práticas são pouco aplicadas e muitas vezes negligenciadas.

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 estudantes e falta de tempo (PAGEL et al., 2015; LIMA et al., 2018). Interaminense (2019) assegura que para os docentes, esta modalidade didática é mais trabalhosa e demanda ser mais bem planejada. Por fim, a autora ainda afirma que muitos professores da rede pública ficam desmotivados porque precisam custear estas aulas, o que passa a ser um impedimento. Assim, tem-se a compreensão dos desafios para aplicação dessas atividades práticas nas aulas de Biologia.

As aulas práticas possuem potencial pedagógico na aquisição do conhecimento científico pelos os estudantes, não apenas isso, mas, elas também acabam auxiliando os professores em seu processo de ensino (LIMA et al., 2018). As principais funções da aula prática para a autora Krasilchik (2008) são: despertar e manter o interesse dos estudantes; compreender conceitos básicos; desenvolver a capacidade de resolver problema; envolver em investigações científicas e desenvolver habilidades. A autora Interaminense (2019) conclui que a utilização de modalidades didáticas que contemplam práticas é importante na construção do conhecimento e que evitam uma educação que advém de simples reprodução de conceitos descontextualizados.

As respostas 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.” (Questionário)

E.39: “A oficina facilitou a aprendizagem da síntese de proteína e fez ficar mais divertidos e mais fácil o conteúdo.” (Questionário)

Os resultados apontaram um direcionamento de que o lúdico, usado como estratégia tornou-se eficaz e contribuiu para uma melhor socialização dos estudantes através da interação em grupo, além de tornar a aula mais prazerosas e de fácil compreensão, uma vez, que:

O lúdico desempenha um papel vital na aprendizagem, pois através desta prática o sujeito busca 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. (PINTO e TAVARES, 2010, p. 233)

Diante das análises mencionadas, é possível concordar com Lima (2018), 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 (PAGEL et al., 2015). Portanto, as ferramentas lúdicas são essenciais no desenvolvimento de habilidades sensoriais, ajudando a memorizar fatos e conceitos, retendo a atenção dos estudantes, motivando, estimulando curiosidade, criatividade, socialização e melhorando seu rendimento, permite a visualização na prática do conteúdo que são abordados de forma teórica com a transcrição, tradução (WEYH et al., 2015).

Os recursos didáticos lúdicos estimulam a cognição, a iniciativa individual e as relações interpessoais, conferindo conhecimento aos estudantes, uma melhora na relação com o docente e com os colegas e permite associar o lúdico ao sentimento de prazer (COSTA, 2012). As atividades lúdicas que possuem objetivos bem definidos ocupam lugar importante na educação escolar para a aprendizagem (ROCHA et al., 2017). Os profissionais da área educacional poderiam aderir à prática de atividades lúdicas para auxiliar na conquista de melhores resultados e promover motivação e interesse por parte dos estudantes.

Dentre as respostas, os estudantes argumentaram que a atividade tornou o tema mais concreto para a percepção, como em:

E.5: “Sim, pois com todas as etapas da montagem da proteína facilita a fixação. Este tema é complicado e com esta atividade ficou mais real, porque é difícil aprender só imaginando estas etapas acontecendo.” (Questionário)

E.12 “Com a montagem da proteína, podemos ver quais códon se ligam com os anticódons, perceber as funções de todos as estruturas e como o processo ocorre. Ficou mais concreto a teoria. Foi bastante interessante esta oficina para o meu aprendizado.” (Questionário)

Para um estudante, o processo de construção das proteínas pode ser abstrato, por isso, se eles puderem apropriar-se de uma ferramenta didática que, ao mesmo tempo, consiga tornar a aprendizagem prazerosa e proporcionar menos abstração, haverá ganho no processo de aprendizagem (PEREIRA et al., 2018).

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.” (Questionário)

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 aqui você usou os infográficos conseguiram representar os movimentos. E a oficina de simulação fechou com chave de ouro, que ficou interessante, atrativa e facilitou a aprendizagem.” (Entrevista)

Os relatos dos estudantes E.24 e E.36 constataram que o ensino de Biologia acontece geralmente 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. Esse formato de ensino retratado pelos estudantes, para Krasilchick (2004), contribui para reforçar um ensino enciclopédico, que estimula a passividade.

Como já mencionado, o ensino de Biologia precisa de novos direcionamentos, como alguns utilizados nesse estudo, atividades contextualização, diversificadas, que integram teoria e prática, trabalhos coletivos e uso de recursos de multimídias como os infográficos, para proporcionar interações dos estudantes na construção de seus conhecimentos e aproximá-los dos conceitos e teorias da Biologia. Para que dessa forma os estudantes possam perceber o vínculo estreito existe entre o que é estudado na disciplina Biologia e o cotidiano, desenvolverem seu senso crítico e cidadão, através de tais conceitos (LEITE et al., 2017).

Outros relatos semelhantes, já apresentados, reforçam que a forma como são ministradas as aulas de Biologia pode despertar a curiosidade ou trazer aversão dos estudantes, como é possível constatar nos trechos dos estudantes que se seguem:

E.3 “...porque além da gente só escrever, copiar, tendo um recurso a mais, boas explicações, nós entenderíamos melhor. Porque a dificuldade de nós alunos, é que os professores só passam atividade e corrige não tendo nada além disso para compreender a matéria não...”; (Trecho da entrevista)

E.8 “... Porque as vezes nos passamos nas provas, mas não sabemos com explicar o processo direitinho...; (Trecho da entrevista)

E.22 “... gostaria muito que tivesse mais aulas assim. Eu amei! Adorei! [...] Porque as vezes os professores só passam no quadro e isso nos deixa mais cansados...”; (Trecho da entrevista)

E.41 “Uai! Para mim foi diferente, porque é basicamente oposto do cotidiano da escola. E quando você pega uma aula neste formato você fica até “frisado” na aula, ou seja, interessado, empolgado e não esquece...”. (Trecho da entrevista)

Além do enaltecimento de muitos estudantes, de um proposta pedagógica simples para trabalhar um tema que normalmente gera resistências por parte deles do Ensino Médio, leva-se a concordar com Krasilchick (2004), com a mesma autora que essa forma de ensinar tradicionalista, impossibilita as diversas formas de aprender, pois cada situação impõe uma solução própria, além de que a diversidade de atividades e de recursos pode 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 (MACHADO; MARTINS, 2017).

Ao solicitar que os estudantes relatassem as suas experiências em participar da oficina, todos as respostas demonstraram o contentamento, que a atividade atual com motivação para a aprendizagem e ainda mostraram que trouxe ganho ao conhecimento deles, despertando-lhes o interesse. Seguem alguns dos relatos dos estudantes:

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.” (Entrevista)

E.4: “Foi uma experiência incrível, interessante, divertida e com intensidade. Pois aprendemos de uma forma melhor e proporcionou mais interesse para aprender.” (Questionário)

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 tinha dúvidas. A oficina de simulação foi uma atividade ótima para fixação e aprendizado.” (Questionário)

A partir de alguns relatos dos estudantes e das observações realizadas, notou-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: “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.” (Questionário)

E.12: Foi bastante interessante o grupo que fez comigo trabalhou junto para fazermos a proteína, quando o grupo trabalho junto e legal de fazer. (Questionário)

E.32: “Facilitou muito a atividade ser em grupo, pois nos permitiu compartilhar as ideias e assim facilita aprender.” (Questionário)

Diante das repostas, os estudantes enfatizaram que a atividade em grupo, permitiu um processo de construção da aprendizagem por meio da coletividade, eles valorizaram a proposta usando as expressões “fazer junto é melhor”, “em conjunto é mais fácil”, “é melhor, pois um ajuda o outro”, “várias cabeças pensam mais de que uma”, “a união é a melhor coisa para aprender, um ajudando o outro”. A utilização de grupos reforça o aprendizado social entre os integrantes, permitindo que pessoas com necessidades semelhantes possam se apoiar e oferecer soluções (LIEBMANN, 2000).

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 (SOUZA et al., 2010). A inserção de estratégias em grupos deve estar presente no contexto de ensino para que tenha uma participação ativa de todos os envolvidos (CIRINEU et al., 2016), envolvendo-os no protagonismo do processo de construção dos conhecimentos.

Na oficina de simulação de proteína desenvolveu-se uma proposta pedagógica desassociada de uma educação tradicionalista, que é centrada no professor como detentor de todo o conhecimento e o estudante um receptáculo de informações. É fundamental que os docentes estimulem os estudantes a terem liberdade para expressar suas opiniões, exercite sua curiosidade científica, formulando hipóteses, propondo resoluções de problemas e que professor seja um facilitador deste processo de aprendizagem.

Nesta pesquisa os estudantes beneficiaram-se na aquisição do conhecimento relativo ao tema com maior robustez e qualidade do aprendizado na experimentação de infográficos, elaborados com aporte da TCAM, nos processos de ensino e aprendizagem. A comunidade Escolar se beneficiou com a disponibilização dos infográficos do processo de síntese proteica, que poderão ser utilizados em outras aulas na Educação Básica.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das imagens constituiu uma das etapas da pesquisa que permitiu o estudo sobre as representações imagéticas dos livros didáticos do Ensino Médio PNLD/2018 de Biologia que permitiu constatar aspectos frágeis nas abordagens das informações do processo de tradução nas imagens, numa tentativa de ilustrar de maneira mais compreensível e simples para os estudantes o tema, porém com este intuito as imagens acabam suprimindo conceitos e teorias. Foi constatado também que a maioria das imagens possui nitidez e usam legendas sintéticas. Enquanto na perspectiva da TCAM detectou-se mais de 90% das imagens analisadas tem valor didático, porém apresentam desvios nos princípios instrucionais de Contiguidade Espacial, Coerências e Sinalização. Neste sentido, percebeu-se que Coerências e Sinalização foram os que se apresentaram como menos satisfatórios em relação aos critérios estabelecidos.

Assim, em relação à perspectiva imagética, sugere-se a adequação aos princípios da TCAM, uma vez, que as imagens possuem cargas cognitivas e utilização da multimídia deve estar alinhada à capacidade cognitiva dos estudantes e ao conteúdo a ser transmitido. Faz relevante a atenção dos autores das obras e dos professores que fazem a seleção dos livros em relação às imagens.

A etapa de análise das imagens proporcionou percepções e compreensões importantes, uma vez, que detectou-se algumas omissões de informações essenciais nas imagens para a compreensão do processo de tradução, além de desvios dos princípios da TCAM, além de apresentarem aspectos atraentes e interessantes nos seus elementos visuais, e os resultados da análise foram levados em consideração para a elaboração dos infográficos da pesquisa.

Os infográficos elaborados neste estudo supriram as deficiências das informações essenciais e dos princípios instrucionais das imagens dos livros didáticos analisados para aplicar na sequência didática do tema de tradução aos estudantes do Ensino Médio. Conforme os resultados, verificou-se que os infográficos desta dissertação, foram esteticamente atrativos, dinâmicos e claros na transmissão do conteúdo e facilitaram a compreensão do processo de tradução, tornando as informações mais organizadas. Além de terem contribuíram significativamente para a compreensão e diminuição da abstração do mecanismo de tradução.

As principais potencialidades das infográficas para alcançar os objetivos de aprendizagem foram: a associação de imagens e textos; a clareza da transmissão de informações e a organização dos elementos gráficos que facilitaram a leitura, compreensão e interpretação dos infográficos, então é possível afirmar que foi uma proposta de recurso didático promissora para trabalhar o tema tradução, ao passo que serviram como facilitadores na compreensão dos estudantes.

A aplicação dos princípios descritos na TCAM nos infográficos como de coerência, redundância, sinalização, segmentação, contiguidade espacial e contiguidade temporal, multimídia, foi possível conduzir o aprendiz em um processo cognitivo adequado, promovendo uma aprendizagem de multimídia de boa qualidade, mantendo o equilíbrio entre as cargas cognitivas. Sendo possível favorecer o processamento cognitivo essencial, reduzir o processamento irrelevante e diminuir a carga irrelevante do material didático, além de guiar o estudante por meio de um processamento ativo (processamento cognitivo adequado). No princípio de segmentação utilizada, por exemplo, possibilitou aos estudantes acompanhar os detalhes das etapas, nas quais eles puderam manipular as informações inúmeras vezes, já o de multimídia, onde utilizou-se a associação de elementos pictóricos e verbais auxiliou no processamento cognitivo essencial, ampliando a compreensão dos estudantes.

Esse estudo oportunizará o desdobramento em pesquisas futuras e também permitirá tornar a utilização do produto mais eficiente por futuros docentes. Quanto a aplicação da sequência didática, a qualidade da aprendizagem poderia ter sido incrementada com o gerenciamento do processamento essencial, se fosse utilizado o princípio do pré-treinamento. Como a síntese de proteína é um tema complexo, antes da utilização das infografias, poderia ter familiarização com os nomes, características e componentes-chave para os estudantes, pois no caso dos nossos participantes eles tinham pouco conhecimento prévio do conteúdo.

A aplicação da sequência didática conseguiu aliar teoria e prática, aplicando atividades didáticas contextualizadas que procurou aproximar a tradução do cotidiano dos estudantes, possibilitando concatenarem o conhecimento científico e permitindo a construção de significados. Estas atividades despertaram a atenção dos estudantes e promovendo-lhes o protagonismo nas suas aprendizagens, sendo o professor um facilitador do ensino. As principais dificuldades encontradas referiram-se ao tempo disponibilizado para aplicação, que pode ser um dos obstáculos para o professor de Biologia, que dispõe de poucas aulas por semana para desenvolver um currículo extenso; e a possível falta de recursos tecnológicos para a utilização dos infográficos no formato digital.

A oficina de simulação do processo de tradução, aplicada na 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 a 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. 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 público brasileiro.

Esta prática mostrou-se uma atividade eficaz para auxiliar o ensino e aprendizagem, reparar falhas do processo exclusivamente teórico para a tradução.

Conclui-se que a aplicabilidade dos infográficos digitais na sequência didática é uma proposta interessante e acessível que vislumbra a Aprendizagem de Multimídia no contexto da educação básica, levando em consideração os aspectos cognitivos dos estudantes, ao aplicar os princípios da TCAM na elaboração deste recurso didático. A tradução sendo um processo bioquímico a nível molecular, dinâmico e de difícil representação em imagens estáticas, a abordagem em infográficos dinâmicos é uma alternativa promissora para facilitar a compreensão do tema e pode ser extrapolada para outros contextos escolares.

6 REFERÊNCIAS

- ALBERT, B. **Biologia Molecular da Célula**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. cap. 6, p. 299-367.
- ALLBUQUEREQUE, M. U.; MARQUES, D. B. Análise de conteúdo em termos de Bardin aplicada à comunicação corporativa sob o signo de uma abordagem teórico-empírica. **Entretextos**, v. 16, n. 1, p. 115-144, 2016.
- ALMEIDA, R. R.; CHAVES, A. C. L.; COUTINHO, F. Â.; JÚNIOR, C. F. de A. Avaliação de objetos de aprendizagem sobre o sistema digestório com base nos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia. **Ciências Educação**, v. 20, n. 4, p. 1003-1017, 2014.
- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia moderna. Volume 3, Ensino Médio**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2016. cap. 6, p. 102-128.
- ANDRADE, M. J. D. **Modalidades didáticas alternativas no ensino de Biologia: estudo de caso em uma escola pública de Caldas Brandão**. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2015. Disponível em: <http://www.ccen.ufpb.br/cccb/contents/monografias/2015>. Acesso em: 15 nov., 2019.
- ARAÚJO, C.; SOUZA, E. H. e ABIGAIL, F. L. Aprendizagem Multimídia: explorando a Teoria de Richard Mayer. **II Conedu, Congresso Nacional de Educação**, 2016.
- ARAÚJO, C.; SOUZA, E. H. e ABIGAIL, F. L. Aprendizagem Multimídia: explorando a teoria de Richard Mayer. **Anais do I CONEDU**, Campina Grande/PB, 2015. Disponível em: http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV045_MD1_SA4_ID937_15082015174004.pdf. Acesso em: 11 nov., 2018.
- ARNKIL, H. **Colours in the visual world**. Helsinki: Alto, 2013.
- BADZINSK, C.; HERMEL, E. do E. S. A representação da genética e da evolução através de imagens utilizadas em livros didáticos de Biologia. **Revista Ensaio**, v.17, n. 2, p. 434-454, 2015.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 1. ed. São Paulo, 2011.
- BARRASS, R. **Os cientistas precisam escrever**. São Paulo, Quieroz, 1991.
- BERG, J. M.; TYMOCZKO, J. L.; STRYER, L., **Bioquímica**. 14. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan., 2017. p. 1065-1113.
- BEZERRA, C. C.; SERAFIM, M. L. As gerações de infográficos comunicativos: propostas e possibilidades para a educação a distância. In: **SOUSA, RP., et al., orgs. Teorias e práticas em tecnologias educacionais [online]**. Campina Grande: EDUEPB, p. 99-122, 2016. Available from SciELO Books <<http://books.scielo.org>>.
- BIZZO, N. **Biologia: novas bases. Volume 1, Ensino Médio**. 1. ed. São Paulo: IBEP, 2016. cap. 6, p. 124-158.

BRASIL, **Resolução nº 3, de 21 de novembro de 2018**. Ministério da Educação; Conselho Nacional de Educação; Câmara de Educação Básica. Diário Oficial da União, Brasília DF, 22 de nov. de 2018, Seção 1, p. 21-24, 2018a.

BRASIL. A Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. p. 64. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm>. Acesso em: 12 nov., 2018.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular - BNCC**. Ministério da educação, 2018b. Disponível em:<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site.pdf>. Acesso em: 07, ago., 2019.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação**. Edital de convocação 04/2015 – CGPLI. Edital de Convocação para o Processo de Inscrição e Avaliação de Obras Didáticas para o Programa Nacional do Livro Didático, 2015.

BULEGON, A. M.; DRESCHER, C. F. e SANTOS, L. R. Infográficos: possibilidade de atividades de ensino para aulas de Física e Química. Florianópolis. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC** Universidade Federal de Santa Catarina, Ensino e aprendizagem de conceitos científicos, 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R2275-1.pdf>. Acesso: 22, jan., 2019.

CAETANO, L., RIBEIRO, L. O. M. Referencial para design de infográficos digitais aplicáveis na educação profissional e tecnológica. **Revista Tempos E Espaços Em Educação**, v. 4, n. 14, p. Disponível em: 103-116, 2014. <https://doi.org/10.20952/revtee.v0i0.3457>. Acesso: 22 jan., 2019.

CAIRO, A. **Infografia 2.0: Visualizacion interactiva de Informacionen Prensa**. Espanha: Alamut, 2008.

CARNEIRO, M. H. S. As imagens no livro didático. In: **Encontro De Pesquisa Em Ensino De Ciências**, 1., 1997, Águas de Lindóia (SP). *Atas...* Águas de Lindóia (SP), p. 366-373, 1997.

CATINI, A.; CARVALHO, E. G.; SANTOS, F. S. dos.; AGUILAR, J. B; CAMPOS, S. H. de A. **Biologia: ser protagonista. Volume 1, Ensino Médio**. 3. ed. São Paulo: SM, 2016. cap. 11, p. 154-174.

CAVALCANTE, M. T. M.; MANGUEIRA; SILVA, R. T. e ARAUJO, A. J. Recursos Educacionais de Multimídia como estímulo de uma abordagem interdisciplinar no Ensino de Matemática. **V Encontro de Iniciação à Docência da Universidade Estadual da Paraíba**, 2017. Disponível em: https://editorarealize.com.br/revistas/eniduepb/trabalhos/TRABALHO_EV043_MD1_SA10_ID565_01072015010537.pdf. Acesso em: 22 jan., 2019.

CERIGATTO, M. P.; MEDEIROS, M. F.; SEGURADO, Infografia e Educação a Distância. **V. Congresso Iberoamericano de Informática Educativa**. Universidad de Chile, Santiago, 2010. Disponível em: <<http://https://scholar.google.com.br/citations?user=iTB8kkQAAAAJ&hl=pt-BR>> Acesso: 10 abr., 2019.

CÉSAR, S. J.; SEZAR, S.; JÚNIO, N.C. **Biologia Ensino Médio Volume 3, Ensino Médio**. 11. ed. São Paulo: Moderna, 2016. cap. 3, p. 34-57.

CEZAROTTO, M. A.; BATTAIOLA, A. L. Contribuições do aprendizado multimídia para jogos com foco nas dificuldades da matemática. **Revista Cibertextualidades** n. 8, p. 081-092, 2017.

CIRINEU; C. T.; FIORATI; R. C.; ASSAD, F. B. A utilização de técnicas de grupo em sala de aula: contribuições para o processo de ensino-aprendizagem na graduação em terapia ocupacional. **Revista Terapia Ocupacional Univ**, v. 27, n. 3, p. 49-54, 2016.

CORTES, T. P. B. B.; MACIEL, R. S.; NUNES, M. F. H. e SOUZA, C. H. M. A Infográfica Multimídia como Recurso Facilitador no Ensino-Aprendizagem em sala de aula. **Revista Científica Internacional**, v. 1, n. 1, 2014.

COSTA, V. G. da. A Ludicidade como estratégia didática para o ensino de matemática. **XVI ENDIPE - Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino**. UNICAMP, Campinas. 2012.

COSTA, V. M. da; TAROUÇO, L. M. R. Infografia: características, autoria e uso educacional. **Novas Tecnologias na Educação**, v. 8, n. 3, 2010.

COUTINHO, F. A.; SOARES, G. A.; BRAGA, S. A. M.; CHAVES, A. C. L.; COSTA, F. J. Análise do Valor Didático de Imagens presentes em Livros de Biologia para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência**. v. 10, n. 3, p. 31-18, 2010.

CURSINO, J. P. A.; RAMOS, D. de A. Análise das imagens referentes ao conteúdo de Bioquímica nos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio. **Revista Desafios**, v. 3, n. 2, p. 99-111, 2016.

DURÉ, R. C.; ANDRADE, M. J. D. de; ABÍLIO, F. J. P. Ensino de biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o aluno de ensino médio relaciona com o seu cotidiano?. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 13, n. 1, p. 259-272, 2018.

EEDVMF - ESCOLA ESTADUAL DOUTOR VIRGÍLIO DE MELO FRANCO, **Projeto Político Pedagógico**. Paracatu, 2017.

ESCOBAR, B. T. de; SPINILLO, C. G. Infografia e educação: proposta de processo de design para infográficos na Educação à Distância. **12º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**, Belo Horizonte. Blucher Design Proceedings, n. 2, v. 9, 2016a.

ESCOBAR, B. T. de; SPINILLO, C. G. Retórica visual na infografia sobre saúde. **Revista Brasileira de Design da Informação**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 162-179, 2016b.

FAVORETTO, J. A.; **Biologia: unidade e diversidade**. Volume 1, Ensino Médio. 1. ed. São Paulo: FTD, 2016. cap. 6, p. 92-116.

FESTAS, M. I. A aprendizagem contextualizada: análise dos seus fundamentos e práticas pedagógicas. **Educação Pesquisa**. v. 41, n. 3, p. 713-728, 2015.

FONTES, G. O.; CHAPANI, D. T.; SOUZA, A. L. B. Simulação do processo de síntese de proteínas: limites e possibilidades de uma atividade didática aplicada a alunos do Ensino Médio. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 8, n. 1, 2013.

FRIZON, V.; LAZZARI, M. D. B.; SCHWABENLAND, F. P.; TIBOLLA, F. R. C. A formação de professores e as tecnologias digitais. **XII Congresso Nacional de Educação**, 2015. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/22806_11114.pdf. Acesso em: 25 julho. 2020.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (organizadoras). **Métodos de Pesquisa**. 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GKITZIA, V.; SALTA, K.; TZOUGRAKI, C. Development and application of suitable criteria for the evaluation of chemical representations in school textbooks. **Chemistry Education Research and Practice**. Athens, v.12, p. 5-14, 2010.

GREGÓRIO, E. A. Simulação do processo de síntese de proteínas: limites e possibilidades de uma atividade didática aplicada a alunos de Ensino Médio. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 11, n. 1, p. 47-60, 2016.

GREGÓRIO, E. A. **Uso de simuladores como ferramenta no ensino de conceitos abstratos de Biologia: Uma proposição investigativa para o ensino da síntese de proteína**. Monografia (Especialista em Ensino de Ciências por Investigação.) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2014.

INTERAMINENSE, B. de K. S. A Importância das aulas práticas no ensino da Biologia: Uma Metodologia Interativa. **Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, v .13, n. 45 p. 342-354, 2019.

JÚNIOR, C. A. M.; FARIA, N. C. Memória. **Psicologia Reflexão e Crítica**. v. 28, n. 4, p. 780-788, 2015.

JÚNIOR, C. S.; SASSON, S.; JÚNIOR, N. C. **Biologia. Volume 3, Ensino Médio**. 11. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

JUNIOR, J. B. B.; LISBOA, E. S.; COUTINHO, C. P. Infográfico e as suas Potencialidades Educacionais. Sorocaba. **Quaestio**. v. 13, n. 2, p. 163-183, 2011.

KANNO, M. **Como e porque usar infográficos para criar visualizações e comunicar de forma imediata e eficiente**. São Paulo: Edição eletrônica, 2013.

KATO, D. S.; KAWASAKI C. S. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 35-50, 2011.

KLEIN, L.; OLIVEIRA, A. J.; ALMEIDA, L. B. e SCHERER L. M. Recursos Multimídia no Processo de Ensino-Aprendizagem: Mocinho ou Vilão?. Brasília. **IV Encontro de Ensino e Pesquisa em Administração e Contabilidade**. 2013. Disponível em <http://www.anpad.org.br/admin/pdf/EnEPQ187.pdf>. Acesso em: 22 de jan., 2019.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4. ed. São Paulo, SP: Edusp, 2004.

LACERDA, D. de O.; ABÍLIO, F. J. P. Experimentação: análise de conteúdo dos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio (publicados no período de 2003 a 2013). **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 8, p. 163-183, 2017. Disponível em: http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID443/v12_n8_a2017.pdf. Acesso em: 01 de abr., 2020.

LAPOLLI, M. Infografia além da objetividade. **InfoDesign - Revista Brasileira de Design da Informação**, v. 16, n. 2, p. 309-320, 2016.

LEÃO, M. F.; DUTRA, M. M.; ALVES, A. C. T. **Estratégias didáticas voltadas para o ensino de ciências: Experiências pedagógicas na formação inicial de professores**. 1. ed. Edibrás: Uberlândia, 2018. cap. 1, p. 5-9.

LEITE, P. R. M.; ANDRADE, A. O. de; SILVA, V. V. da; SANTOS, A. M. dos. O ensino da biologia como uma ferramenta social, crítica e educacional. **RECH- Revista Ensino de Ciências e Humanidades – Cidadania, Diversidade e Bem Estar**, v. 1, n. 1, p. 400-413, 2017.

LIEBMANN, M. **Exercícios de arte para grupos: um manual de temas, jogos e exercícios**. 4. ed. São Paulo: Summus; 2000.

LIMA, J. F. de; AMORIM, T. V.; LUZ, P. C. S. da. Aulas práticas para o ensino de Biologia: contribuições e limitações no Ensino Médio. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio** v. 11, n. 1, p. 36-54, 2018.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H. **Biologia Hoje. Volume 1, Ensino Médio**. 3. ed. São Paulo: Ática, 2016. cap. 10, p. 119-132.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Bio. Volume 3, Ensino Médio**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2017. cap. 5, p. 113-133.

LYRA, K. T. et al. **Infographics or Graphics+ Text: Which Material is Best for Robust Learning?**. arXiv preprint arXiv:1605.09170, 2016. cap. 10, p. 119-132.

MACEDO, C. C.; SILVA, F. L. Os Processos de Contextualização e a Formação Inicial de Professores de Física. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 19, n. 1, p. 55-75, 2014.

MACHADO, C. R. da S.; MARTINS, F. F. Síntese de Proteínas: significados produzidos por meio do ensino utilizando tecnologias digitais e metodologia ativa. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC** Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0171-1.pdf>. Acesso em: 1 mai., 2020.

MAPURUNGA, L. A.; CARVALHO, E. B. A Memória de Longo Prazo e a Análise Sobre sua Função no Processo de Aprendizagem. **Revista Ensino Educação Ciências Humanas**, v. 19, n.1, p. 66-72, 2018.

MAYER, R. E. **Applying the Science of Learning: Evidence-Based Principles for the Design of Multimedia Instruction**. American Psychologist. p. 760-769, 2008.

MAYER, R. E. **Multimedia learning**. 2. ed. New York: Cambridge University Press. 2009.

MAYER, R. E. **Multimedia learning**. 1. ed. New York: Cambridge University Press. 2001.

MELO, J. R. de. e CARMO, E. M. Investigações Sobre O Ensino De Genética E Biologia Molecular no Ensino Médio Brasileiro: Reflexões sobre as Publicações Científicas. **Ciências e Educação**, v. 15, n. 3, p. 593-611, 2009.

MENDONÇA, V. L. **Biologia. Volume 3, Ensino Médio**. 3. ed. São Paulo: AJS, 2016. cap. 6, p. 200-217.

MENEZES, H. F.; PEREIRA, C. P. A. Funções da cor na infografia: uma proposta de categorização aplicada à análise de infográficos jornalísticos. **InfoDesign - Revista Brasileira de Design da Informação**, v. 14, n. 3, p. 321-339, 2017.

MENEZES, H. F.; QUEIROZ, J. E. R. de. Análise dos princípios visuais no projeto gráfico: estudo de caso envolvendo infográficos jornalísticos. **12º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**, Belo Horizonte. Blucher Design Proceedings, n. 2, v. 9, 2016. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/anlise-dos-principios-visuais-no-projeto-grfico-estudo-de-caso-envolvendo-infograficos-jornalisticos-24638>. Acesso em: 20 jan., 2020.

MIRANDA, F. de; ANDRADE, R. de C. Pensar Infográfico: uma proposta de ensino introdutório de infografia sob a perspectiva da linguagem gráfica. **Revista Brasileira de Design da Informação**, v. 14, n. 3, p. 374 -396, 2017.

MÓDOLO, C. M.; JUNIOR, A. G. Estudo quantitativo dos infográficos publicados na revista Superinteressante nos anos de 1987 a 2005. **Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação, XXX Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação**, Santos, 2007. Disponível em: <http://www.intercom.org.br/papers/nacionais/2007/resumos/R1102-2.pdf>. Acesso em: 20 jan., 2020.

MOTA, G. A.; PERES, J. P. de S.; SILVA, F. D. S. **A síntese de proteínas na concepção de alunos do 1º ano do ensino médio da escola campo: avaliação do estágio supervisionado**. 2013. Disponível em: <http://www.anais.ueg.br/index.php/congressoeducacaoipora/article/download/4376/2567>. Acesso em: 15 out., 2018.

NASCIMENTO, A. S. **O que dizem os educandos da EJA sobre a escola e o currículo de Biologia**. 2018. Dissertação (Mestrado, Pós-Graduação em Educação – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2018. Disponível em: https://www.ufjf.br/ppge/files/2018/05/disserta%3%a7%c3%a3o.agnes_.2018.ufjf_.ppge_.pdf. Acesso em: 10 jun., 2020.

NASCIMENTO, M. S. B.; SILVA, C. H. S.; FERNANDES, E. F.; DANTAS, F. K. da S.; SOBREIRA, A. C. de M. Desafios à prática docente em biologia: o que dizem os professores

do ensino médio?. **XII Congresso Nacional de Educação**, 2015. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/18007_10120.pdf. Acesso em: 1 abr., 2020.

NELSON, D. L.; COX, M. M., **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed. 2011. p. 893-923.

NEVES, R. F. A; LEÃO, A. M dos A. C.; FERREIRA, H. S. Imagem da célula em livros de biologia uma abordagem a partir da teoria cognitivista da aprendizagem multimídia. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, p. 94-105, 2016.

NUNES, M. da R. VOTTO, A. P. de S. Ensino Significativo da Terminologia Científica, uma possibilidade para a Alfabetização Científica. **Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde**, 2013. Disponível em: <http://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/4798/Marcelo%20da%20Rocha%20Nunes.pdf?sequence=1>. Acesso em: 1 mai., 2020.

NUNES, M. da R.; VOTTO, A. P. de S. A Etimologia como ferramenta para a aprendizagem significativa de Biologia. **Revista Thema**, v. 15, n. 2, p. 592-602, 2018.

OLIVEIRA, D. P. de; FERREIRA, M. Percepções de Genética, Biologia Molecular e Biotecnologia dos Professores de Ciências e Biologia de Escolas do Tocantins e Amazonas. **Revista Cereus**, v. 10, n. 4, p. 68-84, 2018.

OGO, M. Y.; GODOY, L. P. de. # **Contato Biologia. Volume 1, Ensino Médio**. 1. ed. São Paulo: Quinteto, 2016. cap. 6, p. 86-108.

ORLANDO, T. C. et al. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de biologia celular e molecular no Ensino Médio por graduandos de Ciências Biológicas. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**, v. 01, n. 09, p. 01-17, 2009.

PAGEL, U. R; CAMPOS, L. M.; BATITUCCI, M. do C. P. Metodologias e práticas docentes: uma reflexão acerca da contribuição das aulas práticas no processo de ensino-aprendizagem de biologia. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 1-13, 2015.

PAPAGEORGIU, G.; AMARIOTAKIS, V.; SPILIOTOPOULOU, V. Illustration characteristics regarding visual representations of microcosm in textbooks of chemistry: Evolving a systemic network. **Science Education International**, v. 30, n. 3, 2019.

PAPAGEORGIU, G.; AMARIOTAKIS, V.; SPILIOTOPOULOU, V. Visual representations of microcosm in textbooks of chemistry: constructing a systemic network for their main conceptual framework. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 18, n. 4, p. 559-571, 2017.

PEREIRA, C. A. S.; PEREIRA, A. P. C.; JUNIOR, J. C. A. da S.; ALBUQUERQUE, G. G. de; VIERIA, V. da S. “Jogo da Tradução”: Uma ferramenta pedagógica no ensino de genética. **Revista Práxis**, v. 10, n. 20, 2018.

PESSOA, R. R.; MACHADO, S. B. A importância do uso do computador no processo de ensino e aprendizagem dos alunos da 3ª etapa da educação de jovens e adultos da Escola Estadual Joanira del Castillo. **Revista Exitus**, v. 9, n. 1, p. 232-257, 2019.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F. e BAZZO, W. A. O contexto científico-tecnológico e social acerca de uma abordagem crítico-reflexiva: perspectiva e enfoque. **Revista Iberoamericana de Educação**, v. 49, n. 1, 2009.

PINTO, C. L.; TAVARES, H. M. O. Lúdico na Aprendizagem: Aprender a Aprender. **Revista da Católica**, v. 2, n. 3, p. 226-235, 2010.

PORTAL do MEC - Secretaria de Educação Básica. **O Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD)**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/busca-geral/318-programas-e-aco-es-1921564125/pnld-439702797/12391-pnld>. Acesso em: 1 abr., 2020.

ROBERTIS, E. R.; HIB, J., **De Robertis Bases da Biologia Celular e Molecular**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2010. cap. 16, p. 247-258.

ROCHA, N. C. da; VASCONCELOS, B.; MAIA, J. C.; GALLÃO, M. I.; RODRIGUES, D. A. M.; HISSA, D. C. Jogo didático “síntese proteica” para favorecer a aprendizagem de Biologia Celular. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 12, n. 2, p. 129-137, 2017.

ROSE S.A.; FERNLUND, P. M. **Using technology for powerful social studies**. 2009.

SANTOS, M. S. S., **Infográficos Interativos como Material Escolar: Um estudo sobre a utilização de infográficos digitais interativos para compreensão de conteúdo escolar no ensino médio**. 2015. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Artes e Comunicação. Recife, 2015. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/17372/1/DIGITAL_DissertacaoCorrigida_Gabriele_Santos.pdf. Acesso em: 28 mai., 2019.

SANTOS, V. dos A. S. dos; MARTINS, L. A importância do livro didático. **Candombá – Revista Virtual**, v. 7, n. 1, p. 20-33, 2011. Disponível em: <http://revistas.unijorge.edu.br/candomba/20117n1/pdf/3VanessadosAnjosdosSantos2011v7n1.pdf>. Acesso em: 1 abr., 2020.

SCHMITT, V. **A infografia jornalística na ciência e tecnologia: um experimento com estudantes de jornalismo da Universidade Federal de Santa Catarina**. 2006. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão do Conhecimento), Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, 2006. <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/88874/227457.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso: 2 abri., 2019.

SILVA, A. C. A. e BARBOZA, E. F. U. Infografia multimídia: possibilidades interativas de um novo gênero ciberjornalístico. **Revista Brasileira de Design da Informação**. v. 14, n. 3, p. 340-352, 2017.

SILVA, A. C. da., RESENHA DO LIVRO: Aprendizagem Multimídia. **Revista Ensaio**, v. 19, n. 1, p. 1-4, 2017.

SILVA, G. F. da; SILVA, J. de S.; SILVA K. F da; SILVA, K. M da. Percepção da Escola Sobre a Importância das Aulas Práticas no Processo Ensino-Aprendizagem de Biologia: Um Estudo de Caso nas Escolas de Ensino Médio da Cidade de Bom Jesus – Piauí. **Diálogos e Contrapontos: estudos interdisciplinares**, v. 1, n. 2, p. 31-53, 2017.

SILVA, H. C. Lendo imagens na educação científica: construção e realidade. **Pro-Posições**, v.17, n.1, p. 71-83, 2006.

SOLÉ, I. e COLL, C. “Os professores e a concepção construtivista.” **In: O Construtivismo em sala de aula**. São Paulo. Editora Ática. 2006. p. 9-28.

SOUZA R. M.; BARRIO, J. B. M; A célula em imagens: uma análise dos livros didáticos de Biologia aprovados no PNLD 2015. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC** Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0502-1.pdf>. Acesso em: 1 mai., 2020.

SOUZA, D. L. M.; PINTO A. G. A.; JORGE, M. S. B. Tecnologia das relações e o cuidado do outro nas abordagens terapêuticas grupais do centro de atenção psicossocial de Fortaleza. **Texto Cont Enferm**. v. 19, n. 1, p. 47-54, 2010.

SOUZA, L. H. P. de; GOUVÊA, G. Imagens da saúde no livro didático de Ciências. **In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis, 2009. Disponível em: <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/vii-enpec/pdfs/512.pdf>. Acesso em: 1 abr., 2020.

SOUZA, R. W. de L. de. Modalidades e recursos didáticos para o ensino de biologia. **Revista Eletrônica de Biologia**, v. 7, n. 2, p. 124-142, 2014.

STAHL, M. Formação de professores para uso das novas tecnologias de comunicação e informação. **In: CANDAU, V. M., Magistério: Construção Cotidiana**, Petropólis, Vozes, 1997.

THEODORO, F. C. M.; COSTA, J. de B. de S.; ALMEIDA, L. M. de. Modalidades e recursos didáticos mais utilizados no ensino de Ciências e Biologia. **Estação Científica (UNIFAP)**. v. 5, n. 1, p. 127-139, 2015.

THOMPSON, M; RIOS, E. P. **Conexões com a Biologia. Volume 2, Ensino Médio**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2016. cap. 6, p. 190-224.

VALENTE, J. A. A Comunicação e a Educação baseada no uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação. **Revista UNIFESO – Humanas e Sociais**. v. 1, n. 1, p.141-166, 2014.

VIARO, F. S. **Proposição de diretrizes para o projeto de gráficos instrucionais de qualidade**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-graduação em Design, Porto Alegre, RS, 2015. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/2/browse?value=Viaro%2C+Felipe+Schneider&type=author>. Acesso em: 20 nov., 2019.

WEYH, A.; CARVALHO, Í. G. B.; GARNERO, A. del V. Twister Proteico: uma ferramenta lúdica envolvendo a síntese de proteínas. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 13, n. 1, 2015.

WOODWARD, A.; BRITTON, B. K.; BINKLEY, M. **Learning from textbooks: Theory and practice**. L. Erlbaum Associates, 1993.

YILDIRIM, S. Infographics for Educational Purposes: Their Structure, Properties and Reader Approaches. **TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology**. v. 15, 2016.

ZIEDE, M. K. L.; SILVA, E. T. da; PEGORARO, L.; CANALLE, E. M.; SILVA, A. de O. M. da; CARVALHO, A. F. W. de. Tecnologias Digitais Na Educação Básica: Desafios e Possibilidades. **Renote Novas Tecnologias na Educação**. v. 14, n. 2, 2016.

Apêndice A - Termo de consentimento livre esclarecido - TCLE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário(a), de uma pesquisa. Meu nome é **Virgínia Teodoro da Silva**, sou o pesquisador responsável e minha área de atuação é **Mestrado em Ensino de Biologia**. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa, você não será penalizado(a) de forma alguma.

Se tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor telefone para: Virgínia Teodoro da Silva, na Escola Estadual Doutor Virgílio de Melo Franco, no telefone (38) 3671 4044, pelo e-mail virthes@gmail.com ou ligação em qualquer horário para contato com o pesquisador, disponível inclusive para ligação a cobrar, no telefone (38)9 9103-5896.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde (CEP/FS) da Universidade de Brasília. O CEP é composto por profissionais de diferentes áreas cuja função é defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do participante da pesquisa podem ser esclarecidos pelo telefone (61) 3107-1947 ou do e-mail cepfs@unb.br ou cepfsunb@gmail.com, horário de atendimento de 10:00hs às 12:00hs e de 13:30hs às 15:30hs, de segunda a sexta-feira. O CEP/FS se localiza na Faculdade de Ciências da Saúde, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Asa Norte.

INFORMAÇÕES IMPORTANTES SOBRE A PESQUISA

A pesquisa intitula-se: Ensino de Síntese Proteína com Infográficos Baseados na Teoria de Aprendizagem Multimídia (TCAM): material didático para o professor de ensino médio e suas bases de apoio.

Esta pesquisa está inserida no contexto crescente do uso de recursos de multimídias no ensino e aprendizagem nas instituições da Educação Básica Brasileira e os infográficos é um exemplo de recurso de multimídia, que vem se despontando por serem atrativos e dinâmicos. Os Infográficos são recursos visuais usados para transmitir informações ao leitor,

associando texto e ilustrações (imagens, fotos, gráficos e desenho), podendo apresentarem em meios impressos ou meios eletrônicos, com por exemplo na tela de um computador.

O objetivo desta pesquisa é elaboração de recurso educacional do tipo infográficos, e depois aplica-los em sala de aula para o conteúdo de síntese proteica, baseados nos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM). Ainda se propõe a analisar os pontos positivos e negativos deste material educacional, na visão dos professores de Biologia e dos estudantes para o ensino e aprendizagem do tema síntese de proteína.

O material educacional será experimentado em uma aula da disciplina de Biologia do 3º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Dr. Virgílio de Melo Franco, na cidade de Paracatu, estado de Minas Gerais.

Sua participação de docente se dá por meio de uma entrevista semiestruturada, que será gravada, para você avaliar a qualidade dos infográficos e as suas contribuições para no processo de ensino de síntese proteica, realizada em dia e horário marcado de acordo com a sua disponibilidade.

Sua participação de estudante consiste em participar de dois encontros, no primeiro você receberá os infográficos para analisa-los e responderá um questionário por escrito, sobre o uso de mídias e infográficos no seu cotidiano escolar. No segundo encontro você participará da aplicação de uma aula de trinta minutos como os infográficos, e caso você seja sorteado para participar de uma entrevista semiestruturada, gravada em áudio, para expressar a sua opinião sobre os infográficos no processo de aprendizagem de síntese proteica.

Os riscos previstos decorrentes da participação na pesquisa incluem os riscos e desconfortos possíveis de serem gerados pela pesquisa, pode-se salientar como constrangimento, cansaço, gasto de tempo no decorrer da aplicação da sequência didática e quebra do anonimato.

Para a prevenção dos riscos previstos da participação na pesquisa as seguintes medidas serão adotadas: garantia de sigilo e participação voluntária, interrupção da aplicação do questionário ou das perguntas a qualquer momento e prontamente quando solicitado pelos participantes, esclarecimento prévio sobre a pesquisa para os voluntários, garantia que as respostas serão confidenciais e aplicação dos questionários no período regular de aula não sendo necessário tempo extra para respondê-los.

Você, voluntário, pode se recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma. Sua participação é voluntária, isto é, não há pagamento por sua colaboração.

Todas as atividades do projeto estão previstas para ocorrer durante o horário regular de aula. Porém havendo necessidade de vir à escola em horário extra, as despesas que você (você e seu acompanhante, quando necessário) tiver (tiverem) relacionadas exclusivamente ao projeto de pesquisa (tais como, passagem para o local da pesquisa, alimentação no local da pesquisa) serão cobertas pelo pesquisador responsável.

Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente de sua participação na pesquisa, você deverá buscar ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Universidade de Brasília podendo ser publicados posteriormente (reforçamos que seu nome não aparecerá, sendo mantido o mais rigoroso sigilo). Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos.

Se você aceitar participar, estará contribuindo para ampliação da utilização de recursos didáticos de multimídias, como os infográficos, no ensino e aprendizagem de Biologia, que poderá promover uma aprendizagem eficiente, de qualidade no processo educativo da Educação Básica.

Assinatura do Participante:

Pesquisador Responsável: Virgínia Teodoro da Silva

Paracatu-MG, ___ de _____ de _____.

*Apêndice B - Termo de assentimento***TERMO DE ASSENTIMENTO - TA**

Você está sendo convidado para participar da pesquisa: Ensino de Síntese Proteína com Infográficos Baseados na Teoria de Aprendizagem Multimídia (TCAM): material didático para o professor de ensino médio e suas bases de apoio. Seus pais permitiram que você participe. Queremos saber os pontos positivos e negativos de um material didático, chamados infográficos, para a aprendizagem do conteúdo de síntese de proteína. Os adolescentes que irão participar dessa pesquisa têm de 15 a 17 anos de idade. Você não precisa participar da pesquisa se não quiser e não terá nenhum problema se desistir.

A pesquisa será feita na Escola Estadual Dr. Virgílio de Melo Franco, na cidade de Paracatu, estado de Minas Gerais, onde você participará de dois encontros, no primeiro analisará o material didático e responderá um questionário por escrito. No segundo encontro você participará da aplicação de uma aula de síntese proteica e caso você seja sorteado, participará de uma entrevista gravada em áudio, para expressar a sua opinião sobre o material didático de síntese proteica. Para isso, será usado o material didático denominado infográficos. O uso do material didático é considerado seguro, mas é possível que você fique cansado no momento da aula e/ou constrangido no momento de responder o questionário ou entrevista. Caso aconteça algo que você não goste, pode nos procurar pelos telefones (38) 3671 4044 e (38) 9 91035896 da pesquisadora Virgínia Teodoro da Silva, inclusive pode ligar a cobrar. Mas há coisas boas que podem acontecer como promover uma aprendizagem eficiente e com qualidade para o conteúdo de síntese proteica.

Se você morar longe da Escola Estadual Dr. Virgílio de Melo Franco e se houver necessidade de vir à escola em horário extra, nós daremos a seus pais dinheiro suficiente para você vir/ir para participar da pesquisa e voltar para casa. Ninguém saberá que você está participando da pesquisa, não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa vão ser publicados, mas sem identificar os adolescentes que participaram da pesquisa. Quando terminarmos a pesquisa os resultados serão apresentados na Universidade de Brasília e poderão serem publicados em revistas. Se você tiver alguma dúvida, você pode nos perguntar ou a pesquisadora Virgínia Teodoro da Silva. Eu escrevi os telefones na parte de cima desse texto.

Se você quer participar assine no espaço que há no final da folha.

Uma cópia desse papel ficará com você.

Paracatu, ____ de _____ de _____.

Assinatura do menor

Pesquisador Responsável: Virgínia Teodoro da
Silva

Apêndice C – Termo de consentimento livre esclarecido ao responsável legal

O menor de idade pelo qual o(a) senhor(a) é responsável está sendo convidado(a) a participar da pesquisa, como voluntário(a), de uma pesquisa “Ensino de Síntese Proteína com Infográficos Baseados na Teoria de Aprendizagem Multimídia (TCAM): material didático para o professor de ensino médio e suas bases de apoio”.

Meu nome é **Virgínia Teodoro da Silva**, sou o pesquisador responsável e minha área de atuação é **Mestrado em Ensino de Biologia**. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar que o menor na sua responsabilidade faça parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável.

Se tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor telefone para: Virgínia Teodoro da Silva, na Escola Estadual Doutor Virgílio de Melo Franco, no telefone (38) 3671 4044, pelo e-mail virthes@gmail.com ou ligação em qualquer horário para contato com o pesquisador, disponível inclusive para ligação a cobrar, no telefone (38)9 9103-5896.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde (CEP/FS) da Universidade de Brasília. O CEP é composto por profissionais de diferentes áreas cuja função é defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do participante da pesquisa podem ser esclarecidos pelo telefone (61) 3107-1947 ou do e-mail cepfs@unb.br ou cepfsunb@gmail.com, horário de atendimento de 10:00hs às 12:00hs e de 13:30hs às 15:30hs, de segunda a sexta-feira. O CEP/FS se localiza na Faculdade de Ciências da Saúde, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Asa Norte.

INFORMAÇÕES IMPORTANTES SOBRE A PESQUISA

A pesquisa intitula-se: Ensino de Síntese Proteína com Infográficos Baseados na Teoria de Aprendizagem Multimídia (TCAM): material didático para o professor de ensino médio e suas bases de apoio.

Esta pesquisa está inserida no contexto crescente do uso de recursos de multimídias no ensino e aprendizagem nas instituições da Educação Básica Brasileira e os infográficos é um exemplo de recurso de multimídia, que vem se despontando por serem atrativos e dinâmicos. Os Infográficos são recursos visuais usados para transmitir informações ao leitor,

associando texto e ilustrações (imagens, fotos, gráficos e desenho), podendo apresentarem em meios impressos ou meios eletrônicos, com por exemplo na tela de um computador.

O objetivo desta pesquisa é elaboração de recurso educacional do tipo infográficos, e depois aplica-los em sala de aula para o conteúdo de síntese proteica, baseados nos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM). Ainda se propõe a analisar os pontos positivos e negativos deste material educacional, na visão dos professores de Biologia e dos estudantes para o ensino e aprendizagem do tema síntese de proteína.

O produto educacional será experimentado em uma aula da disciplina de Biologia do 3º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Dr. Virgílio de Melo Franco, na cidade de Paracatu, estado de Minas Gerais.

A participação do estudante consiste de dois encontros, no primeiro ele receberá os infográficos para analisa-los e responderá um questionário por escrito, sobre o uso de mídias e infográficos no seu cotidiano escolar. No segundo encontro ele participará da aplicação de uma aula de trinta minutos como os infográficos, e caso ele seja sorteado para participar de uma entrevista semiestruturada, gravada em áudio, para expressar a sua opinião sobre os infográficos no processo de aprendizagem de síntese proteica.

Os riscos previstos decorrentes da participação na pesquisa incluem os riscos e desconfortos possíveis de serem gerados pela pesquisa, pode-se salientar como constrangimento, cansaço, gasto de tempo no decorrer da aplicação da sequência didática e quebra do anonimato.

Para a prevenção dos riscos previstos da participação na pesquisa as seguintes medidas serão adotadas: garantia de sigilo e participação voluntária, interrupção da aplicação do questionário ou das perguntas a qualquer momento e prontamente quando solicitado pelos participantes, esclarecimento prévio sobre a pesquisa para os voluntários, garantia que as respostas serão confidenciais e aplicação dos questionários no período regular de aula não sendo necessário tempo extra para respondê-los.

Você, com responsável pelo o voluntário, pode se recusar a autoriza-lo ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma. A participação do estudante é voluntária, isto é, não há pagamento por sua colaboração e nem para o seu responsável.

Todas as atividades do projeto estão previstas para ocorrer durante o horário regular de aula. Porém havendo necessidade de vir à escola em horário extra, as despesas que você (você e seu acompanhante, quando necessário) tiver (tiverem) relacionadas exclusivamente ao projeto

de pesquisa (tais como, passagem para o local da pesquisa, alimentação no local da pesquisa) serão cobertas pelo pesquisador responsável.

Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente de sua participação na pesquisa, você deverá buscar ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Universidade de Brasília podendo ser publicados posteriormente (reforçamos que seu nome não aparecerá, sendo mantido o mais rigoroso sigilo). Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos.

Se você, autorizar o estudante a participar da pesquisa, estará contribuindo para ampliação da utilização de recursos didáticos de multimídias, como os infográficos, no ensino e aprendizagem de Biologia, que poderá promover uma aprendizagem eficiente, de qualidade no processo educativo da Educação Básica.

CONSENTIMENTO

Eu, _____ declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios da participação do menor de idade pelo qual sou responsável, _____, sendo que:

() aceito que ele(a) participe () não aceito que ele(a) participe

Paracatu-MG, ___ de _____ de _____.

Assinatura do responsável legal

Apêndice D – Termo de autorização para utilização de imagem e sons para fins de pesquisa do participante

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DE IMAGEM E SONS PARA FINS DE PESQUISA DO PARTICIPANTE

Eu, _____, autorizo a utilização da minha imagem (sem identificação facial) e som de voz, na qualidade de participante no projeto de pesquisa intitulado “Ensino de Síntese Proteína com Infográficos Baseados na Teoria de Aprendizagem Multimídia (TCAM): material didático para o professor de ensino médio e suas bases de apoio”, sob responsabilidade de Virgínia Teodoro da Silva vinculado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional pela Universidade de Brasília.

Minha imagem, sem identificação facial, e som de voz, podem ser utilizados apenas para análise por parte da equipe de pesquisa, apresentações em conferências profissionais e/ou acadêmicas, atividades educacionais e apresentação e publicação do Trabalho de Conclusão do Mestrado.

Tenho ciência de que não haverá divulgação da minha imagem e som de voz por qualquer meio de comunicação, sejam elas televisão, rádio ou internet, exceto nas atividades vinculadas ao ensino e a pesquisa explicitadas acima. Tenho ciência também de que a guarda e demais procedimentos de segurança com relação às imagens e sons de voz são de responsabilidade da pesquisadora responsável.

Deste modo, declaro que autorizo, livre e espontaneamente, o uso para fins de pesquisa, nos termos acima descritos, da minha imagem e som de voz.

Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com a pesquisadora responsável pela pesquisa e a outra com o(a) participante.

Assinatura do (a) participante

Virgínia Teodoro da Silva

Paracatu - MG, ____ de _____ de _____

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DE IMAGEM E VOZ PARA FINS
DE PESQUISA DO PARTICIPANTE MENORES DE 18 ANOS**

Eu, _____ responsável pelo estudante
_____ do _____ Ano – Turma: _____, e autorizo a
utilização da imagem (sem identificação facial) e som de voz do estudante acima citado, na qualidade
de participante no projeto de pesquisa intitulado “Ensino de Síntese Proteína com Infográficos Baseados
na Teoria de Aprendizagem Multimídia (TCAM): material didático para o professor de ensino médio e
suas bases de apoio”, sob responsabilidade de Virgínia Teodoro da Silva vinculado ao Mestrado
Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional pela Universidade de Brasília.

A imagem, sem identificação facial, e som de voz, podem ser utilizados apenas para análise
por parte da equipe de pesquisa, apresentações em conferências profissionais e/ou acadêmicas,
atividades educacionais e apresentação e publicação do Trabalho de Conclusão do Mestrado.

Tenho ciência de que não haverá divulgação da imagem e som de voz por qualquer meio de
comunicação, sejam elas televisão, rádio ou internet, exceto nas atividades vinculadas ao ensino e a
pesquisa explicitadas acima. Tenho ciência também de que a guarda e demais procedimentos de
segurança com relação às imagens e sons de voz são de responsabilidade da pesquisadora responsável.

Deste modo, declaro que autorizo, livre e espontaneamente, o uso para fins de pesquisa, nos
termos acima descritos, da minha imagem e som de voz do estudante.

Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com a pesquisadora responsável pela
pesquisa e a outra com o(a) participante.

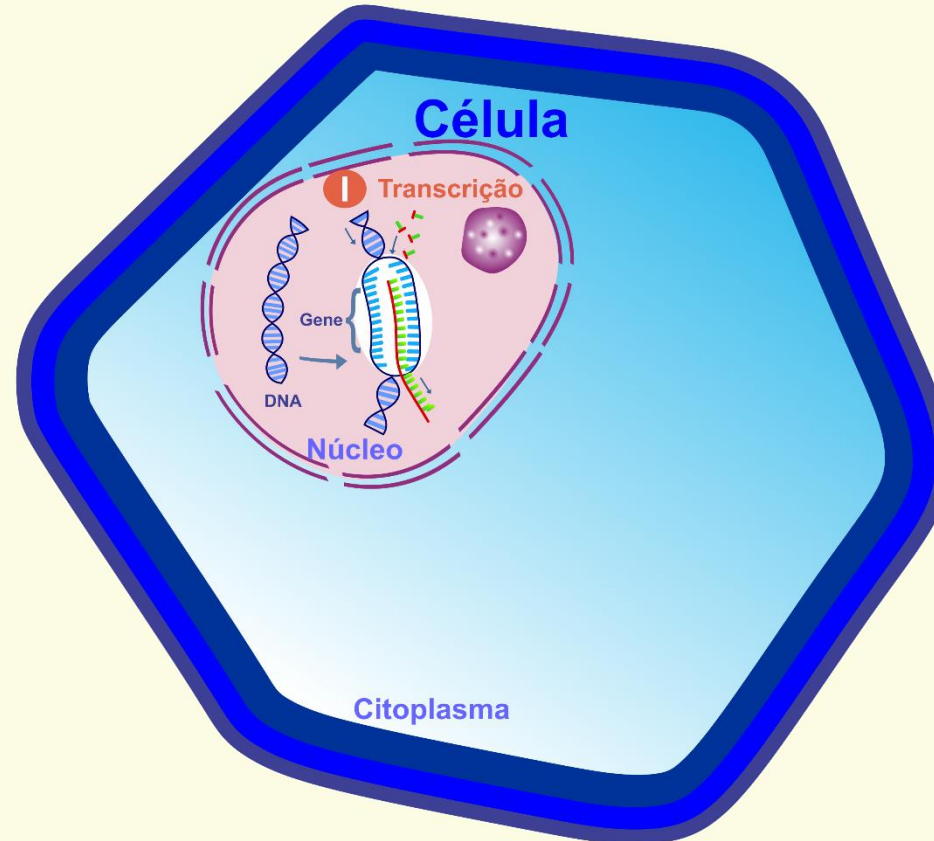
Assinatura do (a) responsável

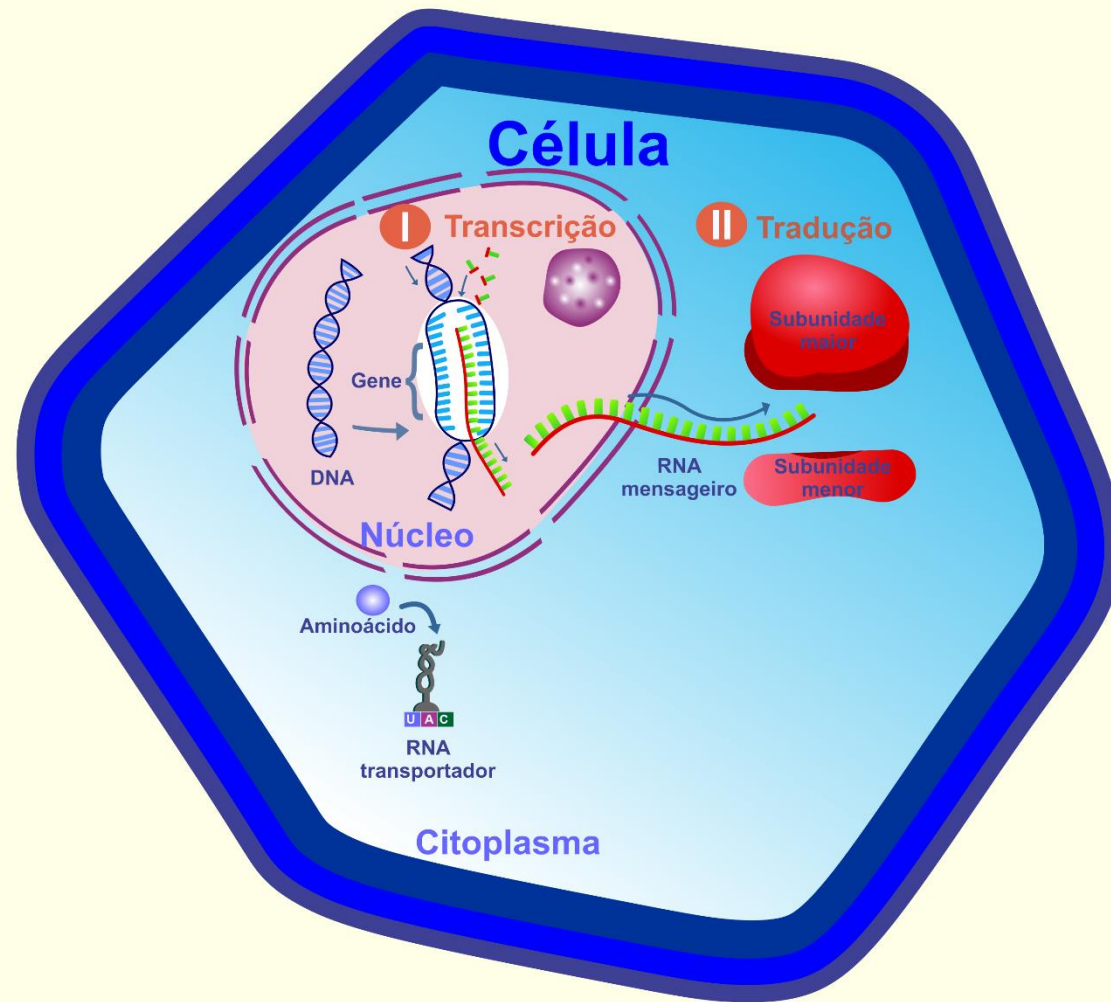
Virgínia Teodoro da Silva

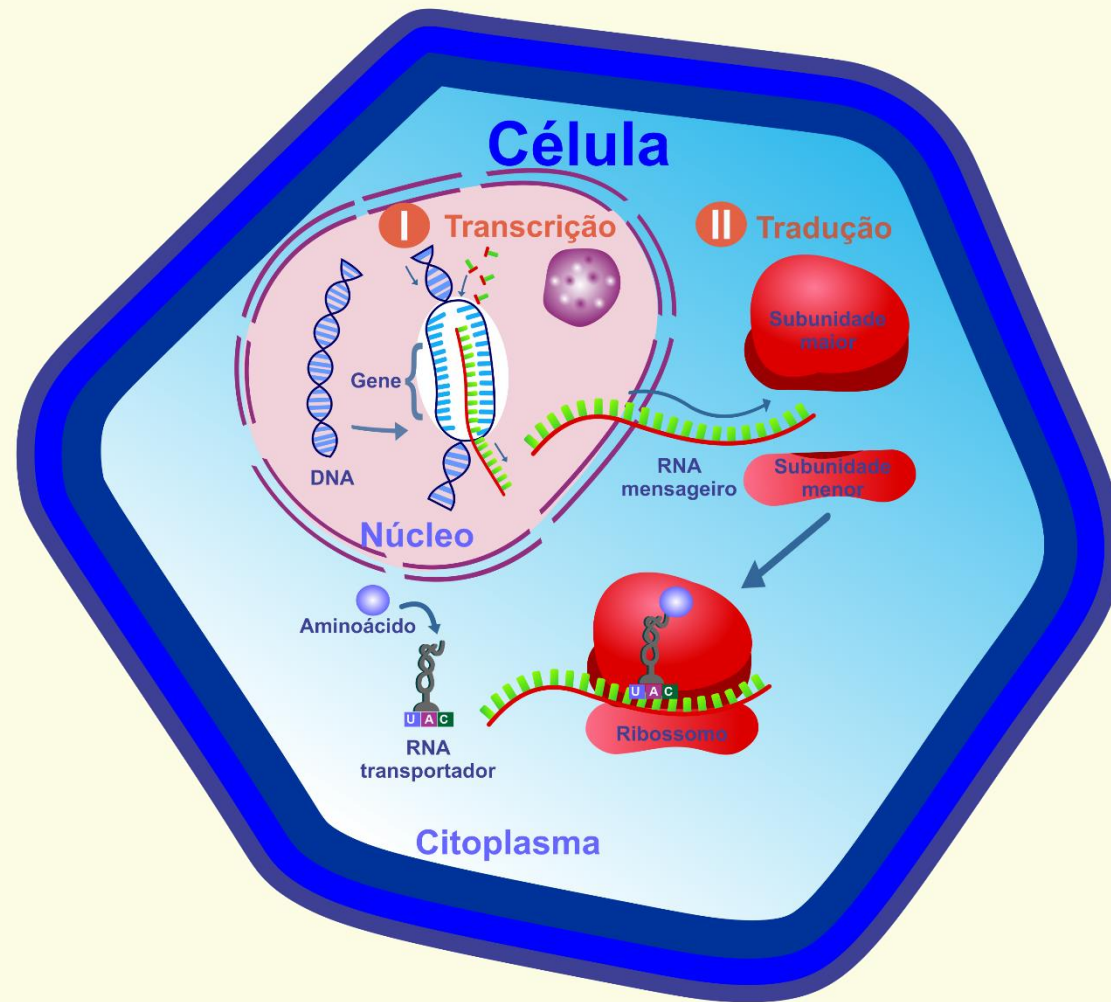
Paracatu - MG, ____ de _____ de _____

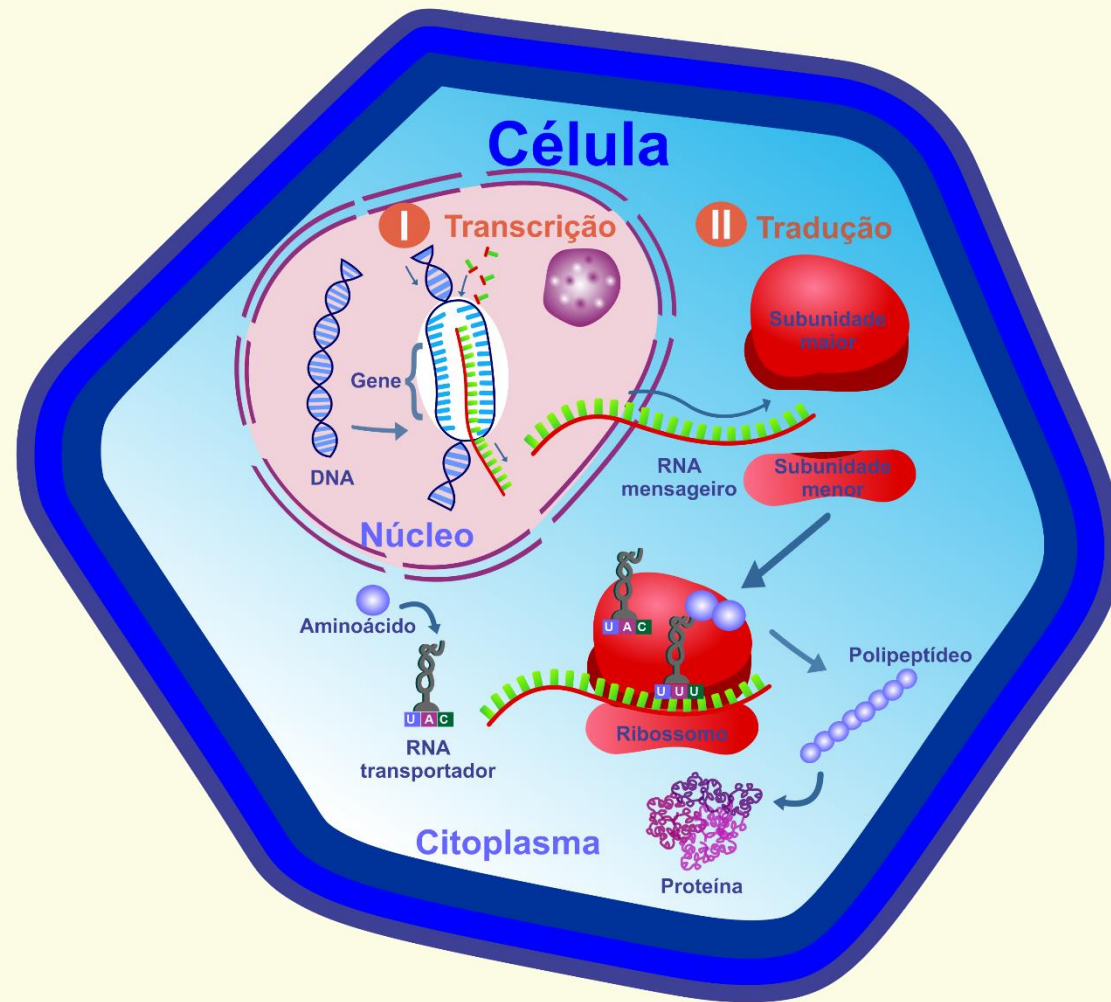
Apêndice E – Infográficos

Fluxo Gênico











Agradecimentos

Ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

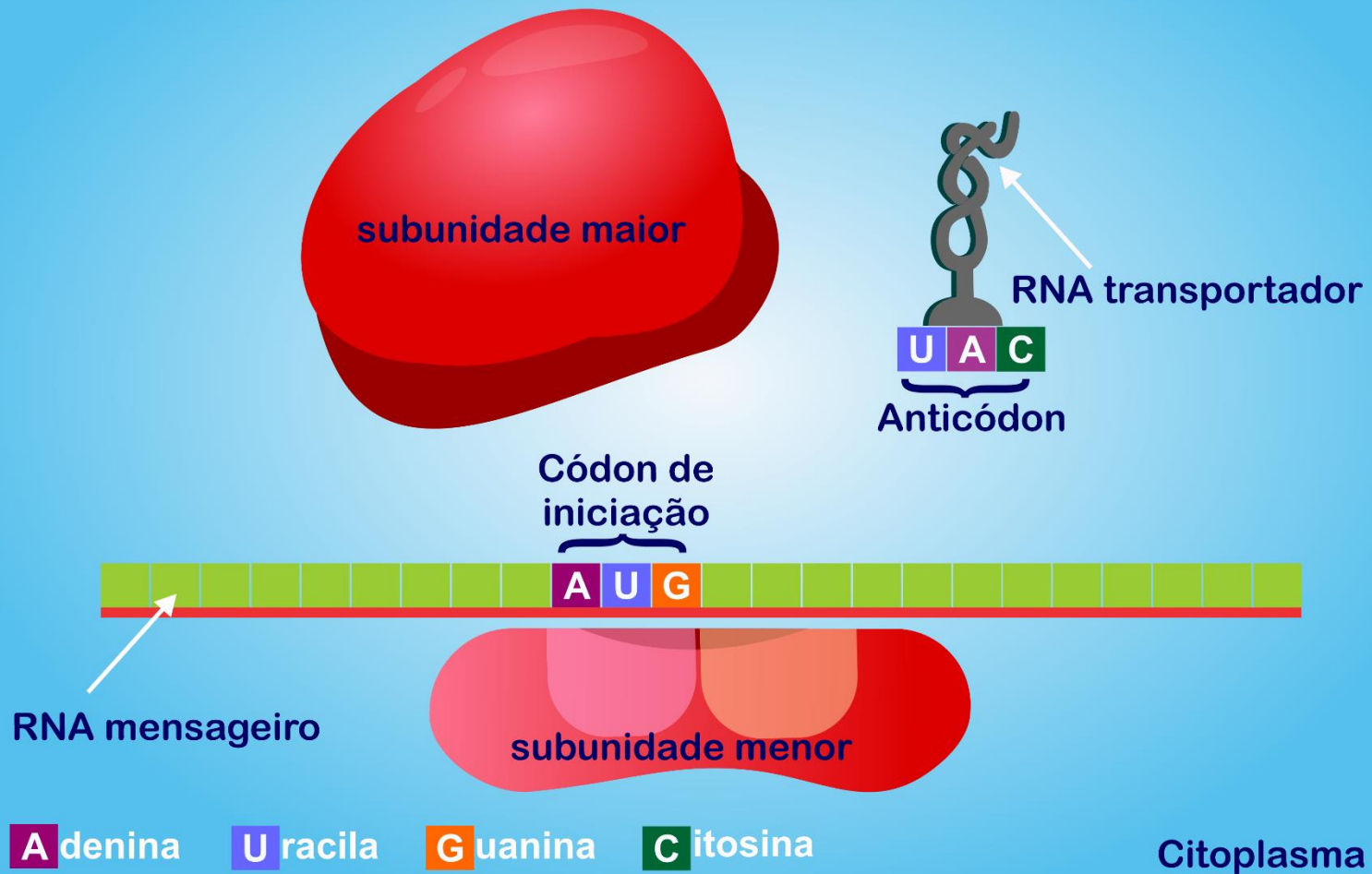
Autores:

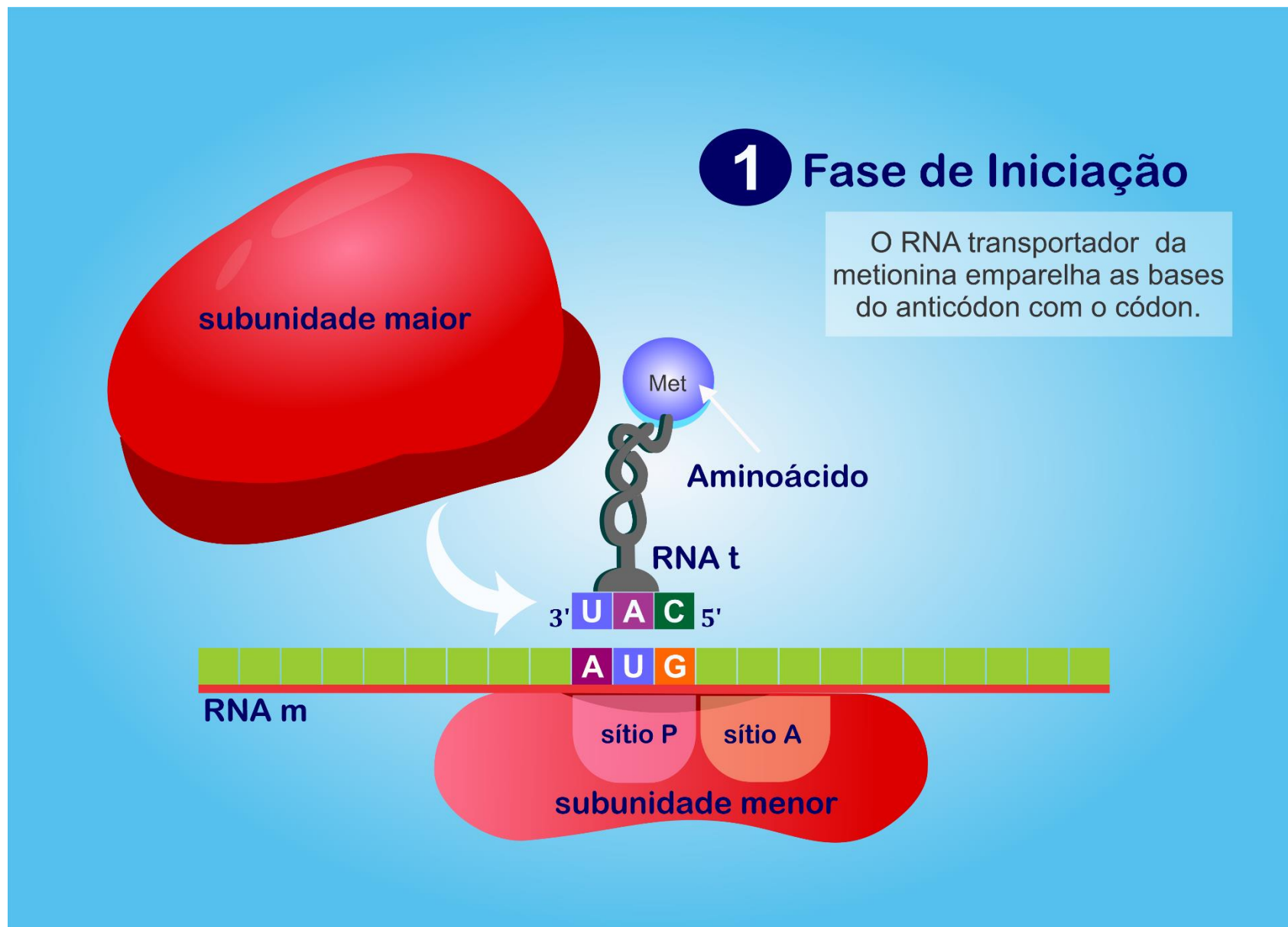
Virgínia Teodoro da Silva¹ João Paulo Cunha de Menezes²

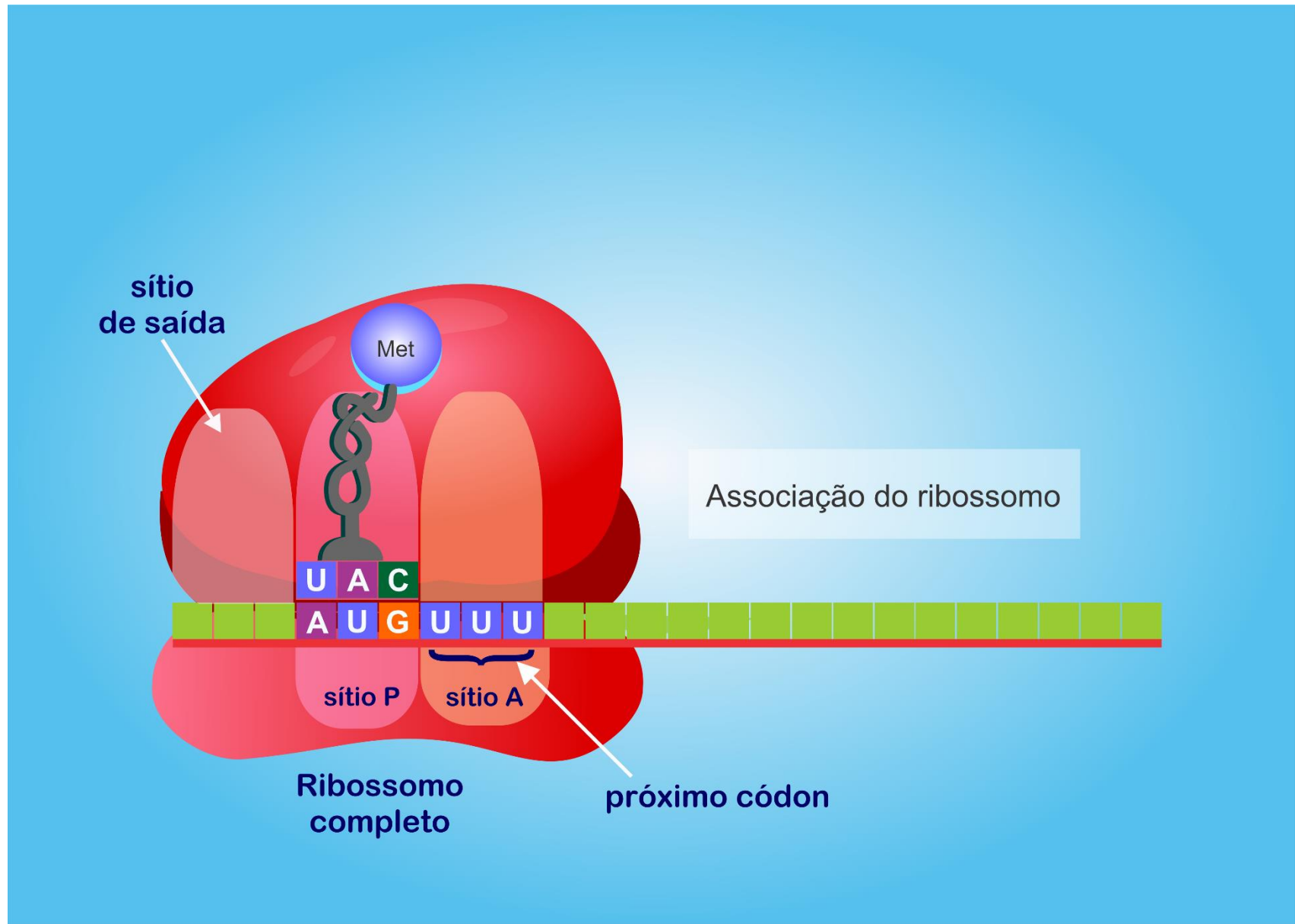
¹Mestranda do programa PROFBIO - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional, Universidade de Brasília

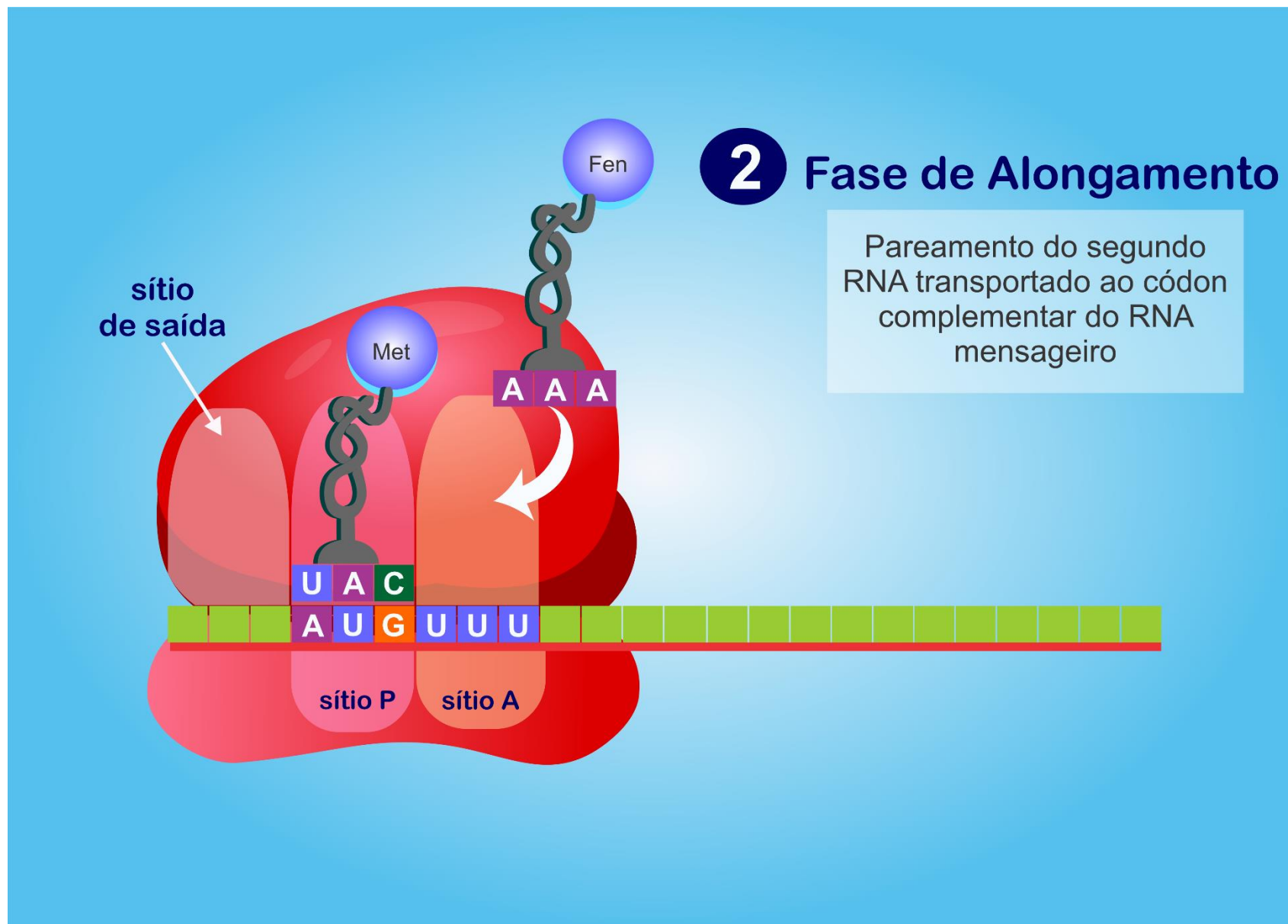
² Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília

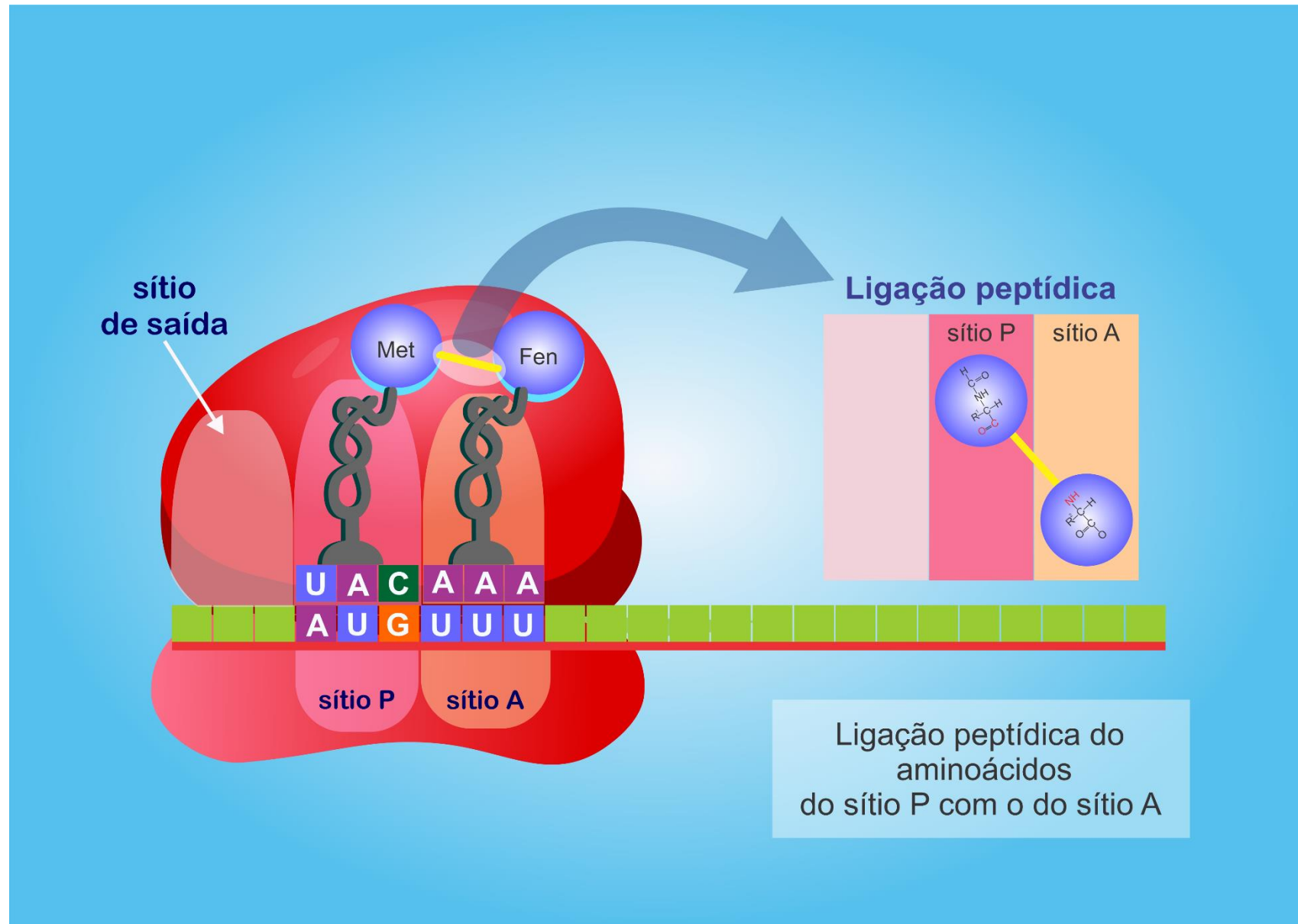
Tradução

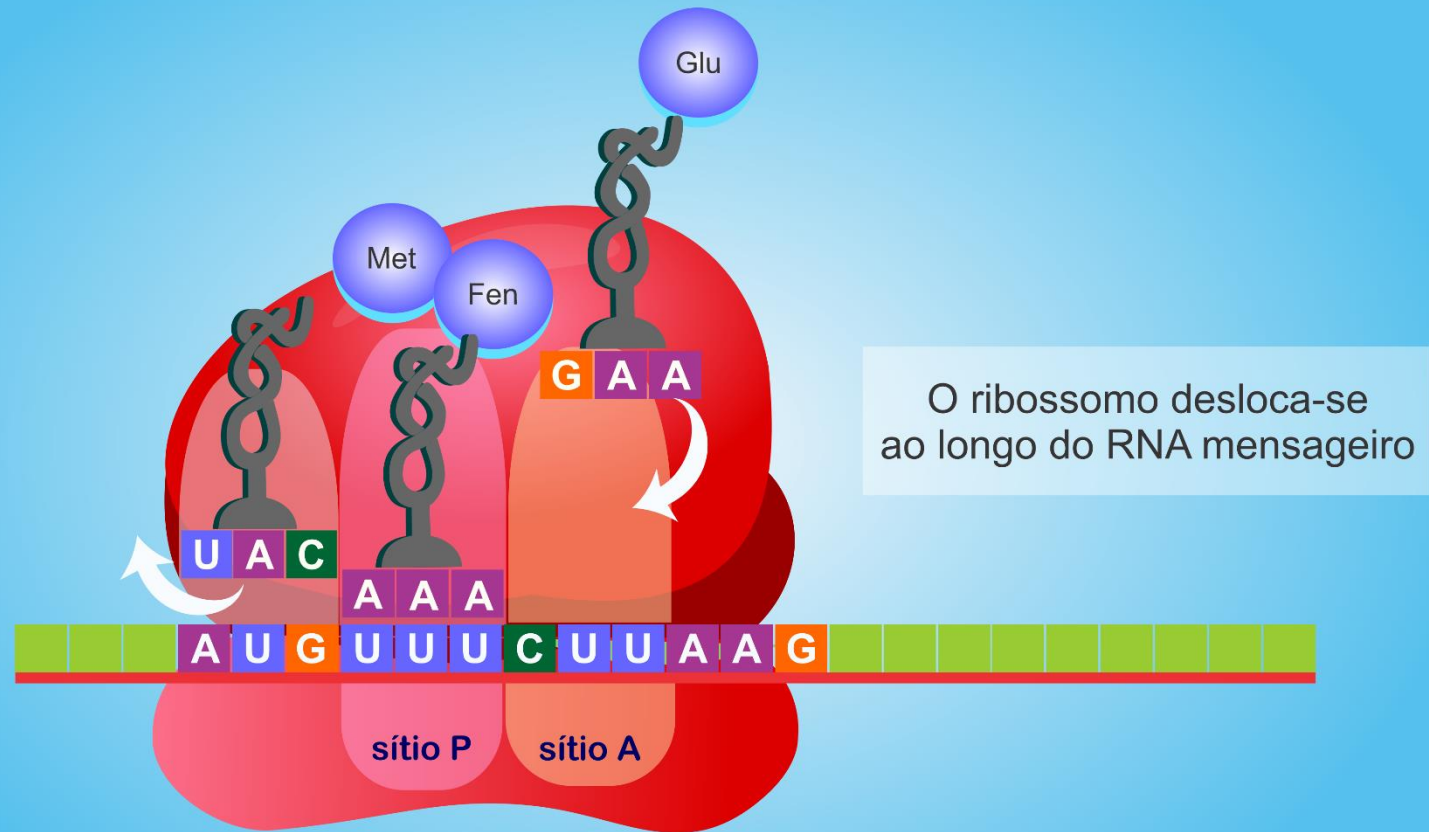


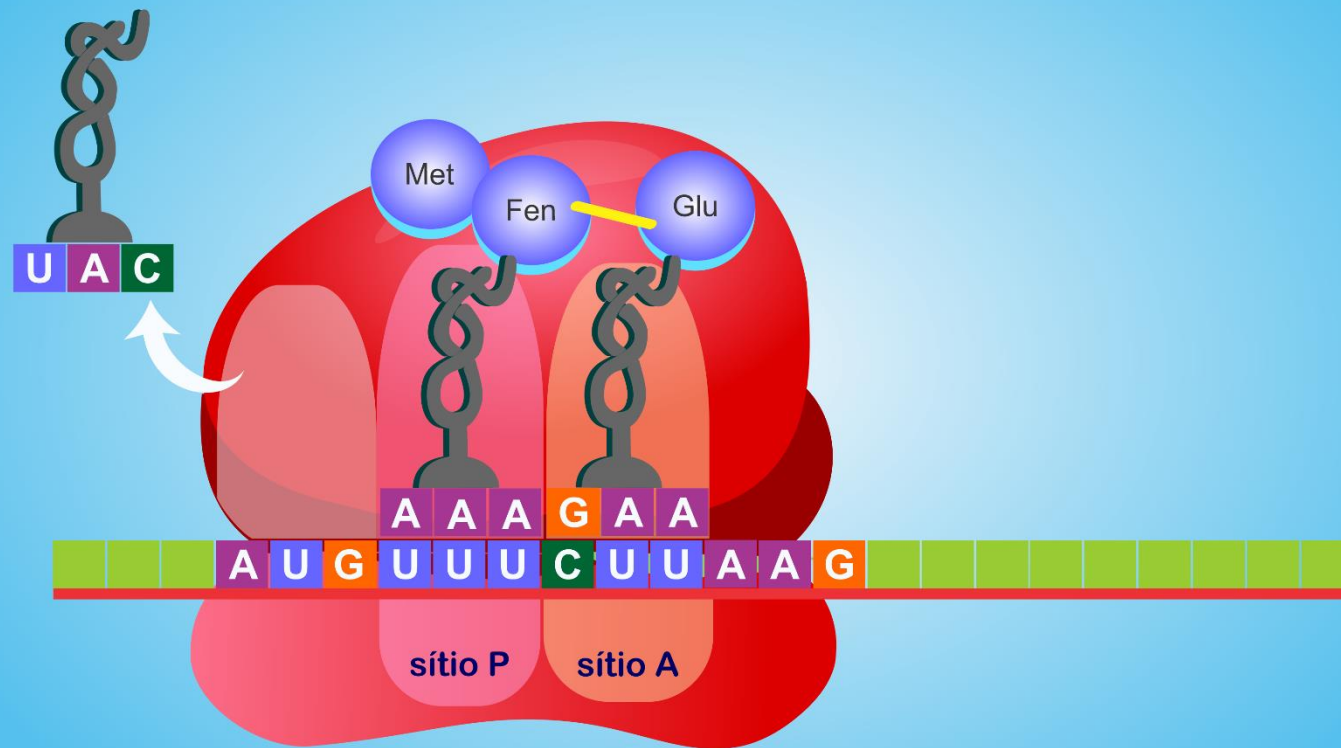


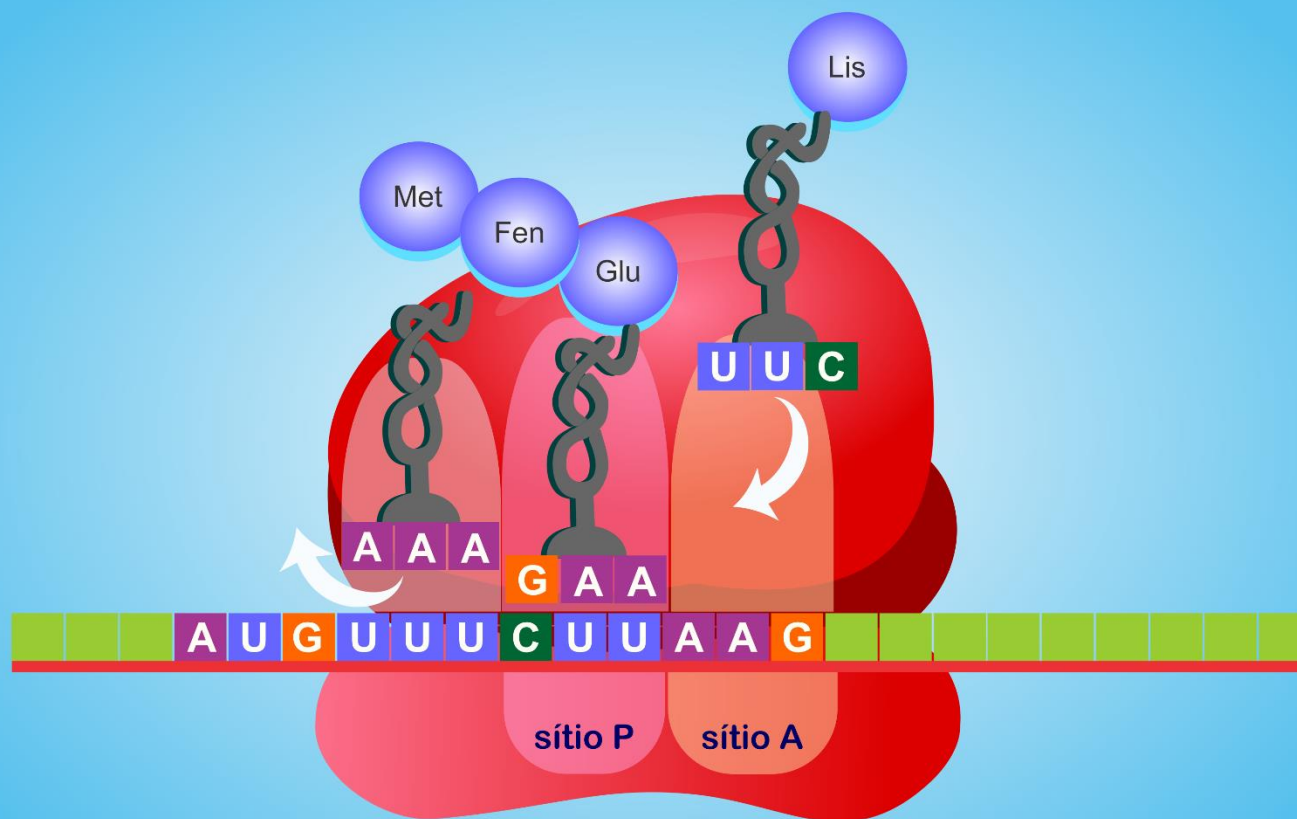


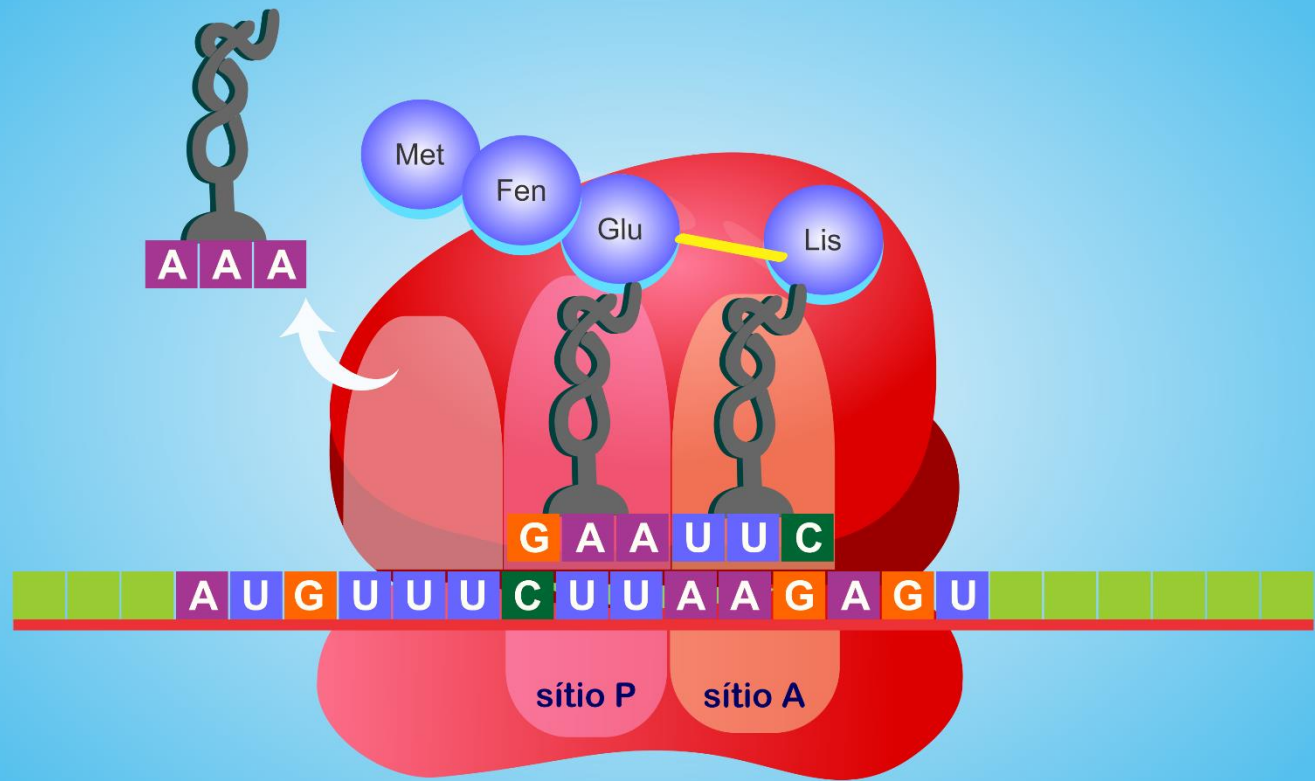


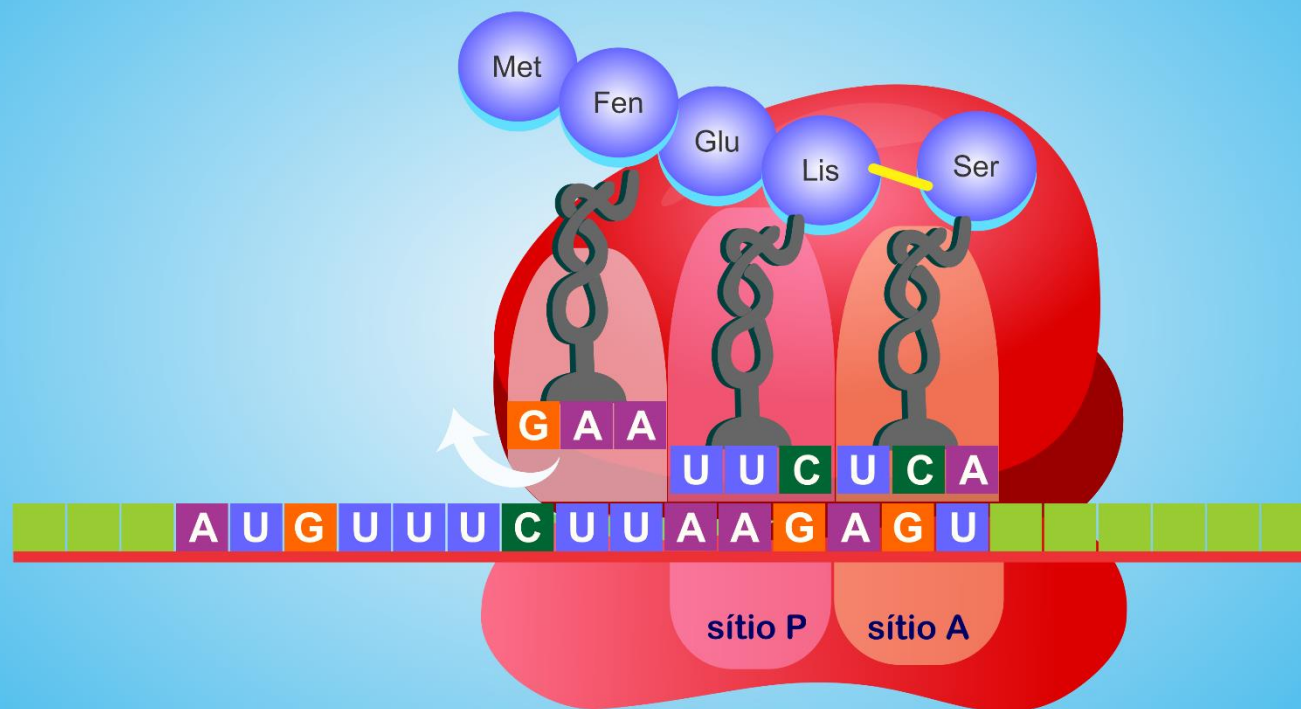


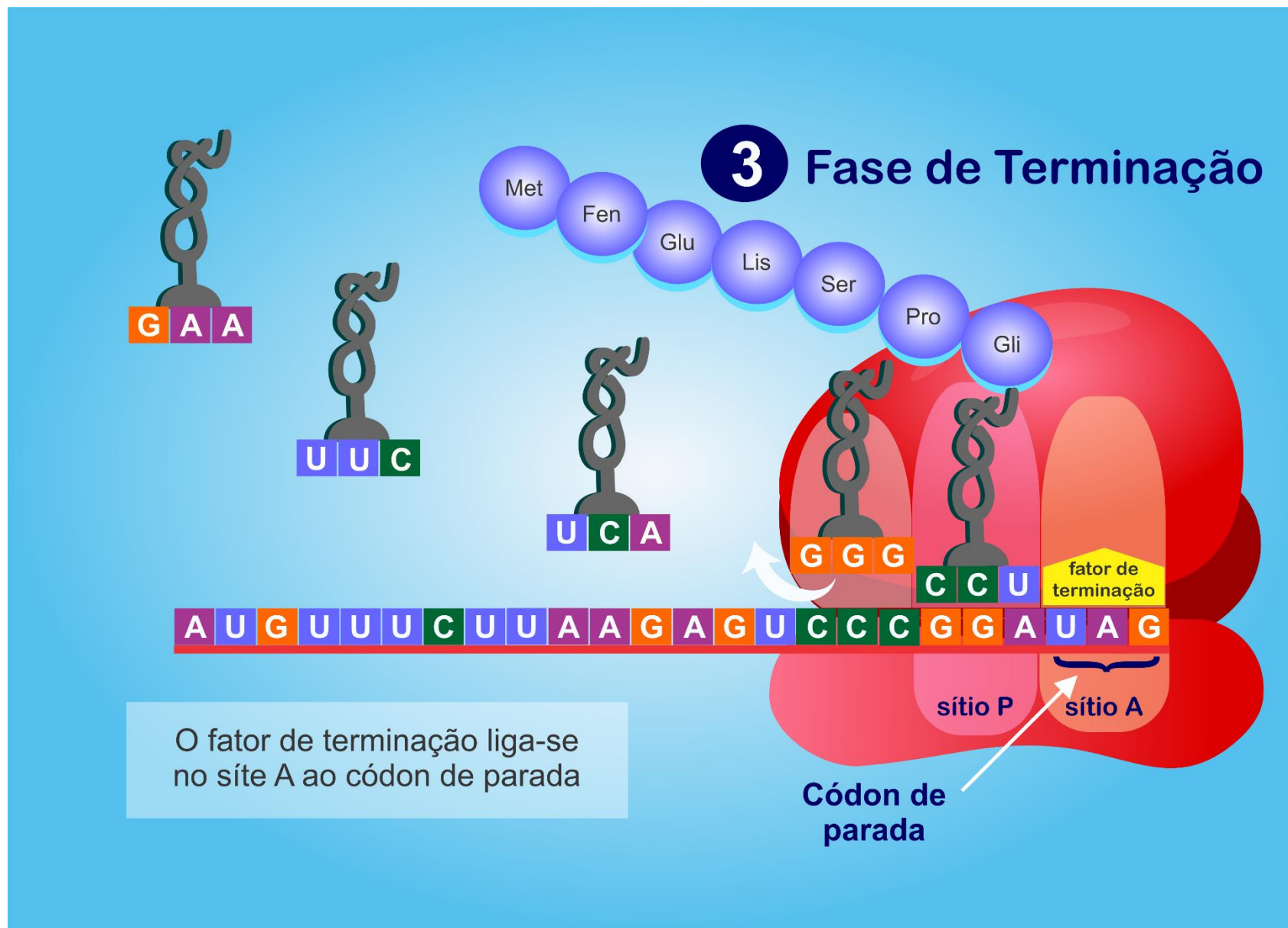


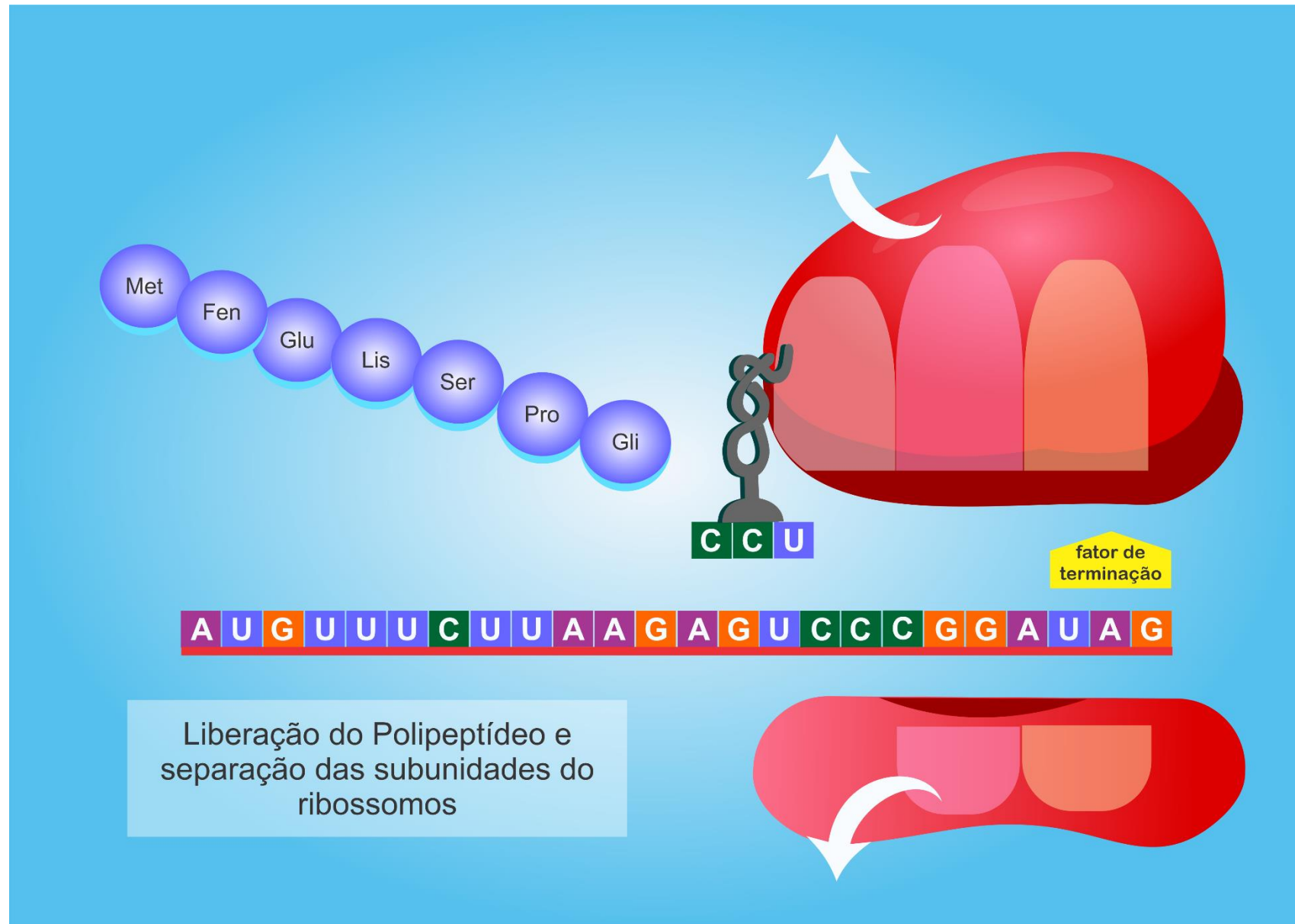


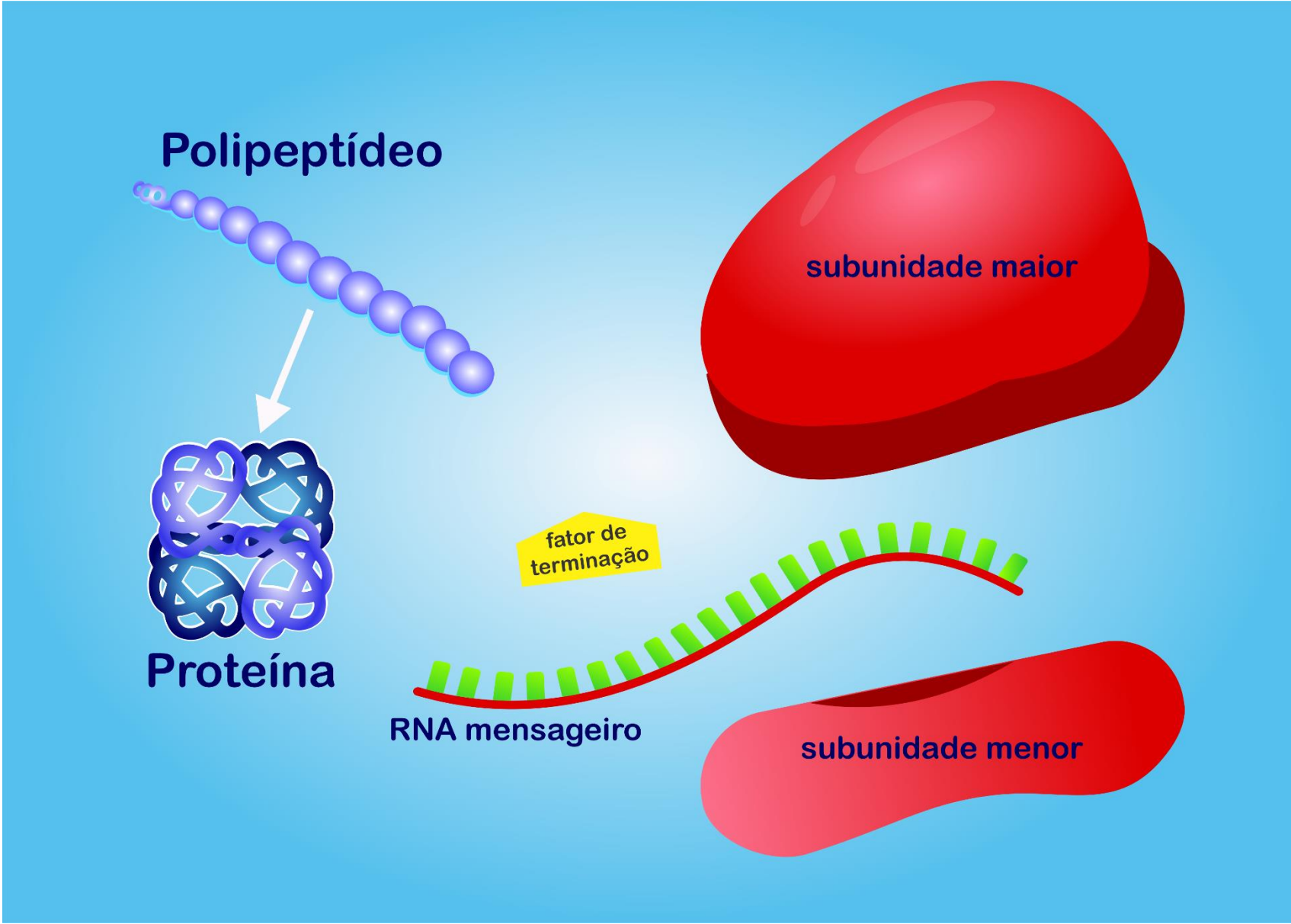














Agradecimentos

Ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Autores:
Virgínia Teodoro da Silva¹ João Paulo Cunha de Menezes²

¹Mestranda do programa PROFBIO - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional, Universidade de Brasília

²Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília

**UnB***Apêndice F – Sequência didática*

C A P E S

**PROFBIO**
Mestrado Profissional
em Ensino de Biologia

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB

Instituto de Ciências Biológicas - IB

Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO

**ENSINO DE “SÍNTESE DE PROTEÍNAS” COM USO DE INFOGRÁFICOS
BASEADOS NA TEORIA COGNITIVA DE APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA:
MATERIAL DIDÁTICO PARA O PROFESSOR DE ENSINO MÉDIO E SUAS BASES
DE APOIO**

VIRGÍNIA TEODORO DA SILVA**BRASÍLIA****2020**

VIRGÍNIA TEODORO DA SILVA

**ENSINO DE “SÍNTESE DE PROTEÍNAS” COM USO DE INFOGRÁFICOS
BASEADOS NA TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA:
MATERIAL DIDÁTICO PARA O PROFESSOR DE ENSINO MÉDIO E SUAS BASES
DE APOIO**

Produto de ação profissional resultante do TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional-PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador: Dr. João Paulo Cunha de Menezes

Brasília

2020.

SUMÁRIO

| | |
|--|------------|
| 1 Apresentação do material..... | 160 |
| 2 Sequência didática de tradução | 161 |
| 2.1 Abordagem didática | 164 |
| 2.2 Aula dialogada | 166 |
| 2.3 Oficina de simulação de proteína..... | 169 |
| 3 Referências..... | 171 |
| Apêndice A – Infográficos de fluxo gênico | 173 |
| Apêndice B – Infográficos de tradução | 176 |
| Apêndice C – Apresentação de slides..... | 179 |
| Apêndice D – Materiais da oficina de simulação | 187 |

1 Apresentação do material

A sequência didática de tradução aqui apresentada tem como objetivo servir de apoio ao professor da Educação Básica, sendo uma proposta didática utilizada na dissertação de mestrado intitulado de “Ensino de “síntese de proteínas” com uso de infográficos baseados na teoria cognitiva de aprendizagem multimídia: material didático para o professor de ensino médio e suas bases de apoio”, do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO, da Universidade de Brasília. Essa sequência foi elaborada para o 3º ano do Ensino Médio regular, porém nada impede que ela seja utilizada ou adaptada para outros públicos.

Os recursos aqui utilizados foram os infográficos digitais e dinâmicos (Apêndice A e B), uma apresentação de *slides* (Apêndice C) e os materiais da oficina de simulação de proteína (Apêndice D), os quais desenvolvidos pelos autores para o PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional da Universidade de Brasília. Para utilizar os infográficos 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 estudante o baixe em seus *smartphones*, *tablets* ou *notebooks*.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.

Virgínia Teodoro da Silva¹ João Paulo Cunha de
Menezes²

¹Mestranda do Programa PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional da Universidade de Brasília.

² Instituto de Biologia, Universidade de Brasília.

2 Sequência didática da tradução

Tradução

Modalidade / Nível de Ensino: Ensino Médio

Componente Curricular: Biologia

Turma: 3º ano

Conteúdos Específicos: tradução, transcrição, código genético

Duração: seis aulas de aproximadamente 50 minutos

Objetivos de aprendizagem:

- Reconhecer que a tradução é um processo de expressão gênica;
- Compreender os mecanismos de expressão gênica (transcrição e tradução);
- Conhecer o processo de tradução;
- Reconhecer e diferenciar as funções dos tipos de RNA (mensageiro, transportador e ribossomos);
- Associar códon e anticódon ao mRNA e tRNA, respectivamente;
- Relacionar o trio de códons ao aminoácido correspondente.

Introdução:

A tradução é uma expressão genética que resulta na biossíntese das proteínas, onde a sequência dos nucleotídeos do ácido nucleico é codificada em uma sequência de aminoácidos resultando em uma proteína. A síntese de proteína ocorre nos ribossomos e envolve vários tipos de moléculas de RNA que atuam nas diversas etapas do processo e vários fatores proteicos para a sua eficiência (NELSON; COX, 2011; BERG et al., 2017).

A importância do processo de síntese de proteína, também denominado tradução gênica ou síntese proteica, reside no fato de que ele dá origem às proteínas, biomoléculas que, além de serem essenciais na constituição da estrutura de um ser vivo, atuam no comando e na regulação de processos vitais (SANTOS; GALEMBERCK, 2016).

Portanto, entender o processo de síntese de proteínas permite ao estudante compreender como as informações presentes no DNA determinam a produção de proteínas e,

consequentemente, das características de um ser vivo, as quais são transferidas de uma geração para outra (SANTOS; GALEMBERCK, 2016). Mas, compreender este processo não é uma tarefa fácil, no processo de ensino e aprendizagem do Ensino Médio, por tratar-se de um mecanismo dinâmico, complexo, de nível molecular e imperceptível aos sentidos, tornando-se abstrato. (FONTES et al., 2013; GREGÓRIO, 2016; SANTOS; GALEMBERCK, 2016.) Além da falta de recursos e materiais para auxiliar o professor no ensino desses temas nas escolas públicas (FONTES et al., 2013).

Uma alternativa promissora a isso é o uso de infográficos digitais e dinâmicos em sala de aula, como recurso didáticos, uma vez que, são recursos de comunicação que utilizam a o sistema verbal (textos) associado ao visual (imagens e representação gráfica) para transmitir informações aos leitores de forma concisa, clara e atraente, podendo ser apresentados em suportes impressos ou eletrônicos (LAPOLLI, 2016; YILDIRIM, 2016)

Momentos da sequência didática

A sequência didática de ensino usa infográficos digitais será composta por três etapas, sendo: (i) abordagem didática do tema; (ii) aula dialogada; e (iii) oficina de simulação de proteína.

2.1 Abordagem didática

1º Etapa

Abordagem didática

Objetivo: trabalhar a leitura e interpretação dos infográficos de fluxo gênico e de tradução

Tempo de duração: duas aulas de aproximadamente 50 minutos

Estratégias aplicadas: leitura, interpretação, discussão e problematização.

Materiais:

sala de informática

computadores, *smartphones*, *tablets* ou *notebooks*.

infográficos digitais

Atividade 1

Apresentação dos infográficos

O professor deverá iniciar a aula solicitando aos estudantes que visualizem os infográficos digitais, e que façam a leitura e interpretação dos mesmos, onde primeiramente eles visualizarão os infográficos de fluxo gênico e depois o de tradução, usando os computadores da sala de informática.

Esta atividade tem como objetivo didático pedagógico de leitura e interpretação das infografias e de fornecer um pré-treino de nomes, características e componentes importantes para os estudantes do conteúdo desenvolvido.

Ao final desta atividade o professor solicitará aos estudantes que registre por escrito as indagações:

- Quais os assuntos tratados nestes infográficos?
- Baseado nos infográficos que acabou de visualizar explique, com suas palavras, os processos que está acontecendo na célula.
- Você teve alguma dúvida ou dificuldade em entender algum elemento dos infográficos? (texto ou imagem) Explique a sua dúvida.

Atividade 2

Roda de conversa

Ao final da leitura dos infográficos, o professor deve organizar uma roda de conversa.

Esta atividade busca compreender as interpretações e compreensões dos estudantes, sobre o processo de síntese de proteína apresentado nos infográficos, e permitir à partilha dos estudantes de suas experiências sobre o tema trabalhado. Trata-se também de uma situação em que o professor possa avaliar o entendimento dos estudantes sobre o tema de tradução.

O professor deve trabalhar com a oralidade, sugere-se que dê autonomia para que os estudantes exponham suas opiniões e interpretações. É importante que os educadores estimulem os estudantes a terem liberdade para expressar suas opiniões, exercita sua curiosidade científica, formulando hipóteses e propor até pesquisas, e que professor seja um facilitador deste processo de aprendizagem.

A roda de conversa seguirá os seguintes passos:

Organização

Preparar a sala de aula e dispor as cadeiras em círculo, proporcionando um espaço agradável e acolhedor.

Acolhimento

Recepcionar os estudantes e esclarecê-los das dinâmicas.

Discussão

A discussão iniciará com apresentação dos estudantes dos registros executados na atividade 1. Em seguida, o professor apresentará aos estudantes algumas perguntas norteadoras para mediar a discussão

Sugestão de questionamento:

- Como nossas proteínas podem ser produzidas a partir da informação contida em nosso DNA?
- O que determina a ordem dos aminoácidos?
- Quais são as fases da tradução?
- Como inicia a tradução?

- Nomeie os componentes participantes do processo de síntese proteica que estão representados nas infografias.
- Quais as funções do RNA transportador e do Ribossomo?
- Como ocorre o pareamento das bases no códon e no anticódon?

O professor deve proporcionar um espaço aberto para que os estudantes coloquem suas também questões.

Finalização

O professor deverá proporcionar um espaço livre para que os estudantes coloquem as suas considerações finais.

2.2 Aula dialogada

2º Etapa

Aula dialogada

Objetivo: desenvolver conceitos e teorias relacionadas a transcrição e tradução gênica.

Tempo de duração: duas aulas de aproximadamente 100 minutos

Estratégia aplicadas: aula dialogada e discussão em classe

Metodologia: desenvolvimento de uma aula dialogada com uso dos infográficos digitais de fluxo gênico e tradução.

Recursos didáticos:

projektor de imagens;

microcomputador portátil;

infográficos digitais.

Introdução

O professor introduzirá a aula projetando o *slide 2* que apresenta diversas cores de olhos e relata a discussão sugerida a seguir, ou colocar os 48 segundos do vídeo disponível em:

https://www.youtube.com/watch?v=lZStH_Be1mw. Acesso em: 10 out., 2019.

A beleza também está nos olhos e nas peles das pessoas. Os olhos são vivos possuem cores e beleza, sejam negros, castanhos, azuis e verdes. Mesmo sem querer os olhos disse muitas coisas, pois transmitem os nossos sentimentos. E também contam a nossa história genética e dos nossos antepassados. Mas, por que existem tantas cores de olhos diferentes na nossa espécie?

Por causa da proteína melanina produzida pelas as células dos olhos e da pele. Mas, como esta proteína é produzida? Onde está a receita desta proteína? Assim com todas as proteínas são sintetizadas baseadas nos nossos genes, que são as nossas heranças dos nossos descendentes, é a nossa hereditariedade.

As proteínas são responsáveis pelas as nossas características físicas e por diversas outras funções celulares que garante a nossa vida.

Atividade 1

Discussão

Esta atividade servirá para a abordagem do conteúdo programático, RNA, proteínas e os processos biológicos que compõem o dogma central.

Divida a classe em grupos e distribua uma pergunta das que se seguem para cada grupo, estabeleça 3 minutos para discussão em grupo e depois 2 minutos para que cada grupo apresente sua resposta.

Sugestão de perguntas:

- O que são as proteínas?
- Qual a importância das proteínas para o ser humano?
- Como a proteína é produzida? Onde ela pode ser encontrada?
- Vocês acham que existe necessidade de estudar síntese de proteínas no ensino médio?
- A água que bebemos apresenta proteína?
- O nosso organismo é capaz de produzir todas as proteínas que necessitamos?
- Por que comemos alimentos ricos em proteínas?
- De que as proteínas são formadas?
- Tem proteína no sangue?
- A unha é uma estrutura morta, será que tem proteína?

Atividade 2

Apresentação de *slides*

Em seguida, utilize a apresentação (Apêndice C), que é composta por imagens e questionamentos para nortear a discussão na aula, e para estimular a contextualização do conhecimento científico com o cotidiano dos estudantes.

Atividade 3

Infográfico – fluxo gênico

Desenvolva os conceitos sobre o fluxo gênico e o dogma da biologia molecular por meio do infográfico digital de fluxo gênico (Apêndice A).

Atividade 4

Infográfico – tradução

Para finalizar, apresente à turma o infográfico de tradução (Apêndice B) para desenvolvimento do tema de síntese de proteína.

2.3 Oficina de simulação de proteína

3º Etapa

Oficina de Simulação

Objetivo: aplicar uma aula prática para o processo de tradução para os estudantes compreenderem a leitura do código genético.

Tempo de duração: duas aulas de aproximadamente 50 minutos.

Estratégia: aula prática

Metodologia: desenvolvimento de uma oficina para a simulação do encadeamento de aminoácidos de um polipeptídio.

Organização: grupos

Recursos utilizados:

Tesoura;

Papel color set preto;

Cola;

4 canetas hidrográficas de cores variadas;

Xerocopias das cartelas de aminoácidos;

Xerocopias das fitas de RNA mensageiro;

Xerocopias da cartela de RNA transportador;

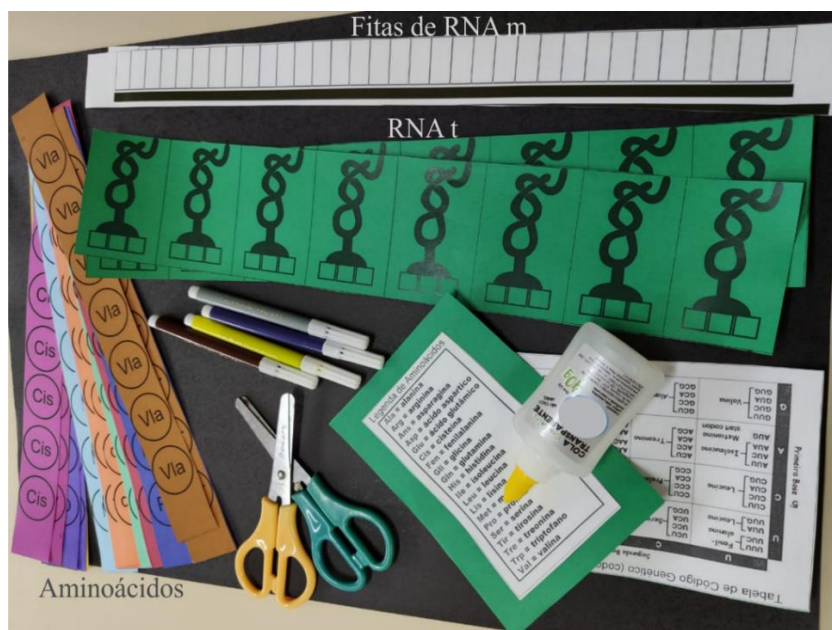
Tabela de codificação genética.

Desenvolvimento

Essa etapa compreende a execução da oficina de simulação de processo de tradução, em que os participantes devem ser organizados em grupos. Ao longo desta atividade, os estudantes interagem 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 polipeptídio.

O professor deve primeiramente providenciar a confecção do kit do Apêndice C. Cada grupo deve ter um kit de materiais conforme a Figura 1.

Figura 1: Kit de materiais recebidos pelos grupos na oficina



Fonte: os Autores

Confecção do kit

Use o papel *color set* de cores variadas para imprimir as cartelas de aminoácidos em tamanho A3, sugere-se para cada aminoácido uma cor diferente, depois recorte as cartelas e as divida em partes iguais os vinte aminoácidos para os grupos, imprima também as cartelas de tRNA, os mRNA, os ribossomos, a tabela de códon e a lista de legenda dos aminoácidos.

Orientação da oficina

Divida a classe em seis grupos e distribua um kit de material necessário para a realização da parte prática para os grupos. Oriente que cada grupo deve confeccionar uma proteína fictícia e que estabeleçam nome e as funções da biomolécula.

Em seguida o professor deve solicitar que os grupos simulem as etapas do mecanismo que levou ao encadeamento dos aminoácidos escolhidos para o polipeptídeo, sobre o comando do mRNA com código de iniciação e terminação, com o envolvimento dos tRNA respectivos e do ribossomo.

Após a confecção do polipeptídeo solicite aos grupos que façam as apresentações dos seus trabalhos, explicando os processos que utilizaram nas simulações e que explanem as funções e a denominações do polipeptídeo confeccionado.

3 Referências

BERG, J.M.; TYMOCZKO, J.L.; STRYER, L., **Bioquímica**. 14 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.,2017. p. 1065-1113.

FONTES, G. O.; CHAPANI, D. T.; SOUZA, A. L. B. **Simulação do processo de síntese de proteínas: limites e possibilidades de uma atividade didática aplicada a alunos do Ensino Médio**. Experiências em Ensino de Ciências. V. 8, n. 1, 2013.

GREGÓRIO, E. A. **Simulação do processo de síntese de proteínas: limites e possibilidades de uma atividade didática aplicada a alunos de Ensino Médio**. Experiências em Ensino de Ciências. v. 11, n. 1, p. 47-60, 2016.

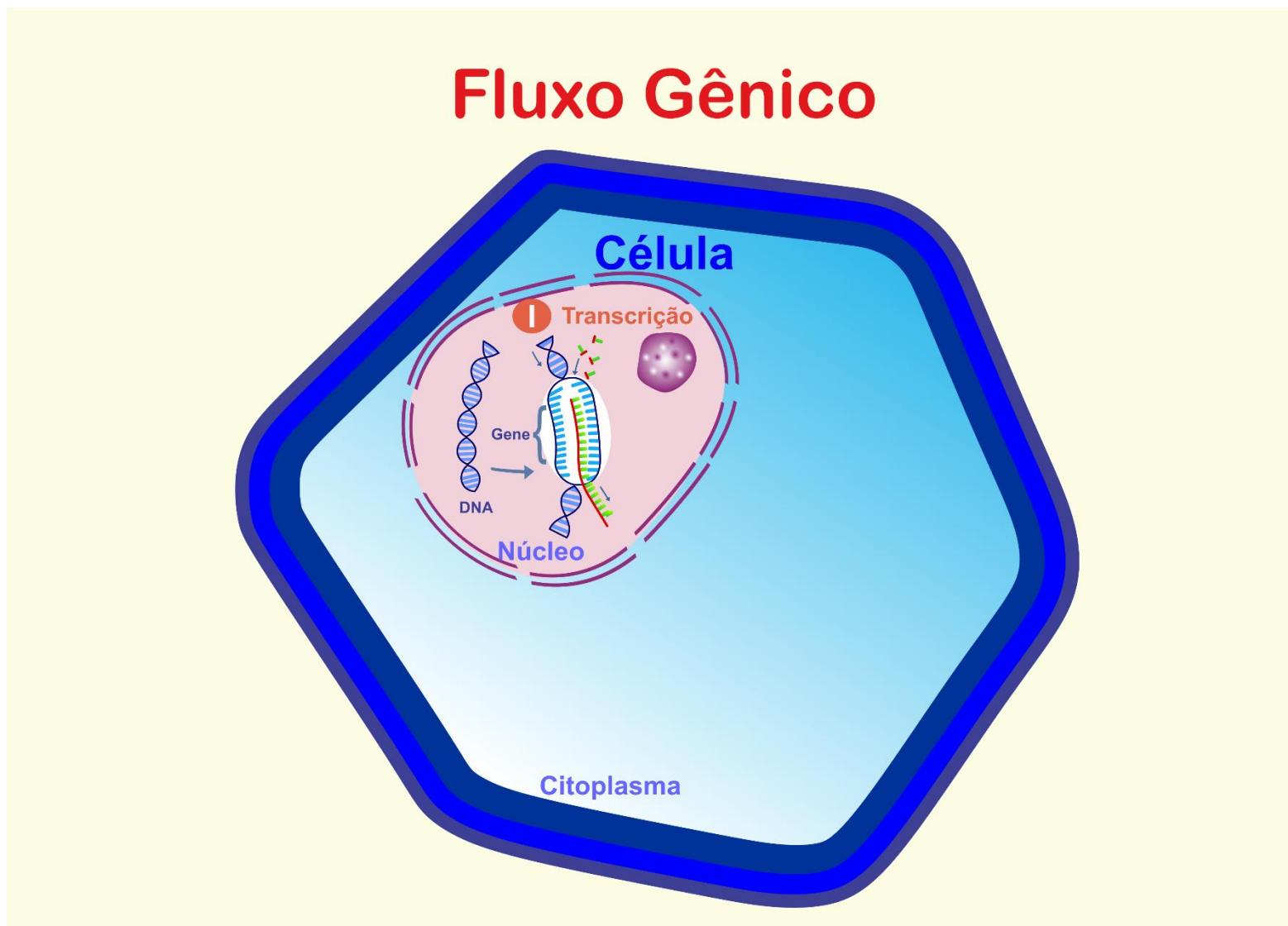
LAPOLLI, M. **Infografia além da objetividade**. InfoDesign - Revista Brasileira de Design da Informação, v. 16, n. 2, p. 309 -320, 2016.

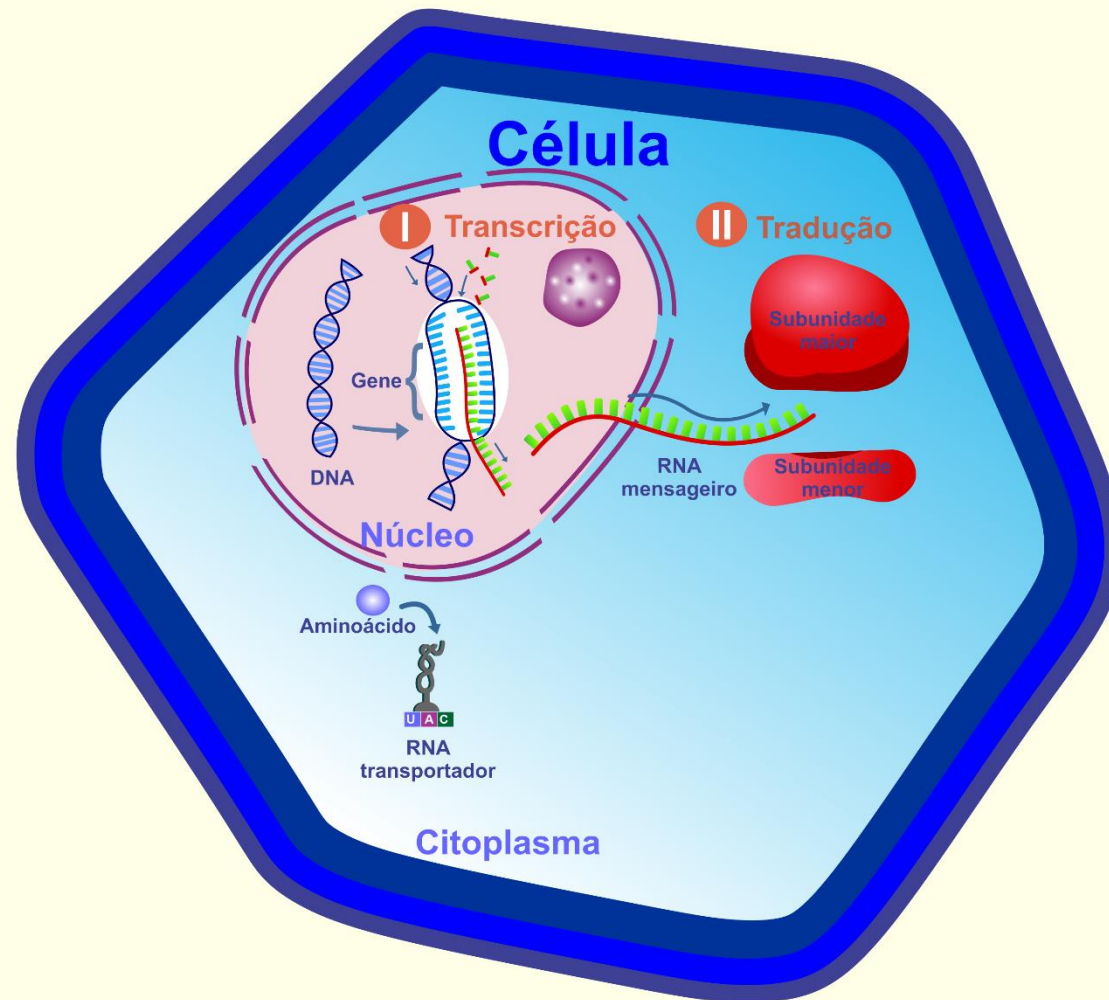
NELSON, D.L; COX, M.M., **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed. 2011. p.893-923.

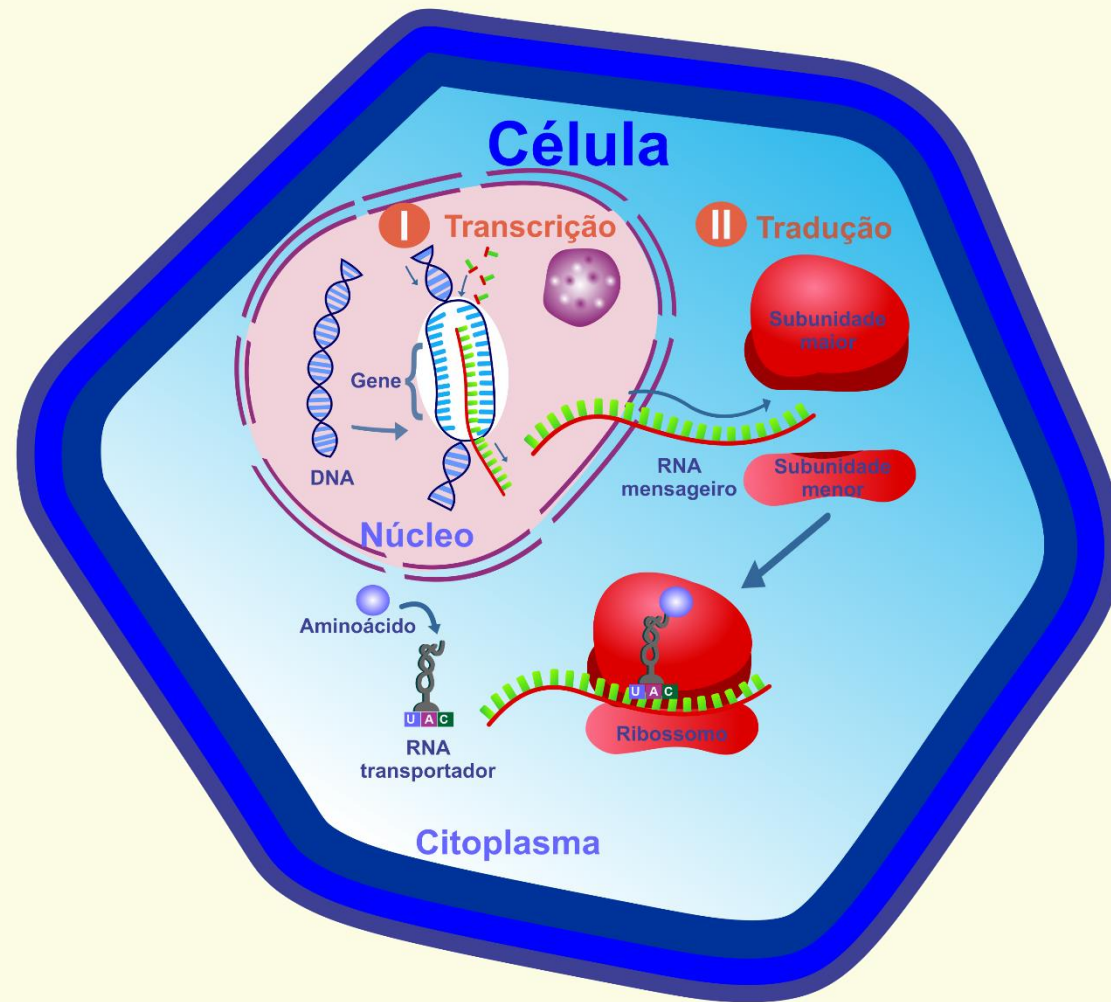
SANTOS, E. R. dos; GALEMBECK, E. **Síntese Proteica: um software para entender como ocorre o processo de produção de proteínas**. Genética na Escola. v. 11, n. 2, p. 148-157, 2016.

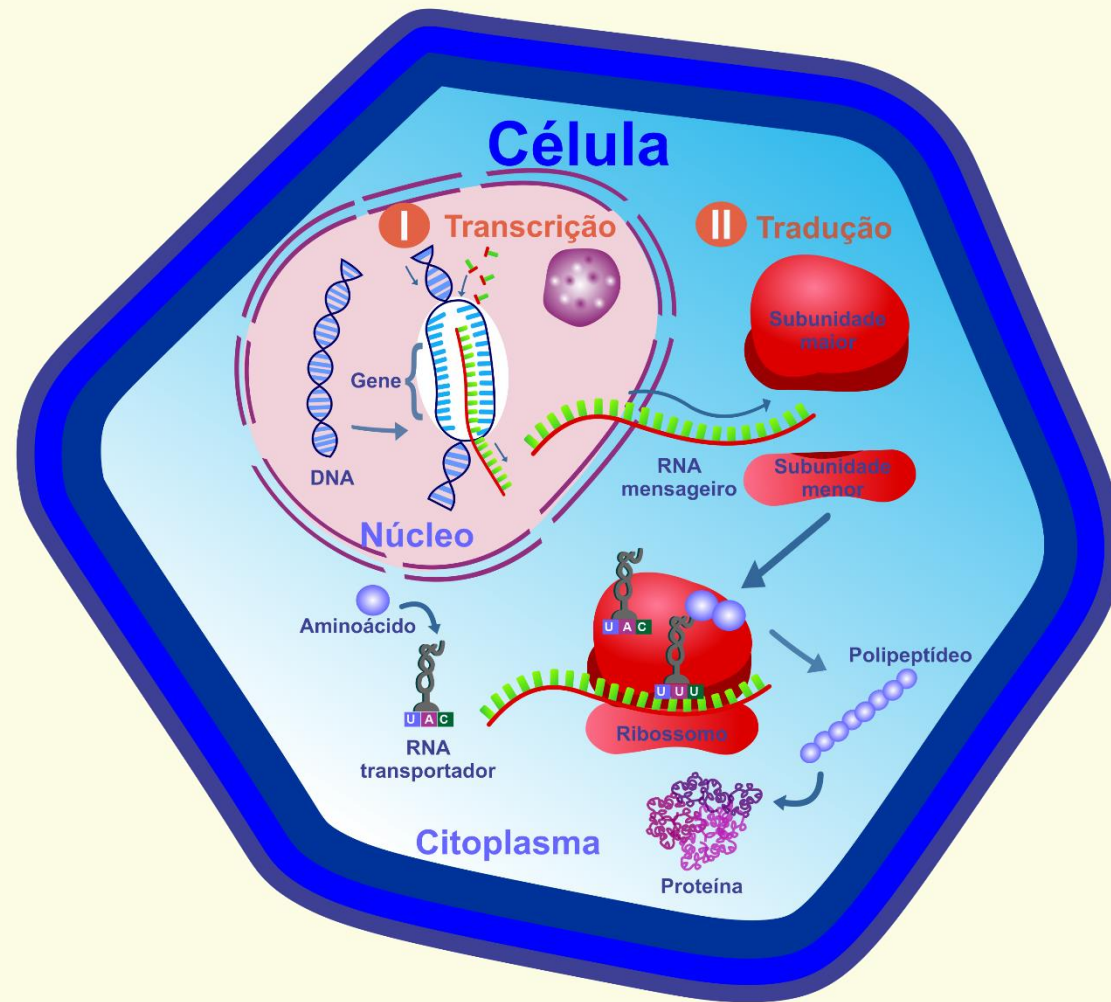
YILDIRIM, S. **Infographics for Educational Purposes: Their Structure, Properties and Reader Approaches**. TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology. v. 15, 2016.

Apêndice A – Infográficos de fluxo gênico











Agradecimentos

Ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

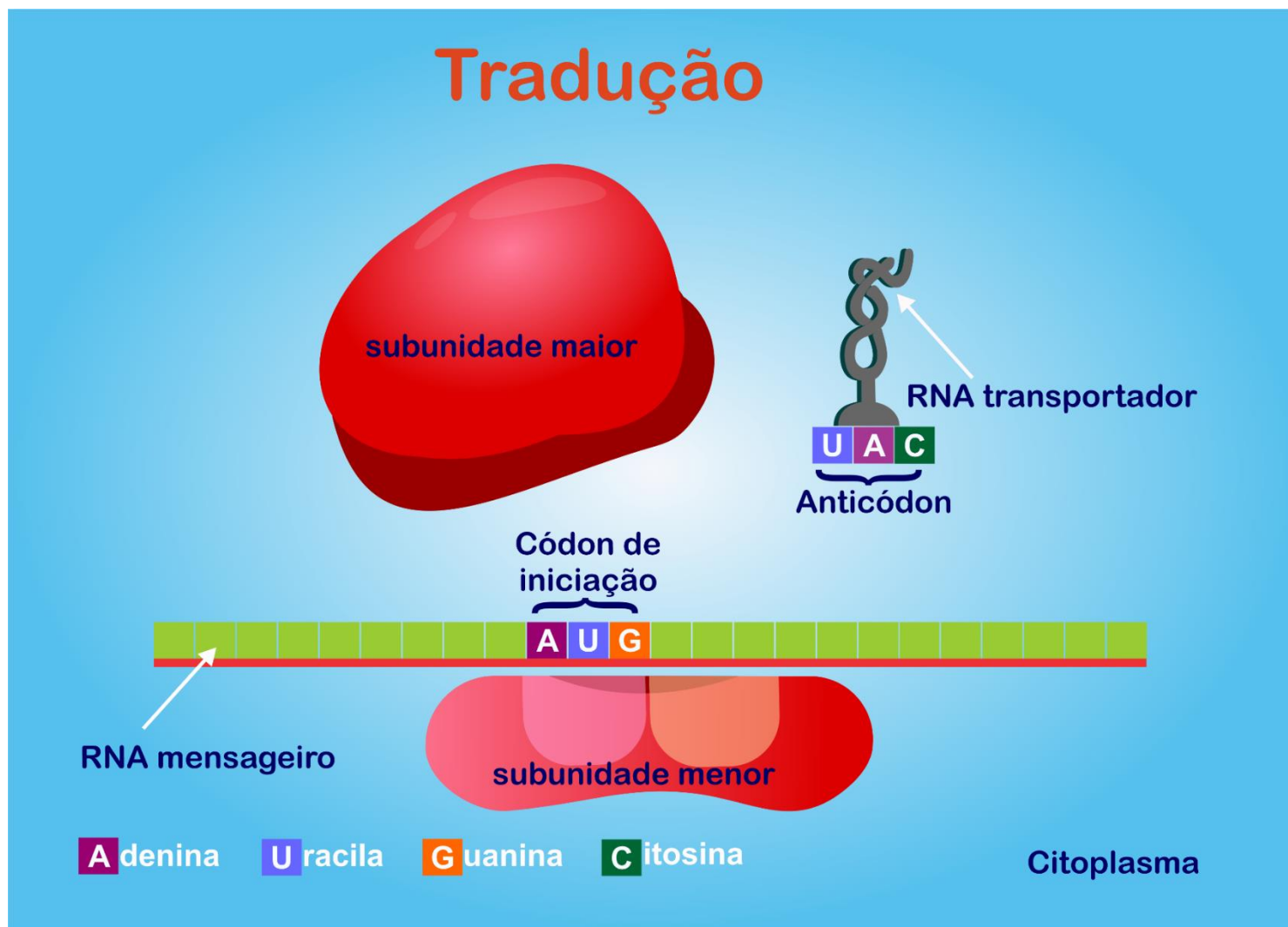
Autores:

Virgínia Teodoro da Silva¹ João Paulo Cunha de Menezes²

¹Mestranda do programa PROFBIO - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional, Universidade de Brasília

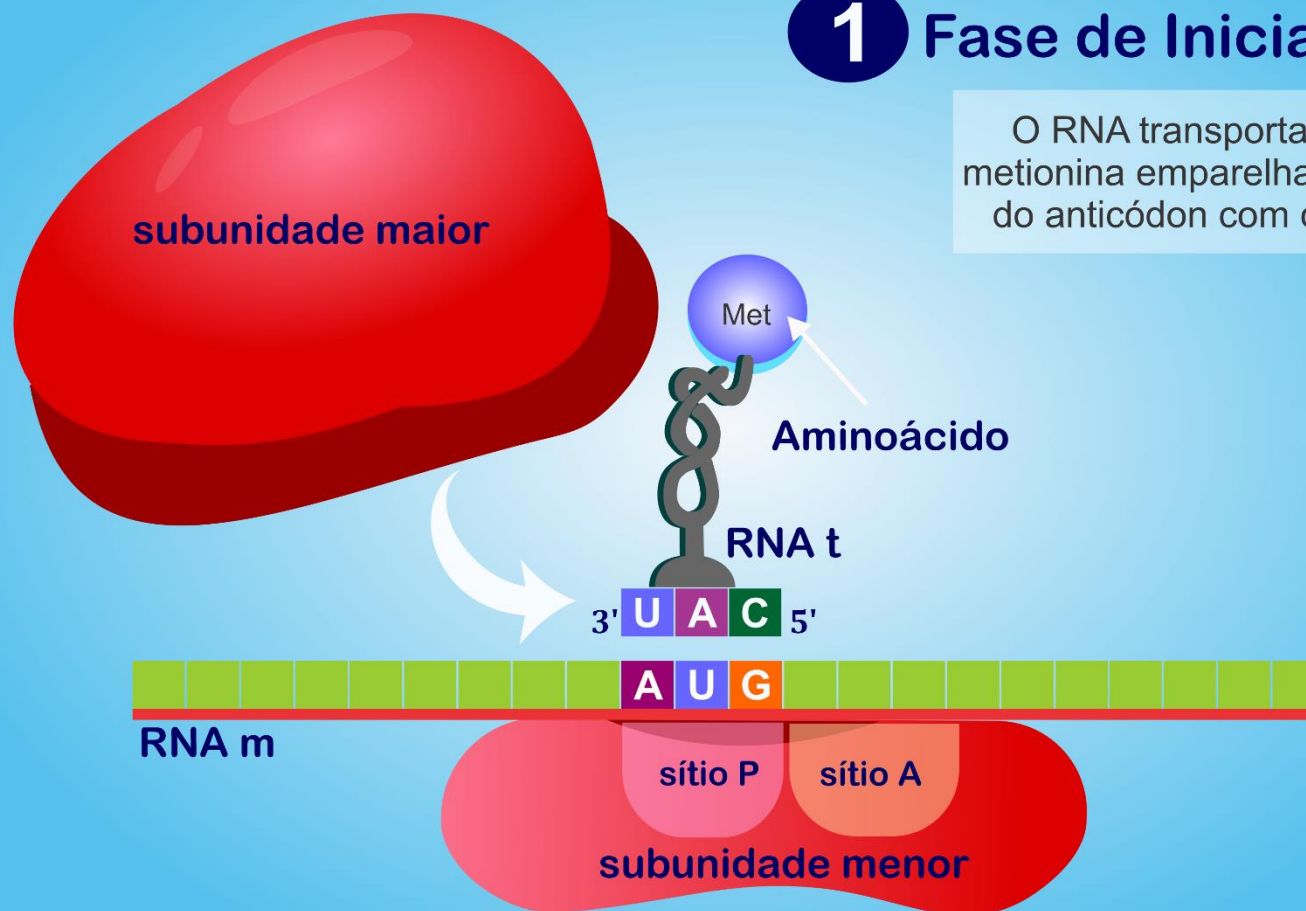
² Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília

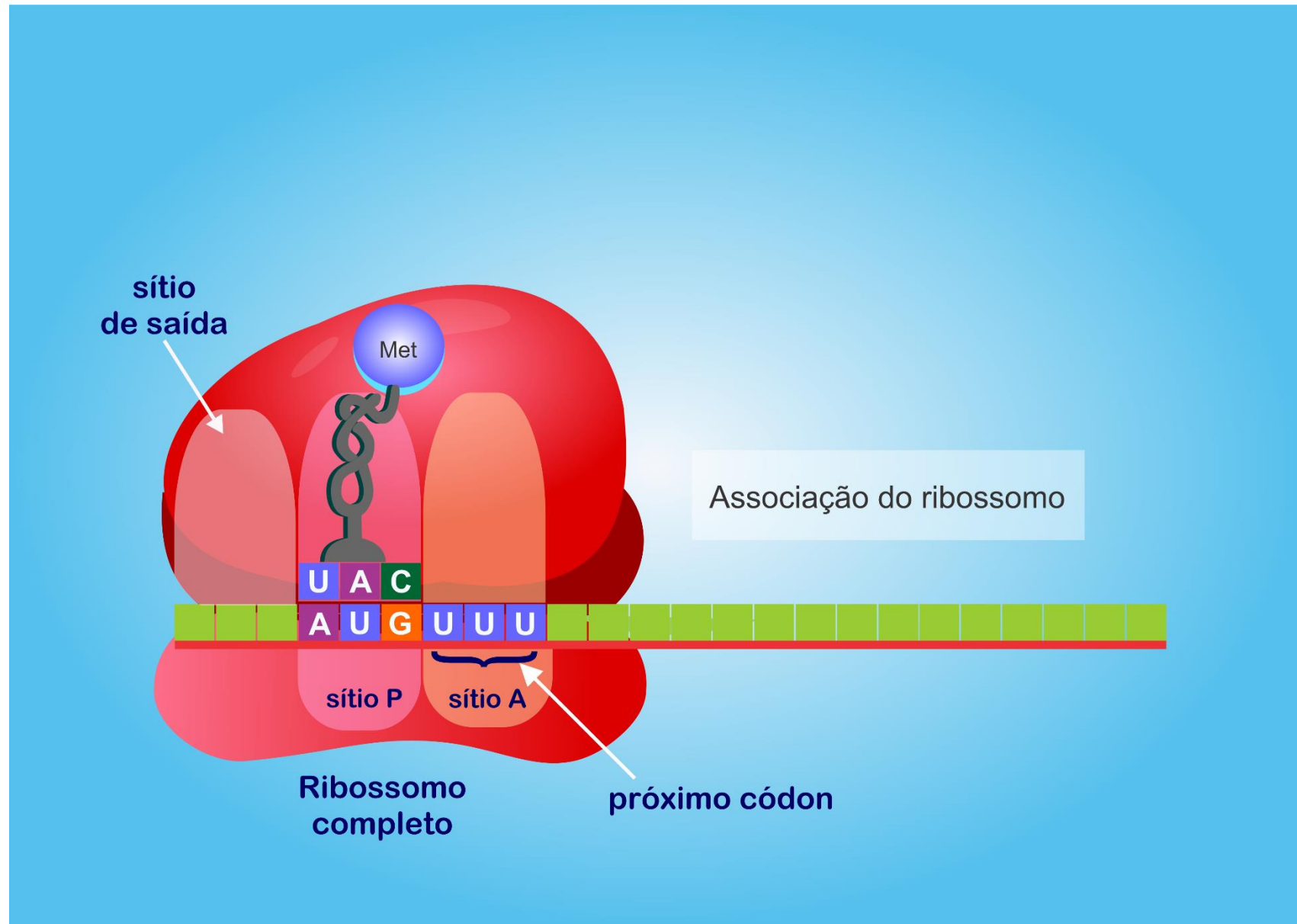
Apêndice B – Infográficos de tradução

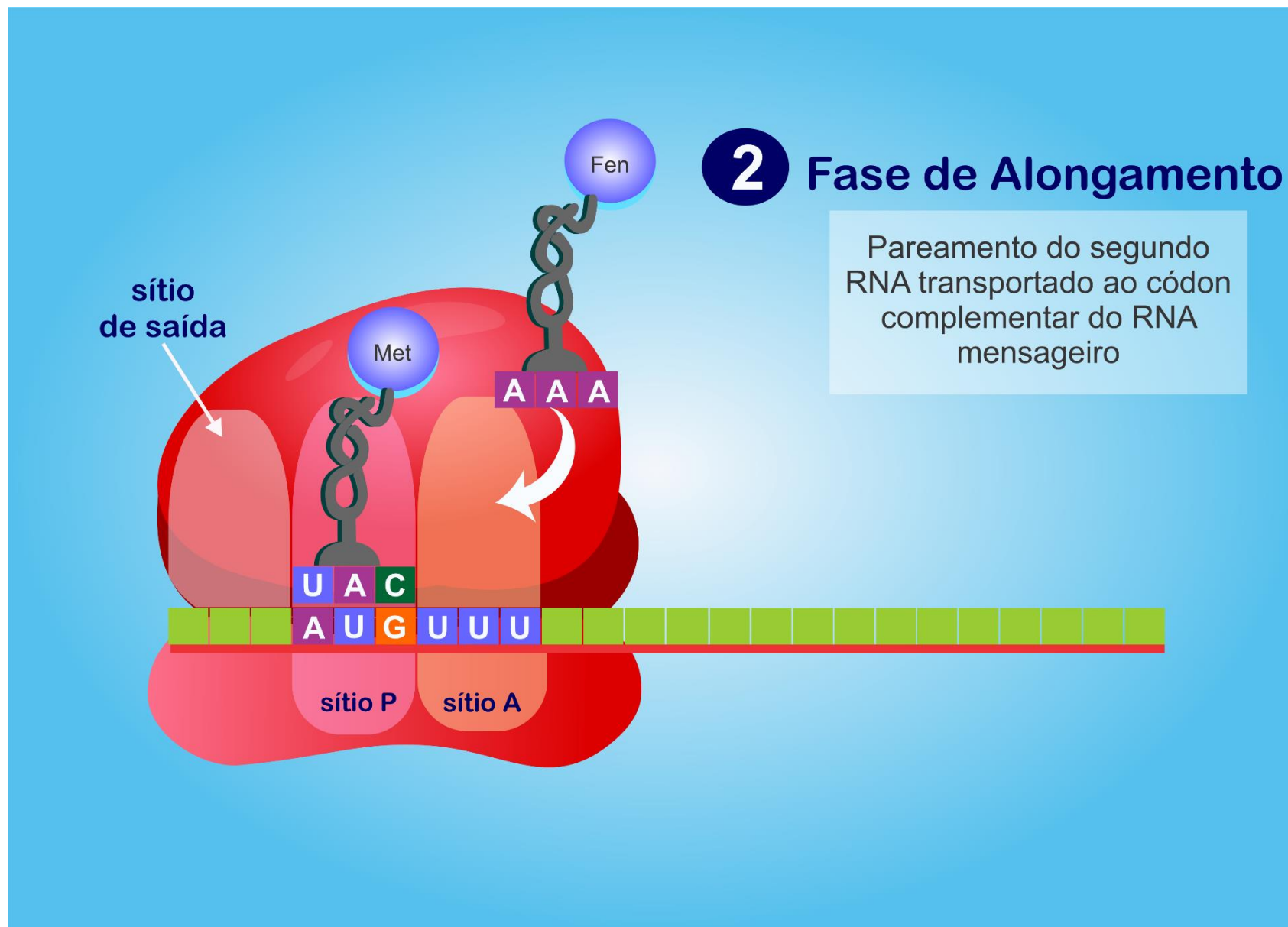


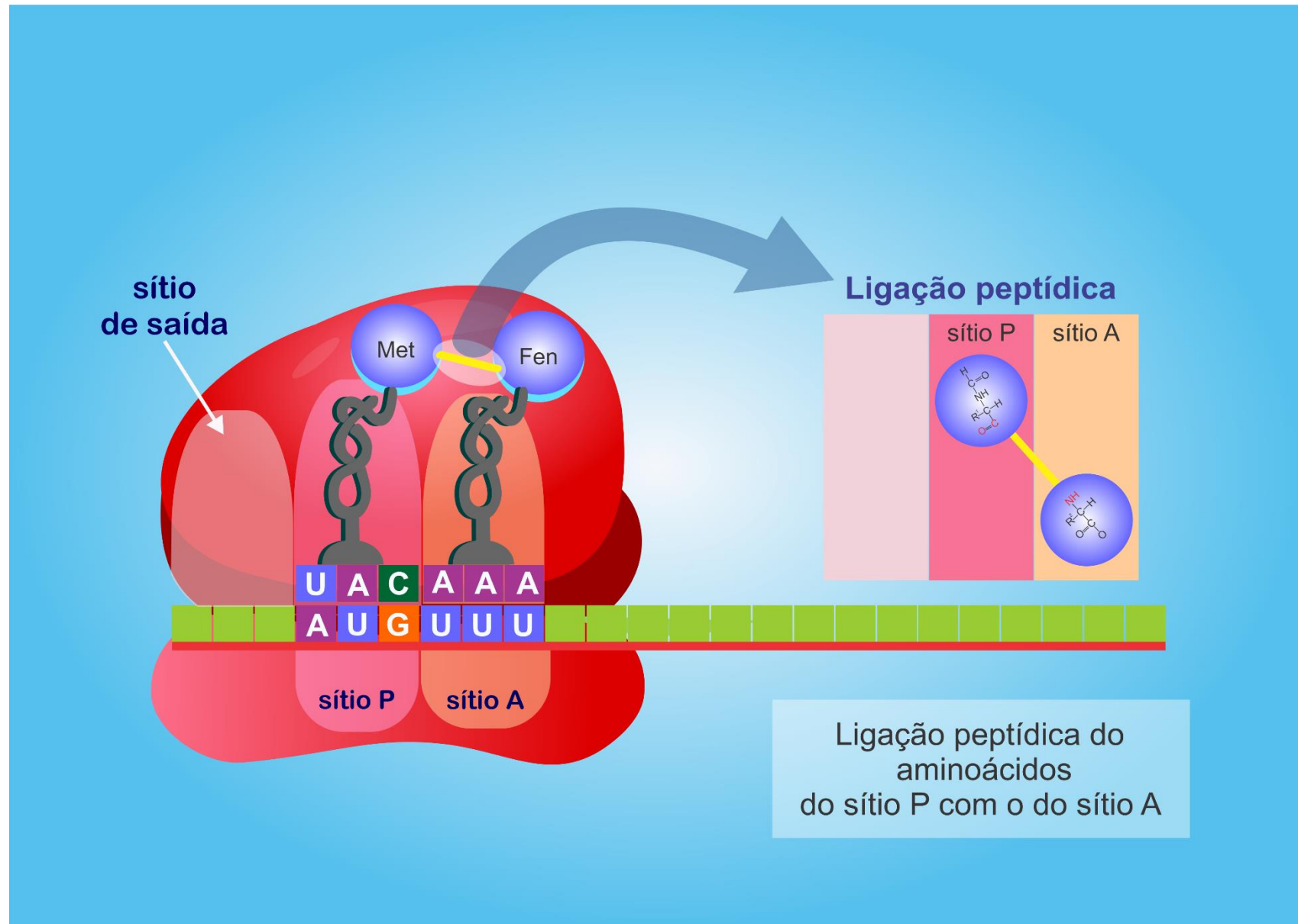
1 Fase de Iniciação

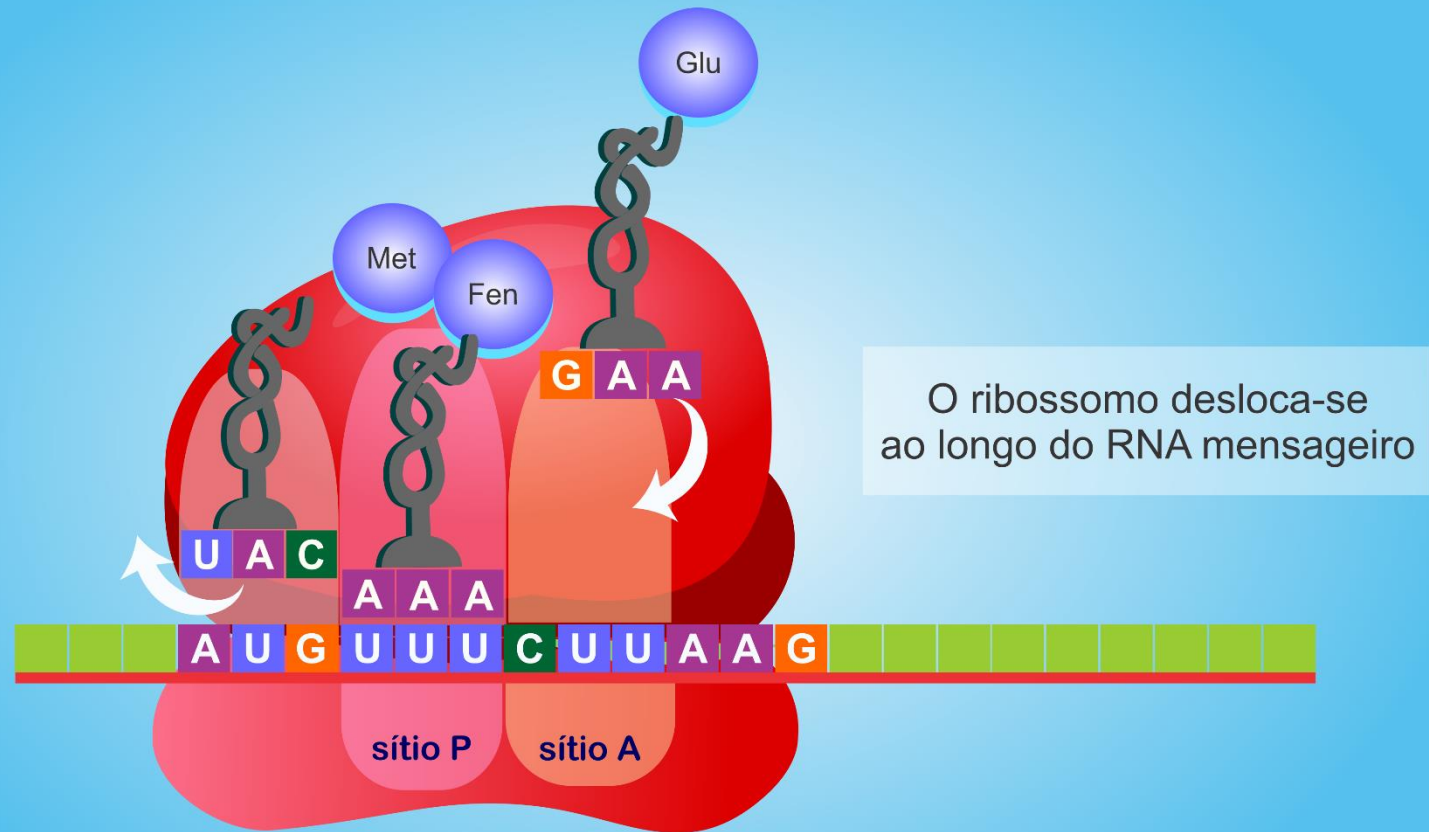
O RNA transportador da metionina emparelha as bases do anticódon com o códon.

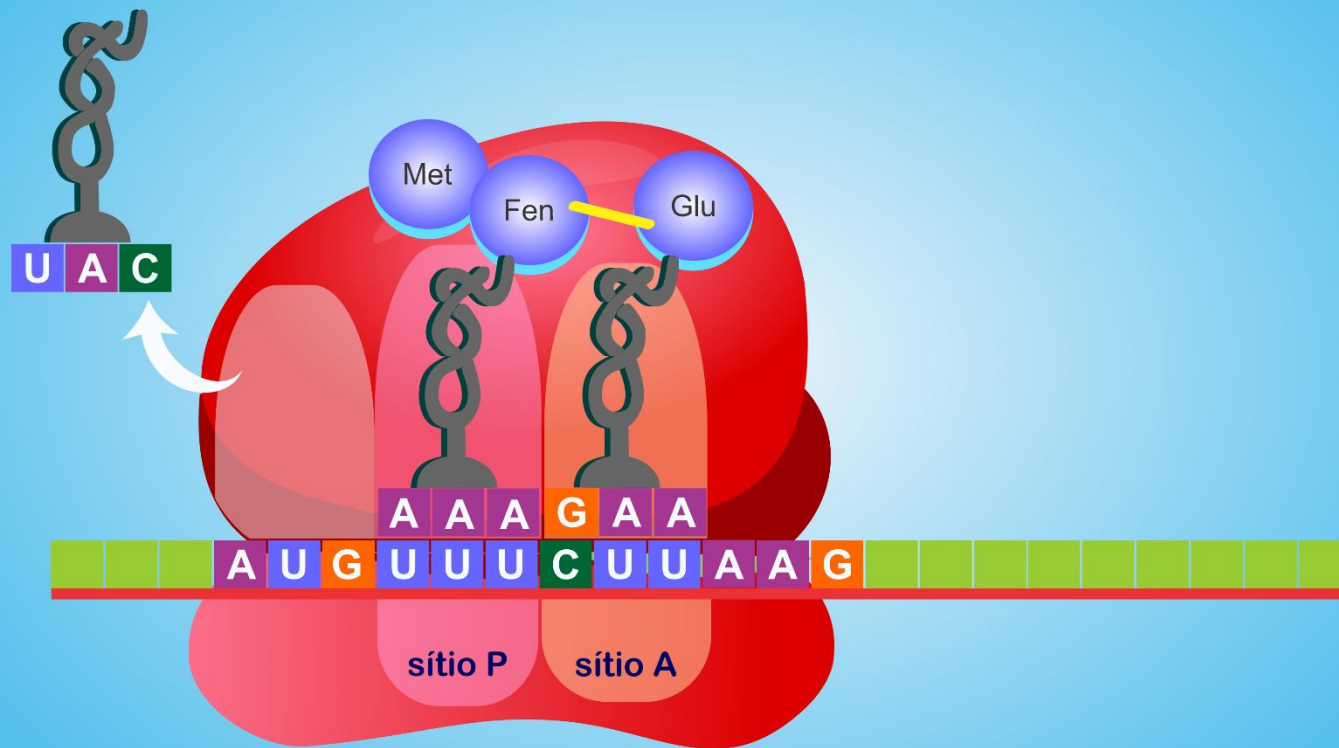


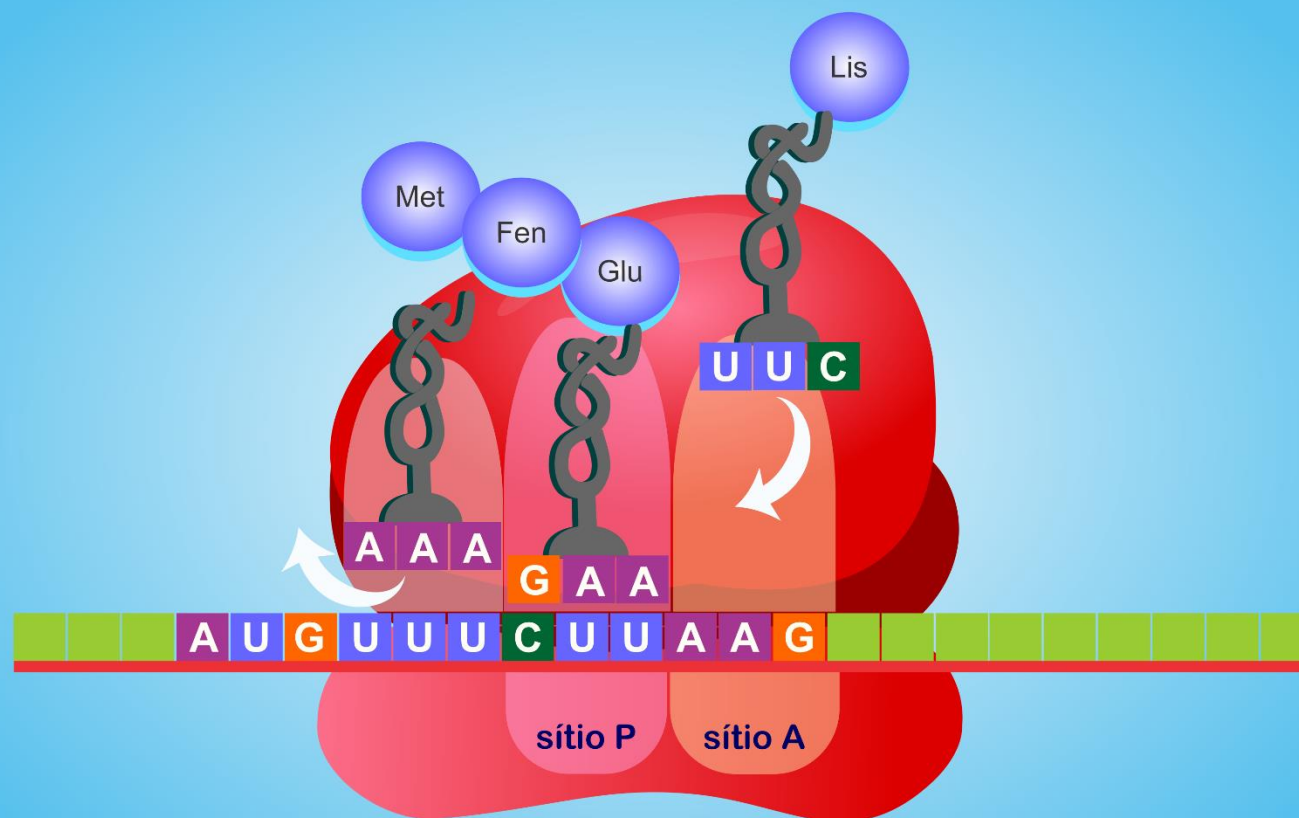


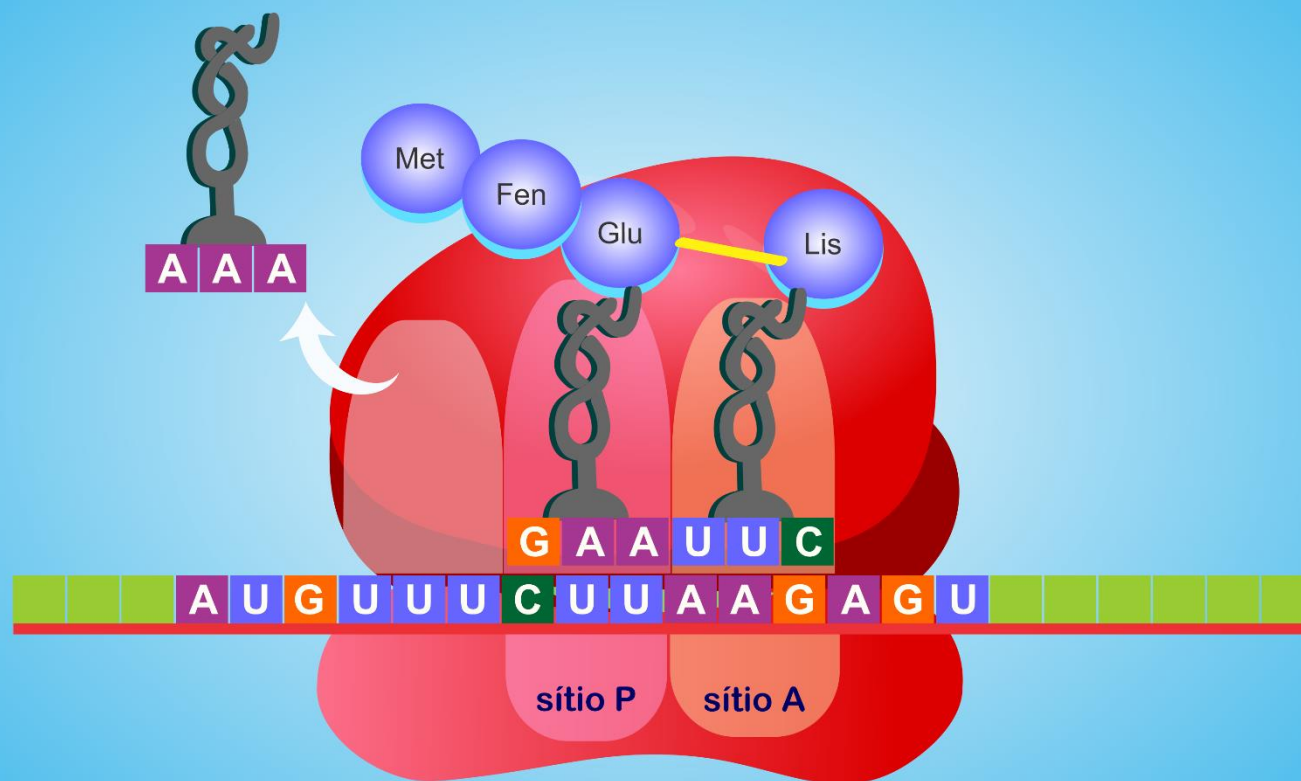


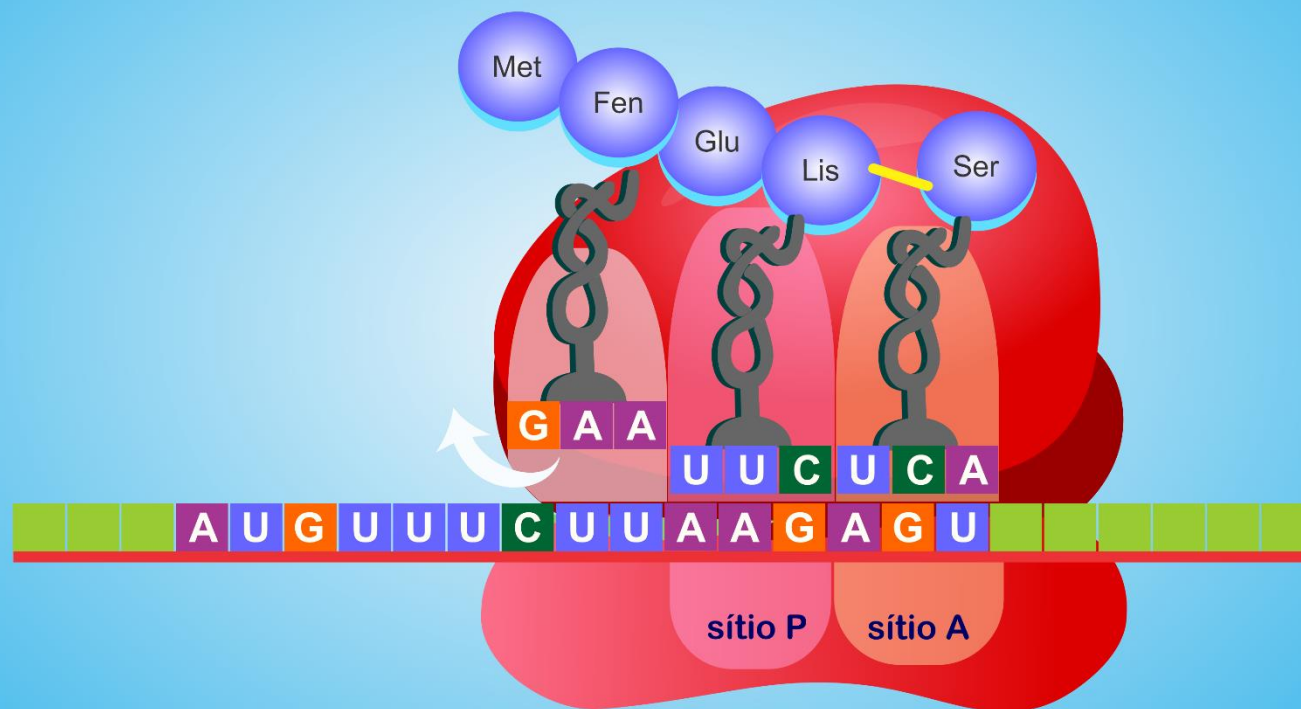


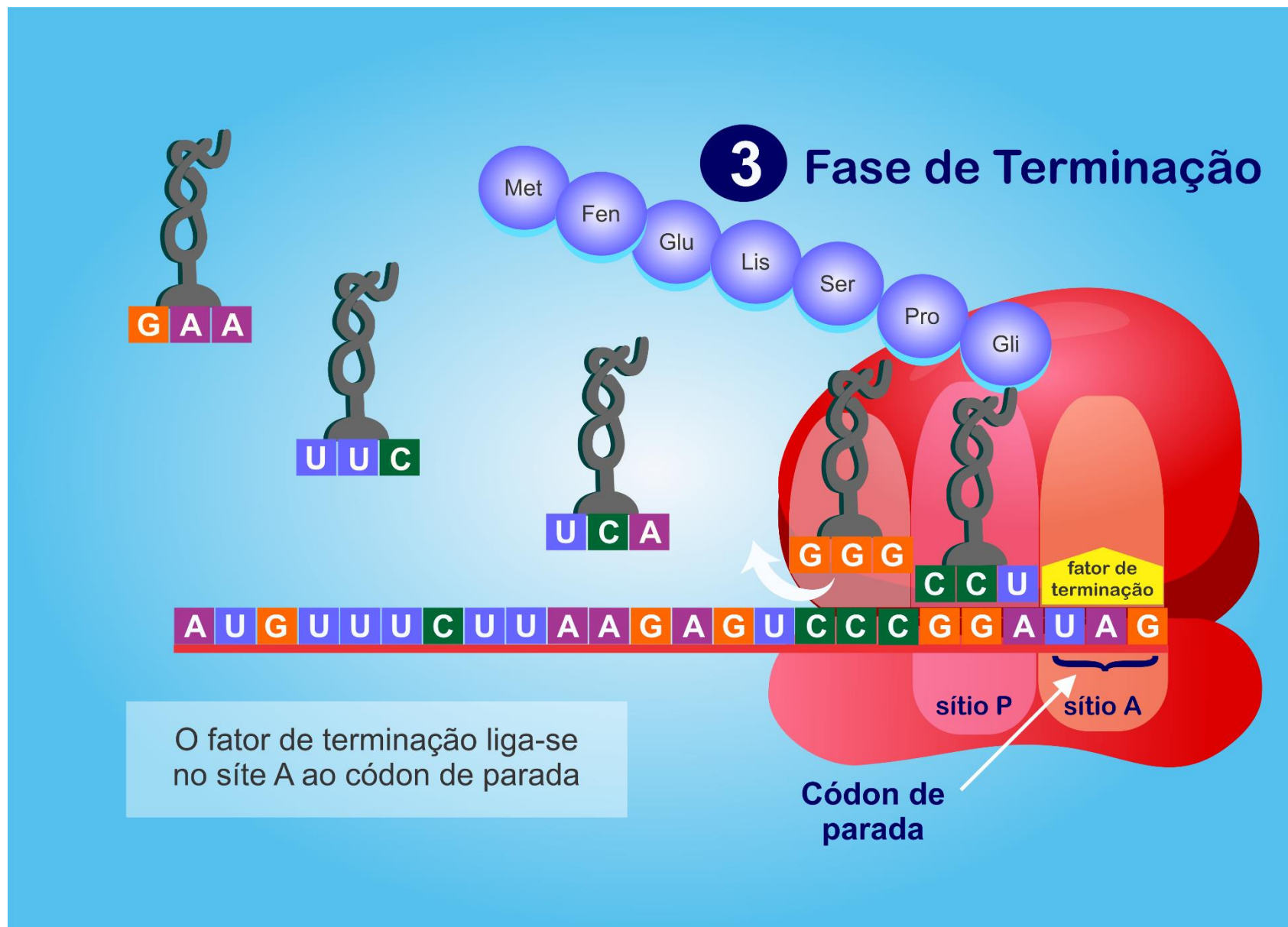


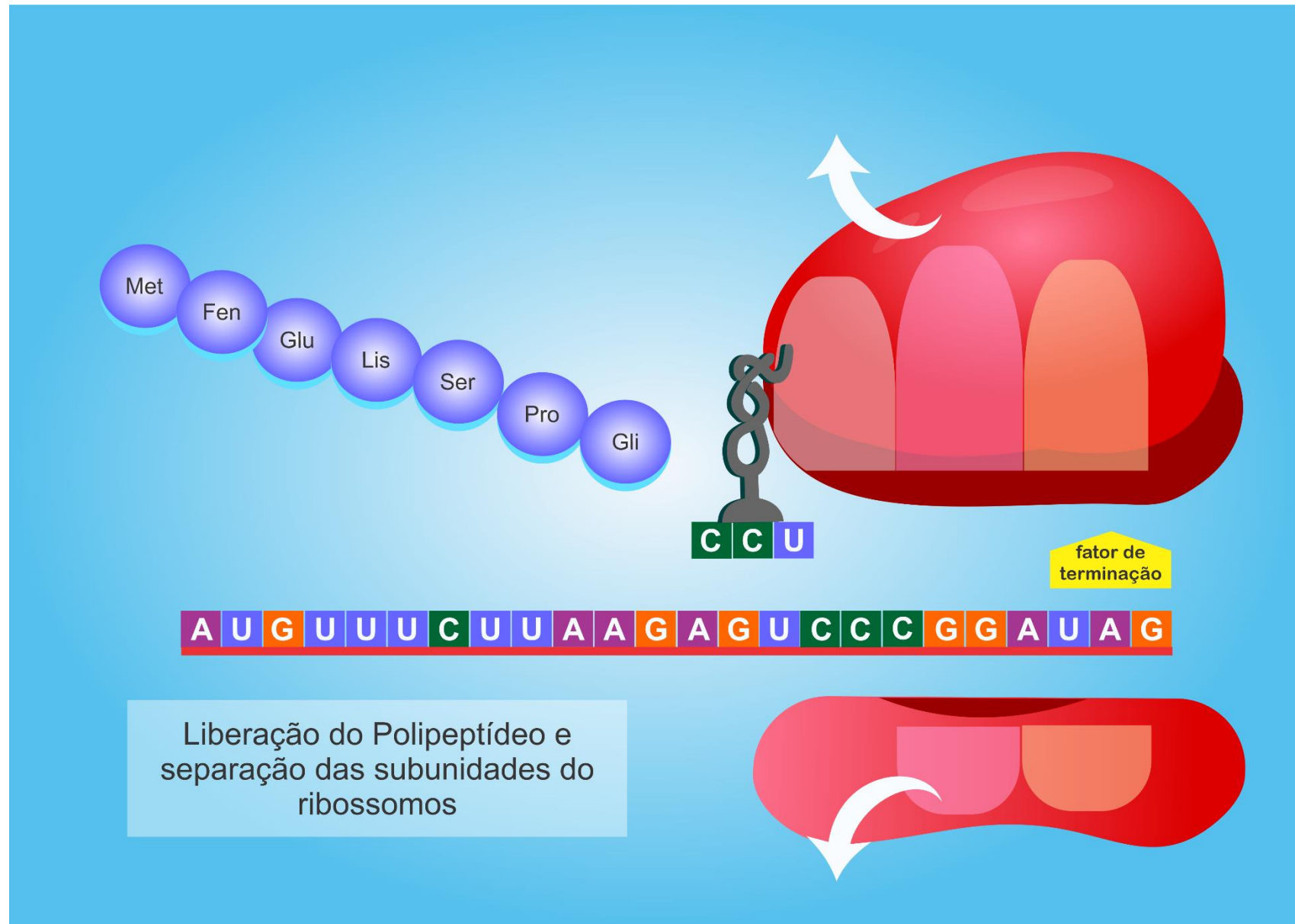


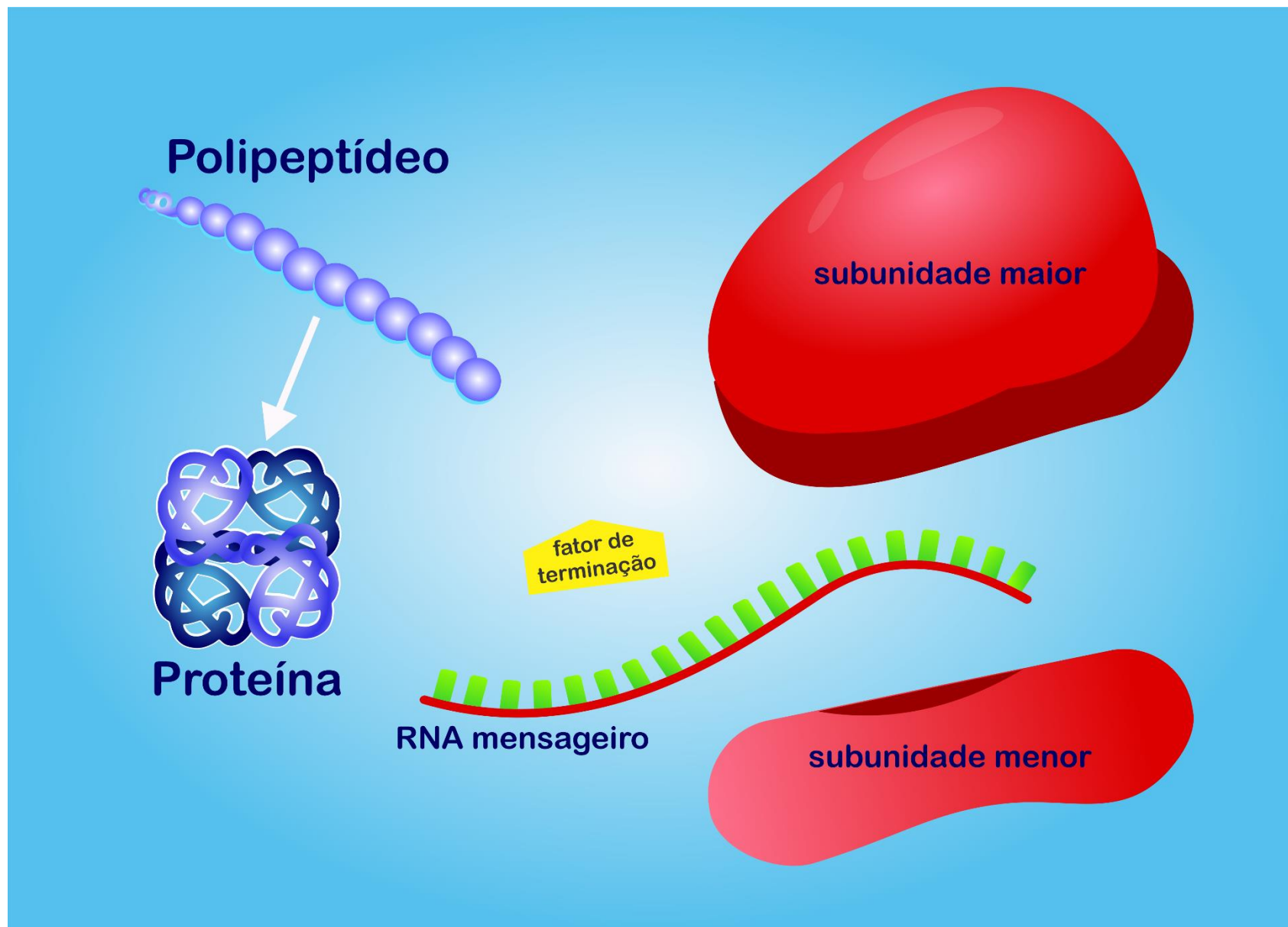














Agradecimentos

Ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Autores:

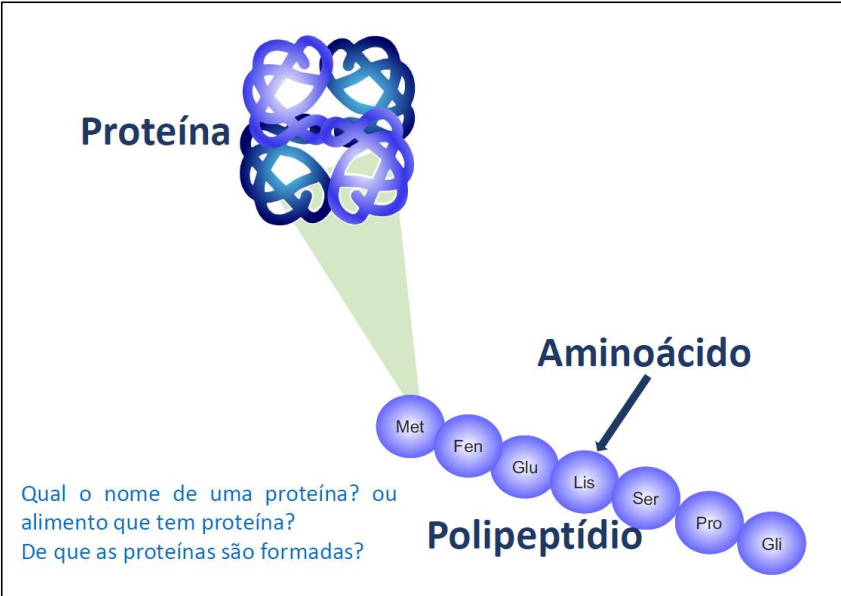
Virgínia Teodoro da Silva¹ João Paulo Cunha de Menezes²

¹Mestranda do programa PROFBIO - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional, Universidade de Brasília

² Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília

Apêndice C – Apresentação de slides





Proteína

Aminoácido

Met Fen Glu Lis Ser Pro Gli

Polipeptídio

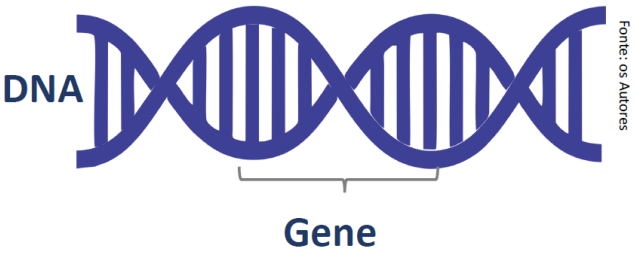
Qual o nome de uma proteína? ou alimento que tem proteína?
De que as proteínas são formadas?



DNA

Fonte: os Autores

As proteínas do nosso corpo tem relação com as informações genéticas do DNA?

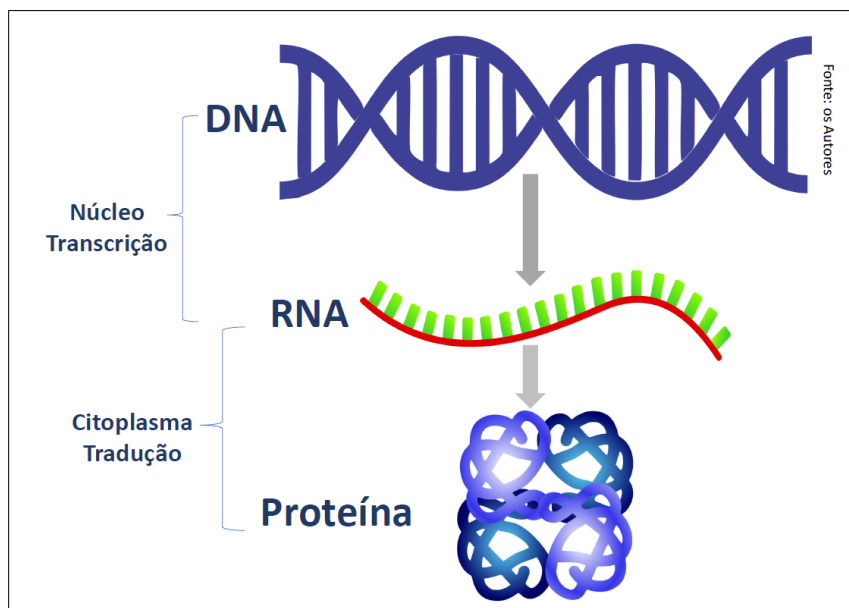


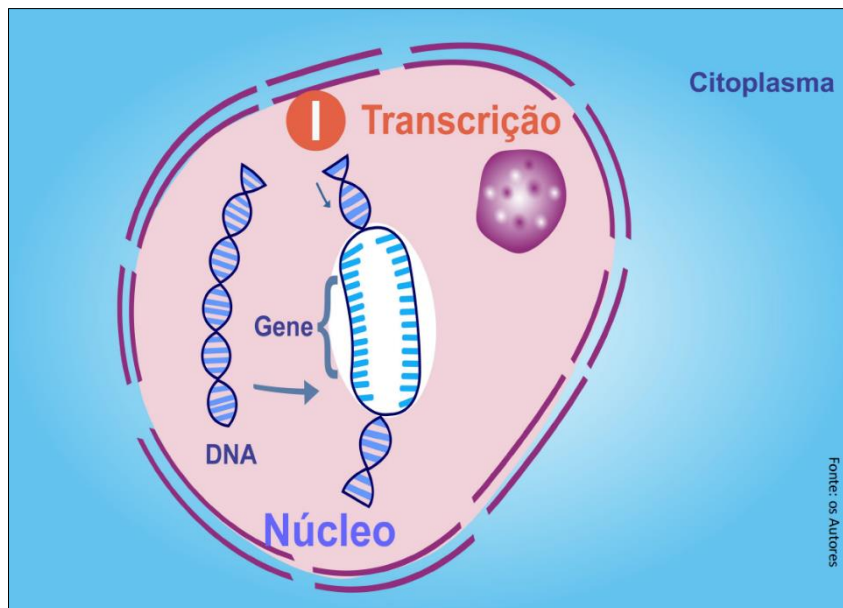
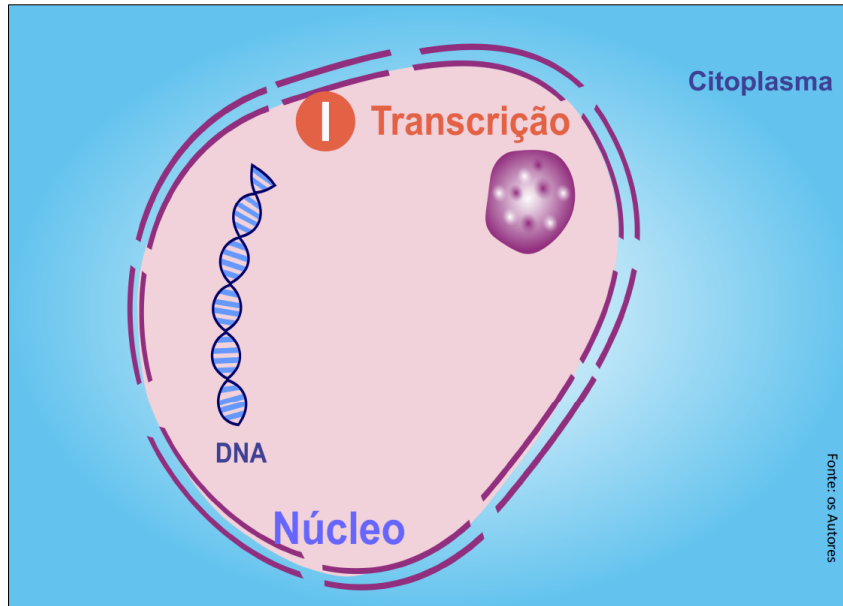
DNA

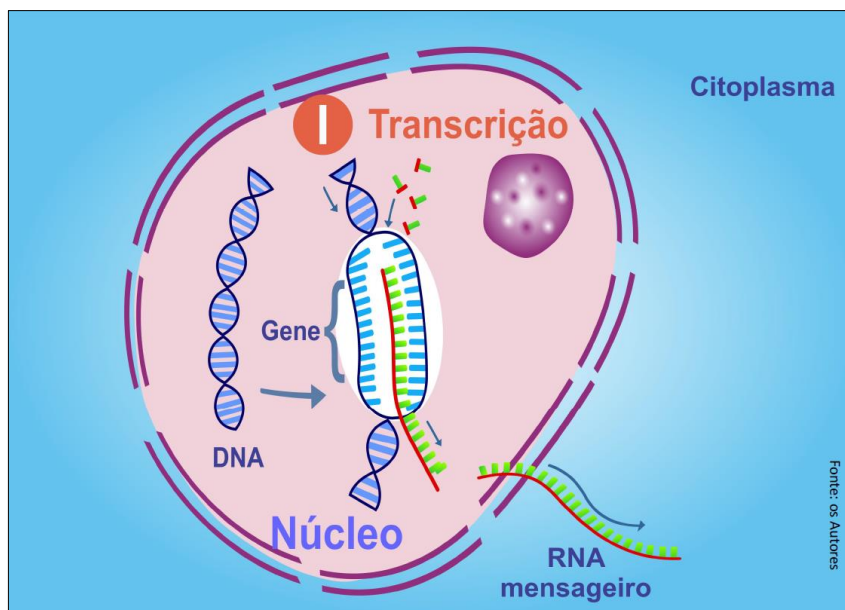
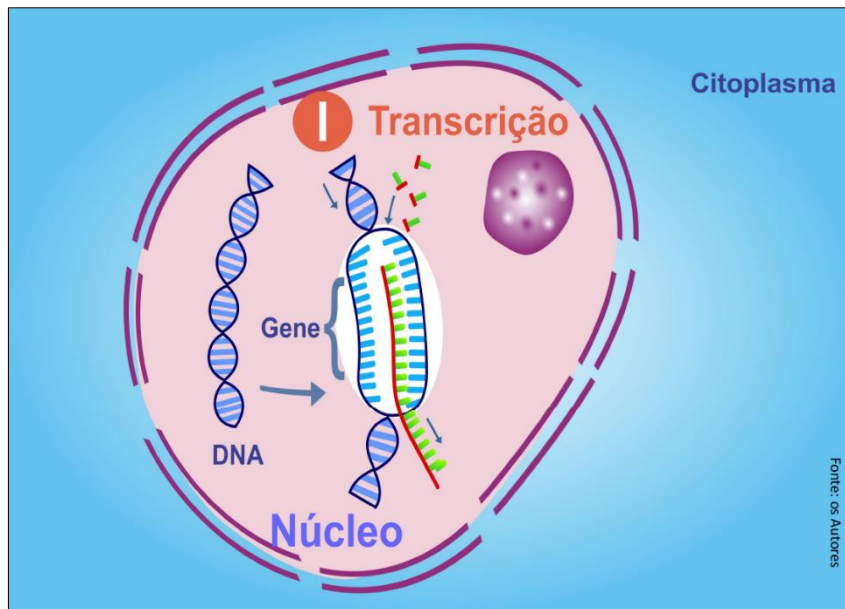
Gene

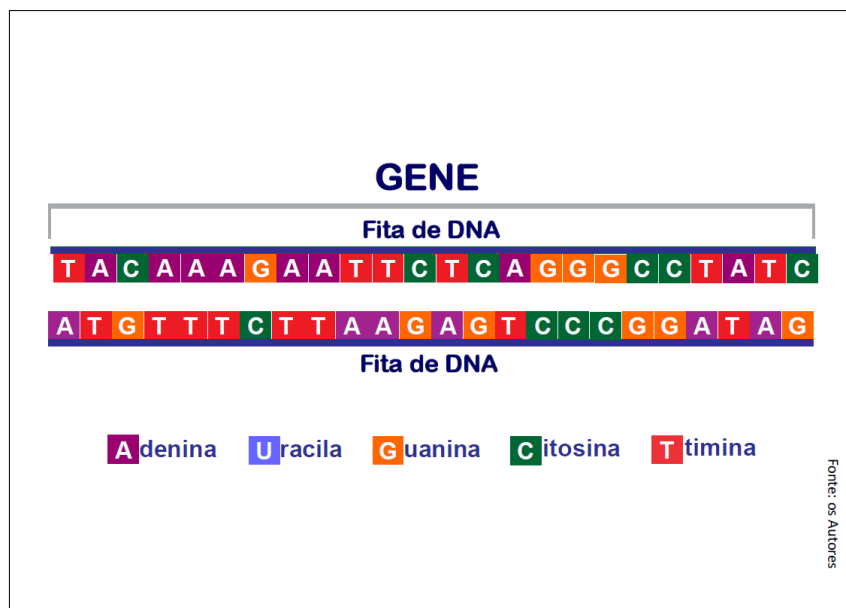
Fonte: os Autores

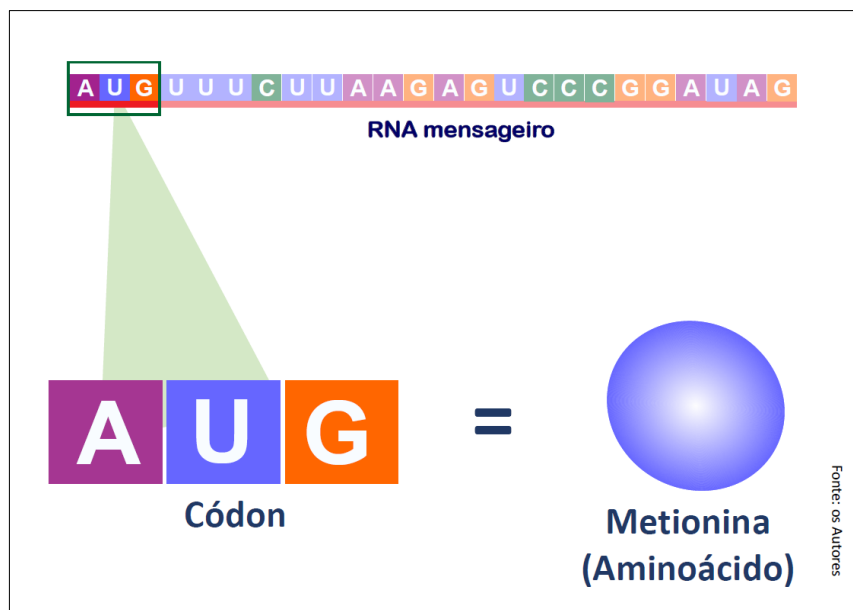
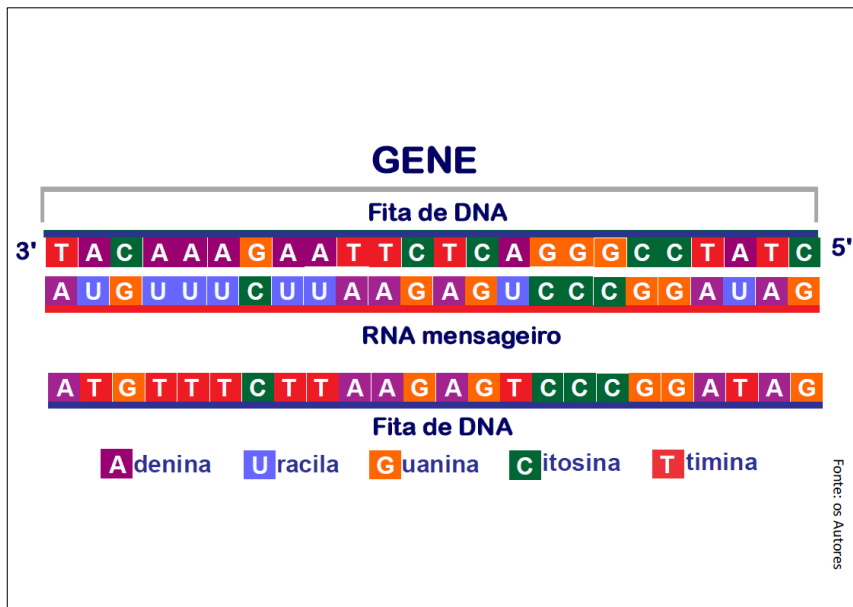
O que é um gene? E qual informação ele contém?
Como que está “escrito” estas informações de como nós somos?
O DNA não sai do núcleo porque é uma molécula grande. Então como as informações genéticas chegam até o citoplasma da célula? Para sintetizar as proteínas?











| Código Genético | | | |
|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|-----------------|
| UUU UUC UUA UUG | Fenilalanina Leucina | UCU UCC UCA UCG | Serina |
| CUU CUC CUA CUG | Leucina | UAU UAC | Tirosina |
| AUU AUC AUA | Isoleucina | UAA UAG | Códon de parada |
| AUG | Metionina Códon de iniciação | UGU UGC | Cisteína |
| GUU GUC GUA GUG | Valina | UGA | Códon de parada |
| | | UGG | Triptofano |
| | | CAU CAC | Histidina |
| | | CAA CAG | Glutamina |
| | | CGU CGA CGC CGG | Arginina |
| | | AAU AAC | Asparagina |
| | | AAA AAG | Lisina |
| | | AGU AGC | Serina |
| | | AGA AGG | Arginina |
| | | GAU GAC | Ácido aspártico |
| | | GAA GAG | Ácido glutâmico |
| | | GGU GGC GGA GGG | Glicina |

Adaptado: NELSON, et al., 2011; ALBERT, 2017

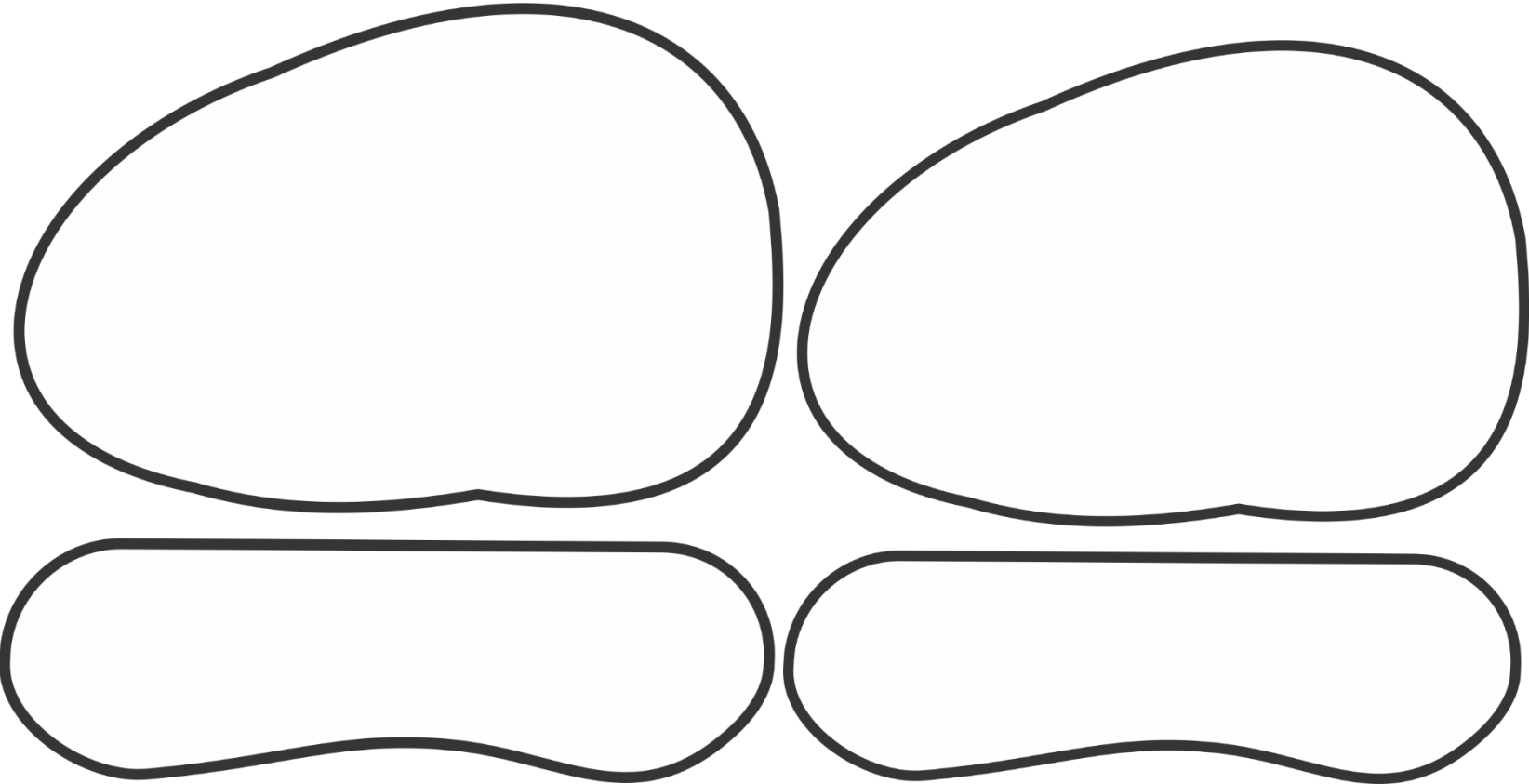
Referências

ALBERT, B. **Biologia Molecular da Célula**. 6ª edição, Porto Alegre: Artmed, 2017. p. 299-368.

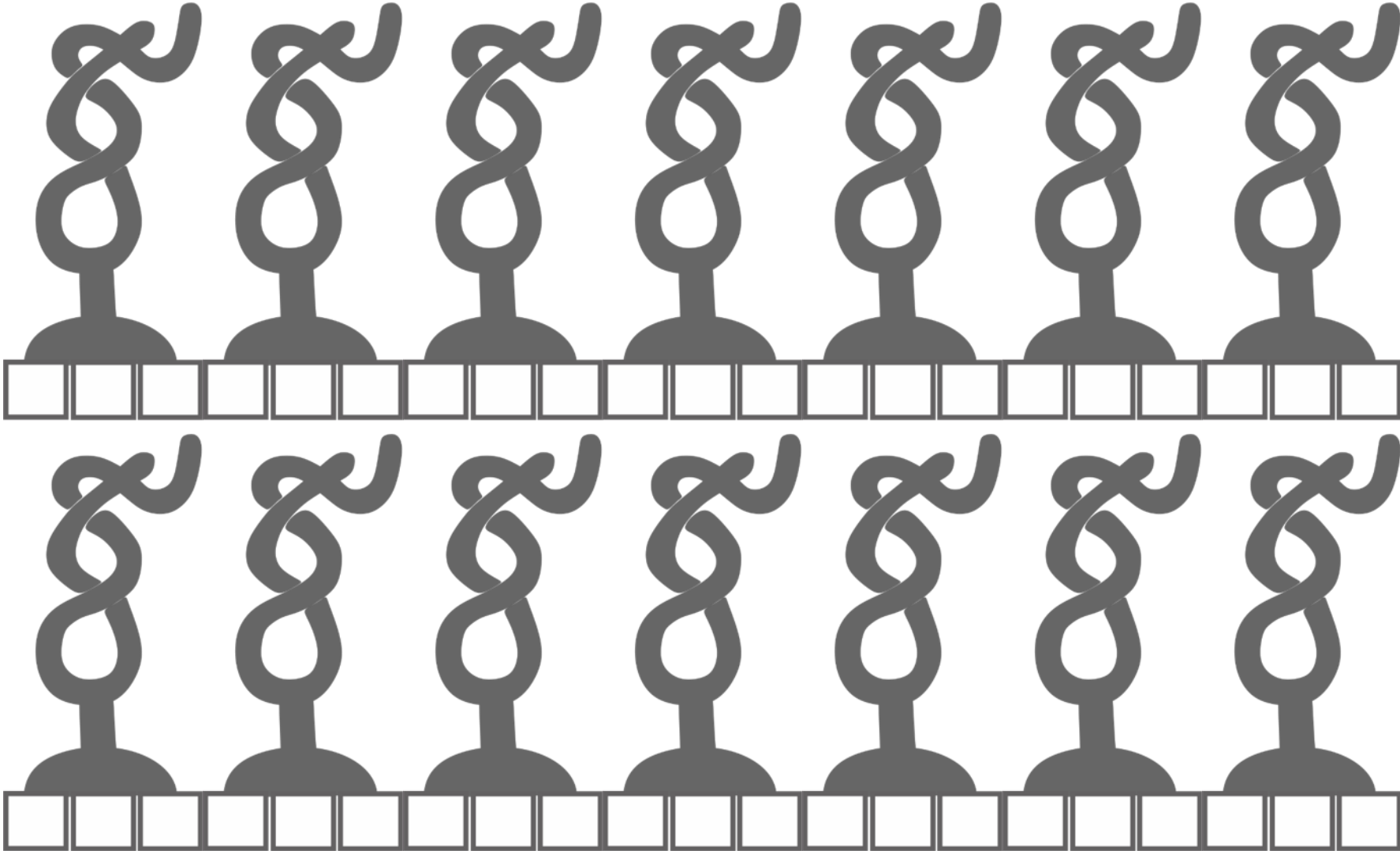
BERG, J.M.; TYMOCZKO, J.L.; STRYER, L., **Bioquímica**. 14 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.,2017. p. 1065-1113.

NELSON, D.L; COX, M.M., **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed. 2011. p.893-923.

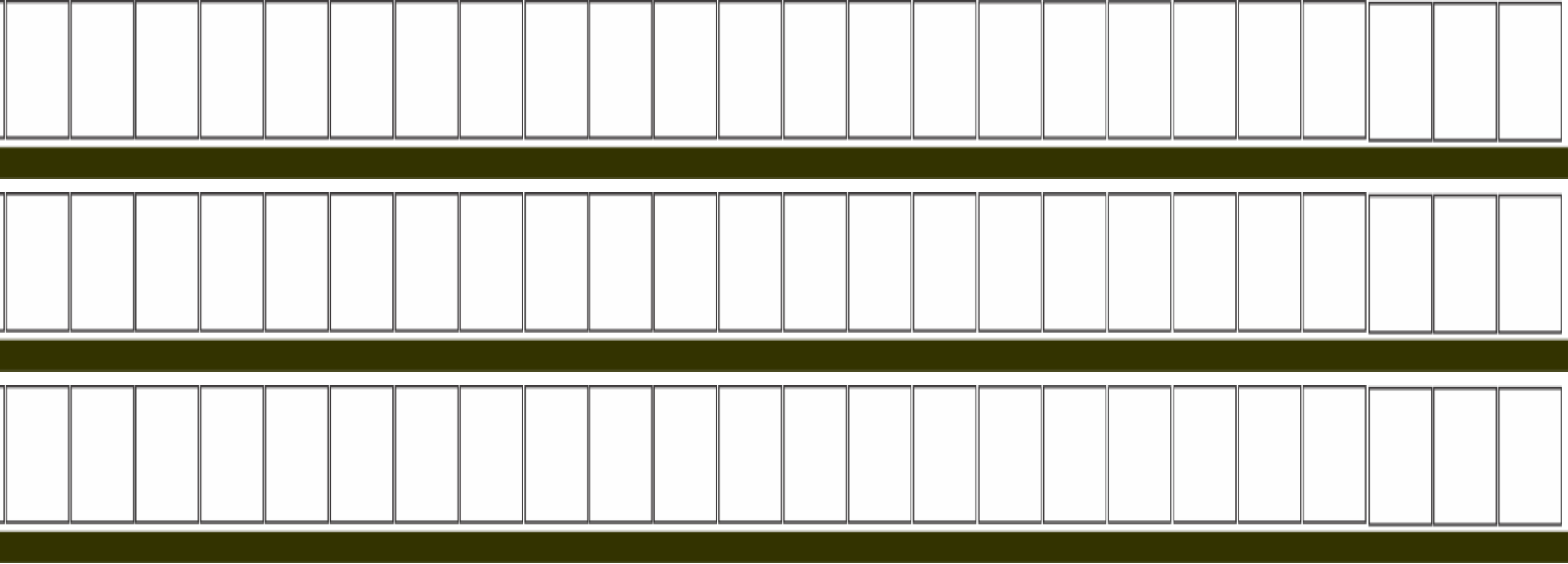
Ribossomos



RNA Transportadores

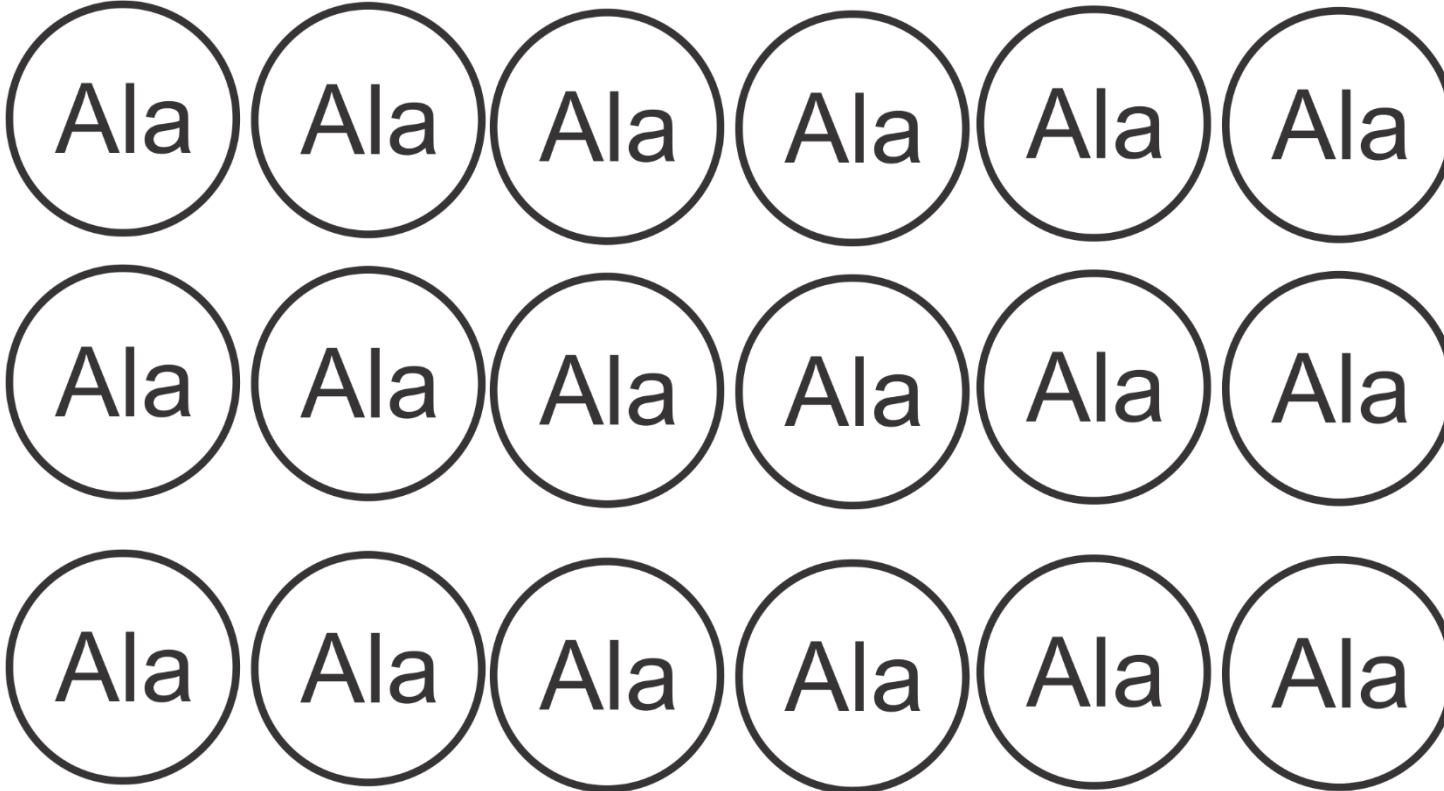


RNA mensageiros

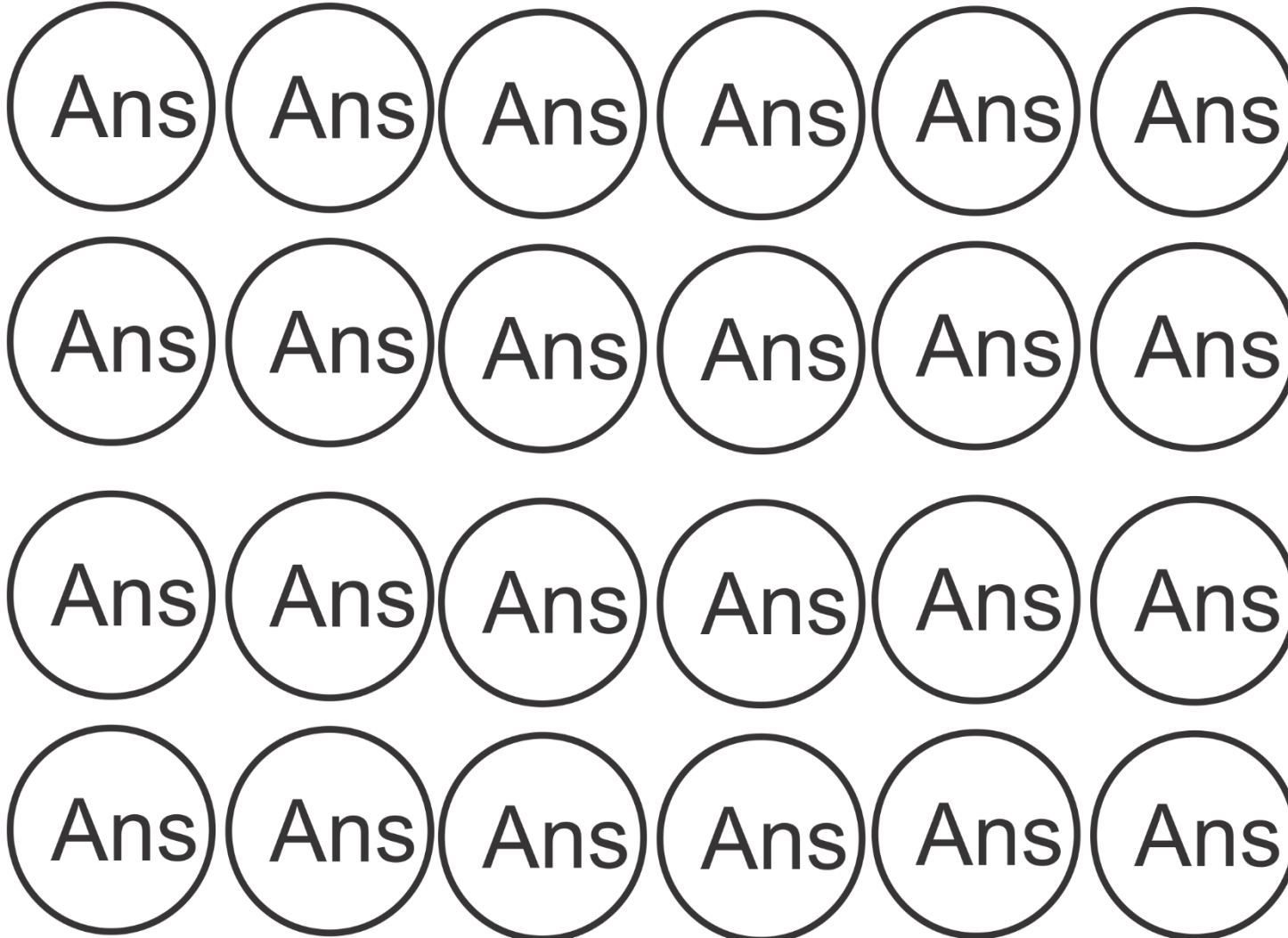


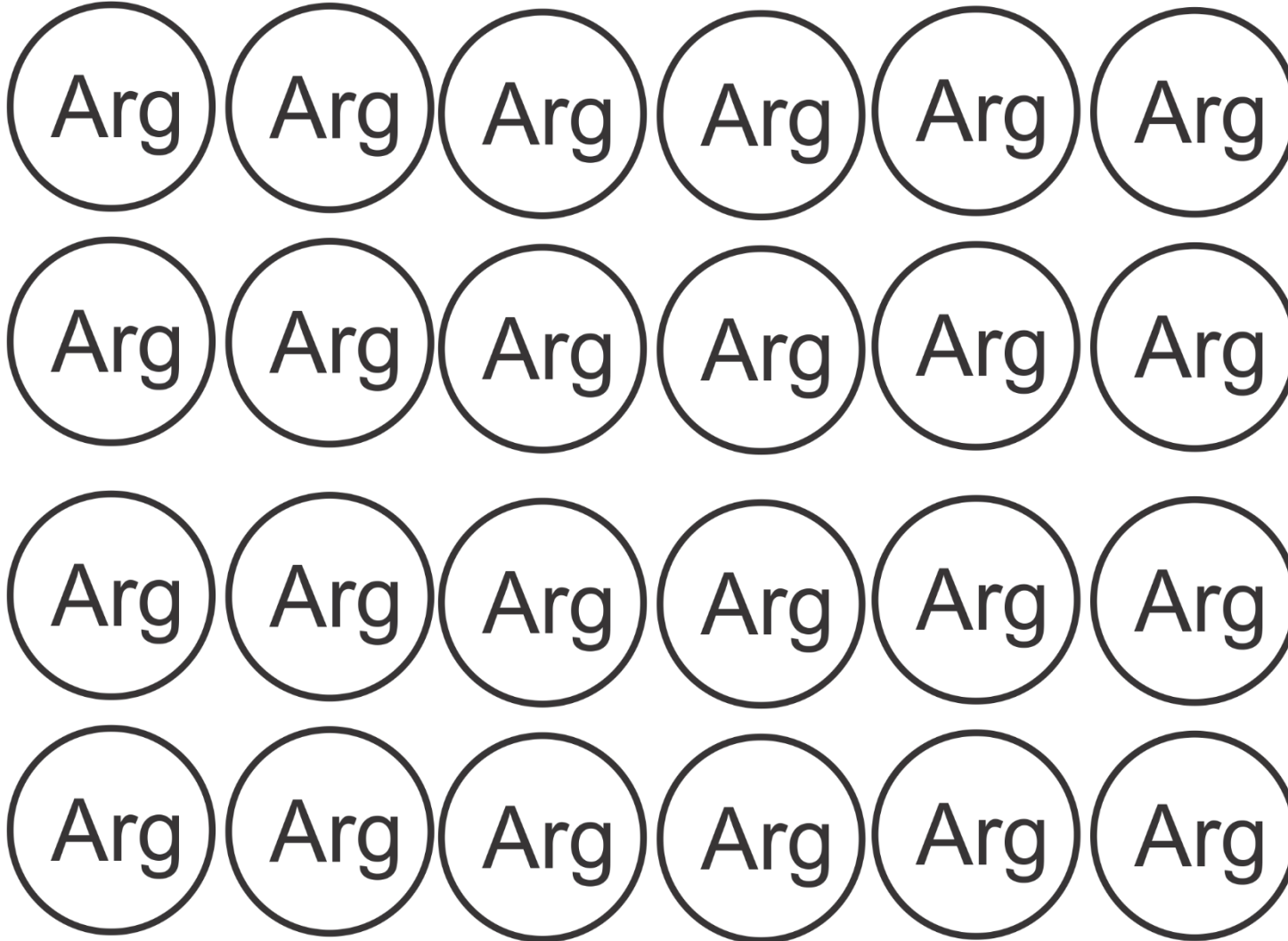
Aminoacidos

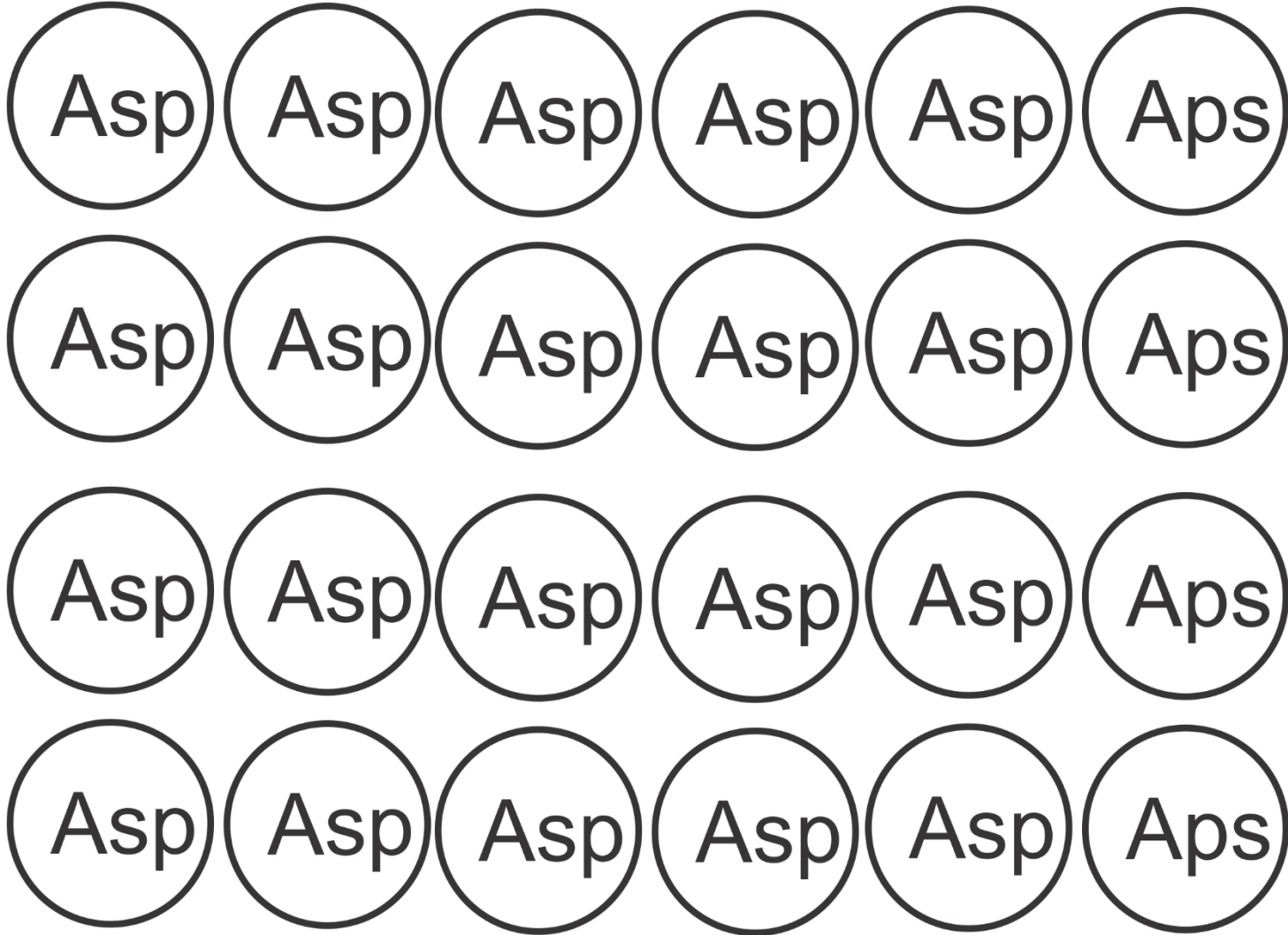
1



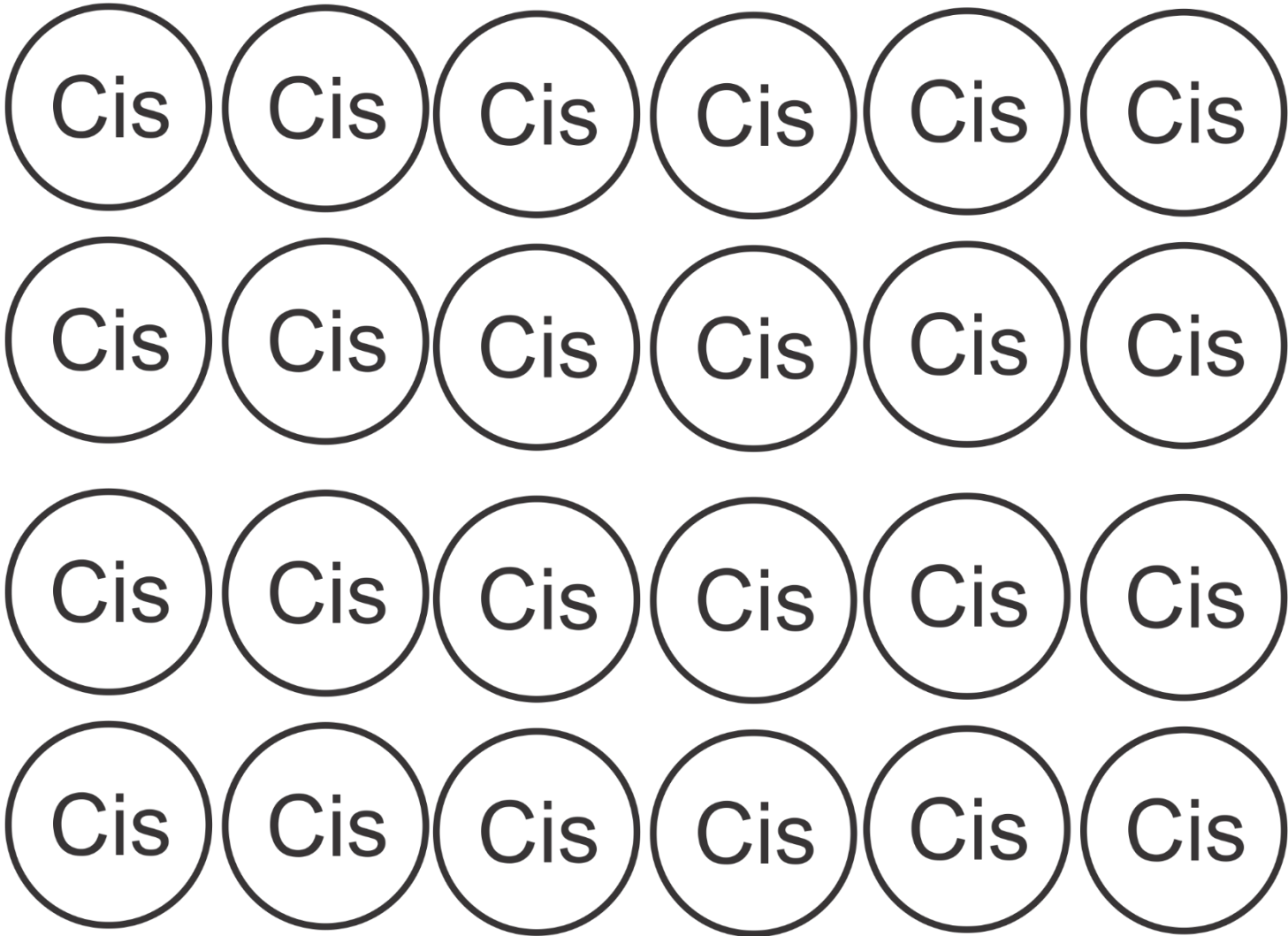
2



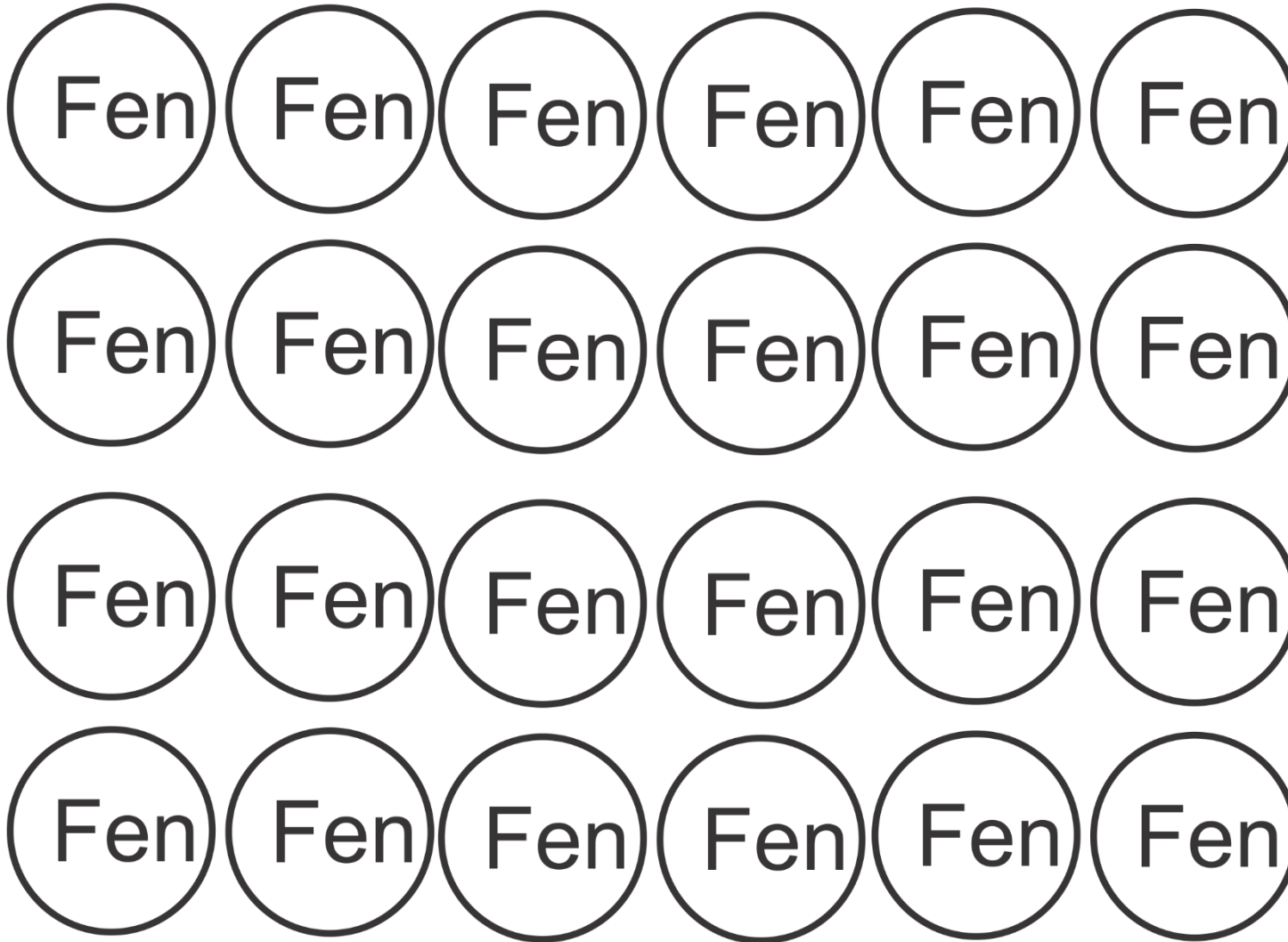




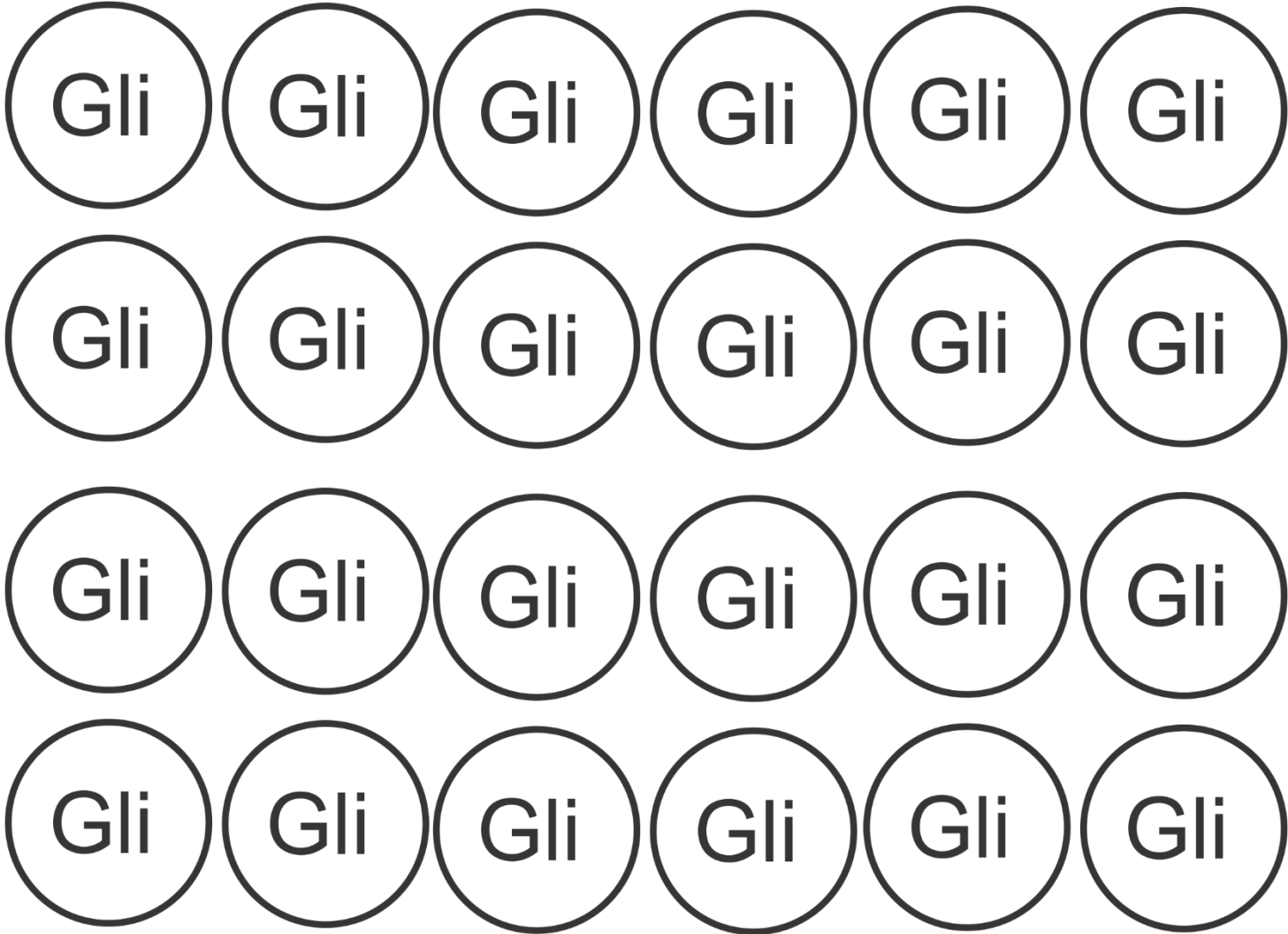
5



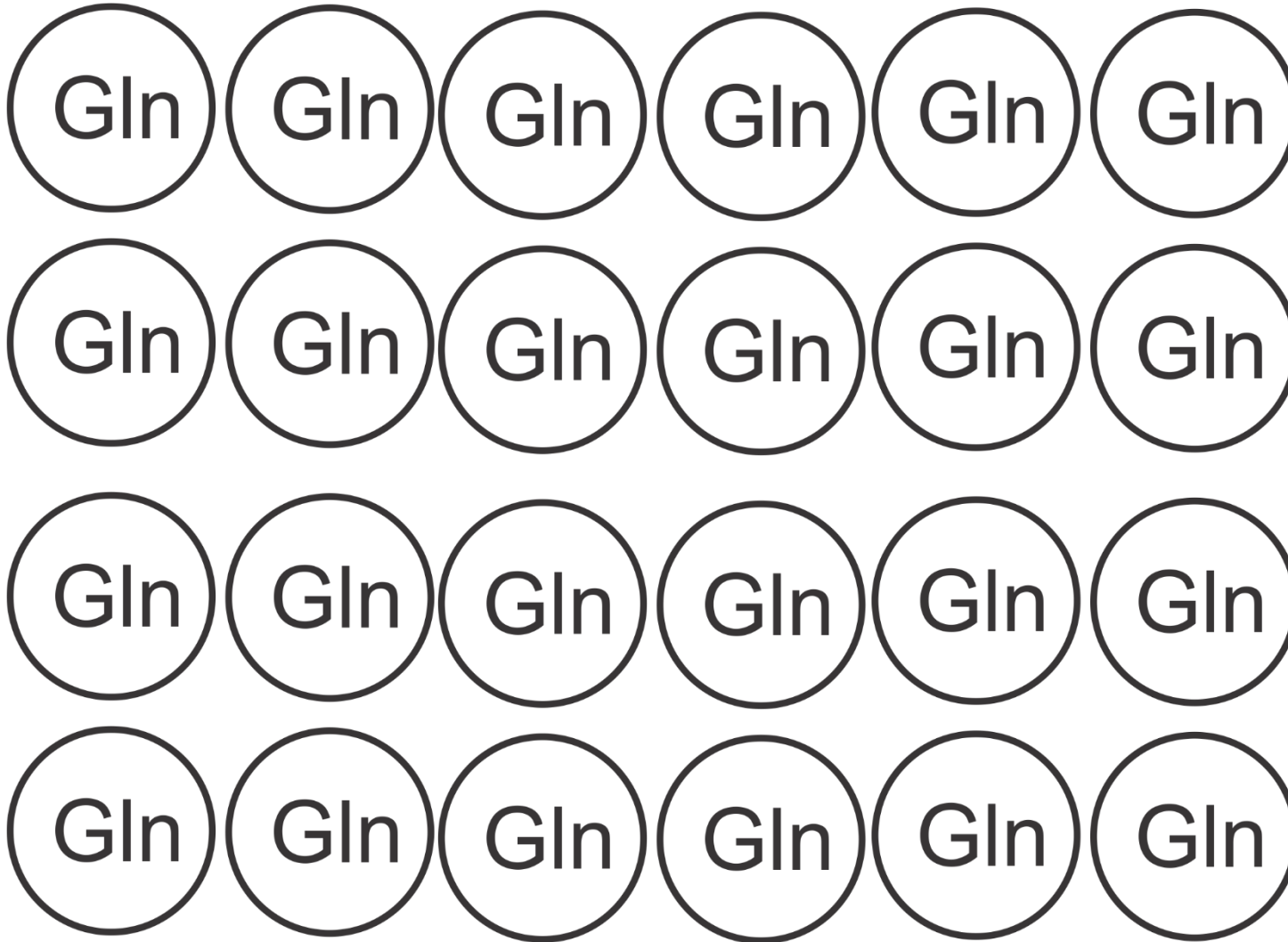
6



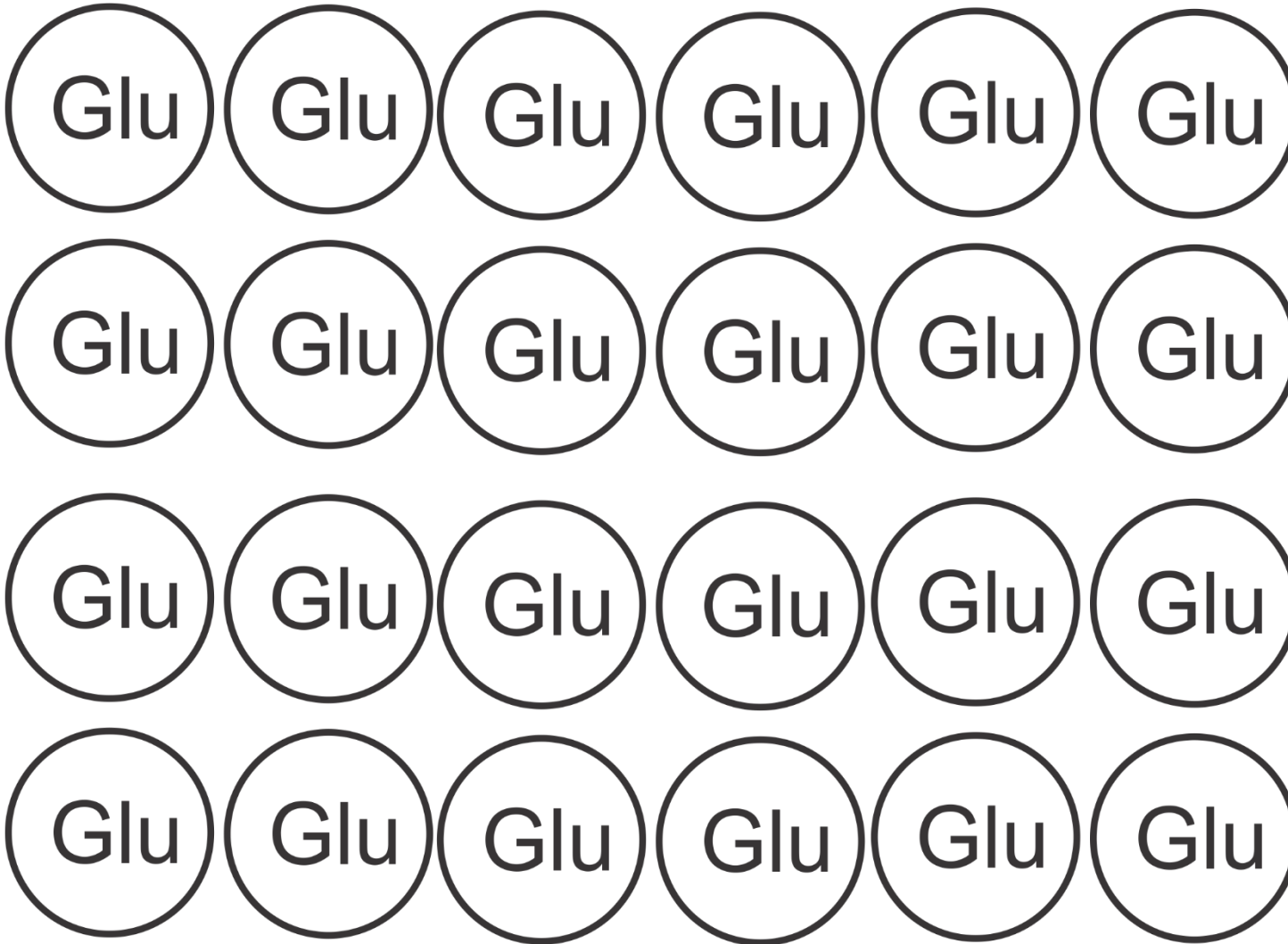
7

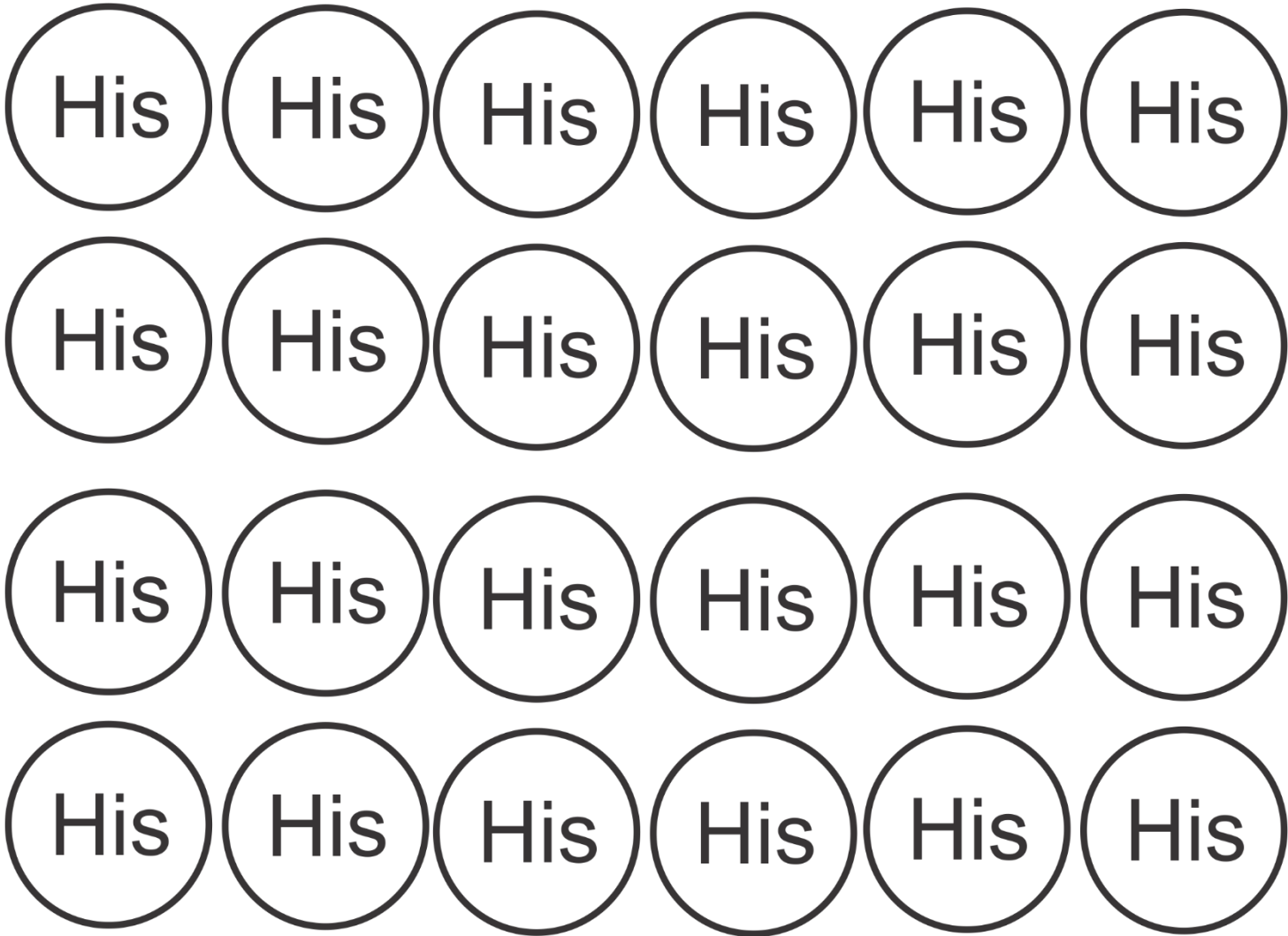


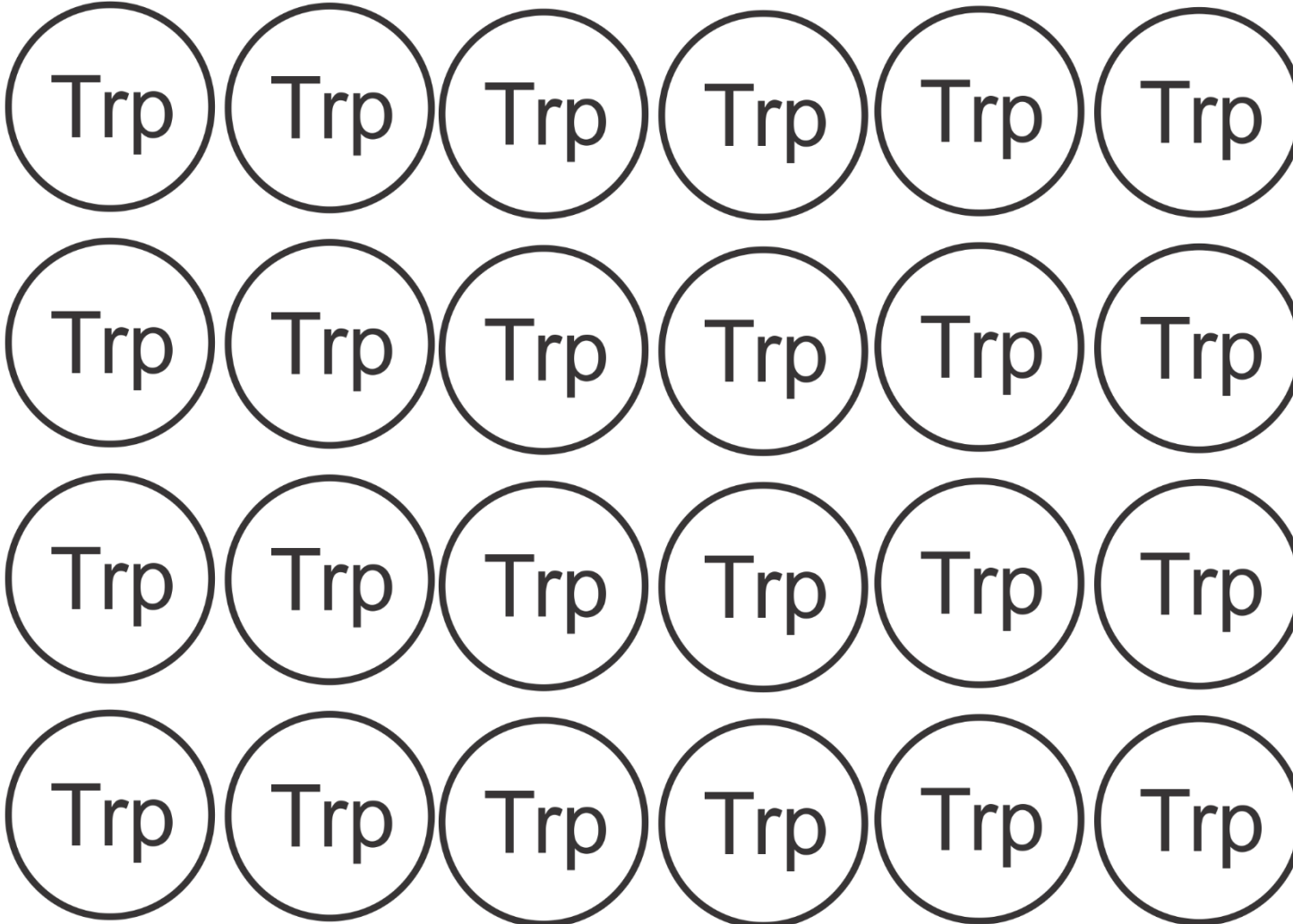
8

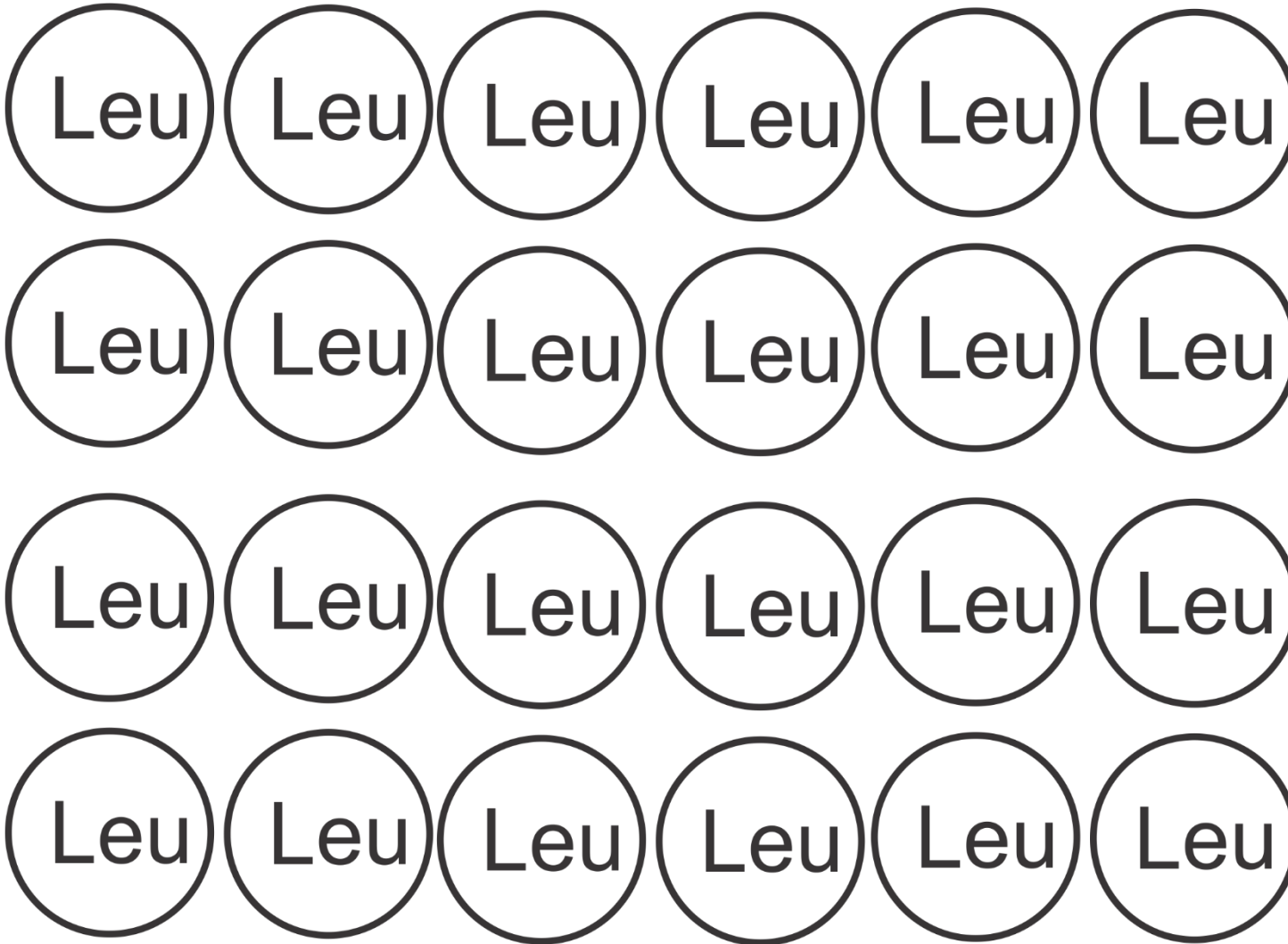


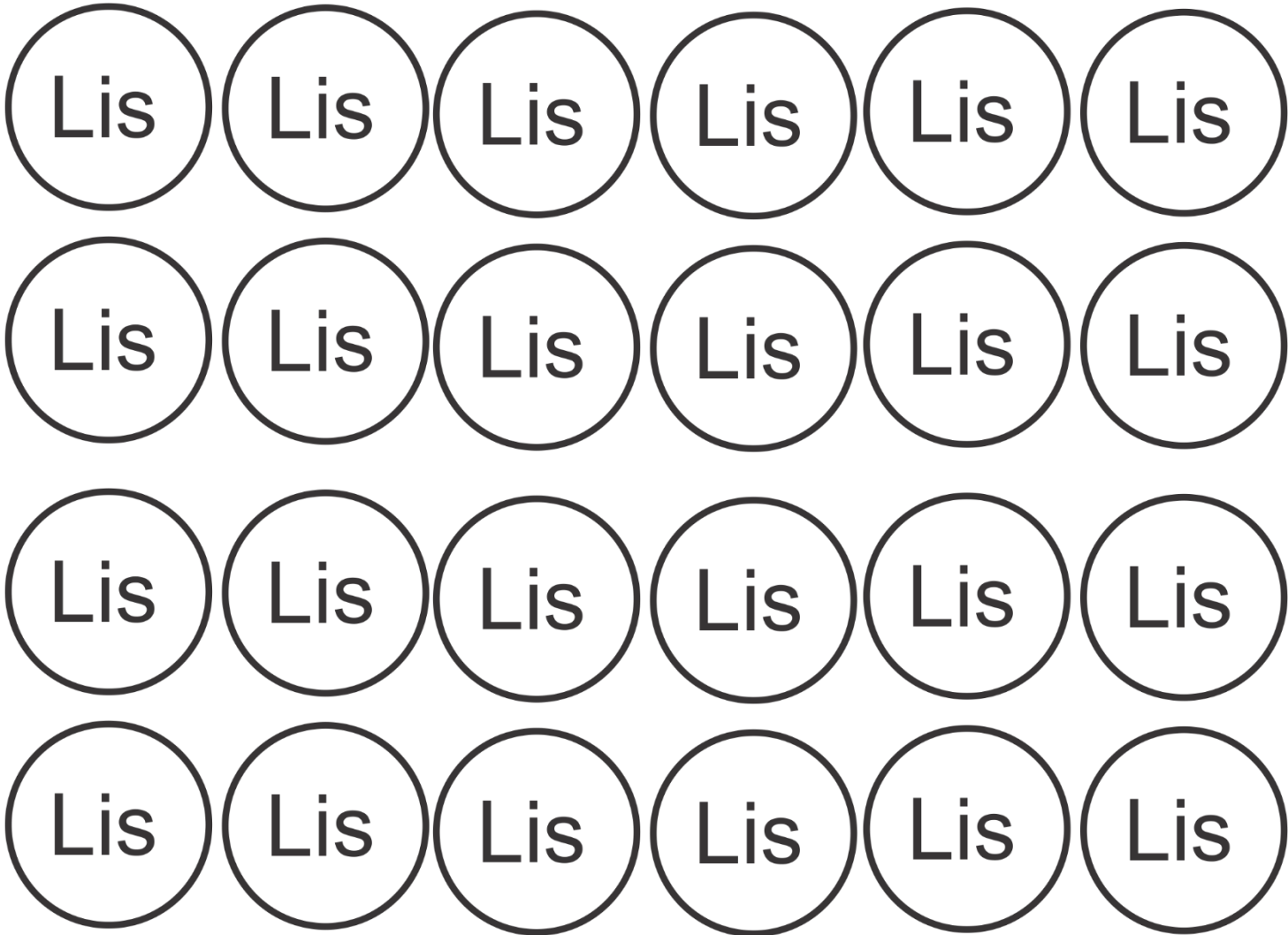
9

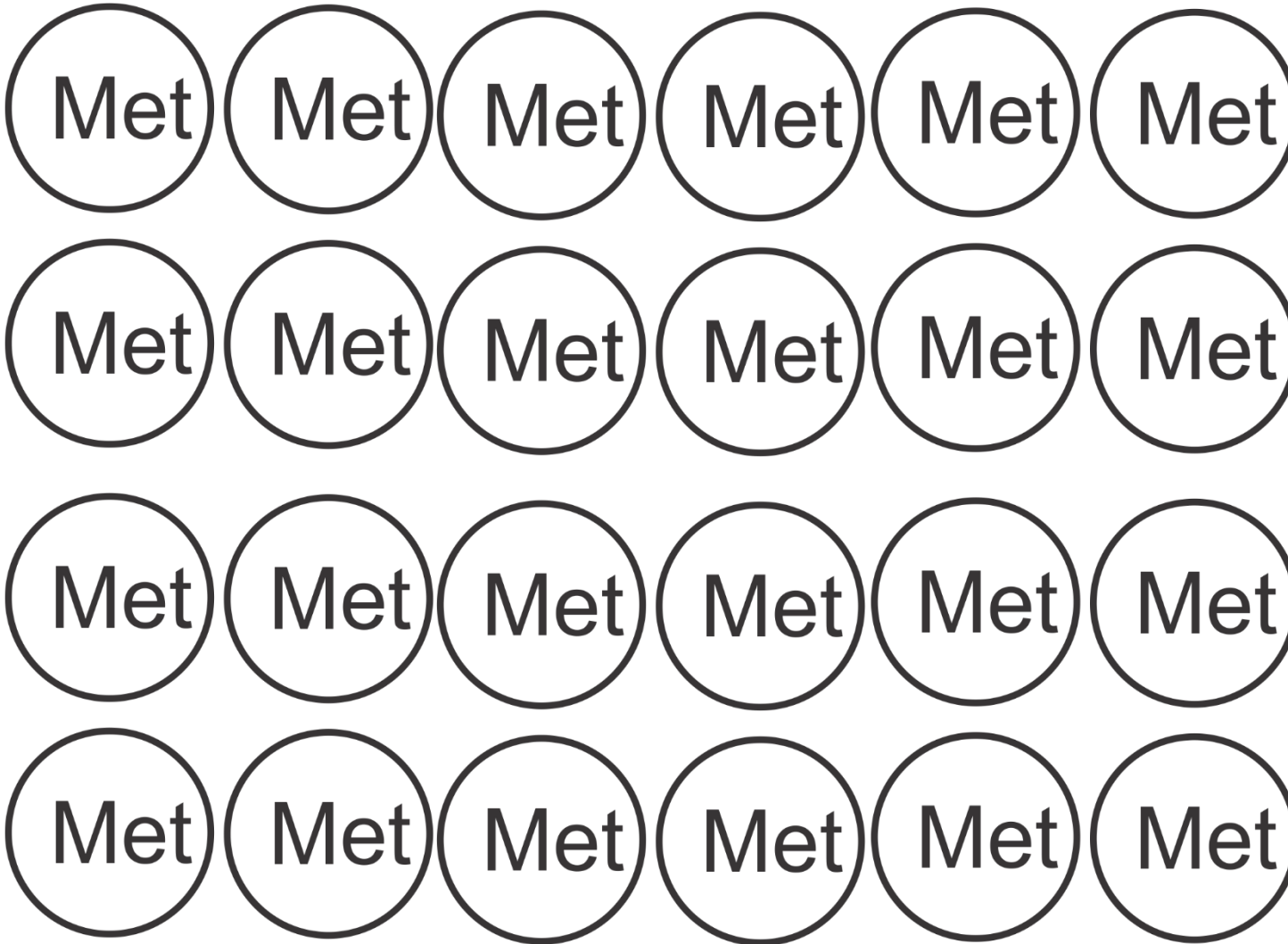


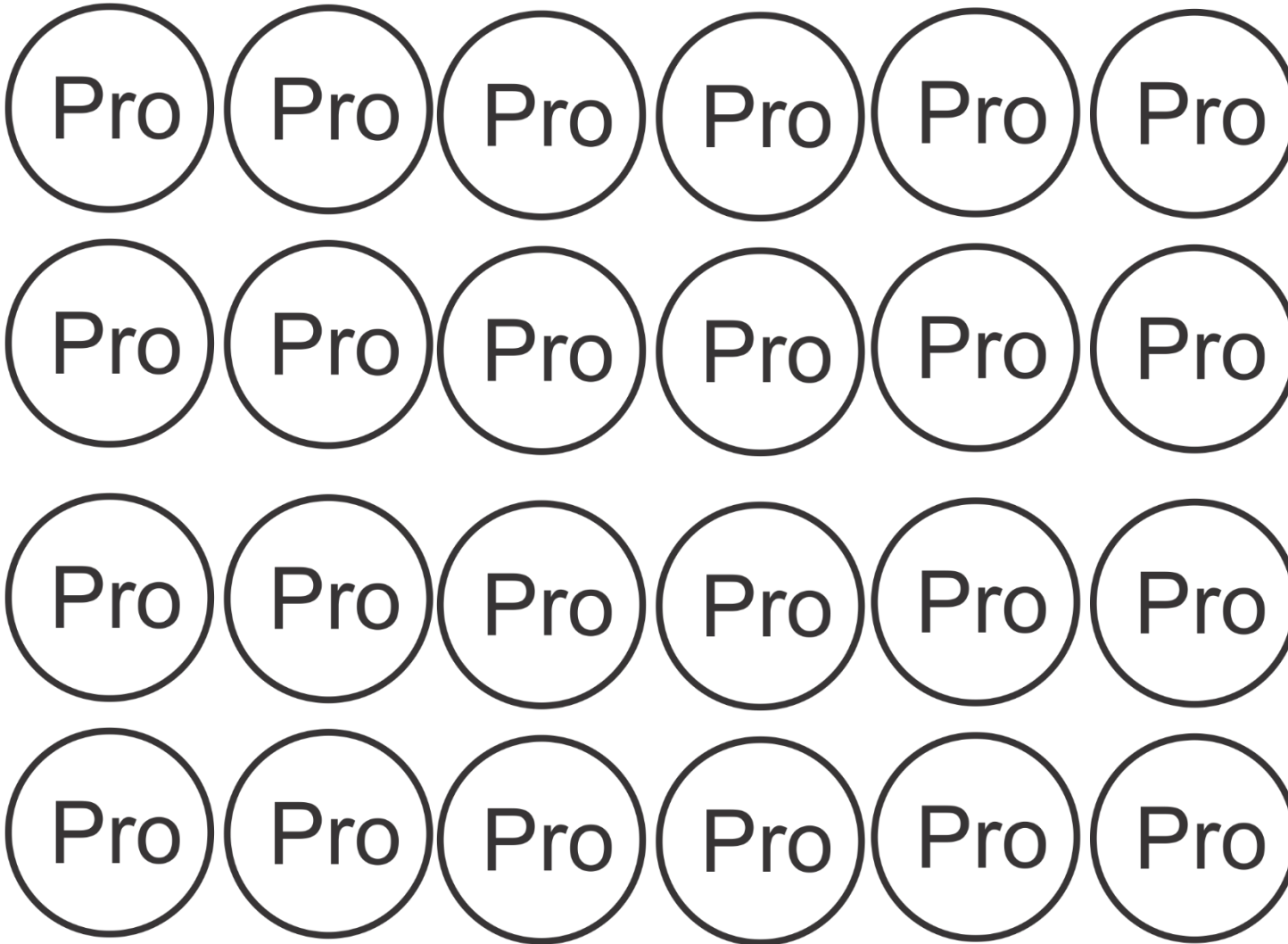


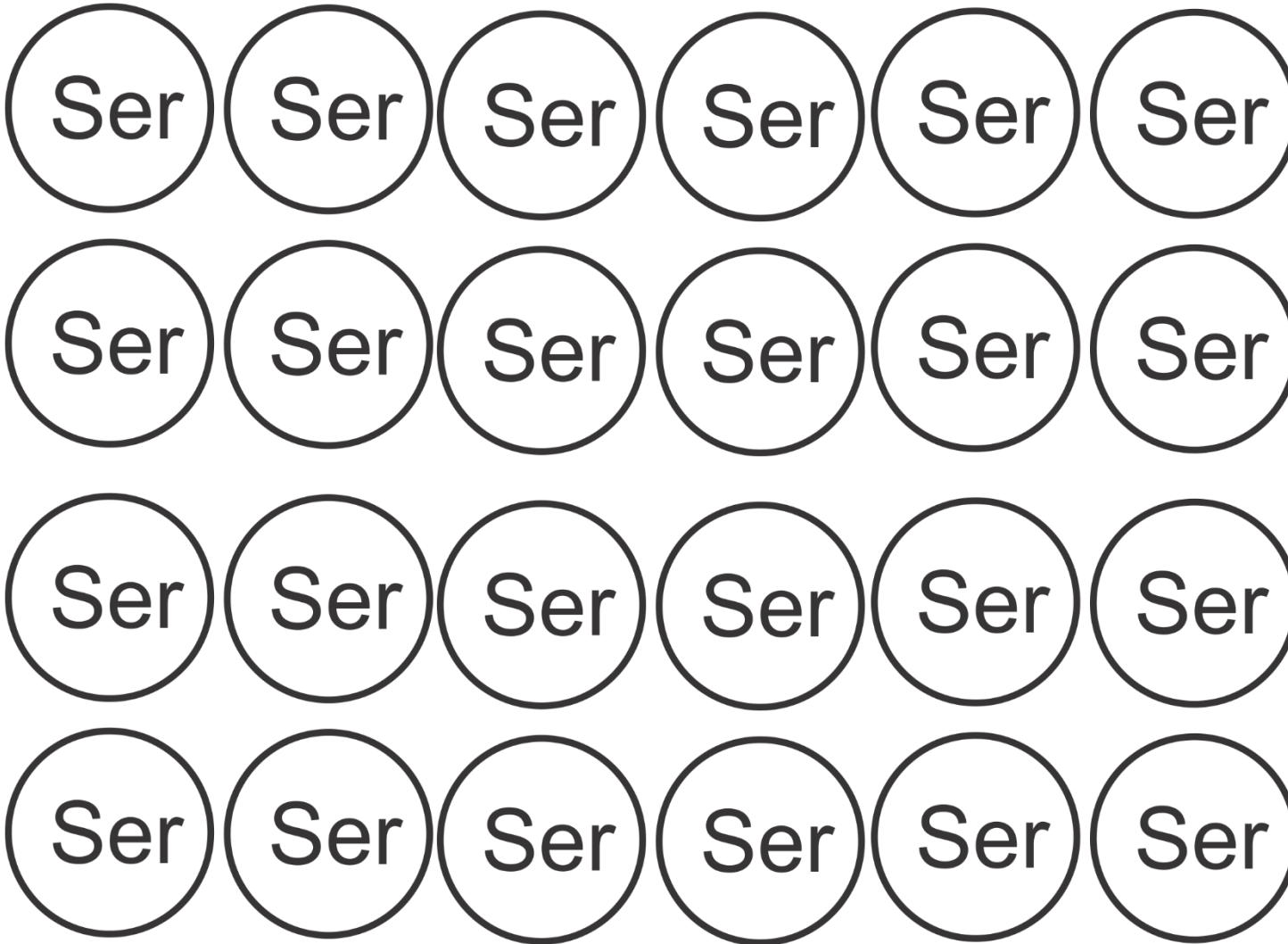


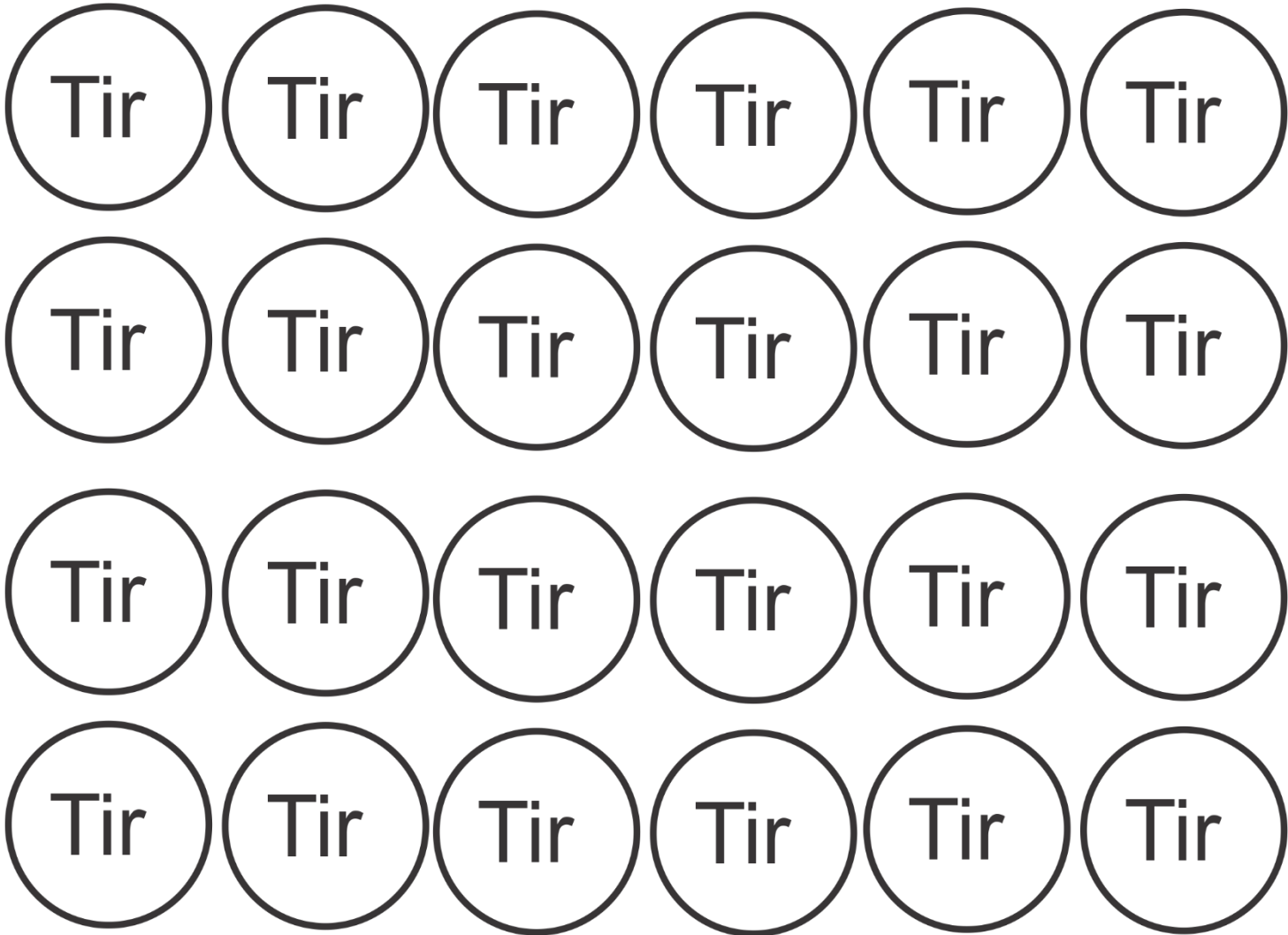


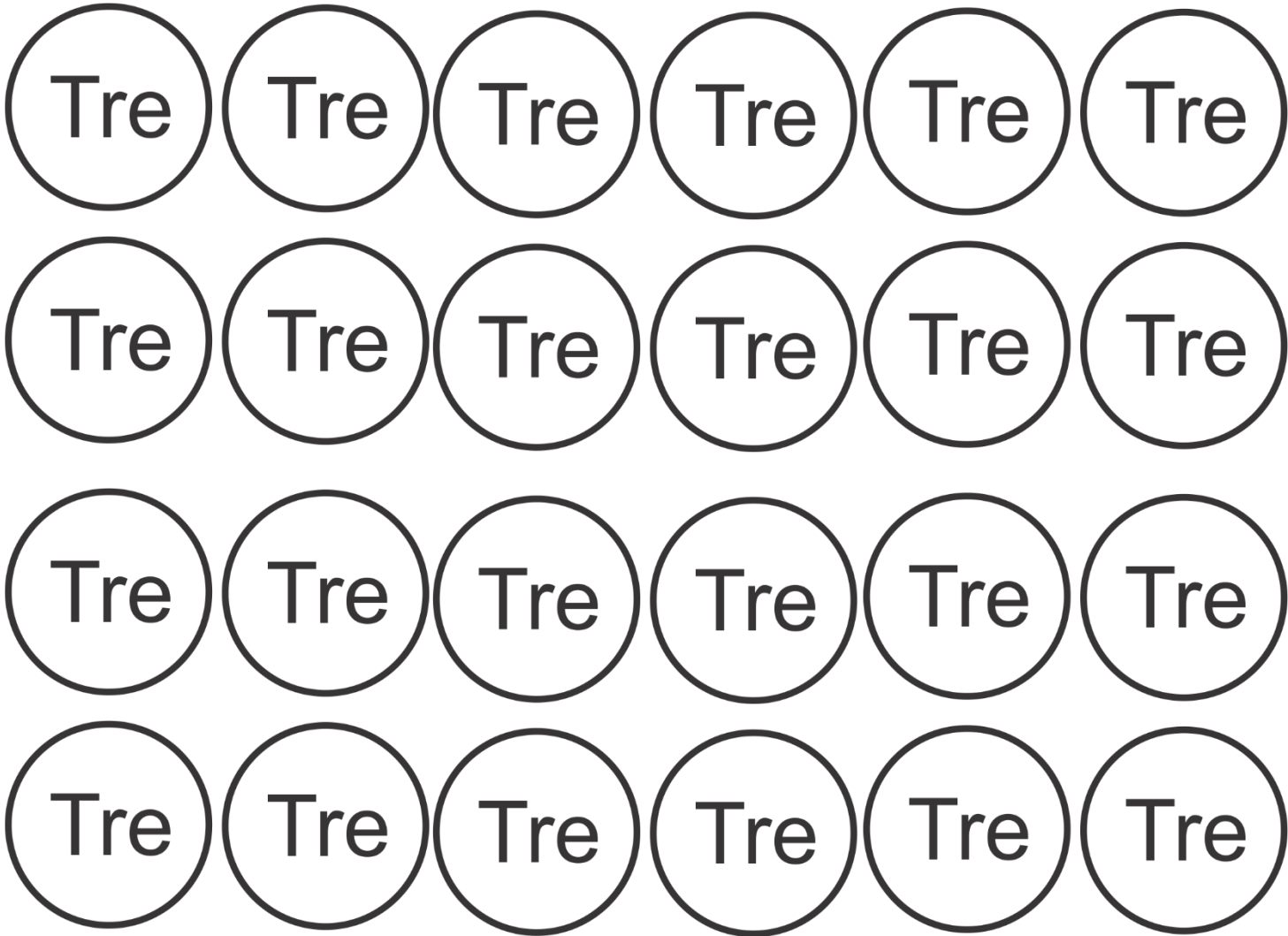


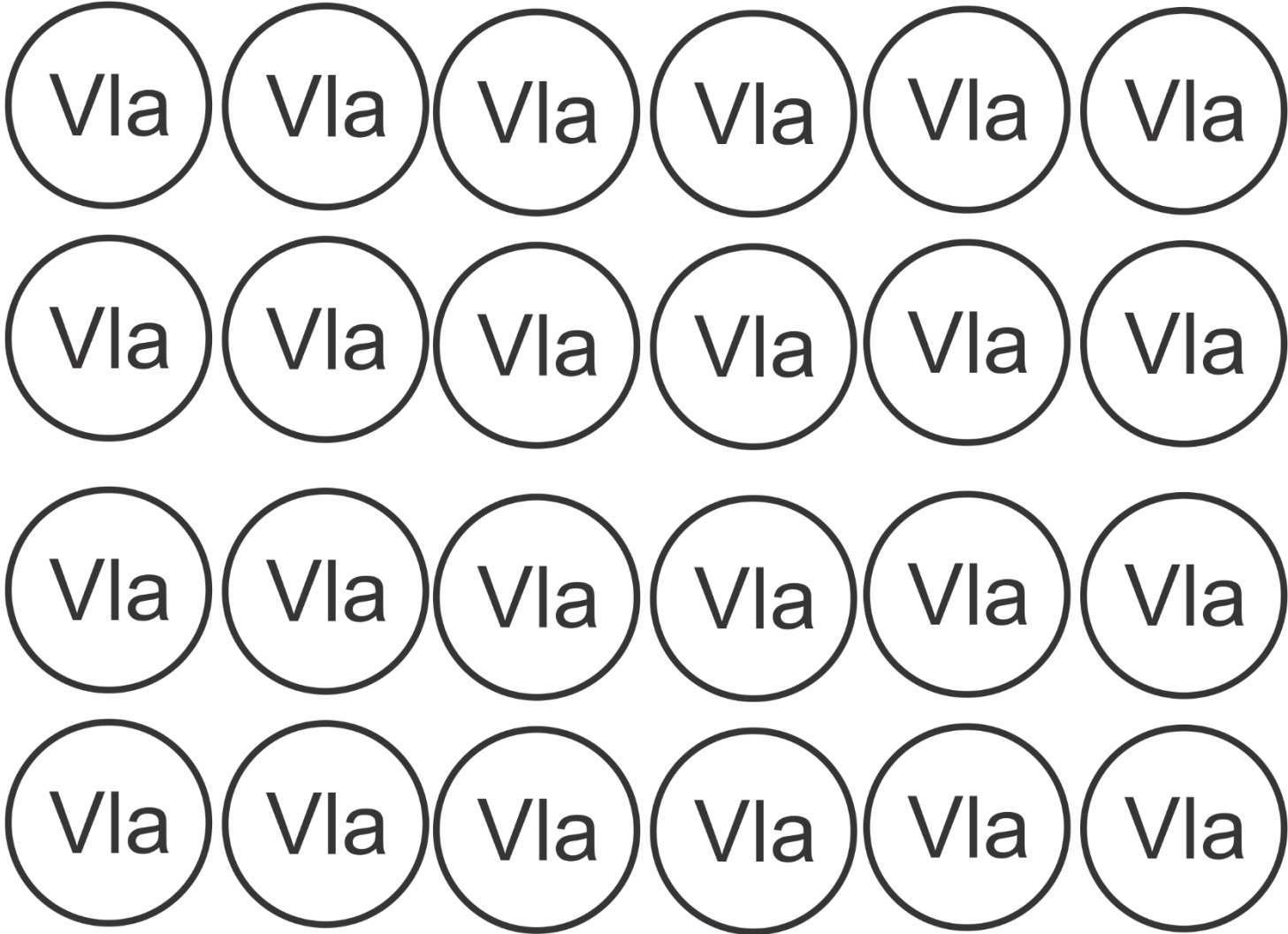


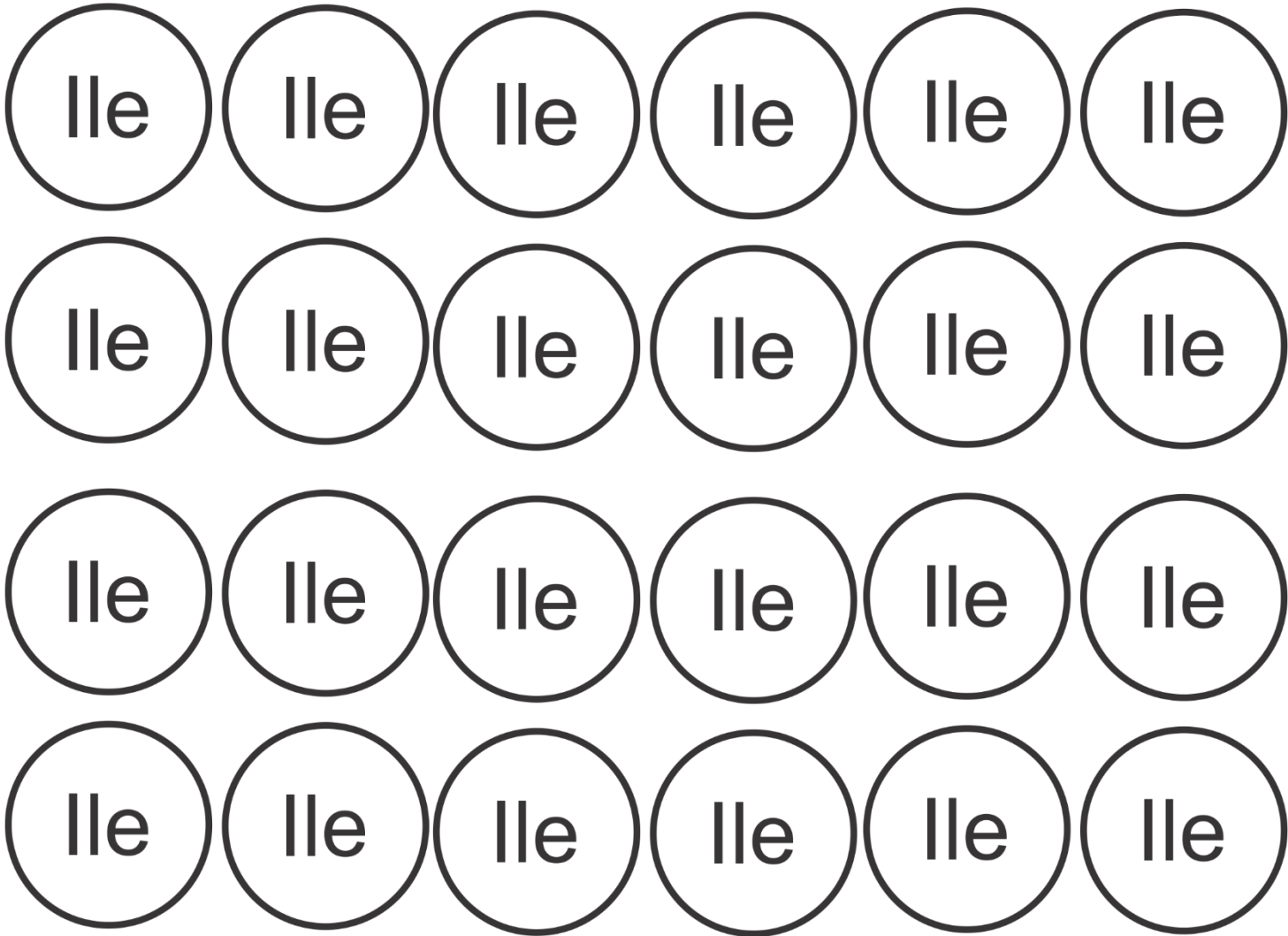












LEGENDA

Ala = alanina
Arg = arginina
Ans = asparagina
Asp = ácido aspártico
Glu = ácido glutâmico
Cis = cisteína
Fen = fenilalanina
Gli = glicina
Gln = glutamina
His = histidina
Ile = isoleucina
Leu = leucina
Lis = lisina
Met = metionina
Pro = prolina
Ser = serina
Tir = tirosina
Tre = treonina
Trp = triptofano
Val = valina

LEGENDA

Ala = alanina
Arg = arginina
Ans = asparagina
Asp = ácido aspártico
Glu = ácido glutâmico
Cis = cisteína
Fen = fenilalanina
Gli = glicina
Gln = glutamina
His = histidina
Ile = isoleucina
Leu = leucina
Lis = lisina
Met = metionina
Pro = prolina
Ser = serina
Tir = tirosina
Tre = treonina
Trp = triptofano
Val = valina

Apêndice G - Questionário para os discentes

Prezado (a) estudante (a), _____

Este questionário visa a coleta de informações acerca da sua forma de estudo e os recursos que você utiliza.

Questionário Parte 1

| |
|--|
| Q.1. O que é infográfico? |
| Q.2. Quais os assuntos tratados nestes infográficos? |
| Q.3. Baseado nos infográficos que acabou de visualizar explique, com suas palavras, o processo que está acontecendo na célula. |
| Q.4. Sobre a leitura e interpretação do infográfico. Por onde você iniciou a leitura? Descreva os pontos utilizados durante a leitura e interpretação. |
| Q.5. Você teve alguma dúvida ou dificuldade em entender algum elemento dos infográficos? (exemplo: texto ou imagem) Explique a sua dúvida. |
| Q.6. O que mais chamou a sua atenção nos infográficos? |
| Q.7. O que você achou de negativo nos infográficos? |
| Q.8 O que você achou de positivo nos infográficos? |

Questionário Parte II

| |
|---|
| Q.9. Baseado nas aulas aplicadas, deste projeto, explique, com suas palavras, como ocorre a tradução (fase 2 da síntese proteica). |
| Q.10. Relate como foi a sua experiência em participar desta aula dialogada de tradução (fase 2 da síntese proteica). |
| Q.11. Esta aula sobre o processo de tradução (fase 2 da síntese proteica) facilitou a sua compreensão deste processo biológico? () Sim () Não Justifique sua resposta: |
| Q.12. O que você achou desta forma de ensino proposto nesta aula de tradução (fase 2 da síntese proteica)? |

Questionário Parte III

| |
|--|
| Q.13. Você participou de três etapas deste projeto, sendo, na primeira ocorreu a apresentação dos infográficos; na segunda uma aula dialogada com o tema tradução; e por última uma oficina de simulação de montagem de proteína. A oficina atuou na facilitação da sua aprendizagem e fixação do processo de tradução? Justifique sua resposta? |
| Q.14. Relate como foi a sua em experiência participar da oficina de simulação de tradução? |
| Q.15. Qual sua opinião, acerca desta oficina ter sido desenvolvida em grupo? |

Agradecemos imensamente a sua valiosa colaboração!

Apêndice H – Entrevista semiestruturada discentes

Prezado (a) estudante (a),

Bom dia! Irei fazer algumas perguntas e desejaria que você fosse sincero nas respostas.

Caso alguma pergunta causar-te constrangido fique à vontade para não responder.

| Perguntas: |
|---|
| QE.1. Imagine, que um colega seus, tenha dificuldade de entender este tema de tradução, você indicaria os infográficos elaborados nesta pesquisa? |
| QE.2. Você teve alguma dúvida ou dificuldade em entender algum elemento dos infográficos? (texto ou imagem) |
| QE.3. A). O que mais chamou sua atenção nos infográficos? |
| QE.3. B). O que mais chamou sua atenção na aula dialogada? |
| QE.4. A) Você teria sugestões de melhoria para os infográficos? |
| QE.4. B) Você teria sugestões de melhoria para a aplicação da aula? |
| QE.5. Está aula facilitou ou dificultou na sua aprendizagem do tema de tradução? Por quê? |
| QE.6. Conta como foi a sua experiência em participar desta aula de síntese proteica ou faça uma avaliação das atividades desenvolvidas. |

Você deseja fazer mais alguma colocação?

Agradecemos imensamente a sua valiosa colaboração

