

Rafael R. do Nascimento

CATAGU:

Uma abordagem para o ensino de genética através de jogos.

Rio de Janeiro

2025

Rafael Rodrigues do Nascimento

CATAGU:

Uma abordagem para o ensino de genética através de jogos.

Produto educacional da Especialização apresentado ao Programa de Especialização em Ensino de Ciências e Biologia, vinculado à Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências e Biologia

Orientador (a): Me. Cristina Magela de Oliveira

Rio de Janeiro
2025

COLÉGIO PEDRO II

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E CULTURA

BIBLIOTECA PROFESSORA SILVIA BECHER

CATALOGAÇÃO NA FONTE

N244 Nascimento, Rafael Rodrigues do

Catagu : uma abordagem para o ensino de genética através de jogos /
Rafael Rodrigues do Nascimento. – Rio de Janeiro, 2025.

44 p.

Produto Educacional de Especialização apresentado como Trabalho
de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências e
Biologia) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa,
Extensão e Cultura.

Orientador: Cristina Magela de Oliveira.

1. Biologia (Ensino médio) - Estudo e ensino. 2. Biologia molecular.
3. Proteínas - Síntese. 4. Jogos educativos. 5. Ludicidade. I. Oliveira,
Cristina Magela de. II. Colégio Pedro II. III. Título.

CDD 570

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Simone Alves – CRB7 5692.

Rafael Rodrigues do Nascimento

CATAGU:

Uma abordagem para o ensino de genética através de jogos.

Produto Educacional de Especialização apresentado ao Programa de Especialização em Ensino de Ciências e Biologia, vinculado à Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências e Biologia

Aprovado em: ____/____/____.

Banca Examinadora:

Me. Cristina Magela de Oliveira (Orientadora)
Especialização em Ensino de Ciências e Biologia (EECB)
Colégio Pedro II

Dr. Marcello Miranda Ferreira Spolidoro
Especialização em Ensino de Ciências e Biologia (EECB)
Colégio Pedro II

Me. Leonardo Goncalves Dias Souza
Colégio Pedro II

Rio de Janeiro
2025

Para minha mãe, que nunca deixou de acreditar que seu projeto de homem perfeito daria certo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha mãe, sem ela eu nada seria, dona Celia, você é o motivo de eu lutar a cada dia e seguir em frente. Agradeço a meu pai pois me apoiou sempre, para cada segundo da minha caminhada meu pai dedicou dois a me dar apoio, obrigado seu Antônio. Meu tio Gildo, por ter me feito ter a paixão por jogos desde pequeno, me ensinando que antes mesmo de eu me entender como humano, sou um eterno jogador.

Agradeço à Débora, que me viu em todo o processo de correria, e foi cobaia de minhas explicações sobre meus trabalhos e projetos, que nosso futuro seja iluminado e que eu possa apoiar você assim como você me apoiou, obrigado Dengo.

Cristina Magela, te agradeço com todas as forças de meu ser. Pela paciência e carinho, pelas gargalhadas, e pelo empenho que teve em desenvolver tudo que aqui foi desenvolvido junto de mim, que possamos ter cada vez mais oportunidades de cooperação e evolução, obrigado. Obrigado também a todos os professores que vieram a compor o corpo docente da EECEB, a cada sexta feira tinha com vocês uma aula que me preenchia em muito mais do que somente o conteúdo clássico e pragmático, mas aulas sobre pessoas, sobre momentos, vivências e muito mais. Por falar em professores, agradeço a todos os professores que passaram em minha vida, foi por vocês que me dedico à profissão com gosto e com paixão.

Agradeço ao meu espiritual e ao meu Ori. Foi no momento de dor e de dificuldade que me encontrei, e com vocês fui curado e me recuperei. Me abriram os caminhos, me permitiram caminhar, e agora chego à linha final com vocês sempre comigo, a todos Axé.

Agradeço aos meus amigos durante o curso, todos foram essenciais, me ajudaram a fazer dos cafés uma diversão, das apresentações uma emoção, e das aulas uma evolução. Marília, que dividiu comigo muitas viagens de ônibus pela noite, e uma chegada aliviados ao metrô, muito obrigado por tudo. Joyce por sempre me dar conselhos e colaborar com meu crescimento como professor. Jéssica, por gargalhar comigo no meio do caos e da confusão. Dayane, por me acolher no passado em nossas vivências de laboratório, e pelo reencontro nesse episódio de nossas vidas. Maní, por rir comigo e compartilhar do passado no Projeto

Fundão, e por agora ter compartilhado da nossa progressão, obrigado. Gaby Trindade, por mesmo no momento em que nos olhamos de forma avessa, termos entendido quem somos e ter vivido risadas comigo. Caroline Carvalho, pelo seu sorriso acolhedor, e seu jeito de mãe, sempre preparada para tudo. Victor pelas risadas e piadas, e pelo companheirismo ao longo das aulas. Leo, pelas brincadeiras e pelas vivências compartilhadas como Ex-Alunos do CPII e do Projeto Fundão. Lucas, por sempre me ajudar com tudo, tendo dicas e macetes, e sendo super colaborativo. Fernanda, por ser compreensiva e colaborar com as aulas. Elaine, pela participação e troca de ideias ao longo do ano. Caroline, pelo toque de química necessário para que a aula fosse mais que biólogos e seus assuntos. Benjamin, por cada pequeno segundo vivenciado e pela progressão de nosso passado como alunos de Marcia Serra. E por fim, a Tayane, que compartilhou comigo minha caminhada na graduação, sofreu nas disciplinas comigo, riu do meu riso e junto comigo, dividiu o salgado na hora do intervalo, e a cerveja nos momentos que formamos trio com nossa querida amiga Stella. Guardarei, eternamente, cada um de vós dentro dos lapsos de minhas sinapses e do pulsar de meu coração.

“Pra quem já mordeu um cachorro por comida, até que eu cheguei longe.”

(Emicida, 2009)

RESUMO

O ensino de genética e biologia molecular representa um desafio recorrente na educação básica, especialmente devido ao caráter abstrato dos processos que envolvem o DNA e o RNA. Este trabalho apresenta o desenvolvimento do jogo **CATAGU**, um recurso lúdico e analógico voltado ao ensino dos mecanismos de replicação e transcrição do DNA para estudantes do Ensino Médio. O produto foi elaborado como um jogo de tabuleiro de baixo custo e fácil reprodução, com o objetivo de promover a aprendizagem ativa por meio da interação e da resolução de desafios. O trabalho fundamenta-se em autores que discutem o uso de jogos educativos no ensino, bem como nas orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o ensino de Ciências da Natureza. Além da elaboração do jogo, o estudo propõe uma atividade complementar sobre o processo de tradução do RNA, de modo a integrar as etapas da expressão gênica e oferecer ao professor um material de apoio didático completo. Cabe ressaltar que o jogo ainda não foi testado em contexto escolar, constituindo-se como proposta de aplicação futura. Espera-se que o jogo **CATAGU** contribua para a superação das dificuldades conceituais associadas à genética e estimule o interesse dos estudantes, fortalecendo práticas pedagógicas inovadoras e mais significativas para o ensino de Biologia.

Palavras-chave: Ensino de Biologia; ludicidade; jogos sérios; biologia molecular; síntese proteica.

ABSTRACT

The teaching of genetics and molecular biology represents a recurring challenge in basic education, especially due to the abstract nature of the processes involving DNA and RNA. This work presents the development of the game CATAGU, a playful and analog resource aimed at teaching the mechanisms of DNA replication and transcription to high school students. The product was designed as a low-cost, easily reproducible board game, with the goal of promoting active learning through interaction and challenge resolution. The work is based on authors who discuss the use of educational games in teaching, as well as the guidelines of the National Common Curricular Base (BNCC) for the teaching of Natural Sciences. In addition to the game's development, the study proposes a complementary activity on the process of RNA translation, aiming to integrate the stages of gene expression and offer the teacher a complete didactic support material. It should be noted that the game has not yet been tested in a school context, constituting a proposal for future application. It is expected that the CATAGU game will contribute to overcoming the conceptual difficulties associated with genetics and stimulate students' interest, strengthening innovative and more meaningful pedagogical practices for the teaching of Biology.

Keywords: Biology teaching; playfulness; serious games; molecular biology; protein synthesis.

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO/ INTRODUÇÃO.....	14
1.1. Contextualização e problematização.....	14
1.2. Justificativa e objetivos.....	15
2 FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA-TEÓRICA.....	16
2.1. Jogos como ferramentas pedagógicas.....	16
2.3. Genética e Biologia Molecular na BNCC do Ensino Médio.....	17
2.4. Abordagens lúdicas no Ensino de Genética.....	21
3 DESENVOLVIMENTO - JOGO “CATAGU”.....	25
3.1. Descrição do jogo “CATAGU”.....	25
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
5 REFERÊNCIAS.....	31
Apêndice F: Complemento para o professor - Atividade “Decifrando a proteína”.....	45

1. APRESENTAÇÃO/ INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização e problematização

Minha motivação nasceu do prazer de jogar, uma atividade que sempre me cativou profundamente. O ânimo reside em unir um ato tão prazeroso e familiar ao processo de ensino e aprendizagem. Isso permite reconfigurar o ensino de genética, afastando o aluno da passividade tradicional. Assim, o mesmo é aproximado do conhecimento de uma forma diferente, ativa e envolvente.

O caráter lúdico dos jogos faz com que a realidade se torne ausente durante um pequeno período de tempo em que os jogadores se dispõem sobre o tabuleiro. Desse modo, jogar é um ato que expande a fantasia, e se conecta com os jogadores de modo a estimular o prazer e a vivência. Assim, unir jogos ao ensino faz com que o ato lúdico se some ao desenvolvimento pedagógico.

O ensino de genética enfrenta um desafio histórico: sua natureza abstrata. Conceitos fundamentais, como genes e DNA, parecem distantes dos estudantes por não oferecerem uma experiência concreta. Essa ausência de vivência prática pode gerar desinteresse e acentuar as dificuldades enfrentadas pelos docentes, especialmente diante da complexidade de conteúdos que se conectam a outras áreas como citologia, bioquímica e biofísica. Ainda assim, apesar das dificuldades, ensinar genética segue sendo essencial, pois corresponde a um pilar fundamental da biologia e de diversas áreas interdisciplinares. (Barni, 2010; Lopes, 2023)

A compreensão da genética ultrapassa os limites da sala de aula, possibilitando ao estudante entender a hereditariedade, os avanços da biotecnologia, as questões éticas envolvidas na manipulação genética e os impactos na saúde pública. Ao dominar conceitos como esses, o aluno amplia sua capacidade crítica e se torna mais preparado para tomar decisões informadas, participar de debates científicos e compreender seu papel em uma sociedade em constante evolução. Portanto, promover um ensino de genética de qualidade é investir na construção de uma cidadania mais informada e participativa. (Barros et al., 2016)

Nesse contexto, a urgência por novas estratégias pedagógicas no ensino de genética se faz presente. É preciso repensar abordagens e buscar metodologias que tornem o conteúdo

mais acessível e significativo, de modo a tornar o processo de ensino-aprendizagem mais eficaz. A ludicidade surge, então, como uma ferramenta pedagógica promissora, capaz de auxiliar o docente nesse processo. (Mello, 2023)

A criação de um jogo de tabuleiro e cartas para o ensino de genética não é apenas uma ideia inovadora, mas uma potente estratégia para superar as barreiras do ensino tradicional. O jogo interativo estimula o engajamento, o trabalho colaborativo e a fixação dos conteúdos, ao alinhar objetivos pedagógicos à estratégia lúdica. (Teles et al., 2020)

1.2. Justificativa e objetivos

Buscar alternativas ao modelo tradicional de ensino tem sido uma tendência crescente nos últimos anos. O uso de jogos e estratégias afins, como a gamificação ou o ensino baseado em jogos, tem encontrado com a educação uma coesa união em prol do ensino. Essa tendência também é constatada na área de ensino de ciências e biologia. Ao analisar os anais dos Encontros Nacionais de Ensino de Biologia, ocorridos em 2021 e 2024, fica evidente o aumento expressivo no número de trabalhos apresentados envolvendo o uso de jogos.

Os jogos correspondem, portanto, a aliados valiosos no ensino de biologia, criam espaço para a reflexão dentro e fora das aulas e se aplicam a todas as áreas, inclusive a genética, com seus conceitos abstratos e desafiadores.

Deste modo, o presente trabalho tem como objetivo geral a elaboração de um protótipo de jogo analógico que auxilie no ensino dos conceitos de Replicação e Transcrição do DNA para estudantes do Ensino Médio. Além disso, constituem objetivos específicos do trabalho:

- Verificar como o ensino de temas relacionados à Genética, Bioquímica e Biologia Molecular são apresentados na BNCC do Ensino Médio;
- Pesquisar nos anais dos Encontros Nacionais de Ensino de Biologia (ENE BIO), dos anos de 2021 e 2024, como jogos sérios têm sido aplicados no ensino de Biologia;
- Estruturar um guia para utilização docente antes da aplicação do jogo CATAGU;
- Elaborar os elementos que compõem o jogo CATAGU (tabuleiro, regras e cartas);
- Propor atividade complementar sobre o processo da tradução.

O trabalho, portanto, tem como objetivo elaborar um jogo para o ensino dos processos de replicação e transcrição do DNA, propondo também uma atividade complementar sobre tradução, de modo a apoiar o docente para uma abordagem integrada dos mecanismos envolvidos na expressão gênica.

2 FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA-TEÓRICA

2.1. Jogos como ferramentas pedagógicas

O ato de jogar é um comportamento que transcende a própria existência humana. A capacidade de brincar e interagir de forma lúdica é observada em diversas espécies animais, muito antes do surgimento da nossa própria espécie. Essa constatação, como argumenta Huizinga (2019), revela que a essência do jogo e da brincadeira está profundamente enraizada em nossa concepção de ser vivo, manifestando-se como um elemento fundamental na nossa formação e desenvolvimento. Partindo dessa premissa, a ideia de que somos, por natureza, seres que jogam, abre um caminho promissor no ambiente escolar. Implementar práticas lúdicas e jogos nesse contexto, no entanto, é um desafio que muitos educadores têm abraçado na busca por estratégias de ensino e aprendizagem mais eficazes e envolventes.

Tanto o uso de jogos como ferramenta de ensino quanto a aplicação de estratégias de gamificação emergem como metodologias ativas de ensino. Essas abordagens se distinguem do modelo tradicional de aula expositiva, pois promovem uma dinâmica mais intensa e colaborativa entre o aluno e o professor. O envolvimento ativo dos estudantes nesse processo fomenta a construção conjunta de conhecimento, o que se mostra mais eficiente e duradouro. Conforme aponta Marques (2021), a adoção dessas metodologias não apenas enriquece a experiência de aprendizagem, mas também capacita o professor a atuar como mediador, orientando os alunos em sua jornada de descoberta e aprofundamento do conteúdo, o que resulta em uma maior autonomia do estudante.

Diante do caráter lúdico e divertido dos jogos, surgem como mecanismos de ensino os chamados *serious games*. O termo tem como objetivo caracterizar jogos, porém de um modo diferente, não negligenciando e esquecendo seu caráter de entretenimento, porém, caracterizando-os como mecanismos que tenham como objetivo principal o ensino. Clark Abt cunhou o termo em seu livro homônimo *Serious Games* (Abt, 1970). Nesse o autor explora o

uso de jogos de tabuleiro para fins educativos, fazendo com que o próprio autor criasse um novo termo para os jogos que produzia e que não tinham como enfoque o mercado comercial, ou o entretenimento, mas sim o processo pedagógico de Ensino e Aprendizagem.

2.2. Desafios para o Ensino de Genética

Diante do vasto currículo de Biologia e Ciências, o Ensino de Genética apresenta desafios específicos que merecem atenção. Um dos principais obstáculos reconhecidos é a alta abstração dos conceitos. Muitos fenômenos, como a replicação e a transcrição do DNA, ocorrem em nível molecular, tornando-os inacessíveis à percepção direta e objetiva por parte do estudante. Esse distanciamento do concreto exige um esforço maior de imaginação e, por vezes, se converte em incompreensão conceitual. A dificuldade, no entanto, pode ser ainda ampliada. A sequência de métodos e fenômenos que compõem o estudo da genética é complexa, e muitos alunos relatam um grau considerável de dificuldade para assimilar o tema, como indicam Oliveira e Guimarães (2022). Conteúdos clássicos da genética, como pleiotropia, polialelia e as leis de Mendel, frequentemente se tornam barreiras para o aprendizado, pois sua complexidade dificulta a assimilação (Lopes, 2023). Complexidade semelhante em conceitos de genética molecular também são relatados. Diante desse cenário, uma aula expositiva tradicional se mostra frequentemente ineficaz para superar essas barreiras pedagógicas. Cabe ao professor, buscar ferramentas alternativas que favoreçam a compreensão dos conceitos por parte dos estudantes.

2.3. Genética e Biologia Molecular na BNCC do Ensino Médio

Diante da complexidade de conceitos e das dificuldades apontadas para o ensino de genética e biologia molecular, cabe analisar como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) apresenta a temática. Embora não corresponda a um currículo pronto, a BNCC funciona como uma referência nacional obrigatória para a educação básica.

Para o Ensino Médio, a BNCC indica que “garantir a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental é essencial nessa etapa final da Educação Básica (BRASIL, 2018)”. Citando o artigo 35 da Lei de Diretrizes e

Bases, o documento oficial da BNCC pauta em um de seus objetivos o mesmo exposto pela LDB:

IV – a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. (BRASIL, 2018)

A BNCC para o Ensino Médio coloca em foco o acolhimento das “juventudes”, num contexto de valorização das diversas vivências e experiências, das regionalidades e questionamentos dos jovens, priorizando a autonomia e o protagonismo juvenil. Deve haver a garantia aos estudantes da “compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos” (BRASIL, 2018). Desse modo a BNCC dita que o Ensino Médio deve possibilitar aos estudantes:

- compreender e utilizar os conceitos e teorias que compõem a base do conhecimento científico-tecnológico, bem como os procedimentos metodológicos e suas lógicas;
- conscientizar-se quanto à necessidade de continuar aprendendo e aprimorando seus conhecimentos;
- apropriar-se das linguagens científicas e utilizá-las na comunicação e na disseminação desses conhecimentos; e
- apropriar-se das linguagens das tecnologias digitais e tornar-se fluentes em sua utilização.

No contexto do Ensino de Ciências, a BNCC destaca a necessidade de formação de estudantes capazes de compreender e articular conhecimentos científicos, desenvolver pensamento crítico e praticar a tomada de decisões. As competências específicas elencadas para a BNCC do Ensino Médio relacionadas ao ensino de Ciências e Biologia envolvem a análise de sistemas e fenômenos biológicos, a resolução de problemas, a argumentação científica e a compreensão das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA).

A área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, na BNCC, é fundamentada em três competências específicas, com um total de 23 (vinte e três) habilidades associadas. O quadro 1 traz a descrição das competências específicas da área e as habilidades que podem ser relacionadas ao ensino de genética e biologia molecular.

Quadro 1 - Competências e habilidades da BNCC do Ensino Médio relacionadas ao ensino de Genética e Biologia Molecular.

Competências	Habilidades
<p>(1) Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global</p>	<p>(EM13CNT101) Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais.</p>
	<p>(EM13CNT105) Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.</p>
<p>(2) Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.</p>	<p>(EM13CNT201) Analisar e utilizar modelos científicos, propostos em diferentes épocas e culturas para avaliar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo.</p>
	<p>(EM13CNT202) Interpretar formas de manifestação da vida, considerando seus diferentes níveis de organização (da composição molecular à biosfera), bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, tanto na Terra quanto em outros planetas.</p>
	<p>(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, nos seres vivos e no corpo humano, interpretando os mecanismos de manutenção da vida com base nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia.</p>
<p>(3) Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos</p>	<p>(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos – interpretando gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, elaborando textos e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) –, de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural.</p>
	<p>(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.</p>

contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).	(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA , tratamentos com células-tronco, produção de armamentos, formas de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.
--	--

Fonte: O autor, 2025.

A competência de número 1 relaciona-se diretamente ao estudo de fenômenos naturais e processos tecnológicos, com foco nas transformações de matéria e energia. No texto da BNCC, o termo mutação é mencionado diretamente, porém o mesmo se resume à expor que o termo pode ser mobilizado para estudos. Essa primeira competência, que visa “analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global (BRASIL, 2018), apresenta o enfoque na compreensão de processos naturais e possibilita abordar o conceito de mutação no contexto do ensino de Ecologia.

A competência de número 2 aponta diretamente aos processos relacionados à manutenção da vida e à evolução dos seres vivos. Em sua descrição mais completa no texto da BNCC, os termos “genética” e “hereditariedade” são empregados, embora não apareçam novamente de forma direta em nenhuma das habilidades relacionadas. A segunda competência indica a necessidade de “construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.” Nas habilidades elencadas, é possível projetar o ensino dos processos relacionados à síntese de proteínas para possibilitar a compreensão do processo de evolução biológica, da composição molecular dos seres vivos e dos mecanismos de manutenção da vida.

Por fim, ao analisar a terceira competência, fica evidente a citação do termo “DNA” no corpo do texto. Trata-se de uma competência que busca desenvolver habilidades de comunicação e, para tal, aborda temáticas atuais, relacionadas a conhecimentos científicos que estão atrelados à área da biologia molecular. Uma das habilidades cita diretamente analisar e debater situações que envolvam as tecnologias do DNA.

A BNCC também não faz referência expressa ao termo “Bioquímica”, área que engloba o estudo dos ácidos nucleicos e dos processos de replicação, transcrição e tradução.

Entretanto, embora não haja menção expressiva a conceitos relevantes no ensino de genética, biologia molecular e bioquímica, o estudo de tais conteúdos e processos parece corresponder a uma necessidade concreta para que os jovens, ao final do Ensino Médio, tenham conhecimento científico básico para atender às habilidades relacionadas às competências específicas 2 e 3. Ou seja, mesmo que a BNCC não seja clara com relação às diretrizes para o ensino destes temas, o que pode ocasionar abordagens mais superficiais, ou fazer com que o ensino de genética seja negligenciado, apenas a compreensão dos fenômenos moleculares propicia atingir as habilidades esperadas para um jovem capaz de analisar e opinar de forma socialmente responsável com relação às novas tecnologias.

2.4. Abordagens lúdicas no Ensino de Genética

A complexidade dos conteúdos na área da Biologia Molecular é um desafio não só para estudantes, mas também para professores. Como mostrado por Lopes, Nascimento e Nahun (2023), os alunos vivenciam dificuldades que os afastam do conhecimento, além disso a atuação docente centralizada em aulas expositivas faz com que os estudantes sejam cada vez menos protagonistas no aprendizado.

Em busca de soluções para as problemáticas do ensino de genética e biologia molecular, diversos autores têm explorado e desenvolvido abordagens lúdicas. Essas propostas visam tornar o aprendizado mais dinâmico e menos abstrato. Tentativas de promover um ensino mais eficaz já foram documentadas em diferentes formatos, como a aplicação de peças teatrais (Silva, Pereira, 2011). O objetivo comum a todas essas iniciativas é a criação de um ambiente de aprendizagem onde o estudante possa interagir com o conteúdo de forma mais criativa. Dentre as várias abordagens, o uso de jogos se destaca como uma estratégia particularmente promissora para abordar a complexidade da genética. A natureza interativa e desafiadora dos jogos pode desmistificar conceitos abstratos e facilitar a compreensão de processos complexos, como os da biologia molecular (Souza, 2022). Do ponto de vista dos alunos, a genética é um desafio, seja pela sua abstração, seja pela grande quantidade de nomenclaturas e processos específicos que existem no entorno de cada evento. Assim, levar para a sala de aula uma abordagem lúdica é uma tentativa de propor outros caminhos mais acessíveis ao processo de ensino.

A busca por abordagens que se estabeleçam como alternativa ao padrão bancário de educação e ensino tem sido objetivo de diversos estudos nos últimos anos. O uso de jogos e estratégias afins, como a gamificação, ou o ensino baseado em jogos, tem encontrado com a

educação uma coesa união em prol do ensino. Para perceber melhor esse processo, foram analisados os anais dos dois últimos Encontros Nacionais de Ensino de Biologia (ENEBIOS). A metodologia adotada para a busca e análise de artigos científicos seguiu um delineamento quantitativo, com foco na prospecção de trabalhos que abordassem a temática de jogos e do lúdico no ensino de genética. O primeiro passo da pesquisa consistiu no acesso e rastreio das publicações contidas nos ANAIS de dois eventos distintos: o XIII Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENE BIO), realizado em 2021, e o IX Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENE BIO), de 2024.

A metodologia de seleção dos artigos consistiu no uso da ferramenta de busca por palavras-chave no navegador, varrendo os documentos, em PDF, dos anais dos eventos. Disponíveis na página da SBENBIO, os Anais, integram todo o agrupamento de produções realizadas nos eventos, sendo repositório adequado para busca e seleção.

A busca inicial envolveu a consulta dos termos: 'jogos', 'lúdico', 'genética', 'replicação', 'DNA', 'RNA', 'ensino' e 'educação'. A escolha deste conjunto de palavras-chave se deu pela abrangência de termos que poderiam estar direta ou indiretamente ligados ao escopo da pesquisa, que visava identificar modelos de Jogos para o Ensino de Ciências e, de forma mais específica, para o Ensino de Genética. Após a identificação inicial dos artigos por meio das palavras-chave, uma segunda etapa metodológica de seleção foi empregada dentro do escopo dos artigos pré-identificados. Dentre os trabalhos preliminarmente selecionados, seguiu-se à leitura atenta dos títulos, de modo a verificar se explicitavam o uso de jogos ou ferramentas lúdicas e, em caso de informação insuficiente no título, à leitura dos resumos, buscando confirmação da aderência temática para a inclusão ou não do artigo no escopo de análise da pesquisa. Os resultados quantitativos encontrados estão dispostos na Tabela 1.

Nos Anais do IX ENEBIO, que ocorreu em 2024 em Minas Gerais, houve 38 (trinta e oito) publicações abordando uso e aplicação de jogos ou relatos de prática e experiência com os mesmos. Dessas publicações, 29 (vinte e nove) estiveram expondo os jogos educativos e materiais didáticos em si, ou seja, configuraram o corpo do jogo (ENE BIO, 2024). Os relatos indicam que os professores têm observado maior interesse por parte dos alunos e percebem na metodologia ativa uma possível solução para vencer o desinteresse em sala de aula. Também apontam para a possibilidade de tratar de forma mais individualizada as barreiras acerca das questões pedagógicas, permitindo um aprendizado com mais qualidade (Silva et. al; Alvarenga et al, 2024)

Comparativamente, para o VIII ENEBIO, que ocorreu em 2021 de forma virtual, por conta da pandemia de Covid-19, a pesquisa retornou 11 (onze) publicações sobre jogos.

Destas, 8 (oito) apresentaram propostas concretas de jogos, 2 (duas) tratavam de metodologias de análise de jogos para o ensino e uma última trazia a análise de jogos como mecanismo de ensino por uma abordagem da neurociência.

É importante ressaltar que durante a edição de 2021, o ENEBIO enfrentava limitações sanitárias que impediram a realização da “sessão de jogos”, onde tais materiais didáticos são usualmente apresentados e praticados junto ao público, muitas vezes ainda carecendo de certa robustez teórica ou resultados concretos de testagem. Assim, a temática dos jogos durante o VIII ENEBIO foi restrita à apresentação de materiais que já tivessem sido aplicados, tendo conteúdo o suficiente para a elaboração e exibição de um relato de experiência junto da apresentação do mesmo. Essa limitação pode ter desfavorecido o envio de trabalhos com propostas de jogos mais atuais e em desenvolvimento.

Tabela 1 - Publicações sobre jogos e materiais didáticos lúdicos no VIII e IX ENEBIO

<i>ÁREAS TEMÁTICAS</i>	<i>VIII ENEBIO (2021)</i>	<i>IX ENEBIO (2024)</i>
Evolução	1	2
Genética	-	3
Bioquímica	1	1
Zoologia	1	2
Botânica	1	4
Ecologia/Educação Ambiental	2	8
Microbiologia/Imunologia	1	3
Fisiologia/Anatomia	1	2
Citologia/Histologia	-	1
Biologia – Geral	-	3
Total	8	29

Fonte: O autor, 2025.

Ao analisar as duas edições, é possível considerar que há grande relevância na aplicação desta ferramenta pedagógica no ensino de Biologia. Um olhar mais atento aos jogos

apresentados leva à constatação de que muitas áreas da Biologia se encontram representadas, como ecologia, educação ambiental, botânica, zoologia, genética, evolução e bioquímica.

Na análise específica das publicações que envolvem uso de jogos no ensino de genética há dois pontos de destaque. Primeiro, a constatação de crescimento expressivo, pois não houve trabalhos sobre o tema no VIII ENEBIO, ao passo que na edição de 2024 foram expostos 3 (três) trabalhos. Além disso, ao considerar o número de publicações por área temática, os jogos que envolvem Genética foram mais frequentes que aqueles relacionados a fisiologia e anatomia, evolução, zoologia, bioquímica e citologia/histologia, embora ainda em número menor se comparados a ecologia/educação ambiental e botânica. Como os processos de replicação e transcrição do DNA, abordados no presente trabalho, não ficam exatamente limitados à área da genética, e podem estar também relacionados à bioquímica ou à evolução, a relevância da temática no contexto da aprendizagem através de jogos apresentada nas duas edições do ENEBIO analisadas pode ser ainda ampliada.

Em suma, o ensino de genética enfrenta significativas dificuldades tanto para alunos quanto para professores, especialmente quando se trata de conceitos abstratos e complexos. O modelo de ensino tradicional, baseado na exposição passiva do conteúdo, não tem sido suficiente para superar esses obstáculos. Nesse contexto, a adoção de práticas não expositivas de ensino apresenta-se como uma alternativa viável e eficaz. O uso de jogos surge como uma dessas saídas, oferecendo uma maneira interativa e envolvente de abordar temas complexos. A partir dessa necessidade, a presente pesquisa foi direcionada para a elaboração de um jogo relacionado aos processos de replicação e transcrição do DNA, com o objetivo de facilitar a compreensão desses mecanismos fundamentais para atendimento às competências e habilidades dispostas na BNCC do Ensino Médio.

3 DESENVOLVIMENTO - JOGO “CATAGU”

3.1. Descrição do jogo “CATAGU”

“*CATAGU*” é um jogo analógico sobre os processos de replicação e transcrição. Seu nome foi escolhido a partir das letras utilizadas para representar as bases nitrogenadas presentes no DNA e no RNA. Apresenta dois tabuleiros físicos, na modalidade de “*print and*

play”, o que possibilita sua fácil reprodução e, caso seja plastificado, permite que seja jogado diversas vezes pelos estudantes. Uma breve apresentação do jogo pode ser encontrada no quadro 2.

Quadro 2 - Informações sobre o produto educacional: Jogo “CATAGU”

Modalidade	Jogo analógico de tabuleiro (<i>print and play</i>)
Público	Estudantes da 3ª série do Ensino Médio
Conteúdos abordados	Replicação e Transcrição do DNA
Objetivos pedagógicos	Estimular, através da ludicidade, a compreensão dos processos de replicação do DNA e transcrição para o RNA.
Habilidade na BNCC	EM13CNT202: Interpretar formas de manifestação da vida, considerando seus diferentes níveis de organização (da composição molecular à biosfera), bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, tanto na Terra quanto em outros planetas.
Materiais necessários	Tabuleiros, cartas de bases nitrogenadas e cartas de ação.
Tempo estimado	2 tempos de aula de 50 minutos
Dinâmica principal	Realizar o pareamento de bases nitrogenadas, analisando os eventos das cartas de ação e considerando as regras de pontuação.
Atividade Complementar	Exercício sobre Tradução de modo a complementar a abordagem do processo de síntese de proteínas.
Avaliação sugerida	Atividades diversificadas podem servir para avaliação: relatos ou teatralizações, estudos dirigidos, exercícios dialogados.

Fonte: O autor, 2025.

De forma mais detalhada, o jogo é composto pelos seguintes componentes:

1. Um tabuleiro contendo uma dupla fita de DNA durante o processo de replicação, com espaços em branco para o preenchimento das bases nitrogenadas presentes em cada uma das fitas moldes (Apêndice A);
2. Um tabuleiro contendo uma molécula de DNA durante o processo de transcrição, com espaços em branco para o preenchimento bases nitrogenadas presentes na fita que está sendo transcrita (Apêndice B);

3. 160 Cartas com a indicação das bases nitrogenadas que podem entrar na composição das novas fitas: Adenina, Timina, Citosina, Guanina e Uracila, com cores diferentes (Apêndice C);
4. 42 Cartas de Ação, indicando eventos relacionados aos processos de replicação e transcrição, que levam os jogadores a passar por situações que atrapalham ou facilitam a jogabilidade (Apêndice D).

Como forma de reaproveitamento, os tabuleiros podem ser plastificados. Assim, é possível fazer o registro das bases nitrogenadas nas fitas moldes, com marcadores de quadro branco, e depois reaproveitar o material “*print and play*”, reescrevendo e modificando a sequência original nos tabuleiros.

O jogo “CATAGU” foi elaborado para ser jogado em duplas. Cada dupla deve completar, atendendo às regras de pareamento de bases nitrogenadas, as novas fitas de DNA do tabuleiro da replicação e depois seguir para completar o RNA do segundo tabuleiro, da Transcrição. As regras do jogo e a contagem de pontos ao final do jogo estão detalhadas no quadro 3.

Considerando as possíveis pontuações obtidas, apenas completar os processos genéticos, não determina vitória de uma dupla. Essa forma de estrutura de jogo que envolve a soma de pontos ecoa no ensino da matemática. Realizar o cálculo das devidas pontuações, e perceber que o jogo se baseia nessa soma, e não, necessariamente, na completude do processo bioquímico, será o ponto chave para a montagem de estratégias de jogo.

A atividade foi elaborada para aplicação em dois tempos de aula, possibilitando sua execução completa, desde à organização dos grupos, seguindo para a rodada de replicação, rodada de transcrição e por fim pela análise final de como a turma compreendeu os conceitos. Diante da complexidade dos temas, conforme já discutido anteriormente neste trabalho, sugere-se que a aplicação do jogo ocorra após uma primeira apresentação dos conceitos moleculares de replicação e transcrição. O jogo funcionaria como uma ferramenta para relembrar os conteúdos apresentados e, de forma lúdica, consolidar tais ideias.

Quadro 3 - Regras e contagem de pontos do jogo “CATAGU”

“CATAGU”

Objetivo: Concluir os processos de replicação e transcrição dispostos nos dois tabuleiros, sem erros no pareamento de bases nitrogenadas, e conseguir a maior pontuação final.

Regras:

1. Os jogadores devem ser divididos em duplas;
2. O jogo começa pelo tabuleiro e cartas da Replicação;
3. Cada jogador compra 4 cartas do monte de bases nitrogenadas para iniciar a partida;
4. A cada rodada um dos jogadores de cada dupla deve:
 - a) Tirar uma carta de ação, da qual irá estabelecer uma condição para aquela rodada;
 - b) Escolher se irá jogar mais uma base nitrogenada, ou se irá comprar uma base no monte e passar a sua rodada.
5. Ao finalizar a montagem do tabuleiro de replicação, a dupla inicia da mesma maneira o processo de transcrição no segundo tabuleiro.
6. O jogo termina quando a dupla completar a montagem das fitas nos dois tabuleiros.
7. Embora a conclusão determine o fim do jogo, completar as sequências de DNA ou RNA não garantirá vitória para a dupla.

Contagem final dos pontos:

As cartas das bases nitrogenadas possuem cores distintas (listar as cores), que geram pontuações de acordo com o modo como forem organizadas nos tabuleiros. Para determinar a pontuação da dupla, considere as seguintes regras:

1. Cada par de bases nitrogenadas formado: **5** pontos;
2. Bases nitrogenadas inseridas em sequência com a mesma cor: **15** pontos cada.
3. Todas as bases nitrogenadas inseridas com cores diferentes (não há repetições de cores na sequência): **20** pontos cada.

Após o fim do jogo, é feita a contagem de pontos das bases nitrogenadas de cada time. Ganha a dupla/time que não tenha cometido erro de pareamento e que apresente a maior pontuação final.

Fonte: O autor, 2025.

A análise do tabuleiro possibilita ao professor abordar conceitos relacionados à estrutura dos ácidos nucleicos (DNA e RNA). Pode-se relembrar as diferenças entre os nucleotídeos, a estrutura em fita simples ou dupla, a orientação 5'-3'/3'-5'. Além disso, nos

processos de replicação e transcrição, há inúmeras enzimas envolvidas. Nos tabuleiros estão evidentes as Polimerases (DNA polimerase e RNA polimerase) e as helicases.

As Polimerases possuem como papel a elaboração de fitas de DNA e RNA. Cada uma delas sendo específicas para as fases de replicação e transcrição, respectivamente, acabam sendo protagonistas na execução dos processos bioquímicos em questão, essas produzem as novas fitas de DNA e RNA em questão. A Helicase apresenta o papel importantíssimo de permitir a separação das fitas de DNA. Sem essa o processo de replicação e transcrição não são possíveis pois a fita de DNA em sua conformidade dupla espiralada impede os processos bioquímicos e a alocação das Polimerases, desse modo, só é permitido que o prosseguimento bioquímico ocorra pois a Helicase abre as fitas do ácido nucleico (Alberts et al. 2017).

Com as cartas de ação, o docente pode aprofundar mais no papel das enzimas, pois há referência às ações de abrir a fita dupla de DNA; evitar que a mesma volte a conformidade espiralada inicial; adicionar estruturas para o início da replicação (iniciadores ou “primers”); remover as estruturas que sinalizam o início da replicação; ligar fragmentos de DNA produzidos no processo de replicação; corrigir erros no processo de replicação; realizar a remoção de íntrons no RNA; promover processamento do RNA para evitar sua rápida degradação. A critério do professor algumas destas cartas poderão ser usadas apenas com objetivo de aprofundar o conteúdo.

A avaliação final do uso do jogo “CATAGU” pode ser realizada de diversas formas, de acordo com a realidade e a necessidade do professor em sua sala de aula. O docente pode solicitar a produção de relatórios, a exposição do resultado dos jogos com cartazes ou teatralizações, a realização de um estudo dirigido ou a resolução de exercícios sobre o tema.

O jogo possui abertura para a exploração de regras de acordo com a necessidade do professor, ou o nível de compreensão dos alunos. Como forma de fazer com que o jogo seja mais desafiador, novas regras podem ser postas em prática, e regras podem ser até mesmo removidas, para melhorar o desempenho em sala de aula. A jogabilidade deve ser feita utilizando um processo por vez, iniciando pela replicação e depois seguindo para a transcrição. Porém, caso o professor, e os alunos, queiram maiores desafios, os tabuleiros podem ser jogados simultaneamente, assim os baralhos de bases nitrogenadas são embaralhados juntos, e as cartas de ação também.

Regras como, por exemplo, os jogadores das duplas terem de jogar, sem poderem se comunicar acerca das cartas em suas mãos, como no Truco, seria um desafio a mais para os jogadores.

3.2 Atividades complementares ao jogo

Para além do jogo “CATAGU”, de modo a complementar a abordagem do tema de síntese de proteínas na célula, foram também elaborados um documento guia para o professor (Apêndice E) e uma proposta de atividade extra (Apêndice F) sobre a Tradução da molécula de RNA mensageiro.

Para o professor, o guia pode auxiliar com explicações sobre o processo bioquímico de tradução do RNA, possibilitando ampliar o repertório docente sobre o tema e favorecendo a compreensão do processo de síntese proteica em sua totalidade. A atividade direcionada ao professor apresenta também indicação de recurso audiovisual que, a seu critério, pode ser exibido aos estudantes.

A segunda atividade complementar do trabalho é direcionada aos estudantes. Uma atividade simples, para facilitar a compreensão da etapa final da síntese de proteínas, para ser aplicada após o jogo, mantendo a proposta da ludicidade. Dessa forma, a atividade extra é complementar ao CATAGU e concretiza a conexão do jogo com o desenvolvimento dos conteúdos em sala de aula.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

“CATAGU” integra características relevantes quando a proposta é promover a mudança e fazer a diferença dentro de sala de aula, no ensino de genética. Embora ainda configure um produto não testado, os referenciais que orientaram sua elaboração apontam para uma abordagem que mobiliza o estudante e o direciona à uma melhor elucidação dos conhecimentos. Sua construção foi pensada para que o processo de ensino-aprendizagem ocorresse de modo não tradicional; para que, contrariando o modelo de educação bancária, o aluno estivesse colocado no centro desse processo, com garantia de seu protagonismo.

O uso de jogos, ou de outras ferramentas das metodologias ativas, possibilitam a centralização no estudante e expandem a forma como os professores abordam a prática da docência de diferentes modos. Em uma era de virtualização, e de vídeos-curtos, o estímulo pode ser um forte cabresto para o ensino. Quando manter o foco do estudante numa atividade

se torna um desafio, promover mecanismos que fujam do processo tradicional mostra-se extremamente necessário.

Jogos são mecânicas ativas, seja a versão digital, ou, como em “CATAGU”, a versão analógica. Cada aluno entra em contato com uma mecânica de jogabilidade que propicia uma expansão dos estímulos e amplia sua capacidade de refletir e pensar. Os alunos, agora jogadores, são movidos para uma direção e sentido capazes de facilitar o aprendizado e a compreensão através da linguagem imposta na mecânica de jogo.

A BNCC deixa clara a necessidade de se ensinar os processos biológicos e joga uma lupa em cima dos processos de ensino de genética e bioquímica. Assim, “CATAGU” se coloca como uma mecânica que ilustra, em parte, os processos bioquímicos que, por vezes, são abstratos e apenas apresentados de forma expositiva. Desse modo o aluno é posicionado ativamente no processo de ensino-aprendizagem e a compreensão dos conceitos e fenômenos envolvidos na replicação e na transcrição é favorecida. Vemos que há uma característica lúdica mas ao mesmo tempo visual por parte da integração do jogo com a mecânica celular.

A fundamentação genética e bioquímica que envolvem os processos são explanadas através das enzimas presentes no tabuleiro e das cartas que evidenciam como certas condições e características acabam fazendo com que haja entaves ou facilitação do processo biológico. A mecânica de jogabilidade se apresenta como um relevante viés que direciona para o ensino de conceitos de genética.

Por fim, “CATAGU” apresenta vantagens relacionadas ao amplo acesso a seus componentes. Em uma era de jogos virtuais, programar e ter disponível um programa de computador nem sempre é possível por parte das escolas. Se, em média, as escolas contam com um computador para cada 10 (dez) alunos (G1,2024), proceder com uma atividade que utiliza um jogo digital torna-se, muitas vezes, inviável. O custo de produção também é um fator a ser considerado na opção por um jogo analógico, principalmente um jogo passível de reutilização e que basta uma simples impressão para que se garanta a jogabilidade. Embora estruturado em cores, o jogo conta com indicações em suas cartas que possibilitam a impressão em escala de cinza, opção economicamente mais viável. “CATAGU” foi pensado neste contexto, buscando prover para o professor um meio mais fácil e mais econômico para realizar uma atividade lúdica, no ensino de genética, em uma sala de aula das mais diversas realidades nacionais.

5 REFERÊNCIAS

ABT, Clark C. Serious games. New York: The Viking Press, 1970.

ALBERTS, Bruce. et al. Fundamentos da Biologia Celular. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017

ALVARENGA, Ana Laura dos Santos. et al. Estratégia de Ensino de Citologia por Meio dos Jogos Didáticos: Adivinha Celular. Disponível em: <<https://publicacoes.sbenbio.org.br/trabalhos/estrategia-de-ensino-de-citologia-por-meio-dos-jogos-didaticos-adivinha-celular/>>. Acesso em: 25 nov. 2025.

ANIMAÇÃO DA TRANSCRIÇÃO E DA TRADUÇÃO | NARRAÇÃO PROF. GUI. Publicado por Prof. Guilherme Goulart - Biologia, 17 mar. 2022. Duração: 3min44s. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=1ejpvZ9zzGA>. Acesso em: 23 nov. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSINO DE BIOLOGIA (SBEnBio). Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Biologia (XIV ENEBIO): Desafios e Possibilidades do Ensino de Biologia Pós-Pandemia. Campinas, SP: SBEnBio, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSINO DE BIOLOGIA (SBEnBio). Anais do XVII Encontro Nacional de Ensino de Biologia (XVII ENEBIO): O Futuro da Biologia e seu Ensino: Conexões, Diversidade e Sustentabilidade. Fortaleza, CE: SBEnBio, 2024.

BARNI, Graziela dos Santos. A importância e o sentido de estudar Genética para estudantes do terceiro ano do ensino médio em uma escola da rede estadual de ensino em Gaspar (Sc). 2010. 184 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2010.

BARROS, Fernanda Pereira de; FERREIRA, Érica Lima; MOURA, Mislene Lima de. Uso de WebQuest na Alfabetização Científica sobre Genética. In: Anais do XXII Workshop de Informática na Escola (WIE 2016), V Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2016). Uberlândia: SBC, p. 328-337, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018.

DREAMSTIME. Fases de formação do RNA e das proteínas por ADN Strand, infographics, diagrama incluindo transcrição, tradução, replicação. [2025]. Disponível em: <https://pt.dreamstime.com/fases-de-forma%C3%A7%C3%A3o-do-rna-e-das-prote%C3%ADnas-por-adn-strand-infographics-diagrama-incluindo-transcri%C3%A7%C3%A3o-tradu%C3%A7%C3%A3o-replica%C3%A7%C3%A3o-image246800053>. Acesso em: 20 out. 2025.

G1. Em escolas públicas com computador, média é de 1 equipamento para cada 10 alunos, diz estudo. G1, Rio de Janeiro, 24 maio 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/educacao/noticia/2024/05/24/em-escolas-publicas-com-computador-media-e-de-1-equipamento-para-cada-10-alunos-diz-estudo.ghtml>. Acesso em: 23 nov. 2025.

HUIZINGA, Johan. Homo ludens: o jogo como elemento da cultura. Tradução de João Paulo Monteiro e Newton Cunha. São Paulo: Perspectiva, 2019.

LOPES, Carolina Soares de Oliveira et al. Dificuldades de aprendizagem e de ensino dos conteúdos de Genética: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Educação em Ciências e Saúde*, Campina Grande, v. 10, n. 3, p. 115-130, 2023.

LOPES, Maria Luiza Xavier; NASCIMENTO, Natally da Silva do; NAHUN, Priscila. A mediação pedagógica no ensino de genética: uma revisão de literatura. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, [S. l.], v. 16, n. 4, e11723, 2023.

LOPES, Sâmia Marília Câmara et al. Ensino de Genética no Ensino Médio: desafios e novas perspectivas para qualidade da aprendizagem. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 1-12, 2023.

MARQUES, Dione Silva. Educação Física a distância: Propostas de mediação pedagógica em contextos de aquisição de Habilidades Sensorio-Motoras. 2021. 162 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Mato Grosso, Programa de Pós-Graduação em Educação, Cuiabá, 2021.

MENDES, Gessica da Silva; FERREIRA, Alessandra Pavolin Pissolati; SILVA, Luciana Aparecida Siqueira. JOGOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE GENÉTICA: ANÁLISE DAS PUBLICAÇÕES DO ENEBIO. *Revista Mediação*, Pires do Rio, v. 18, n. 1, 2023.

MUNDO EDUCAÇÃO. Síntese proteica. In: MUNDO EDUCAÇÃO. São Paulo: UOL, [2025]. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/sintese-proteica.htm>. Acesso em: 20 out. 2025.

OLIVEIRA, Ana Clara Farias de; GUIMARÃES, Edilza Pereira. Utilização do Jogo Didático como Metodologia Ativa no Ensino de Genética. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, [S. l.], v. 15, n. 4, 2022.

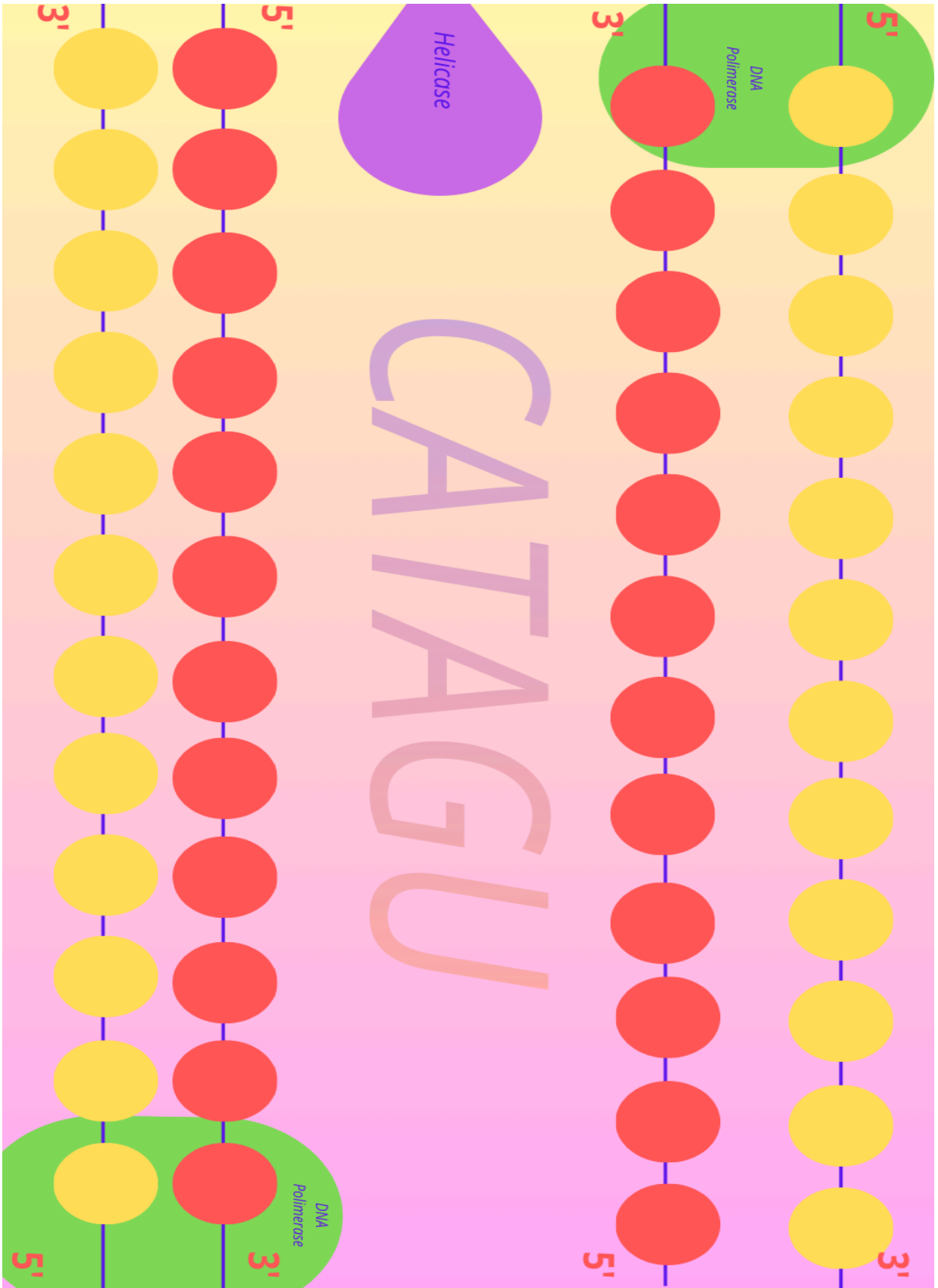
SILVA, Camila Diogo Abrahão; PEREIRA, Karla de Castro. Representação teatral como recurso didático para o ensino de genética no ensino fundamental – primeira lei de Mendel. In: VIII Jornada de Iniciação Científica e IV Mostra de Pós-graduação do CEUNES/UFES (Resumo), São Mateus, 2011.

SILVA, José Carlos Amaro da. et al. “Briopteridado”: Jogo Didático Para o Ensino das Plantas Sem Semente. 2024. IX Encontro Nacional de Ensino de Biologia e VII Encontro Regional de Ensino de Biologia MG/GO/TO/DF, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Minas Gerais, 2024.

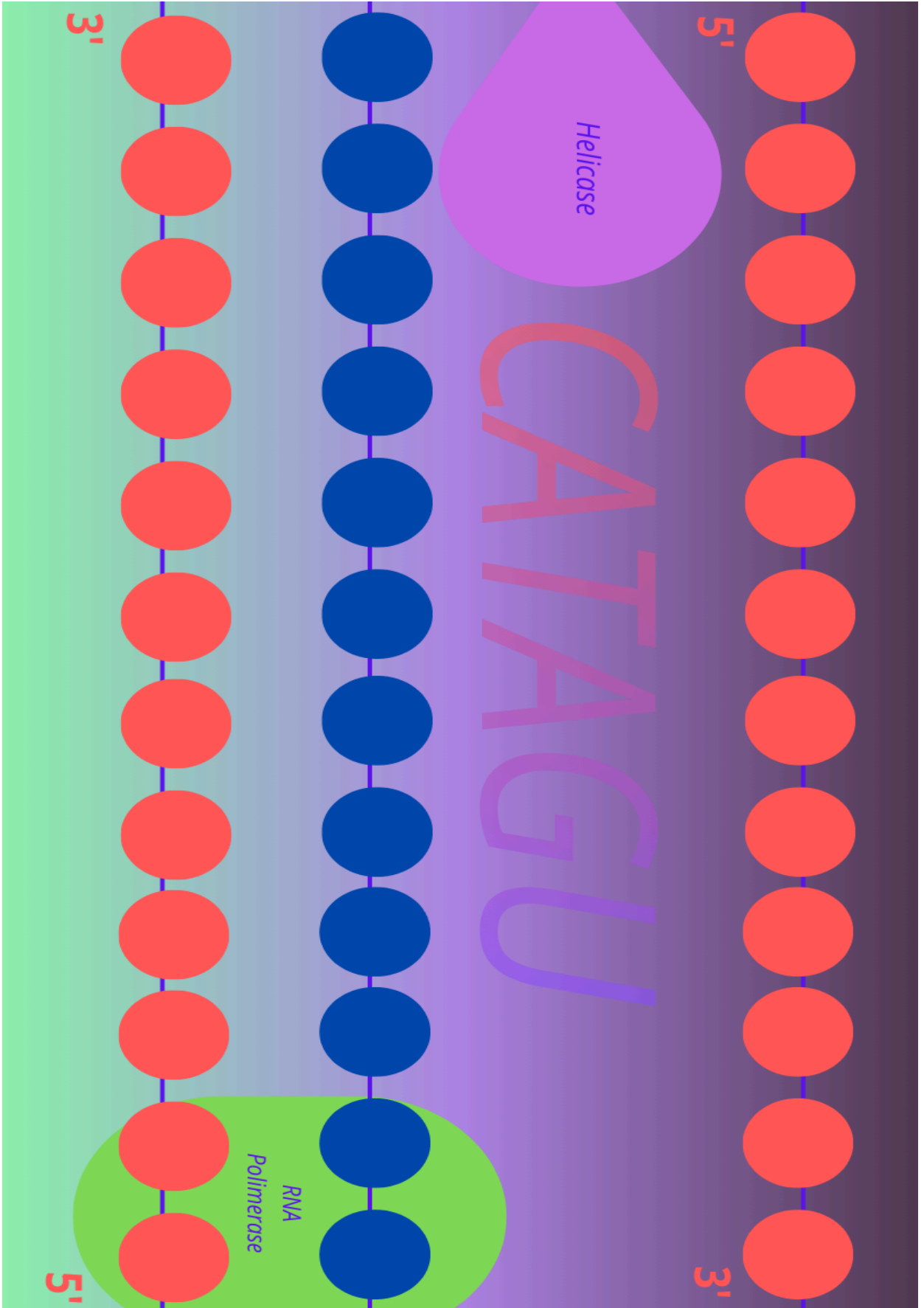
SOUZA, Renata dos Anjos. Guerra Molecular: Proposta de Jogo Didático - Pedagógico para o Ensino de Genética Molecular Abordando a Oncogênese. 2022. 95f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional) - Universidade Federal do Alagoas, Maceió, 2022.

TELES, Valena da Silva; SOUZA, Jailson Silveira de; DIAS, Elaine Silva. O lúdico no ensino de Genética: proposição e aplicação de jogo didático como estratégia para o ensino da 1ª lei de Mendel. *Revista Insignare Scientia - RIS*, Capanema, v. 3, n. 2, p. 311–333, 2020. DOI: 10.36661/2595-4520.2020v3i2.11397.

APÊNDICE A: Tabuleiro do Jogo "CATAGU" - Replicação



APÊNDICE B: Tabuleiro do Jogo “CATAGU” - Transcrição



APÊNDICE C: “CATAGU” - Cartas de Ação

<p>✓ TRANSCRIÇÃO</p> <p>Mutação em regiões regulatórias : Alto Reconhecimento Ribossômico</p> <p>Nesta rodada transcreva dois pares de base</p> <p>TRANSCRIÇÃO ✓</p>	<p>✓ TRANSCRIÇÃO</p> <p>RNA polimerase em ação: a enzima se liga ao promotor e inicia a transcrição.</p> <p>Nesta rodada transcreva dois pares de base</p> <p>TRANSCRIÇÃO ✓</p>	<p>✓ TRANSCRIÇÃO</p> <p>Helicase Super Funcional: Fitas abertas com facilidade</p> <p>Nesta rodada transcreva dois pares de base</p> <p>TRANSCRIÇÃO ✓</p>
<p>✓ TRANSCRIÇÃO</p> <p>DNA desenrolado com sucesso: a helicase abriu a dupla hélice.</p> <p>Transcreva um par de base</p> <p>TRANSCRIÇÃO ✓</p>	<p>✓ TRANSCRIÇÃO</p> <p>Promotor livre: a gene está acessível para a RNA polimerase.</p> <p>Transcreva um par de base</p> <p>TRANSCRIÇÃO ✓</p>	<p>✓ TRANSCRIÇÃO</p> <p>Alongamento eficiente: a RNA polimerase avança sem obstáculos.</p> <p>Transcreva um par de base</p> <p>TRANSCRIÇÃO ✓</p>
<p>✓ TRANSCRIÇÃO</p> <p>Fatores de transcrição ativados: o gene foi reconhecido corretamente.</p> <p>Transcreva um par de base</p> <p>TRANSCRIÇÃO ✓</p>	<p>✓ TRANSCRIÇÃO</p> <p>RNA mensageiro protegido: o RNA ganhou sua proteção na extremidade 5'.</p> <p>Transcreva dois pares de base</p> <p>TRANSCRIÇÃO ✓</p>	<p>✓ TRANSCRIÇÃO</p> <p>RNA mensageiro protegido e estável: cauda poli-A adicionada na extremidade 3'.</p> <p>Transcreva um par de base</p> <p>TRANSCRIÇÃO ✓</p>

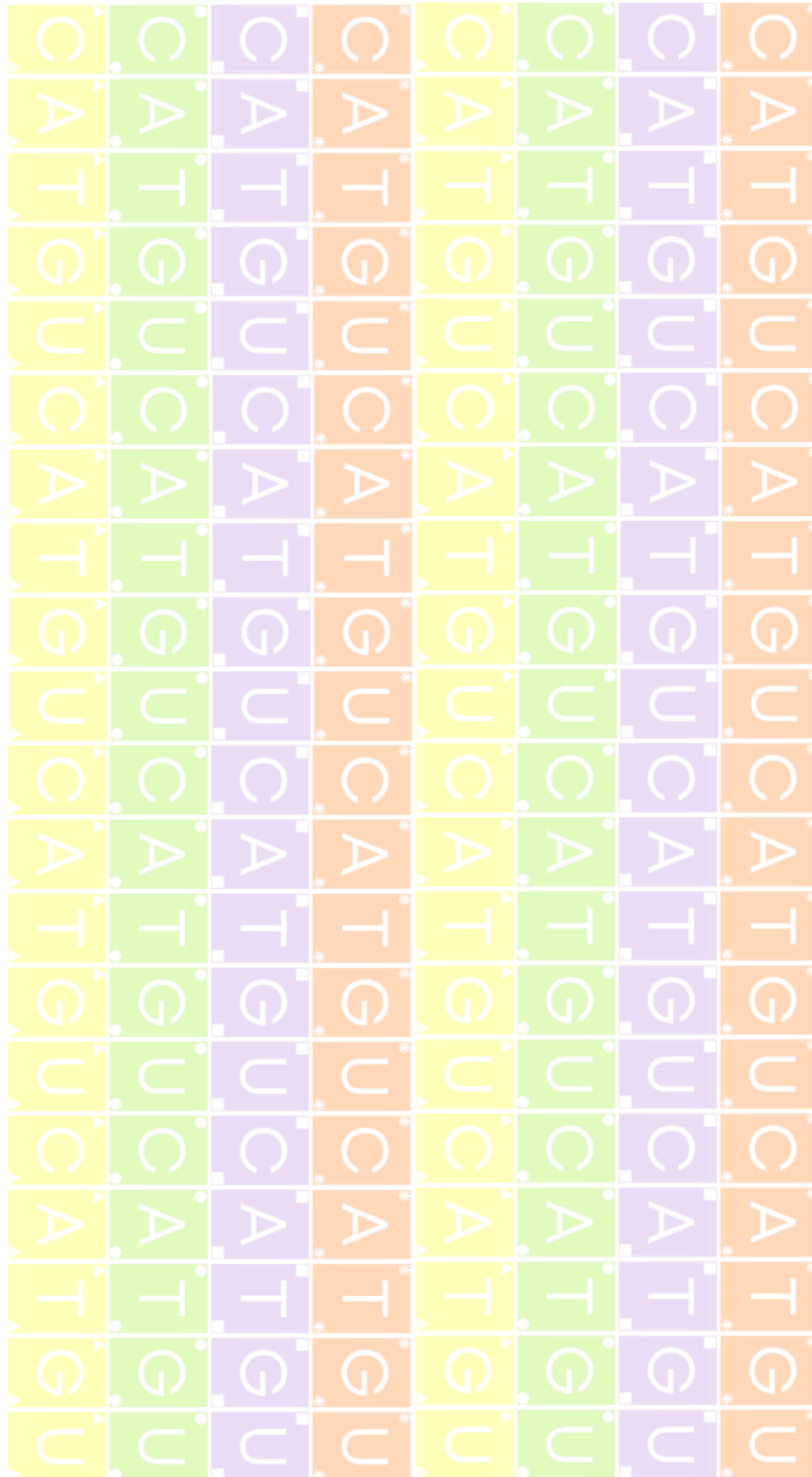
<p>✓ TRANSCRIÇÃO</p> <p>Transcrição acelerada: fator ativador se liga ao enhancer.</p> <p>Transcreva dois pares de base</p> <p>TRANSCRIÇÃO ✓</p>	<p>✗ TRANSCRIÇÃO</p> <p>Presença de fator repressor: a transcrição foi inibida.</p> <p>Nessa rodada não é possível transcrever</p> <p>TRANSCRIÇÃO ✗</p>	<p>✗ TRANSCRIÇÃO</p> <p>Mutação no promotor: a RNA polimerase não consegue se ligar.</p> <p>Nessa rodada não é possível transcrever</p> <p>TRANSCRIÇÃO ✗</p>
<p>✗ TRANSCRIÇÃO</p> <p>Falta de nucleotídeos livres: o RNA não pode ser alongado.</p> <p>Remova o último par de base.</p> <p>TRANSCRIÇÃO ✗</p>	<p>✗ TRANSCRIÇÃO</p> <p>Mutação em regiões regulatórias : Erro no Reconhecimento Ribossômico</p> <p>Nesta rodada não é possível transcrever</p> <p>TRANSCRIÇÃO ✗</p>	<p>✗ TRANSCRIÇÃO</p> <p>Presença de fator repressor. A transcrição foi inibida.</p> <p>Remova o último par de base</p> <p>TRANSCRIÇÃO ✗</p>
<p>✗ TRANSCRIÇÃO</p> <p>Erro na Helicase: Dificuldade na abertura das fitas</p> <p>Nesta rodada não é possível transcrever</p> <p>TRANSCRIÇÃO ✗</p>	<p>✗ TRANSCRIÇÃO</p> <p>Erro na terminação da transcrição: RNA incompleto</p> <p>Remova os dois últimos pares de base</p> <p>TRANSCRIÇÃO ✗</p>	<p>✗ TRANSCRIÇÃO</p> <p>RNA superespiralado: a transcrição não consegue prosseguir.</p> <p>Remova os dois últimos pares de base</p> <p>TRANSCRIÇÃO ✗</p>

<p>⊗ TRANSCRIÇÃO</p> <p>Erro no splicing: Um exon foi perdido e a proteína não será corretamente produzida.</p> <p>Remova os dois últimos pares de base</p> <p>TRANSCRIÇÃO ⊗</p>	<p>⊗ TRANSCRIÇÃO</p> <p>RNA degradado: processo precisa recomeçar.</p> <p>Nessa rodada não ocorre transcrição</p> <p>TRANSCRIÇÃO ⊗</p>	<p>⊗ TRANSCRIÇÃO</p> <p>Inibidor da RNA polimerase presente: Enzima bloqueada.</p> <p>Nessa rodada e na próxima não irá ocorrer transcrição</p> <p>TRANSCRIÇÃO ⊗</p>
<p>⊗ TRANSCRIÇÃO</p> <p>RNA metilado: Expressão gênica inibida.</p> <p>Fique uma rodada sem jogar</p> <p>TRANSCRIÇÃO ⊗</p>	<p>✓ REPLICAÇÃO</p> <p>Mutação durante a replicação: erro corrigido pela DNA polimerase</p> <p>Nesta rodada replique dois pares de bases</p> <p>REPLICAÇÃO ✓</p>	<p>✓ REPLICAÇÃO</p> <p>Sistemas de controle do ciclo celular ativos: tudo pronto para duplicar.</p> <p>Nesta rodada replique dois pares de bases</p> <p>REPLICAÇÃO ✓</p>
<p>✓ REPLICAÇÃO</p> <p>Helicase ativa. As fitas foram separadas com sucesso.</p> <p>Nessa rodada replique um par de base</p> <p>REPLICAÇÃO ✓</p>	<p>✓ REPLICAÇÃO</p> <p>DNA polimerase eficiente. A nova fita está sendo sintetizada.</p> <p>Replique dois pares de base</p> <p>REPLICAÇÃO ✓</p>	<p>✓ REPLICAÇÃO</p> <p>Primase adicionou o primer: Início da síntese garantido.</p> <p>Replique um par de base</p> <p>REPLICAÇÃO ✓</p>

<p>✓ REPLICAÇÃO</p> <p>Topoisomerase em ação: O DNA não se superenrola.</p> <p>Replique um par de base.</p> <p>REPLICAÇÃO ✓</p>	<p>✓ REPLICAÇÃO</p> <p>Ligase uniu os fragmentos: Fitos complementares completas.</p> <p>Replique um par de base.</p> <p>REPLICAÇÃO ✓</p>	<p>✓ REPLICAÇÃO</p> <p>Fornecimento abundante de nucleotídeos: Replicação acelerada.</p> <p>Replique dois pares de base.</p> <p>REPLICAÇÃO ✓</p>
<p>✓ REPLICAÇÃO</p> <p>Reparo eficiente de erros da replicação: A DNA polimerase corrige falhas.</p> <p>Replique um par de base.</p> <p>REPLICAÇÃO ✓</p>	<p>✓ REPLICAÇÃO</p> <p>Origem de replicação ativada: Processo iniciado com sucesso.</p> <p>Replique um par de base.</p> <p>REPLICAÇÃO ✓</p>	<p>✓ REPLICAÇÃO</p> <p>Fita líder avança sem interrupções: Síntese contínua e rápida.</p> <p>Replique dois pares de base</p> <p>REPLICAÇÃO ✓</p>
<p>✗ REPLICAÇÃO</p> <p>Erro de pareamento de bases. Revisão necessária.</p> <p>Remova um par de base</p> <p>REPLICAÇÃO ✗</p>	<p>✗ REPLICAÇÃO</p> <p>Ligase defeituosa. Fragmentos de Okazaki não se unem</p> <p>Remova dois pares de base</p> <p>REPLICAÇÃO ✗</p>	<p>✗ REPLICAÇÃO</p> <p>DNA danificado por radiação: Reparo urgente.</p> <p>Remova dois pares de base</p> <p>REPLICAÇÃO ✗</p>

<p>⊗ REPLICAÇÃO</p> <p>Quebra na fita molde. A replicação precisa recomeçar</p> <p>Remove um par de base</p> <p>REPLICAÇÃO ⊗</p>	<p>⊗ REPLICAÇÃO</p> <p>Inibidor da DNA polimerase: a síntese foi interrompida.</p> <p>Remove um par de base</p> <p>REPLICAÇÃO ⊗</p>	<p>⊗ REPLICAÇÃO</p> <p>Falta de primers: a polimerase não consegue iniciar.</p> <p>Remove um par de base</p> <p>REPLICAÇÃO ⊗</p>
<p>⊗ REPLICAÇÃO</p> <p>Superenrolamento do DNA: a replicação trava.</p> <p>Nessa rodada não ocorre replicação</p> <p>REPLICAÇÃO ⊗</p>	<p>⊗ REPLICAÇÃO</p> <p>DNA polimerase não consegue corrigir erro: mutação incorporada.</p> <p>Remove dois pares de base</p> <p>REPLICAÇÃO ⊗</p>	<p>⊗ REPLICAÇÃO</p> <p>Baixa disponibilidade de nucleotídeos: o processo desacelera.</p> <p>Nessa rodada não ocorre a replicação</p> <p>REPLICAÇÃO ⊗</p>
<p>⊗ REPLICAÇÃO</p> <p>Erro na Replicação</p> <p>Remove o último par de base adicionado</p> <p>REPLICAÇÃO ⊗</p>		

Apêndice D: Cartas das Bases Nitrogenadas (para impressão)



Apêndice E: Complemento para o professor - Atividade de Tradução

O processo de tradução do RNA em aminoácidos representa uma das etapas mais fascinantes e complexas da biologia molecular, sendo parte essencial do entendimento da síntese proteica. Para muitos alunos do ensino médio, no entanto, esse conteúdo apresenta uma barreira conceitual significativa. Como exposto por Moura et al. (2013), grande parte da dificuldade dos estudantes em compreender a bioquímica decorre da abstração dos processos moleculares, especialmente quando não há uma conexão direta com aplicações práticas ou representações visuais adequadas.

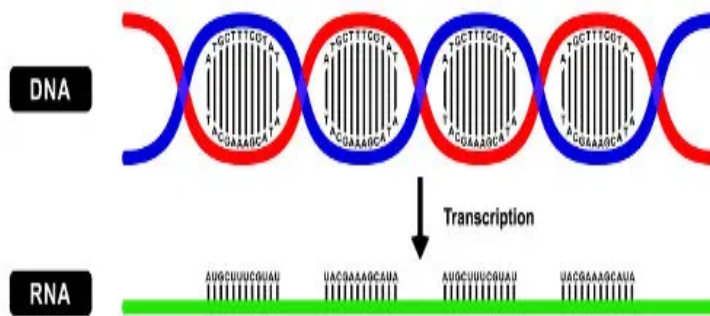
A tradução é o processo pelo qual a informação contida no RNA mensageiro (mRNA) é lida e convertida em uma cadeia de aminoácidos, formando as proteínas que desempenham funções essenciais no organismo. Esse processo é considerado a etapa final da expressão gênica, que começa com a transcrição do DNA em RNA e culmina na produção de proteínas durante a tradução. É importante destacar que, embora a tradução esteja relacionada à expressão gênica e não à replicação celular em si, ela ocorre como parte do ciclo celular, pois as proteínas formadas são fundamentais para todas as fases do funcionamento e divisão celular.

O mecanismo de tradução ocorre nos ribossomos, que atuam como "máquinas moleculares" que leem o RNAm em conjuntos de três bases nitrogenadas — chamados códons. Cada códon do RNAm corresponde a um aminoácido específico. Por exemplo, o códon AUG codifica o aminoácido metionina, que também funciona como sinal de início da tradução.

A relação entre códons e aminoácidos é descrita pelo código genético, um sistema que mostra quais trincas de RNA correspondem a quais aminoácidos. Um aspecto interessante e didático do código genético é sua degeneração: isso significa que vários códons diferentes podem codificar o mesmo aminoácido. Essa degeneração geralmente ocorre na terceira base do códon, por isso, mesmo que haja uma mutação nessa terceira posição, ela frequentemente não altera o aminoácido inserido, conferindo uma margem de segurança ao código genético.

A seguir, um mapa simples do processo:

1. A transcrição do RNA mensageiro a partir do DNA ocorre no núcleo e antecede o processo da tradução.

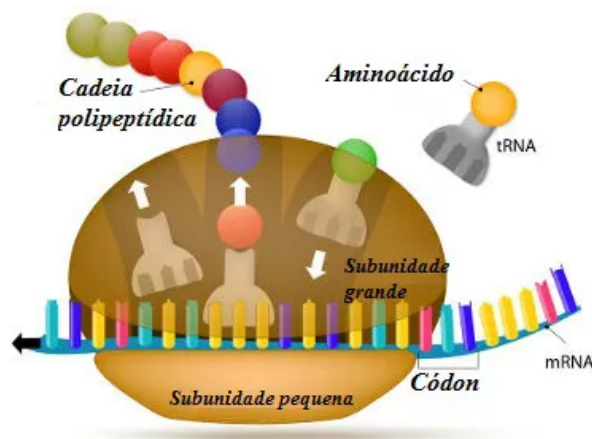


(Fonte: Dreamstime, Disponível em:

<https://pt.dreamstime.com/fases-de-forma%C3%A7%C3%A3o-do-rna-e-das-prote%C3%AAdnas-por-adn-strand-infographics-diagrama-incluindo-transcri%C3%A7%C3%A3o-tradu%C3%A7%C3%A3o-replica%C3%A7%C3%A3o-image246800053>

Acesso em: 20 out 2025.)

2. O RNAm migra para o citoplasma.
3. A tradução se inicia quando o RNAm se associa a um ribossomo.
4. O ribossomo “lê” o RNAm em trincas de nucleotídeos (códon).
5. Moléculas de RNA transportador (RNAt) trazem os aminoácidos correspondentes a cada códon.
6. Os aminoácidos são ligados em sequência, através de ligações peptídicas, formando uma cadeia polipeptídica.



Fonte: Mundo Educação, Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/sintese-proteica.htm> . Acesso em 20 out 2025.

7. A proteína resultante pode se dobrar em uma estrutura funcional, ou ser direcionada para uma etapa posterior de processamento.

SUGESTÃO DE RECURSO AUDIOVISUAL: Vídeo narrado em português disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=1ejpvZ9zzGA>

Apêndice F: Complemento para o professor - Atividade “Decifrando a proteína”

Primeira base	Segunda base				Terceira base
	U	C	A	G	
U	UUU } Fen	UCU } Ser	UAU } Tir	UGU } Cis	U C A G
	UUC } Fen	UCC } Ser	UAC } Tir	UGC } Cis	
	UUA } Leu	UCA } Ser	UAA } Fim	UGA } Fim	
	UUG } Leu	UCG } Ser	UAG } Fim	UGG } Trp	
C	CUU } Leu	CCU } Pro	CAU } His	CGU } Arg	U C A G
	CUC } Leu	CCC } Pro	CAC } His	CGC } Arg	
	CUA } Leu	CCA } Pro	CAA } Gln	CGA } Arg	
	CUG } Leu	CCG } Pro	CAG } Gln	CGG } Arg	
A	AUU } Ile	ACU } Tre	AAU } Ans	AGU } Ser	U C A G
	AUC } Ile	ACC } Tre	AAC } Ans	AGC } Arg	
	AUA } Ile	ACA } Tre	AAA } Lis	AGA } Arg	
	AUG } Met	ACG } Tre	AAG } Lis	AGG } Arg	
G	GUU } Val	GCU } Ala	GAU } Asp	GGU } Gli	U C A G
	GUC } Val	GCC } Ala	GAC } Asp	GGC } Gli	
	GUA } Val	GCA } Ala	GAA } Glu	GGA } Gli	
	GUG } Val	GCG } Ala	GAG } Glu	GGG } Gli	

Tabela de tradução de RNA em Aminoácidos. Fonte: Blog do Prof. Djalma Santos, Disponível em: <<https://djalmasantos.wordpress.com/2010/11/15/codigo-genetico/>> Acesso em: 20 out. 2025

1. Considere uma sequência fictícia de RNA mensageiro:

5' – AUG GGC UUU CAG UGA – 3'

2. Utilizando a tabela do código genético, identifique cada códon e os aminoácidos correspondentes.
3. Indique o códon de início e onde ocorre um códon de parada (ou Término ou Fim).
4. Imagine que a sequência original sofreu uma mutação e o novo RNAm tem a seguinte sequência de bases:

5' – AUG GGA UUU CAG UGA – 3'

5. Analise se houve mudança no peptídeo produzido. Explique sua resposta a partir do conceito de degeneração do código genético.

Essa atividade simples e interativa permite ao aluno visualizar o processo abstrato de forma prática e lógica, além de reforçar o papel da redundância genética como fator de segurança biológica. O uso de recursos visuais e dinâmicas colaborativas, conforme sugerido por Galembeck (2004), facilita a internalização de conteúdos complexos como a tradução genética.