

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO

LUCIANA MARTINS DE MEDEIROS PAIN

***Explorando Salas de Fuga (escape room) para o Ensino da
Genética: Potencialidades e Aplicações***

**Brasília - DF
2025**

LUCIANA MARTINS DE MEDEIROS PAIN

***Explorando Salas de Fuga (escape room) no Ensino da Genética:
Potencialidades e Aplicações***

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional- PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade de Brasília, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia
Linha de pesquisa: Comunicação, Ensino e Aprendizagem em Biologia

Orientadora: Profa. Dra. Silviene Fabiana de Oliveira

Brasília - DF

2025

FICHA CATALOGRÁFICA

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

PE96ee PAIN, LUCIANA
Explorando Salas de Fuga (escape room) para o Ensino da
Genética: Potencialidades e Aplicações / LUCIANA PAIN;
orientador SILVIENE OLIVEIRA. Brasília, 2025.
285 p.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia)
Universidade de Brasília, 2025.

1. Metodologias ativas no ensino de Biologia. 2. Escape
room pedagógico. 3. Ensino de Genética no Ensino Médio. 4.
Gamificação e aprendizagem significativa. 5. Cartilha e
escape room. I. OLIVEIRA, SILVIENE , orient. II. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

LUCIANA MARTINS DE MEDEIROS PAIN

*Explorando Salas de Fuga (escape room) no Ensino da Genética:
Potencialidades e Aplicações*

Trabalho de Conclusão de Mestrado submetido ao
corpo docente do Programa de Mestrado
Profissional em Ensino de Biologia em Rede
Nacional da Universidade de Brasília e aprovado em
25 de abril de 2025.

Documento assinado digitalmente
 SILVENE FABIANA DE OLIVEIRA
Data: 09/05/2025 16:34:17-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr^a. Silviene Fabiana de Oliveira/ Universidade de Brasília

Orientadora - Universidade de Brasília - UnB

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 ANDRÉ VITOR FERNANDES DOS SANTOS
Data: 13/05/2025 18:25:43-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

André Vitor Fernandes dos Santos

Universidade de Brasília - UnB

Documento assinado digitalmente
 ANA LUCIA MORAES GIANNINI
Data: 09/05/2025 20:25:33-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Ana Lúcia Moraes Giannini

Universidade Federal do Rio de Janeiro -UFRJ

Agradecimentos

"Eu sou parte de tudo o que encontrei no meu caminho."

— *Alfred Tennyson*

Chegar até aqui foi uma travessia repleta de desafios, aprendizados e, sobretudo, encontros. Encontros com pessoas que, de diferentes formas, deixaram suas marcas nesta jornada — seja por meio de palavras de incentivo, seja pelo silêncio acolhedor ou pelo gesto generoso. Faço, neste momento, um ato profundo de gratidão a todos que estiveram ao meu lado, mesmo nos dias em que o caminho parecia mais estreito.

"Se vi mais longe, foi por estar sobre os ombros de gigantes."

— *Isaac Newton*

Agradeço, com especial carinho, à professora **Silviene Fabiana de Oliveira**, pela paciência, escuta sensível e orientação dedicada ao longo desta etapa de amadurecimento acadêmico e pessoal. Sua confiança em mim foi um farol nos momentos de dúvida. Registro aqui não apenas minha admiração profissional, mas também o respeito profundo pela grandeza da pessoa que é.

Ao professor **Christiano Del Cantoni**, expressei meu sincero agradecimento pelas palavras generosas que me trouxeram calma e firmeza, especialmente durante a elaboração da AASA no Tema 2. Suas orientações foram fundamentais para o amadurecimento desta pesquisa e para minha formação como educadora investigativa.

"Ninguém educa ninguém, ninguém se educa sozinho, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo."

— *Paulo Freire*

Aos amigos queridos que me escutaram com o coração aberto, que acolheram minhas incertezas e me ajudaram a enxergar novas possibilidades: **Sara, Pollyana, Givoneide, Marcos, Anderson, Karine e Bianca** — obrigada por estarem por perto, mesmo quando a distância era física. Levo cada um de vocês comigo, com afeto e gratidão.

Aos colegas de trabalho que vibraram por mim, que ofereceram apoio e boas energias ao longo do caminho, meu muito obrigada: **Victor, Silvane, Nívea e Gustavo**. Vocês deixaram sua contribuição neste trabalho de maneira única e generosa.

Ao meu companheiro de vida, **Luiz Gonzaga Neto**, e aos meus filhos amados, **Eduarda Pain, Pietro Pain e Lorenzo Pain**: obrigada por compreenderem minha ausência em tantos momentos. Cada escolha feita, cada esforço empenhado nesta caminhada, foi pensando em vocês. À minha mãe **Teresa**, minha alma gêmea **Cláudia**, minha tia **Nice**, minhas afilhadas **Maria Clara e Maria Flor**, minha eterna gratidão pelo carinho incondicional e pelo aconchego nos dias mais difíceis. Suas palavras — “segue em frente, não desista” — foram combustível nos momentos em que quase me faltaram forças.

"A persistência é o caminho do êxito."
— *Charles Chaplin*

A todos os mencionados — e também àqueles que, mesmo não citados nominalmente, caminharam ao meu lado de forma essencial —, deixo registrado o meu mais sincero e afetuoso agradecimento. Que o carinho que me ofereceram retorne em forma de amor, paz e realização.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.

Relato do Mestrando

Instituição: Universidade de Brasília

Mestranda: Luciana Martins de Medeiros Pain

Título do TCM: Explorando Salas de Fuga (*escape room*) no Ensino de Genética - Potencialidades e Aplicações

Houve um tempo em que a profissão docente e o mundo acadêmico pareciam desconectados. Contudo, nos últimos anos, percebi que o aprofundamento do conhecimento não apenas favorece a geração de ideias mais relevantes, mas também contribui para a implementação de ações mais eficazes no campo da Educação.

Costumo dizer que sou professora desde que nasci, pois brincar de escolinha com minhas bonecas sempre foi minha maior diversão. Durante o antigo ensino médio, cursei o então chamado Curso Normal, uma formação profissionalizante voltada à preparação de professores para as séries iniciais. Mais tarde, ingressei na faculdade de Licenciatura em Ciências Biológicas e, paralelamente, realizei estágio na EMBRAPA, no laboratório de Genética Animal. Essa experiência ampliou minha visão de mundo, permitindo-me equilibrar os estudos universitários com a prática de pesquisa acadêmica.

Minha trajetória como educadora começou ainda durante a faculdade, quando passei a atuar como professora contratada temporariamente pela Secretaria de Educação do Distrito Federal. Em 2006, fui aprovada em concurso público e assumi turmas de alfabetização. Posteriormente, migrei para o Ensino Médio, lecionando Biologia, área à qual me dedico até hoje com entusiasmo e onde encontrei minha verdadeira vocação. Ao longo dessa caminhada, exerci diferentes funções na escola, desde a regência até a direção, o que me proporcionou uma visão ampla e estratégica do ambiente educacional.

Minhas experiências pessoais e profissionais trouxeram mudanças significativas, tanto físicas quanto psicológicas. Com o tempo, percebi que os desafios na sala de aula estavam se tornando mais complexos, exigindo um nível de conhecimento mais aprofundado para superá-los. Sentia um vazio que minhas atividades cotidianas não conseguiam preencher. Foi então que, certa vez, um amigo me incentivou a tentar o mestrado profissional PROFBIO. Inicialmente, hesitei. Questionava-me se estaria preparada para lidar com as demandas de estudo, dedicação e renúncia a momentos de lazer.

Decidi, porém, enfrentar o desafio. Reuni coragem, arregacei as mangas e fui em busca de mais um sonho. Hoje, ao concluir essa jornada, percebi o quanto o mestrado me

proporcionou um aprofundamento conceitual e prático, preparando-me para lidar com questões recorrentes no contexto educacional. Além disso, abriu minha mente para soluções criativas e estratégias inovadoras, ajudando-me a enfrentar desafios tanto dentro quanto fora da sala de aula.

Durante o curso, fui estimulada a planejar e implementar estratégias investigativas de ensino junto às minhas turmas do Ensino Médio. Essas práticas promoveram maior engajamento e proximidade com os estudantes, refletindo-se em avanços significativos não apenas nos resultados das avaliações, mas também nas atitudes individuais e coletivas dos alunos.

Apesar das dificuldades enfrentadas ao longo do percurso, considero essa etapa uma das mais importantes da minha vida. O mestrado não apenas me transformou em uma profissional mais qualificada, mas também contribuiu para meu desenvolvimento pessoal. Hoje, enxergo essa experiência como um trampolim para novos sonhos e desafios, deixando caminhos abertos a serem explorados.

NOTAS EXPLICATIVAS:

1. Salienta-se que projetos que envolvem seres humanos devem ser conduzidos dentro dos limites éticos da pesquisa, em conformidade com as Resoluções 466/2012 e 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). No entanto, é importante notar que o desenvolvimento do presente TCM ocorreu sem pesquisa com seres humanos.
2. No decorrer desse TCM, as ocorrências de palavras de origem estrangeira são apresentadas em Times New Roman, *Itálico*.

RESUMO

O ensino de Biologia, especialmente no que se refere à Genética, enfrenta desafios significativos relacionados ao uso de metodologias tradicionais centradas na memorização, com pouca contextualização prática e engajamento por parte dos estudantes. Diante desse cenário, este trabalho propõe o uso do *escape room* pedagógico como uma estratégia inovadora de ensino, alinhada às metodologias ativas, que promovem a aprendizagem significativa, o pensamento crítico, a autonomia e o protagonismo estudantil. A proposta visa trazer novidades ao processo de ensino-aprendizagem, tornando-o mais dinâmico, contextualizado e compatível com as demandas contemporâneas da educação básica. O objetivo principal foi investigar o potencial do *escape room* como ferramenta didática no ensino de Genética para o Ensino Médio, com foco nos conteúdos mais frequentemente abordados no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, desenvolvida em etapas: (1) definição dos conceitos-chave da Genética a serem abordados; (2) revisão bibliográfica sobre o uso de metodologias ativas, em especial o *escape room*, no contexto educacional; (3) elaboração de uma cartilha sobre produção de *escape rooms* pedagógicos; e (4) elaboração de três propostas didáticas baseadas em *escape rooms* pedagógicos. Os roteiros foram estruturados a partir de situações-problema, enigmas, pistas, experimentos e interpretação de textos, integrando conteúdo da Genética com elementos lúdicos e interativos, que buscam fomentar o engajamento e a aprendizagem dos estudantes de forma colaborativa e prática. O material produzido pode ser utilizado tanto em formato digital quanto impresso, de acordo com a realidade e os recursos disponíveis nas escolas. Como produtos educacionais, este trabalho apresenta uma cartilha metodológica com orientações para a elaboração de *escape rooms* aplicáveis a diversos conteúdos de Biologia, além de três roteiros prontos voltados ao ensino da Genética. A utilização do *escape room* como metodologia ativa representa uma alternativa viável na busca da superação dos desafios do ensino tradicional, contribuindo para a formação de estudantes mais críticos, autônomos e preparados para lidar com questões científicas no cotidiano. Espera-se que esse tipo de abordagem aumente o interesse dos estudantes, melhore a compreensão dos conteúdos e traga uma maior conexão entre teoria e prática.

Palavras-chave: Metodologias ativas; *Escape room* pedagógico; Ensino de genética; Engajamento estudantil.

ABSTRACT

Biology teaching, especially with regard to Genetics, faces significant challenges related to the use of traditional methodologies centered on memorization, with little practical contextualization and engagement on the part of students. Given this scenario, this work proposes the use of the pedagogical escape room as an innovative teaching strategy, aligned with active methodologies, which promote meaningful learning, critical thinking, autonomy and student protagonism. The proposal aims to bring novelties to the teaching-learning process, making it more dynamic, contextualized and compatible with the contemporary demands of basic education. The main objective was to investigate the potential of the *escape room* as a didactic tool in the teaching of Genetics for high school students, focusing on the contents most frequently covered in the National High School Exam (ENEM). The research adopted a qualitative approach, developed in stages: (1) definition of the key concepts of Genetics to be addressed; (2) bibliographic review on the use of active methodologies, especially the *escape room*, in the educational context; (3) development of a booklet on the production of pedagogical *escape rooms*; and (4) development of three didactic proposals based on pedagogical *escape rooms*. The scripts were structured based on problem situations, puzzles, clues, experiments and text interpretation, integrating Genetics content with playful and interactive elements, which seek to foster student engagement and learning in a collaborative and practical way. The material produced can be used in both digital and printed formats, according to the reality and resources available in schools. As educational products, this work presents a methodological booklet with guidelines for the development of *escape rooms* applicable to various Biology content, in addition to three ready-made scripts aimed at teaching Genetics. The use of *escape rooms* as an active methodology represents a viable alternative in the search for overcoming the challenges of traditional teaching, contributing to the formation of more critical, autonomous students who are prepared to deal with scientific issues in everyday life. This type of approach is expected to increase student interest, improve understanding of content and bring a greater connection between theory and practice.

Keywords: Active methodologies; Pedagogical *escape room*; Genetics education; Student engagement.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABJ	Abordagem Baseada em Jogos
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
TEL	Aprendizado Aprimorado por Tecnologia
GBL	Aprendizado Baseado em Jogos
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BVS	Biblioteca Virtual de Saúde
CNT	Ciências da Natureza e suas Tecnologias
COVID-19	Coronavírus SARS-CoV-2
EBS	Educação Baseada em Simulação
EM	Ensino Médio
ER	<i>escape room</i>
ERP	<i>escape room</i> Pedagógico
ERs	<i>escape rooms</i>
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PSE	Programa Saúde na Escola
RV	Realidade Virtual
NHS	Serviço Nacional de Saúde
SAEB	Sistema de Avaliação da Educação Básica
TCM	Trabalho de Conclusão de Mestrado
CNS	Conselho Nacional de Saúde

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Motivações e relevância da pesquisa.....	15
2. OBJETIVO DO TRABALHO.....	17
3. REVISÃO DA LITERATURA - As salas de escape room.....	18
3.1 Percepções sobre o uso da gamificação no ensino	23
3.2 Genética no Ensino Médio: Um visão do ENEM.....	32
4. METODOLOGIA.....	34
4.1 Revisão bibliográfica	35
4.2 Seleção dos conceitos-chave das questões do ENEM	36
4.3 Elaboração das Cartilhas	37
4.4 Elaboração das atividades pedagógicas	38
5. RESULTADOS.....	39
5.1 Artigo de revisão	39
5.2 Seleção dos conceitos básicos: a genética no ENEM	39
5.3 Cartilha	41
5.4 Atividades pedagógicas produzidas	44
5.4.1 <i>Escape room</i> de genética forense: O Enigma da Festa de Halloween....	44
5.4.2 <i>Escape room</i> de genética forense: A identidade perdida	47
5.4.3 <i>Escape room</i> de biotecnologia: Cura Genética.....	50
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
Anexo 1: Artigo	60
Anexo 2.1: Cartilha: Como elaborar um <i>Escape Room</i> Pedagógico - Genérica.....	73
Anexo 2.2: Cartilha: Como elaborar um <i>Escape Room</i> Pedagógico - Genética	87
Anexo 3.1: <i>Escape Room</i> - A festa de Halloween	101
Anexo 3.2: <i>Escape Room</i> - A Identidade Perdida.....	129
Anexo 3.3: <i>Escape Room</i> - Salvando o Futuro com Biotecnologia	230

1. INTRODUÇÃO

O ensino de Biologia, é essencial para a compreensão dos processos naturais e biotecnológicos, contudo enfrenta atualmente desafios significativos no que diz respeito à sua abordagem em sala de aula. Em muitas escolas, o ensino da disciplina ainda se baseia em métodos tradicionais, com foco na memorização de conteúdos e pouca ênfase na contextualização prática. Esse modelo, amplamente criticado por educadores e especialistas, muitas vezes desestimula os estudantes, dificultando a formação de uma visão crítica e integrada da ciência biológica. De acordo com Zabala (2020), o ensino mecânico afasta os alunos do processo de aprendizagem ativa e reflexiva, essencial para o desenvolvimento de competências científicas.

Nesse contexto, a utilização de metodologias ativas, como as "*escape rooms*", apresenta-se como uma alternativa promissora para transformar o ensino de Biologia. *Escape rooms* são atividades interativas que combinam resolução de problemas, trabalho em equipe e aplicação de conhecimentos em um ambiente gamificado. Estudos recentes, como o de Pereira e Costa (2022), demonstram que essa estratégia pode aumentar o engajamento dos alunos e promover a aprendizagem colaborativa e significativa, características fundamentais para superar o ensino tradicional.

Ademais, a utilização do *escape room* no contexto educacional configura-se como uma estratégia didático-pedagógica que se insere no escopo das metodologias ativas, ao promover a centralidade do estudante no processo de construção do conhecimento. Segundo Charlo (2019), práticas pedagógicas que incorporam o lúdico, o desafio e a investigação favorecem a participação ativa dos alunos, estimulam a curiosidade e contribuem para a aprendizagem significativa. Nesse sentido, o *Escape Room Pedagógico (ERP)* surge como uma proposta intencional de ensino, que ultrapassa o mero aspecto recreativo e passa a ser reconhecida como um recurso capaz de potencializar o engajamento e a reconstrução dos saberes escolares.

O Ensino de Biologia no Brasil se mantém, em grande parte, na forma tradicional. O professor planeja aulas expositivas com conceitos fundamentais da Biologia em conexão com a BNC, resolução de exercícios e lista de atividades. Alguns professores realizam demonstrações de experimentos, onde os alunos apenas observam e não participam da

atividade, sendo o professor o detentor do conhecimento e o estudante participante de forma passiva e mecânica (SMC Lopes., 2023)

Ao longo do período que se estende da segunda metade do século XIX até a atualidade, o ensino de Ciências passou por diversas transformações, moldadas pelas mudanças políticas, históricas e filosóficas de cada época (Zômpero e Laburú, 2011, p. 68). Nesse contexto, emergiu um movimento renovador que buscou reconfigurar práticas pedagógicas tradicionais, propondo novas tendências de ensino. Embora muitas dessas inovações tenham se consolidado principalmente na Europa e nos Estados Unidos, poucas ganharam força no cenário brasileiro. Entre as tendências que conseguiram se firmar e ainda ecoam no país, destaca-se o ensino por investigação, que representa uma das expressões mais significativas desse movimento de renovação.

O ensino por investigação constitui uma abordagem que tem uma longa história na educação em ciência. Fomenta o questionamento, a identificação de evidências, as explicações com base nos fatos e a comunicação. Usa processos da investigação científica e conhecimentos científicos, podendo ajudar os alunos a aprender sobre ciência e a fazer ciência (Batista e Mendes, 2010). Além disso, também promove ao estudante o aprimoramento do raciocínio lógico, das propriedades cognitivas, a interação com os colegas, conforme interação entre eles para resolver problemas proporcionando o seu desenvolvimento tanto pessoal como acadêmico.

O principal objetivo do ensino de ciências investigativo é fazer com que o estudante cresça cientificamente. A busca de solução para o problema permite que o aluno aumente seu conhecimento, fomentando seu desenvolvimento intelectual. Porém, o ensino investigativo não tem como objetivo formar cientistas, mas sim um cidadão reflexivo. Dessa maneira, apresenta-se um fenômeno que deve ser estudado e a partir desse estudo incentivar a discussão dos resultados, ou seja, nessa metodologia o professor propõe uma situação problema que faz com que o aluno investigue, participe do processo de criação da solução, desenvolvendo suas habilidades cognitivas e criando uma alfabetização científica.

A aplicação em sala de aula tem sido de grande valia para o ensino de ciências, pois, como retrata Zômpeu e Laburú (2011), essas atividades, sejam elas de laboratório ou não, são significativamente diferentes das atividades de demonstração e experimentação ilustrativa. São dinâmicas realizadas em aulas de Atividades Investigativas no Ensino de Ciências, por

fazerem com que os alunos, quando devidamente engajados, tenham um papel intelectual mais ativo durante as aulas.

O Ensino Médio (EM) no Brasil vem acumulando resultados insatisfatórios já há algum tempo, os quais podem ser verificados a partir das avaliações externas e da alta evasão escolar, como mostram os resultados do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB). Divulgado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), o índice é calculado a partir dos dados sobre o fluxo de aprovação escolar, obtidos no Censo Escolar e das médias de desempenho no Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) Exemplo do baixo desempenho, em 2017 nenhum estado atingiu a meta projetada (INEP, 2018).

Nesse sentido, para o atual cenário educacional apresentado pelo IDEB, estima-se algumas potenciais causas. Uma delas é o quão pouco atrativo é o ambiente escolar em um contexto histórico como o atual, onde observamos uma alta carga de informação bombardeada a todo momento, ao alcance da maioria e praticamente sem custo (Bacich; Morán, 2018). Outra potencial causa é a carência de contextualização dos conteúdos, o que leva os alunos a não perceberem a associação entre o conteúdo ensinado nas escolas e sua vida prática. De acordo com Mesquita. (2019), quando os conteúdos não são contextualizados adequadamente, se tornam distantes, assépticos e difíceis, não despertando o interesse e a motivação dos alunos.

Propondo a superação da fragmentação radical disciplinar do conhecimento, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) sugere o estímulo à sua aplicação na vida real, assim como a importância do contexto para dar sentido ao que se aprende. Dessa maneira, propõe a promoção do protagonismo do estudante em sua aprendizagem e na atuação ativa frente ao conhecimento e na construção de seu projeto de vida. Sendo assim, o uso de metodologias ativas torna-se pertinente no contexto da BNCC.

As metodologias ativas são estratégias de ensino que têm por objetivo incentivar os estudantes a aprenderem de forma autônoma e participativa, por meio de problemas e situações reais, realizando tarefas que os estimulem a pensar além, a terem iniciativa, a debaterem, tornando-se responsáveis pela construção de conhecimento. Neste modelo de ensino, o professor torna-se coadjuvante nos processos de ensino e aprendizagem, permitindo aos estudantes o protagonismo de seu aprendizado. Uma proposta de metodologia ativa é o uso de *escape room* pedagógico, as salas de fuga. Essa é uma nova metodologia de ensino,

ainda pouco explorada nas salas de aula de biologia no Brasil, em especial na minha realidade docente no Distrito Federal.

Os Produtos Educacionais produzidos no âmbito desta dissertação foram desenvolvidos utilizando a metodologia de *Escape Room* pedagógico voltado para o tópico “Genética no Ensino Médio”. A escolha do conteúdo a ser trabalhado foi baseada na análise dos principais tópicos de genética abordados no ensino médio nas provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Visando uma padronização do material, assim como auxiliar professores, foi desenvolvida uma cartilha no formato virtual, com roteiro de sequências didáticas completas e orientação metodológica de como elaborar uma sequência didática envolvendo *escape room* para qualquer tema de genética ou Biologia previsto na BNCC ou mesmo assuntos não ligados a biologia. O material também pode ser utilizado na forma impressa, ficando a critério do professor.

Dessa maneira, foi desenvolvido um conjunto de produtos educacionais consistindo de: artigo de revisão sobre *escape room* pedagógico, duas cartilhas sobre elaboração de *Escape Room* pedagógico, uma genérica e uma sobre *Escape Room* para genética e três exemplos de *escape rooms* pedagógicos voltados ao Ensino de Genética, com um enfoque conceitual no conteúdo das questões do ENEM.

Nesta dissertação são também apresentados e discutidos os referenciais teóricos empregados para elaboração do *escape room* educacional. Além de uma revisão da literatura sobre a metodologia do *Escape Room*, é também discutido o referencial de ensino por investigação, a teoria da aprendizagem investigativa, além de outras questões teóricas pertinentes ao tema investigado. A metodologia para o desenvolvimento desta dissertação, assim os resultados e discussão deste trabalho, incluindo a descrição dos produtos educacionais, são apresentados e, finalmente, são traçadas considerações finais.

1.1 - MOTIVAÇÕES E RELEVÂNCIA DA PESQUISA

A busca por aprofundamento acadêmico foi, para mim, uma forma de conectar a prática docente às demandas contemporâneas da Educação. A experiência de quase duas décadas no magistério revelou que, diante de desafios cada vez mais complexos em sala de aula, o aprofundamento conceitual não é apenas desejável, mas indispensável para a construção de estratégias pedagógicas inovadoras e eficazes.

As motivações para esta pesquisa partiram das compreensões sobre a importância da construção de novas propostas pedagógicas direcionadas à disciplina de Biologia. A partir disso, surgiu a intenção de propor outras possibilidades pedagógicas que estimulem o desenvolvimento de competências, permitindo maior envolvimento entre os alunos e o conteúdo de Biologia. Além disso, buscam-se meios que incentivem os alunos a participarem ativamente das atividades, inclusive em situações que os desafiem a resolver problemas.

Refletir sobre estratégias que possam engajar e desenvolver competências nos alunos durante o processo de aprendizagem tem sido uma constante em minha trajetória. É evidente, a partir da experiência em sala de aula, o grande potencial dos jovens, especialmente no que se refere à criatividade. Quando estimulados de maneira intencional, os resultados cognitivos positivos se tornam visíveis. Essa observação motivou minha busca por metodologias que, além de inovar, facilitasse a abordagem do currículo de Ciências e suas Tecnologias, trazendo impactos significativos no desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

Com o desejo de investigar novas possibilidades para ensinar Biologia, apresentei a ideia de explorar os “jogos de *Escape Room*” como tema de pesquisa. A proposta surgiu no contexto da pandemia, período em que tive a oportunidade de estudar sobre metodologias ativas. Esse interesse inicial levou à consulta de referenciais teóricos nacionais, mas constatou-se que a literatura brasileira sobre o tema é limitada. Essa percepção foi corroborada pelos estudos de Pereira (2018), que apontam os jogos de *Escape Room* como uma abordagem ainda pouco explorada no Brasil. Por outro lado, em países estrangeiros, o número significativo de publicações demonstra um potencial para aprofundar o entendimento e a aplicação dessa metodologia.

Para integrar os jogos de *Escape Room* como uma estratégia alternativa no ensino de Biologia, é imprescindível basear seu desenvolvimento no Ensino Investigativo. Essa abordagem metodológica utilizou a formulação de perguntas, a resolução de problemas e a experimentação prática como pilares centrais para promover uma aprendizagem ativa e contextualizada. O Ensino Investigativo incentiva os alunos a assumirem o papel de protagonistas no processo de construção do conhecimento, permitindo que explorem conceitos de forma significativa e conectada ao mundo real (Loureiro; Vieira, 2021).

Nesse contexto, o Ensino Investigativo oferece uma estrutura pedagógica que combina elementos de investigação científica com desafios interativos, como os propostos em *Escape Room*. Ele se alicerça em etapas como a identificação de problemas, a elaboração de hipóteses, a coleta de dados e a análise crítica das informações obtidas. Essa metodologia não

apenas estimula a curiosidade e o pensamento crítico dos estudantes, mas também os engaja em uma dinâmica de aprendizado colaborativo, promovendo a aplicação prática dos conceitos biológicos aprendidos em sala de aula (Fernandes; Silva, 2022).

A partir dessa perspectiva, é possível desenvolver competências específicas, como a habilidade de resolver problemas complexos, o raciocínio lógico e a colaboração em equipe, que são fundamentais para o ensino e a aprendizagem de Biologia. Além disso, práticas como as *Escape Rooms* inseridas no Ensino Investigativo ajudam a promover maior motivação e engajamento, ampliando o interesse dos alunos pela disciplina e tornando a experiência educacional mais dinâmica e inovadora (Santos; Pereira, 2023). Dessa forma, essas estratégias integradas contribuem significativamente para superar as limitações do ensino tradicional e alinham-se às demandas contemporâneas por metodologias mais efetivas e contextualizadas.

A partir desses apontamentos, é notório que existem lacunas a serem investigadas sobre a dinâmica dos jogos de *Escape Room* em relação à sua utilização como estratégia pedagógica em sala de aula. Entre essas lacunas, destacam-se as possibilidades de pesquisa sobre a capacidade desses jogos em favorecerem o desenvolvimento de competências educacionais, como os chamados 4C's (criatividade, colaboração, comunicação e pensamento crítico).

Dessa forma, a presente pesquisa propõe analisar a seguinte linha investigativa: a construção de três sequências de *Escape Room* baseadas em conceitos de Genética, juntamente com a elaboração de duas cartilhas, sendo uma genérica e outra específica para genética, que orienta os docentes na criação de jogos de *Escape Room* voltados aos diversos objetos do conhecimento conforme previsto na BNCC, e outros temas.

2. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho foi explorar o uso de salas de fuga (*Escape Rooms*) no ensino de Genética. Para tanto, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

1. Elaborar uma revisão bibliográfica sobre *Escape Rooms* como ação pedagógica e suas aplicações na área de Ciências Biológicas e Genética.
2. Levantar os conceitos de Genética abordados nas provas do ENEM, visando à seleção de temas relevantes para as propostas pedagógicas.

3. Propor duas cartilhas para a elaboração de *Escape Rooms* pedagógicos, sendo uma genérica para uso geral de qualquer área do conhecimento e uma específica para genética.
4. Desenvolver propostas de *Escape Rooms* pedagógicas focadas no ensino de Genética.

O desenvolvimento dessa pesquisa pretendeu não apenas preencher lacunas teóricas, mas também oferecer ferramentas práticas e inovadoras que contribuam para a melhoria do ensino de Biologia, promovendo maior engajamento e aprendizado significativo entre os estudantes.

3. REVISÃO DA LITERATURA

As salas de escape room

As salas de fuga, mas conhecidas como *escape rooms* são uma forma de entretenimento em que pequenos grupos de jogadores trabalham juntos em um determinado período para encontrar pistas, resolver quebra-cabeças e escapar de uma sala trancada na vida real (Whitton, 2018). Originalmente, o primeiro *escape room* surgiu no Japão por volta de 2007 (Clarke, 2017). Pode ser considerado um gênero dos *role-playing games* (RPG), mais especificamente, uma adaptação do live-action (Nicholson, 2015). São caracterizados por apresentarem atividades reais nas quais os participantes entram em uma sala e apenas saem dela após resolver enigmas (Borrego, 2017), ou quando o tempo previsto acaba. Independente das definições que giram em torno de um núcleo comum de ideias, é necessário ainda pontuar que todas as salas de fuga exigem que os jogadores trabalhem juntos para atingir um mesmo objetivo, em oposição ao uso dos jogos que prezam pelo viés competitivo. Assim, só existe uma única possibilidade, ou seja, entrem juntos e saírem juntos da sala, independentemente de o resultado alcançado ser exitoso ou não. Em resumo, os jogos de *escape room* são baseados em resolução de problemas de forma colaborativa e que devem ser resolvidos em um intervalo de tempo pré-estabelecido. Para Clarke (2017), este tipo de jogo fornece um contexto colaborativo, motivador e autêntico, pois os quebra-cabeças podem ser projetados para superar metas curriculares específicas. Dessa maneira, o seu uso, quando inserido em atividades com objetivos pedagógicos definidos, pode favorecer a uma combinação de conhecimento de biologia e raciocínio lógico, os quais podem ser úteis para os professores em relação ao encorajamento dos alunos no processo de aprendizagem, bem como testar suas

habilidades (Peris, 2007). Estes quebra-cabeças estão inseridos em uma ‘trama’ que deve ser desvendada até encontrar a ‘saída’ da sala, ou seja, são jogos geralmente baseados em torno de um tema específico e tem um elemento narrativo (Whitton, 2018).

A sua adoção na educação foi fortemente impulsionada com base nos benefícios que este tipo de jogo vem demonstrando. Dentre os benefícios está a potencial promoção de uma aprendizagem colaborativa diante da resolução de problemas, o favorecimento de uma experiência em um contexto real por meio da simulação e de um aprendizado flexível. Além disso, observa-se a criação de situações nas quais há maiores chances de retenção do conhecimento dos conteúdos de biologia e, conseqüentemente, a aplicação desse conhecimento para outras situações do cotidiano. Em paralelo incentiva a prática relacionada à expressão e à agilidade corporal, o fornecimento de feedback imediato aos professores sobre o andamento da aprendizagem dos seus alunos, além de permitir a ‘falha’, entre outras vantagens. Salienta-se que os atributos citados vão ao encontro de uma aprendizagem de ciências biológicas que realmente pode ser capaz de contribuir para atender às exigências educacionais do século XXI.

O *escape room* vem sendo utilizado, por exemplo, no ensino de química, pois, dentre outros fatores, permite a flexibilidade no contexto de aprendizado. Essa metodologia não se enquadra numa abordagem ortodoxa amplamente abraçada pela sociedade sobre os significados atribuídos ao ‘aprender e ensinar’. Assim, a adoção de métodos que permitam aos alunos elaborar seu próprio caminho lógico para uma solução de um determinado problema, apesar da aceitação não ser imediata e tranquila, deve ser altamente incentivada, pois simula um contexto para a aplicação de conhecimentos na resolução de problemas diversos. Com o uso do *escape room*, é possível acelerar o desempenho cognitivo dos alunos porque a atividade exige que eles reúnam e mobilizem várias de suas habilidades sobre lógica, colaboração, resolução de problemas, habilidades conceituais e físicas, comunicação, pensamento crítico etc. Logo, escapar da sala exige esforços cognitivos e manifestação de diferentes habilidades. Quanto à forma de elaboração e componentes constituintes, propomos um desenho que pode ser usado como uma cartilha (descreveremos mais adiante), porém, há ampla liberdade para a caracterização do espaço e da elaboração dos quebra-cabeças/enigmas que deverão estar alinhados com os objetivos traçados para a aprendizagem de biologia dos alunos. Cabe destacar que é bastante intrigante o número e a variedade de quebra-cabeças que existem e que podem ser adaptados para esse fim. Com o *escape room* se abre uma nova

oportunidade de repaginação sobre as formas como os conteúdos presentes nos currículos podem ser apresentados.

Para escapar da sala, os participantes devem praticar trabalho em equipe, comunicação, delegação de tarefas, pensamento crítico e pensamento divergente para lidar com uma série de quebra-cabeças cada vez mais complexos, desde objetos ocultos, montagem de objetos físicos (quebra-cabeças), contagem e/ou correspondência de símbolos. Ao longo da atividade, o docente observa o progresso dos participantes. Os jogadores podem receber dicas esporádicas, que são fornecidas pelo docente que está conduzindo as atividades do jogo, caso os participantes não consigam progredir na solução de pistas ou se os participantes desejarem receber uma pista diretamente.

O *escape room* é uma das metodologias ativas emergentes que têm sido exploradas no contexto educacional para promover um aprendizado mais dinâmico e envolvente. Em sua essência, é uma atividade em que os participantes são "trancados" em uma sala e devem resolver uma série de enigmas e desafios dentro de um tempo determinado para "escapar". Essa metodologia se destaca por sua capacidade de fomentar habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas, colaboração e comunicação entre os alunos. Na educação, o ER pode ser adaptado para incorporar conteúdos curriculares específicos, tornando o aprendizado mais relevante e interativo. A revisão da literatura sobre ERs destaca suas vantagens e desafios, fornecendo uma base teórica robusta para sua implementação em sala de aula. Estudos mostram que o ER pode aumentar a motivação dos estudantes, melhorar a retenção de informações e desenvolver competências essenciais para o século XXI. Assim, ao investigar e aplicar o ER como metodologia ativa, este trabalho buscou contribuir para a compreensão de seu potencial educativo e fornecer insights práticos para educadores interessados em inovar suas práticas pedagógicas.

As salas de fuga, do inglês *escape room*, são caracterizadas como espaços temáticos imersivos, repletos de enigmas e desafios tangíveis, nos quais os jogadores assumem papéis e buscam escapar dentro de um prazo específico (Cabral, 2019). Embora as abordagens para o uso dessas salas possam variar, a ideia central é criar um contexto no qual os jogadores, como grupo, devem resolver diversas tarefas dentro de um tempo preestabelecido (Taraldsen, 2020). Importante ressaltar que essas salas podem assumir diferentes formatos, como salas virtuais, salas virtuais online, salas presenciais e até mesmo uma abordagem híbrida entre presencial e virtual (Realidade Virtual - RV), cada uma com suas características distintas.

Aparentemente, as salas de *escape room* surgiram com o propósito de imergir os jogadores em ambientes simulados, proporcionando estruturas altamente interativas que oferecem experiências únicas e envolventes. Nessas salas, equipes colaboram para resolver mistérios e encontrar pistas dentro de um tempo determinado, sendo que o jogo foi concebido para permitir que qualquer pessoa com boas ideias, criatividade e habilidades de comunicação possa escapar Kato, (2016). No entanto, escapar dessas salas demanda esforços cognitivos e a manifestação de diversas habilidades por parte dos participantes (Cleophas; Cavalcanti, 2020).

No entanto, independentemente da escolha do formato, a criação de um jogo de *escape room* demanda elementos essenciais para seu desenvolvimento. De acordo com Botturi e Babazadeh (2020), é fundamental incluir uma narrativa que promova a imersão dos jogadores, além de enigmas e pistas desafiadoras que incentivem os participantes a localizar objetos e artefatos, conferindo realismo ao jogo e proporcionando feedbacks que assegurem a validade de suas decisões. No ensino, as salas de fuga devem envolver a colaboração de dois ou mais alunos em prol de uma meta de aprendizagem compartilhada (Veldkamp, 2020).

Dentro desse contexto, o *escape room* é concebido como um jogo que incorpora a característica de quebra-cabeças em seu design. Segundo Wiemker, Elumir e Clare (2015), a implementação de uma sala de fuga requer uma cuidadosa elaboração, visto que os desafios precisam estar conectados entre si, permitindo a manipulação de objetos físicos no ambiente para a resolução dos enigmas. Além disso, destaca-se a importância de planejar a manipulação dos objetos e determinar como eles auxiliarão os jogadores a progredir no jogo.

Num *escape room*, a narrativa é desenvolvida através de enigmas e pistas encontrados no ambiente da sala ou na cena do jogo, especialmente em casos virtuais. Esses elementos desempenham um papel crucial ao dar sentido à narrativa, tornando o jogo mais realista à medida que os jogadores descobrem enigmas e pistas. Os desafios no *escape room* são, em sua maioria, apresentados na forma de enigmas, sendo categorizados por Veldkamp (2020) como cognitivos e físicos. Os enigmas cognitivos demandam habilidades como raciocínio lógico, atenção e observação para superar os desafios, enquanto os enigmas físicos proporcionam a manipulação de artefatos (objetos) para descobrir pistas que fazem parte da progressão do jogo. De maneira resumida, os desafios englobam uma série de elementos como enigmas, quebra-cabeças, códigos secretos, entre outros (Romero-Rodriguez; Pistón-Rodriguez; Ruiz, 2019).

Nesse contexto, Davis e Lee (2019) destacam a importância de estratégias na construção dos enigmas em um Escape Room. Planejar algo inovador e único é crucial, estabelecendo conexões entre a narrativa e os objetos presentes na sala, e é essencial conduzir testes para antecipar possíveis falhas antes da implementação. A variedade de possibilidades na elaboração de enigmas proporciona diferentes emoções aos participantes, permitindo a identificação de abordagens diversas para oferecer uma experiência enriquecedora aos jogadores.

Conforme destacado por Cleophas (2018), se o mesmo jogo for replicado com as mesmas regras, continuará sendo considerado um jogo pedagógico. No entanto, caso as regras sejam modificadas, os conteúdos alterados ou novos elementos sejam introduzidos, ele se converterá em um Jogo Didático. Esse tipo de Jogo Educativo Formalizado é conhecido por sua flexibilidade, o que implica que pode ser empregado para ensinar um conceito sem que o professor precise ter abordado o conceito previamente. Em outras palavras, o conteúdo é efetivamente transmitido por meio do jogo, mas também pode ser utilizado como uma ferramenta de reforço, mantendo as características avaliativas do jogo (Cavalcanti, 2011). Exemplos incluem ARG (Jogo de Realidade Alternativa), RPG, jogos psicodramáticos, jogos simulados, entre outros.

As *escapes Rooms* têm sido empregadas com diversas finalidades educacionais, tais como a captação de estudantes (Connelly, Burbach, Kennedy, Walters, 2018; Gilbert, Meister, Durham, 2019), a familiarização dos estudantes com os serviços institucionais (Guo & Goh, 2016; Wise, Lowe, Hill, Barnett, Barton, 2018) e até mesmo o aprimoramento da preparação dos estudantes para situações de terremoto (Novak, Lozos, Spear, 2018). Uma aplicação distinta do *escape rooms* é a sua utilização como ambiente de pesquisa, permitindo, por exemplo, a observação do comportamento de busca por informações por parte dos estudantes (Choi, et al., 2017), a análise dos processos de aprendizado em equipes estudantis (Järveläinen, Paavilainen-Mantymäki, 2019) e a avaliação do emprego de habilidades de trabalho em equipe e liderança entre os estudantes (Warmelink, 2017).

A convergência de características encontradas em salas de fuga, como aprendizagem baseada em equipe, tarefas fundamentadas em conteúdo que amalgamam elementos práticos e mentais, espaço para falhas e reflexão sobre as atividades realizadas, emerge como uma abordagem promissora para cultivar competências e desencadear o estado de fluxo. A utilização de jogos de *escape room* é significativa, pois emprega a simulação para representar desafios da vida real (Brown, Darby e Coronel).

Nesse contexto, a simulação é descrita como uma técnica educacional que, de acordo com Brown, Darby e Coronel (2019), proporciona experiências interativas orientadas que se assemelham às situações reais. Em outras palavras, os jogos dessa natureza induzem uma sensação de envolvimento autêntico no propósito do jogo, de maneira segura para o jogador.

Além disso, podemos considerar que a aplicação do jogo de *escape room* em um contexto educacional com o objetivo de reconstrução de conhecimentos é, acima de tudo, uma abordagem pedagógica, sendo adotado o termo *escape room* Pedagógico (ERP). Considerando a perspectiva educacional, a preparação de um jogo de *escape room* requer reflexão sobre o seu design, especialmente a sequência de enigmas presentes no jogo a ser desenvolvido. De acordo com Charlo (2019), os jogos de *escape room* apresentam três configurações possíveis em relação à organização dos desafios, ressaltando que cada abordagem representa uma sequência distinta de desafios para um jogo de ERP.

Importante destacar que os jogos pedagógicos, quando fundamentados na "Didatização Lúdica" (Cleophas 2018), têm o potencial de promover o desenvolvimento das áreas cognitivas, como o pensamento crítico e reflexivo dos alunos, além de oferecer experiências significativas em relação aos conteúdos curriculares. Veach (2019) ressalta que abordagens de ensino e aprendizagem baseadas em jogos podem atender aos diversos estilos de aprendizagem dos alunos. Cleophas e Cavalcanti (2020) reforçam o caráter inovador do jogo de *escape room*, destacando seu potencial para beneficiar os alunos ao estimular habilidades motivacionais que impulsionam a aprendizagem, proporcionando uma experiência envolvente que desafia os jogadores na resolução de problemas.

Dessa forma, os jogos embasados na abordagem denominada "Didatização Lúdica" (Cleophas 2018) têm a capacidade de proporcionar aos alunos a assimilação de conceitos (relacionados aos conteúdos curriculares) com o propósito de desenvolver procedimentos (estratégias), os quais se refletem em atitudes (ações) para a tomada de decisões frente a desafios diversos. Portanto, os jogos pedagógicos emergem como facilitadores para o desenvolvimento de competências. Nesse sentido, há evidências que respaldam de maneira positiva a aplicação da Abordagem Baseada em Jogos (ABJ) em ambientes de ensino, pois ao examinar essa metodologia, é possível enfatizar seu potencial em "cultivar competências e habilidades relacionadas à resolução de problemas e trabalho em equipe, (...) promovendo a metacognição e habilidades multifacetadas" (Regô, Garcia; 2020, p. 16).

Além disso, há estudos de caso que relatam estudantes desenvolvendo *escape rooms* como estratégia para fomentar habilidades de design (Li, 2018; Ma, 2018). Essas salas de

fuga foram concebidas com o intuito de promover habilidades e conhecimentos específicos em campos como enfermagem (Adams, 2018; Brown et al., 2019), medicina (Cotner., 2018), farmácia (Cain, 2019, Eukel, 2017), fisioterapia (Carrion, 2018), química (Dietrich, 2018), física (Voros & Sárkozi, 2017), ciência da computação (Ho, 2018), matemática (Arnal, 2019), história (Rouse, 2017) e inglês (Lopez, 2019), ou ainda para apoiar o desenvolvimento de habilidades genéricas (Craig, 2019).

3.1 Percepções sobre o uso da gamificação no ensino

Semelhante às salas de fuga recreativas, as ERPs integram atividades práticas e cognitivas que são realizadas em grupo dentro de um período de tempo restrito. No cenário de sala de aula, os educadores procuram estabelecer ambientes autênticos por meio de atividades e incentivam a aceitação do erro. No âmbito educacional, cada característica das salas de escape, isoladamente, não apresenta singularidade. Contudo, a combinação dessas características parece ser distintiva e atrativa para os professores (Craig, 2019).

As ERPs surgiram de forma espontânea no campo educacional por meio de plataformas como o Breakout (Edu, 2018). Essas plataformas são predominantemente impulsionadas por profissionais da educação que se inspiraram em salas de escape recreativas, adaptando-as para o contexto educacional. Como resultado, há uma escassez de trabalhos que abordam a fundamentação teórica das ERPs na ciência educacional. No entanto, uma vez que as ERPs desenvolvidas compartilham características com jogos educacionais, é possível recorrer às teorias de Aprendizado Baseado em Jogos (GBL) para iniciar uma abordagem teórica para as ERs educacionais.

Conforme apontado por Sasseron (2011), para que uma proposta didática seja eficaz na promoção da alfabetização científica, é imperativo observar os três eixos destacados a seguir: uma compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; uma compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que permeiam sua prática; uma apreciação das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Esses elementos constituem pilares essenciais para o desenvolvimento de uma abordagem educacional que visa capacitar os alunos a se tornarem alfabetizados cientificamente.

Durante o processo de concepção, os criadores do jogo devem focar na consecução dos três eixos mencionados. Ao longo da partida, o jogador é desafiado a assimilar conceitos,

mesmo que de maneira superficial, visando familiarização com termos científicos diversos (Sasseron; 2011). Além disso, o jogo destaca que o conhecimento científico é construído coletivamente e evolui ao longo do tempo, apresentando a dinâmica das relações da equipe de trabalho e a importância das instituições de ensino público e órgãos de fomento para o desenvolvimento científico no país. Similar aos jogos do gênero, o jogador utiliza o método científico ao observar o ambiente, formular hipóteses, testá-las e chegar a conclusões, destacando a importância da produção científica ao revelar um mistério final relacionado diretamente à sociedade (Sasseron, 2011). Exemplificando, o jogador emprega uma pipeta para adicionar solução à mistura ou utiliza o código genético para decifrar senhas de computador, abordando conceitos biológicos como organização da matéria viva, estrutura do ácido desoxirribonucleico (DNA), núcleo celular e código genético.

Ebrahimzadeh e Alavi (2017) destacam que a implementação de um ambiente de aprendizagem baseado em jogos digitais é capaz de promover um nível mais elevado de motivação entre os indivíduos. Os jogos desempenham um papel crucial na transformação de uma abordagem tradicional de sala de aula, centrada no professor, para uma abordagem centrada no aluno, uma vez que a utilização de jogos em ambiente educacional proporciona aos alunos uma experiência de aprendizagem envolvente (Wichadee; Pattana Apichet, 2018).

Conforme destacado nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) do Brasil, os jogos, livros, vídeos, calculadoras, computadores e outros materiais são reconhecidos como recursos didáticos e têm um papel importante no processo de ensino e aprendizagem, que contribuem para o ensino e para a aprendizagem de diversos conteúdos, abordando de forma lúdica os conceitos teóricos. Além de transmitir conhecimentos, os jogos também desempenham um papel fundamental no desenvolvimento de outras habilidades cognitivas e sociais essenciais, como resolução de problemas, autonomia, pensamento lógico e trabalho em grupo (Brasil, 2006).

Revisões sistemáticas sobre GBL revelaram, na maioria dos estudos, melhorias na aquisição de conhecimento, domínio de conteúdo e motivação como efeito dos jogos educacionais (Conolly, 2012; Subhash e Cudney, 2018). Essas revisões ressaltam a importância tanto dos aspectos de design educacional quanto dos aspectos de design de jogos, exigindo uma compreensão das relações entre esses elementos para promover o engajamento (Connolly Boyle, 2012; Jabbar e Felícia, 2015) e a aprendizagem (Ke, 2016; Van Der Linden, 2019).

Elementos cruciais do design de jogos incluem uma narrativa que contextualiza o conhecimento e as habilidades necessárias, com um papel ativo para os estudantes contribuírem para a propriedade e autonomia em seu processo de aprendizagem (Annetta, 2010; Jabbar e Felicia, 2015); Subhash e Cudney, 2018). Além disso, feedback claro, recompensas e aumento da complexidade (níveis ou desafios progressivos) fundamentam o processo de aprendizagem. A interatividade, como característica, está associada à aprendizagem colaborativa, ambos se referindo a arranjos nos quais dois ou mais alunos colaboram em objetivos de aprendizado comuns.

Um estudo de revisão de Van Leeuwen e Janssen (2019) sobre o papel do professor durante a aprendizagem colaborativa destaca o papel crucial, porém desafiador, dos professores em permanecerem como figuras centrais no apoio à aprendizagem colaborativa, sem assumir o controle nos momentos em que surgem oportunidades de aprendizado para os alunos. Adicionalmente, às *escape rooms* educacionais alinham-se à teoria da aprendizagem, que preconiza que a aprendizagem situada ou baseada em cenários deve ocorrer no ambiente em que normalmente seria aplicada.

É possível criar uma ampla variedade de cenários para as *escape rooms* (ERs), conforme demonstrado pelo levantamento de Nicholson, que identificou 175 ERs recreativas (2015). Os participantes necessitam realizar a transição de seu ambiente real para o contexto do jogo, que pode ser situado em uma cena de crime ou em um submarino do passado. Assim, destaca-se a importância da imersão dos participantes durante a experiência do jogo. A imersão é descrita como o processo pelo qual um jogador é envolvido em uma narrativa ou problema específico Douglas e Hargadon (2001), sendo utilizada em jogos educacionais para engajar os aprendizes, solucionar desafios e completar tarefas (Annetta, 2010).

Para evitar dissonância cognitiva, é recomendável manter consistência no contexto do jogo, abrangendo o período de tempo, o local, os personagens dos jogadores, as atividades, as ferramentas e os adereços (Nicholson, 2016). Na literatura sobre *escape rooms*, todas as atividades são denominadas como quebra-cabeças e seguem um ciclo de jogo simples, composto por um desafio, uma solução e uma recompensa, como um código para um cadeado ou informações necessárias para o próximo quebra-cabeça. Os quebra-cabeças podem ser categorizados em: a) quebra-cabeças cognitivos, que exigem o uso das habilidades de pensamento e lógica dos jogadores, b) quebra-cabeças físicos, que demandam a manipulação de artefatos para superar desafios, como rastejar por um labirinto de lasers, e c) meta-quebra-cabeças, o último desafio no jogo, no qual o código ou solução final é derivado

dos resultados dos quebra-cabeças anteriores (Wiemker, 2015). Observa-se que os quebra-cabeças cognitivos predominam nas *escape rooms* (Nicholson, 2015).

Aparentemente os quebra-cabeças cognitivos são proeminentes nas *escape rooms* (ERs), conforme destacado por Nicholson (2015). O autor identificou quatro abordagens para organizar esses quebra-cabeças. Na estrutura aberta, os jogadores têm a capacidade de resolver diversos quebra-cabeças simultaneamente, embora todos os outros devam ser resolvidos antes do último. A estrutura sequencial apresenta os quebra-cabeças de forma consecutiva; a resolução de um deles desbloqueia o próximo, culminando no desafio final do meta-quebra-cabeça. Já a estrutura baseada em caminho envolve vários caminhos de quebra-cabeças. A combinação de algumas dessas estruturas básicas gera uma estrutura complexa e híbrida, podendo assumir, por exemplo, a configuração de uma pirâmide.

Para solucionar estes quebra-cabeças, os participantes necessitam de habilidades diversas, como busca, observação, correlação, memorização, raciocínio, aptidões matemáticas, leitura e reconhecimento de padrões (Wiemker, 2015). Após a conclusão do jogo, o mestre do jogo conduz uma análise com os participantes, revisando o processo e os objetivos alcançados (Nicholson, 2015; Wiemker, 2015). As habilidades exigidas e a reflexão sobre as realizações sugerem a viabilidade das ERs como ferramentas educacionais.

Diferentemente das *escape rooms* recreativas, cujo objetivo é atrair um público amplo, as ERPs são concebidas para um grupo-alvo específico com objetivos de aprendizado claramente definidos. Os desenvolvedores educacionais almejam uma taxa de sucesso elevada, uma vez que o êxito proporciona experiências de aprendizado positivas aos estudantes, e a resolução de todos os quebra-cabeças contribui para alcançar todas as metas de aprendizado. Assim, a criação de quebra-cabeças para *escape rooms* educacionais apresenta desafios. Primeiramente, os quebra-cabeças devem ser alinhados com o currículo. Em segundo lugar, é crucial evitar o tédio e a frustração nos quebra-cabeças, pois ambos podem resultar na desistência do jogo (Hermanns, 2018). Em terceiro lugar, os resultados dos quebra-cabeças precisam ser expressos por códigos numéricos ou alfabéticos devido às fechaduras envolvidas, o que restringe a maneira como as perguntas são formuladas.

Ao contrário da indústria do entretenimento, onde uma *escape room* geralmente ocorre em uma ou mais salas permanentes interligadas, em um ambiente educacional tais espaços geralmente não estão disponíveis. Nesse contexto, salas de aula são frequentemente utilizadas, e os professores enfrentam limitações de tempo para preparar, redefinir e recolher materiais. Outra diferença significativa reside no número de participantes envolvidos simultaneamente.

Enquanto uma *escape room* é normalmente projetada para uma equipe com um número limitado de jogadores (geralmente de 3 a 7, em média) (Nicholson, 2015), na educação, os professores precisam organizar atividades de *escape room* para turmas inteiras ou cursos, podendo envolver até centenas de estudantes (Cain, 2019; Hermanns; 2018).

As *escape rooms* têm se mostrado aplicáveis à educação médica como uma estratégia inovadora para estimular o trabalho em equipe, incorporar uma abordagem lúdica na apresentação de conteúdos, explorar aspectos relacionados aos fatores humanos e, inclusive, auxiliar em processos seletivos de profissionais da saúde. A literatura especializada descreve procedimentos fundamentais para o desenvolvimento de *escape rooms* voltadas à área médica, além de apresentar exemplos práticos de sua utilização (Guckian, 2020; Wiemker, 2015).

O debate em torno das transformações na experiência de aprendizado e nas expectativas dos aprendizes da geração do milênio tem sido extenso. Os *millennials*, termo que abrange indivíduos nascidos entre 1981 e 1996, representam a maior parte da atual coorte de estudantes de pós-graduação em medicina. Essa geração cresceu imersa na tecnologia e na mídia em massa, desfrutando de fácil acesso a computadores pessoais e telefones móveis. Acredita-se que essa exposição tenha moldado um grupo caracterizado por habilidades técnicas, orientação para metas e confiança social. Os *millennials* são reconhecidos por valorizarem a liberdade de escolha e a diversidade, demonstrando uma preferência pelo trabalho colaborativo em equipe (Wilson; 2007).

Em relação a prática da gamificação, que envolve a incorporação de elementos de design de jogos em contextos não relacionados a jogos, reúne características intrinsecamente atrativas para a geração do milênio. Essa abordagem tem demonstrado eficácia em motivar os aprendizes, aumentar a participação e fomentar interações sociais em ambientes educacionais. Portanto, não é surpreendente que essa modalidade de entrega educacional tenha ganhado crescente popularidade na educação médica nos últimos anos. As *escape rooms* médicas surgem como uma oportunidade propícia para ministrar ensinamentos sobre conhecimentos, habilidades e comportamentos em um ambiente *gamificado*. Elas proporcionam experiências educacionais que promovem a aprendizagem colaborativa, com atividades que demandam trabalho em equipe e estabelecimento de metas claras, ao mesmo tempo em que oferecem uma plataforma integrada para feedback imediato (Rutdge; 2018, Backhouse; 2019).

As atuais estruturas curriculares médicas enfatizam cada vez mais a consideração dos fatores humanos. Um modelo tradicional de ensino didático apresenta limitações para abordar,

de maneira significativa, a relação entre os fatores humanos e a segurança do paciente em ambientes clínicos. As *escape rooms* podem ser empregadas como uma forma de simulação médica, proporcionando uma maneira de familiarizar os participantes com os processos utilizados na área da saúde, e recriar experiências específicas fundamentais para a aprendizagem de maneira controlada, com oportunidades para reflexão pós-atividade (Rutdge; 2018, Backhouse; 2019).

Do ponto de vista prático, as *escape rooms* apresentam diversas vantagens. Em um contexto do Serviço Nacional de Saúde, caracterizado pela ocupação e pressão temporal, elas oferecem uma experiência discreta de aprendizado que pode ser concluída em menos de uma hora. Apesar de demandarem um investimento de tempo significativo em seu design inicial, essas salas podem ser reaproveitadas para grupos subsequentes com pouca ou nenhuma adaptação. Esse formato criativo, que exclui o contato direto com pacientes, possibilita fornecer educação médica de alta qualidade para pequenos grupos sem comprometer um tempo clínico considerável. Em um cenário em que ferramentas educacionais mais "disruptivas" estão sendo desenvolvidas devido aos impactos da pandemia de Coronavírus SARS-CoV-2 (COVID-19), às *escape rooms* podem se apresentar como uma alternativa para a construção de equipes ou a entrega do currículo de estudantes de medicina, sem a exigência de contato direto com pacientes. Contanto que instruções claras sejam fornecidas pelo designer, elas dispensam a necessidade de um facilitador especializado, diferentemente da condução de uma palestra ou seminário. Além disso, a maioria das configurações de *escape rooms* possui custo acessível, sendo que, estimou-se um orçamento de aproximadamente £50 (Cinquenta libras) para cobrir todos os materiais necessários (Backhouse; 2019). No Brasil, não se tem estimativas de custo, mas vai depender de inúmeros fatores, incluindo o uso de material reaproveitado e a busca por materiais de baixo custo.

A aceitação generalizada pode atribuir certa relevância ao *escape room* como instrumento de aprendizagem. No entanto, tal como em qualquer intervenção na área da educação médica, é crucial examinar de forma crítica essa aparente solução fácil. As inovações educacionais duradouras são geralmente embasadas em fundamentos teóricos (Backhouse; 2019).

Uma explicação para essa abordagem está relacionada à facilidade de aplicação para diversas necessidades de aprendizado. Conforme exemplificado nos estudos de casos apresentados neste artigo, a sala de escape emerge como uma ferramenta versátil para profissionais da educação, servindo a uma variedade de propósitos, desde o fortalecimento de

habilidades de trabalho em equipe até a avaliação prática da educação. (Poore; 2014, Backhouse; 2019).

O uso das salas de escape como método de Educação Baseada em Simulação (EBS) tem se mostrado eficaz, especialmente por proporcionar uma experiência envolvente e segura para a experimentação ativa. A simulação, enquanto prática educacional consolidada, é amplamente valorizada pelos estudantes por seu potencial de engajamento e realismo. Essa abordagem se alinha ao ciclo de aprendizagem experiencial proposto por *Kolb*, o qual compreende quatro etapas interdependentes: experiência concreta, observação reflexiva, conceitualização abstrata e experimentação ativa. Assim, as *escape rooms* oferecem uma oportunidade para que os alunos vivenciem situações práticas, reflitam sobre suas ações, construam novos entendimentos e testem esses conhecimentos em contextos simulados antes de sua aplicação no ambiente profissional real (Poore, 2014; Backhouse, 2019).

A análise e reflexão desempenham papéis cruciais no processo de aprendizado no ciclo de *Kolb*, e o valor substancial da sala de escape pode ser justificado como essencialmente derivado desses elementos, compartilhando similaridades com outros métodos de EBS. A conceitualização das salas de escape como uma forma de EBS sugere benefícios adicionais no ensino de fatores humanos e princípios de segurança do paciente. Métodos de aprendizado experiencial ganham destaque na educação em segurança do paciente devido à imperativa necessidade de um ambiente isento de riscos. Nesse contexto, a ênfase dada à sala de escape na segurança do paciente se apresenta como uma evolução natural além da simples simulação (Poore; 2014, Backhouse; 2019).

Uma diferença fundamental entre os métodos tradicionais de simulação e a sala de escape está em sua natureza "gamificada". Enquanto os conceitos teóricos publicados sobre o uso de gamificação na educação médica ainda estão em evolução, a teoria da autodeterminação é considerada um modelo robusto para analisar a aprendizagem dentro desse paradigma. A autodeterminação é uma teoria motivacional, com o conceito de um espectro de impulso para o sucesso, influenciado por fatores extrínsecos (como recompensa ou punição) e fatores intrínsecos (como prazer pessoal) (Rutledge; 2018).

A teoria da autodeterminação destaca a importância da satisfação das necessidades psicossociais de competência, relacionamento (pertencimento) e autonomia. Uma boa sala de *escape room*, portanto, estabelece metas alcançáveis para os participantes (competência), facilita a liberdade de escolha para os aprendizes (autonomia) e apresenta trabalho em equipe

eficaz e facilitação (relacionamento). Ainda, a atividade entre pares, alcançada na gamificação, pode estimular a motivação e, conseqüentemente, a aprendizagem (Ten Cate; 2011, Rutledge; 2018).

Grande parte das evidências atuais na literatura sobre salas de escape destaca atividades de construção de equipes entre pares e facilitação por colegas próximos. A redução das hierarquias tradicionais pode ser um impulsionador motivacional para a aprendizagem na sala de escape (Ten Cate; 2011, Rutledge; 2018).

Finalmente, ao examinar as atividades presentes na sala de escape, é possível avaliar sua contribuição para a entrega curricular. Os currículos acadêmicos convencionais e eruditos geralmente se concentram no conteúdo, deixando em grande medida de lado o desenvolvimento pessoal. No campo da educação médica, observa-se uma transição em direção a modelos mais centrados no aluno, os quais, nos últimos anos, têm se fundamentado na aprendizagem autodirigida e na metodologia de sala de aula invertida. As salas de escape têm sido reconhecidas como exemplares da crescente adoção de atividades educacionais centradas no aluno (Guckian; 2020).

Apesar de a sala de escape ter ganhado destaque, há questionamentos sobre sua sustentabilidade. Observa-se uma variedade de "*gamechangers*" na educação médica, cuja durabilidade tem variado consideravelmente. Um exemplo é a aprendizagem baseada em problemas, que, embora tenha sido uma ferramenta principal em alguns currículos, perdeu popularidade ao longo do tempo, embora ainda seja utilizada em menor grau em algumas escolas de medicina. Existem também diversas instâncias de intervenções menos sustentáveis, especialmente no contexto do aprendizado aprimorado por tecnologia (LTDA), onde plataformas baseadas em mídias sociais rapidamente ganham destaque global antes de desaparecerem, deixando apenas relatos de conteúdo educacional perdido (Guckian; 2018).

Os educadores devem manter-se atentos a essas tendências e reconhecer que importantes lições podem ser extraídas independentemente da durabilidade de novas intervenções. A incerteza persiste quanto à sala de escape, seja ela fundamentada em teoria ou não, e se ela será apenas mais uma intervenção educacional popular, apreciada por alunos e educadores por um período antes de cair em desuso. No contexto da perturbação causada pela COVID-19, entretanto, o desenvolvimento de salas de escape virtuais apresenta alguma promessa para aqueles que buscam ferramentas educacionais adaptadas ao distanciamento social (Guckian; 2018).

Similar aos jogos online, recursos como o *software Alexa* podem ser acessados sob demanda por indivíduos ou grupos, o que pode aprimorar a aprendizagem na sala de aula invertida. A natureza sob demanda desses avanços é compatível com um paradigma centrado no aluno. É provável que as iniciativas de aprendizado aprimorado por tecnologia ganhem mais destaque à medida que o cenário da educação médica é reestruturado após a COVID-19. Portanto, as salas de escape podem ser consideradas como uma opção para substituir ou complementar a aprendizagem tradicional, especialmente quando esta não pode mais ser conduzida presencialmente (Guckian; 2018).

As salas de fuga ainda são pouco utilizadas no ensino de Biologia. Isto demonstra potencial para serem desbravadas e aplicadas como ferramenta inovadora e interessante para engajar alunos utilizando diversos temas ou conteúdos biológicos, tendo em vista que a aprendizagem baseada em jogos é uma excelente maneira de aumentar o envolvimento nas atividades escolares.

Em minha prática docente, senti-me insatisfeita com a forma como os conteúdos eram transmitidos aos discentes de maneira passiva. A pandemia de COVID-19 em 2020 me retirou da zona de conforto, levando-me a estudar e buscar por metodologias ativas com o objetivo de engajar os estudantes e reintegrá-los à sala de aula.

3.2 Genética no Ensino Médio: Uma visão do ENEM

O ensino de Genética no Ensino Médio tem desempenhado um papel crucial na formação científica e cidadã dos alunos, destacando-se como um dos conteúdos mais cobrados no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). A temática abrange conceitos fundamentais, como hereditariedade, mutações genéticas, biotecnologia e suas implicações éticas, todos intimamente ligados ao cotidiano e às inovações científicas. Essa abordagem contextualizada visa preparar os estudantes não apenas para responder questões do exame, mas também para compreender a aplicação da genética em temas contemporâneos (Silva; Almeida, 2021).

Uma característica distintiva do ENEM é a integração interdisciplinar, que exige do estudante a capacidade de relacionar conteúdos de Genética com outras áreas do conhecimento, como saúde, meio ambiente e tecnologia. Essa demanda tem pressionado escolas a repensarem suas práticas pedagógicas, incorporando metodologias que vão além da memorização de conceitos. Assim, o ensino de Genética é frequentemente vinculado a

questões práticas, como doenças genéticas, bioética e o impacto da engenharia genética no desenvolvimento sustentável (Freitas; Santos, 2022).

O formato das questões do ENEM também reflete a relevância social da Genética, explorando temas como a importância do diagnóstico genético precoce e os avanços no tratamento de doenças hereditárias. Esses tópicos desafiam os estudantes a aplicar conceitos teóricos em situações-problema, estimulando o raciocínio crítico e a tomada de decisões fundamentadas. A avaliação propõe uma formação ampla, que transcende o aprendizado conteudista, buscando formar cidadãos críticos e conscientes de seu papel na sociedade (Machado; Lima, 2021).

Apesar da relevância do tema, muitos estudantes enfrentam dificuldades para compreender os conteúdos de Genética, em grande parte devido à complexidade dos conceitos e à abordagem tradicional de ensino. A falta de recursos didáticos atualizados e a insuficiência de práticas experimentais nas escolas públicas representam desafios adicionais para a aprendizagem significativa. Essa lacuna pedagógica se reflete diretamente no desempenho dos alunos em questões de Genética no ENEM, indicando a necessidade de estratégias mais inclusivas e interativas (Souza; Pereira, 2020).

Para superar essas barreiras, metodologias ativas como a utilização de jogos educacionais, modelos tridimensionais e simulações computacionais têm sido propostas como ferramentas eficazes no ensino de Genética. Essas abordagens promovem maior engajamento dos alunos, facilitam a visualização de processos biológicos complexos e permitem a contextualização dos conteúdos, alinhando-se ao perfil interdisciplinar do ENEM. Estudos apontam que estudantes expostos a essas práticas obtêm um desempenho superior nas avaliações, consolidando a importância da inovação pedagógica (Carvalho; Ribeiro, 2021).

Além disso, a inclusão de debates sobre questões éticas relacionadas à Genética, como clonagem e edição genética, é fundamental para preparar os estudantes para as demandas do ENEM e para a vida em sociedade. Essas discussões ampliam a compreensão dos impactos científicos e tecnológicos, estimulando a reflexão sobre o papel da ciência no desenvolvimento humano e nas questões morais contemporâneas. A articulação entre os aspectos técnicos e éticos torna o ensino de Genética mais significativo e relevante (Fernandes; Costa, 2023).

O avanço tecnológico na área da Genética também tem gerado novas demandas para o ensino, exigindo atualização constante dos professores e integração de tecnologias nas salas de aula. A capacitação docente e o acesso a recursos tecnológicos são essenciais para

aproximar o ensino de Genética das realidades avaliativas do ENEM, garantindo que os alunos desenvolvam as competências necessárias para enfrentar os desafios propostos pelo exame e pela sociedade moderna (Alves; Nogueira, 2022).

Portanto, o ensino de Genética no Ensino Médio, sob a perspectiva do ENEM, deve ser contextualizado, dinâmico e interdisciplinar, alinhando-se às necessidades avaliativas e formativas dos estudantes. A implementação de práticas pedagógicas inovadoras, associada à discussão de temas éticos e à capacitação docente, pode transformar a experiência de aprendizado, promovendo maior inclusão e eficiência no ensino de Genética. Assim, o tema permanece como um dos pilares na formação de cidadãos críticos, reflexivos e preparados para os desafios do século XXI (Silva; Souza, 2023).

4 METODOLOGIA

Dentre os recursos didáticos disponíveis no contexto educacional, a cartilha didática evidencia-se como um instrumento pedagógico que pode orientar e estruturar o planejamento das práticas docentes. Por sua linguagem acessível, organização visual e objetividade na abordagem dos conteúdos, constitui-se em um recurso que facilita a mediação do conhecimento e o desenvolvimento de sequências didáticas coerentes com as necessidades dos estudantes (Freitas, 2022). Ao incorporar elementos interativos, como hiperlinks e vídeos, as cartilhas contemporâneas também favorecem a diversificação das estratégias pedagógicas, ampliando as possibilidades de atuação do professor e tornando o processo de ensino mais dinâmico e atrativo (Dantas et al., 2022).

No âmbito da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio, o componente curricular de Ciências da Natureza e suas Tecnologias orienta o aprofundamento das temáticas *Matéria e Energia*, *Vida e Evolução* e *Terra e Universo*. Essa abordagem propõe que os professores planejem suas aulas de modo a incentivar a investigação, a análise crítica e a discussão de situações-problema contextualizadas, com base em teorias, leis e modelos científicos. A BNCC também destaca a importância de práticas pedagógicas que estimulem a autonomia, a criatividade e o protagonismo estudantil.

Nesse cenário, a cartilha didática configura-se como um recurso metodológico que pode subsidiar o professor na elaboração de planos de aula alinhados às diretrizes

curriculares, contribuindo para a organização dos conteúdos e a seleção de estratégias de ensino compatíveis com a realidade dos alunos. Conforme argumenta Moreira (2020), esse tipo de material favorece o desenvolvimento de atividades reflexivas e contextualizadas, como aquelas que abordam questões ambientais relacionadas ao bioma Caatinga. Além de facilitar o planejamento docente, a cartilha fortalece a relação professor-estudante ao promover a clareza e a objetividade na apresentação dos conteúdos (Vasconcelos; Azevedo, 2012; Santos; Mendes; Araújo-Queiroz, 2014).

No Capítulo 4 são apresentados os resultados obtidos na elaboração do *escape room* Educacional, com a descrição das principais etapas da elaboração, análise e reflexões sobre os resultados qualitativos encontrados.

O presente trabalho buscou investigar o impacto da utilização de *escape rooms* no ensino de Biologia, especialmente no que tange à retenção de conhecimentos e ao desenvolvimento de competências científicas. A pesquisa propôs-se a responder como essa metodologia pode ser implementada de forma eficaz e quais benefícios ela oferece em comparação aos métodos convencionais. A partir dessa análise, espera-se fornecer evidências concretas sobre a viabilidade da proposta para transformar a prática pedagógica.

Assim, o estudo pretendeu contribuir não apenas para o campo da educação, mas também para a formação de estudantes mais críticos e autônomos, capazes de aplicar os conhecimentos biológicos em contextos diversos. A relevância da pesquisa está em contribuir com soluções para os desafios do ensino atual, promovendo uma abordagem pedagógica que privilegia a criatividade, a colaboração e a contextualização prática. Como afirma Silva (2023), a inovação em sala de aula é essencial para preparar cidadãos aptos a lidar com as demandas de uma sociedade em constante transformação.

Este trabalho adotou uma abordagem qualitativa e exploratória, fundamentada em revisão bibliográfica, análise documental e desenvolvimento de materiais didático-pedagógicos. A investigação foi estruturada em quatro etapas, em consonância com os objetivos específicos da pesquisa: (a) revisão bibliográfica acerca do uso de *escape rooms* no contexto educacional; (b) seleção e definição dos conceitos-chave da área de Genética a partir de documentos curriculares e questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM); (c) elaboração de cartilha para professor acerca da elaboração de roteiros de *escape room* e (d) elaboração de atividades pedagógicas com base na metodologia de *escape room*.

4.1 Revisão bibliográfica

A primeira etapa consistiu em uma revisão bibliográfica sistematizada com a finalidade de embasar teoricamente a construção de um artigo de revisão sobre o uso de *escape rooms* como recurso pedagógico. A busca foi realizada nas bases de dados Scopus, Web of Science, PubMed, ERIC, Google Scholar e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), utilizando descritores e operadores booleanos, tais como: “escape room”, “ferramenta pedagógica”, “educação ativa”, “metodologias ativas”, “aprendizagem baseada em jogos”, “ensino de genética” e “ensino interativo”. Foram considerados textos publicados em português e inglês, a fim de ampliar o escopo da pesquisa.

Os critérios de inclusão abrangeram publicações dos últimos dez anos, artigos revisados por pares, dissertações, teses e capítulos de livros que tratassem da aplicação de *escape rooms* em contextos educacionais. Foram priorizados estudos que apresentassem dados empíricos, análises teóricas e exemplos de aplicação prática. A seleção inicial foi realizada por meio da leitura dos títulos e resumos, seguida da leitura integral dos textos selecionados. As informações extraídas incluíam objetivos, metodologias, resultados, limitações e conclusões dos estudos, permitindo a identificação de padrões, desafios e boas práticas.

4.2 Seleção dos conceitos-chave das questões do ENEM

A segunda etapa consistiu na seleção dos conteúdos conceituais mais relevantes para o ensino de Genética no Ensino Médio. Para tanto, realizou-se uma análise documental dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) e da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), com atenção especial aos eixos estruturantes da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias: *Vida e Evolução*, *Matéria e Energia* e *Terra e Universo*.

Complementarmente, foi realizada uma análise das questões de Biologia do ENEM, no período de 2008 a 2023, com ênfase nos conteúdos relacionados à Genética. As provas foram obtidas por meio de consulta ao portal oficial do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) e organizadas segundo os eixos temáticos da BNCC. Essa categorização permitiu identificar a frequência e a relevância dos temas abordados, contribuindo para a seleção dos conceitos a serem explorados nas atividades pedagógicas.

4.3 Elaboração das Cartilhas

A elaboração da cartilha foi orientada por referenciais teóricos e metodológicos que reconhecem os materiais didáticos como instrumentos essenciais para o planejamento e a mediação do ensino. Nesse sentido, o material foi desenvolvido com o propósito de servir como recurso de apoio pedagógico ao professor do Ensino Médio da rede pública, oferecendo subsídios teóricos e práticos para a condução de aulas no componente curricular de Biologia, com foco na temática da Genética.

Para garantir sua eficácia enquanto ferramenta educativa, foram considerados princípios como acessibilidade, clareza na linguagem, organização visual e articulação entre texto e imagem, conforme indicam Costa e Costa (2011) e Wilkinson e Miller (2007 apud Reberte et al., 2012). A proposta do material também buscou alinhar-se às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), selecionando conteúdos que dialogam com os eixos estruturantes da área de Ciências da Natureza, priorizando a abordagem de conceitos fundamentais de Genética de forma contextualizada e interdisciplinar.

A construção da cartilha baseou-se, ainda, na compreensão de que os materiais educativos devem estar ancorados na realidade do público ao qual se destinam. Por isso, foram consideradas as necessidades formativas dos professores e as especificidades do contexto escolar, como orienta Oliveira et al. (2008). Assim, buscou-se desenvolver um material objetivo, funcional e de fácil utilização, que contribuísse não apenas para a transmissão de conteúdos, mas também para o planejamento e aplicação de atividades investigativas em sala de aula, em consonância com as práticas pedagógicas preconizadas pela BNCC.

Por fim, conforme apontado por Enkin (2005), prezou-se pela confiabilidade das informações científicas e pela utilização de um vocabulário claro e preciso, a fim de assegurar a compreensão do material e a sua aplicabilidade no cotidiano escolar.

4.4 Elaboração das atividades pedagógicas

Com base na revisão bibliográfica, na análise das questões do ENEM e na cartilha, foram elaboradas três propostas de *escape rooms* com foco no ensino de Genética. Cada proposta contemplou a construção de uma narrativa, a criação de desafios e enigmas

relacionados aos conteúdos selecionados, bem como a produção dos materiais necessários para sua aplicação, incluindo pistas, quebra-cabeças, fichas de instrução e recursos digitais.

As atividades foram fundamentadas nos princípios da Aprendizagem Baseada em Jogos e no Ciclo de Aprendizagem Experiencial de Kolb (1984), buscando promover a participação ativa dos estudantes, o desenvolvimento do pensamento crítico e a aprendizagem significativa. Os produtos educacionais desenvolvidos visam subsidiar professores da Educação Básica na implementação de metodologias ativas em sala de aula, com foco na área de Genética.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Artigo de revisão

Foi produzido um artigo de revisão acerca do uso de escape rooms na prática pedagógica (Anexo 1). O artigo traz em seu texto os aspectos destacados na síntese a seguir: O *escape room* pedagógico tem se destacado como uma metodologia inovadora no campo educacional, promovendo a aprendizagem ativa e significativa. Esta revisão bibliográfica teve como objetivo apresentar o uso do *escape room* pedagógico como uma estratégia de ensino-aprendizagem, relatando sua eficácia, aplicabilidade e impacto na aprendizagem dos alunos. A pesquisa foi conduzida por meio de um levantamento bibliográfico em bases de dados acadêmicos, selecionando artigos relevantes que abordam o tema. A análise dos artigos permitiu identificar benefícios como o desenvolvimento de habilidades cognitivas, socioemocionais e motivacionais dos alunos, bem como desafios comuns na implementação, como o design do jogo, logística e avaliação do aprendizado. Considerações éticas, incluindo sensibilidade cultural, acessibilidade e equidade, foram destacadas como aspectos importantes a serem considerados. Conclui-se que o *escape room* pedagógico possui potencial para promover uma aprendizagem mais engajada e significativa, mas são necessárias mais pesquisas e experiências práticas para explorar completamente sua eficácia e aplicabilidade. Esta revisão visou contribuir para o entendimento atual do tema e sugeriu direções futuras para pesquisas e práticas educacionais.

5.2 Seleção dos conceitos básicos: a genética no ENEM

O estudo identificou e mapeou as questões de Biologia abordadas no ENEM de 2008 a 2023 através da plataforma Google *online*. Após a coleta de dados, classificou-as de acordo com os eixos temáticos da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e posteriormente organizou-as conforme as habilidades em Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Especificamente, destacou as questões de genética e analisou-as quanto à repetição de conteúdos e habilidades. Além disso, examinou as tendências e variações na abordagem dos temas ao longo dos anos.

Os resultados, apresentados no Quadro 1, apresentam a distribuição das questões de Biologia no ENEM com enfoque em genética ao longo do período analisado. Observa-se que determinados assuntos não vem sendo abordados no ENEM, como alelos múltiplos e ligação gênica, enquanto outros três, genética molecular e de microrganismos, genética de populações e evolução e engenharia genética e biotecnologia vem sendo abordados corriqueiramente.

A análise quantitativa das questões do ENEM possibilitou a identificação de padrões temáticos recorrentes, evidenciando quais conteúdos são mais valorizados nas avaliações de Biologia. A chamada “análise fria” dos dados revelou que tópicos como Genética Molecular e de Microrganismos, Engenharia Genética e Biotecnologia, bem como Genética de Populações e Evolutiva, destacaram-se entre os mais abordados, com 8, 8 e 7 ocorrências, respectivamente. Esse recorte evidenciou uma ênfase curricular voltada para conceitos de biologia molecular e genética aplicada, que, no entanto, nem sempre se traduz em práticas pedagógicas eficazes no ambiente escolar.

Embora a análise quantitativa das questões do ENEM tenha revelado uma ênfase recorrente em temas como genética molecular e biotecnologia, essa constatação, por si só, não é suficiente para afirmar a existência de dificuldades de aprendizagem nesses conteúdos. No entanto, quando esses dados são considerados em conjunto com relatos de professores, desempenho dos estudantes em avaliações escolares e observações em sala de aula, tornou-se possível identificar indícios de uma lacuna entre os conhecimentos exigidos nos exames e as estratégias pedagógicas frequentemente utilizadas. Nesse contexto, levantou-se a hipótese de que abordagens tradicionais de ensino podem não estar promovendo, de forma satisfatória, a compreensão aprofundada e o pensamento crítico sobre esses temas. Diante disso, tornou-se relevante a proposição de metodologias mais interativas e envolventes — como o *escape room* pedagógico — que integrou teoria e prática por meio de desafios lúdicos e

contextualizados, favorecendo uma aprendizagem mais significativa e motivadora, especialmente em conteúdos considerados complexos da biologia.

Quadro 1: Levantamento dos assuntos da área de genética nas questões do exame nacional do ensino médio de acordo com a os eixos temáticos da BNCC (ENEM) de 2008 a 2023

Eixo Temático	Assunto	Número de questões
1. Hereditariedade e transmissão da vida	Alelos Múltiplos	0
	Genética humana e médica	1
	Genes ligados (Linkage)	0
	Herança Genética	4
	Herança extracromossômica (DNA mitocondrial / cloroplasto)	3
	Interação Gênica	0
2. Diversidade biológica e evolução	Genética de Populações/Evolutiva	7
	Genética Vegetal / Quantitativa	1
3. Mecanismos celulares e moleculares	Divisão Celular	1
	Epigenética	1
	Regulação da Expressão Gênica	1
	Replicação, Transcrição e Tradução	1
4. Biotecnologia e suas aplicações	Engenharia Genética e Biotecnologia	8
	Terapia Gênica	1
5. Saúde e qualidade de vida	Citogenética (morfologia e alterações cromossômicas)	1

Fonte: Autora

5.3 Cartilha

Como produto deste Trabalho de Conclusão de Mestrado, foram elaboradas duas cartilhas pedagógicas voltadas à aplicação da metodologia ativa do *escape room* no ensino das Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Anexos 2 e 3). A primeira cartilha apresenta orientações gerais sobre a criação e implementação de *escape rooms* educativos em diversas áreas da BNCC, enquanto a segunda foca especificamente no ensino de Genética, propondo roteiros e atividades voltadas à prática docente no Ensino Médio.

A cartilha de caráter geral define o *escape room* pedagógico como uma atividade interativa baseada na resolução de problemas inseridos em uma narrativa envolvente. Os estudantes, organizados em grupos, devem solucionar enigmas dentro de um tempo limite,

utilizando raciocínio lógico, criatividade e conhecimentos adquiridos em sala de aula para “escapar” ou cumprir uma missão. A proposta pedagógica do escape room se justifica pelos diversos benefícios que proporciona: estimula o pensamento crítico e a resolução de problemas, incentiva o trabalho em equipe e a comunicação, aumenta a motivação dos estudantes, possibilita a aplicação prática de conteúdos curriculares e pode ser adaptada a qualquer nível de ensino ou disciplina.

A estrutura da cartilha genérica orienta o educador em todas as etapas de desenvolvimento do escape room. Inicia-se pela definição do objetivo pedagógico, identificando os conteúdos e habilidades que se deseja abordar. Em seguida, sugere-se a criação de uma narrativa envolvente que dê sentido aos desafios, conectando a história aos conteúdos escolares. O planejamento do jogo envolve a escolha do tipo de dinâmica (aberta, sequencial ou paralela), tempo de duração, número de participantes e local de aplicação (presencial ou virtual). Na fase de criação dos desafios, recomenda-se que cada atividade esteja relacionada a um conteúdo específico, utilizando diferentes formatos, como charadas, enigmas, testes de lógica, QR codes ou experimentos simples, sempre respeitando o nível de dificuldade dos estudantes. A cartilha também propõe o uso de materiais acessíveis para montagem dos enigmas, tanto físicos quanto digitais, como envelopes, planilhas, vídeos e imagens interativas. Antes da aplicação, destaca-se a importância da testagem da atividade com uma turma piloto, a fim de ajustar o tempo, verificar a clareza das pistas e a coerência entre narrativa e conteúdo. Na etapa de aplicação, orienta-se o professor a atuar como mediador, explicando claramente as regras, limitando o número de dicas e evitando interferências diretas. Por fim, recomenda-se uma avaliação da experiência, por meio de rodas de conversa ou formulários digitais, buscando compreender o impacto da atividade no aprendizado, na interação entre os estudantes e no desenvolvimento de habilidades.

A cartilha também oferece dicas práticas para o sucesso da atividade, como investir em uma boa narrativa, prezar pela clareza dos desafios, estimular a criatividade e a colaboração dos estudantes, e sempre ter um plano alternativo para imprevistos técnicos. Essa abordagem torna o material um recurso flexível, acessível e adaptável a diferentes contextos escolares.

Já a segunda cartilha foi elaborada com foco no ensino de Genética, tema que frequentemente apresenta alto grau de abstração para os estudantes. Seus roteiros foram

organizados com base na estrutura dos três momentos pedagógicos propostos por Laura Helena Pinto Castro — problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação —, promovendo uma experiência de aprendizagem ativa, colaborativa e significativa. A proposta do escape room, nesse contexto, oferece aos alunos a oportunidade de aplicar os conceitos genéticos em situações reais e concretas, aproximando o conteúdo da sua realidade e facilitando a compreensão de tópicos como leis de Mendel, mutações, hereditariedade e genética molecular. Ao transformar a sala de aula em um espaço de investigação e desafio, o estudante deixa de ser um receptor passivo de informações e passa a atuar como agente na construção do próprio conhecimento (Santos, 2014; Dantas et al., 2022).

A sequência didática da cartilha foi estruturada em nove etapas. A primeira consiste na definição do tema — Genética — e nos objetivos de aprendizagem, com ênfase em conteúdos recorrentes nas avaliações externas, como o ENEM. Espera-se que os estudantes compreendam os mecanismos de herança genética e a estrutura do DNA, além de aplicarem esses conhecimentos à resolução de problemas. Para isso, são considerados como pré-requisitos conhecimentos sobre genes, alelos, cromossomos e as Leis de Mendel. A organização das equipes (de 3 a 5 alunos) visa favorecer o trabalho colaborativo e o desenvolvimento de competências socioemocionais.

Na etapa seguinte, é elaborada a narrativa do *escape room*. Por exemplo, os alunos assumem o papel de geneticistas de um laboratório internacional convocados para salvar uma espécie ameaçada de extinção. Para isso, precisam analisar informações genéticas, identificar mutações e reconstruir árvores genealógicas. Essa ambientação, inspirada na ideia de missão científica, estimula o engajamento e torna o conteúdo mais significativo.

Os conteúdos específicos abordados incluem as Leis de Mendel, alelos dominantes e recessivos, genótipo e fenótipo, estrutura e função do DNA, mutações e diversidade genética. As regras do jogo são objetivas: proibição do uso de força física, decisões tomadas em grupo, limitação de dicas e uso restrito de dispositivos eletrônicos. O tempo de aplicação é adaptável: em sala de aula, 50 minutos divididos entre a atividade e a discussão final; em feiras ou eventos, 8 minutos por grupo, com dois desafios principais.

Os desafios são organizados com grau de dificuldade progressivo. Para aplicação em sala, são propostos de três a quatro desafios, como quebra-cabeça de DNA, cruzamentos

genéticos e interpretação de heredogramas. Para as feiras, são selecionados dois desafios mais breves e visuais. A construção desses desafios considera materiais acessíveis, como caixas trancadas, QR codes, cartas codificadas e objetos cotidianos adaptados, organizados em um cenário de “laboratório genético de emergência”, com elementos visuais que reforçam a narrativa e o envolvimento dos estudantes.

A cartilha também destaca a utilização de tecnologias educacionais, como aplicativos com modelos 3D do DNA, vídeos curtos, leitores de códigos simulados e realidade aumentada, ampliando as possibilidades de uso da proposta no ensino híbrido. Essas ferramentas permitem que os estudantes revisem e aprofundem conteúdos fora da sala de aula, em um processo contínuo de aprendizagem (Costa; Silva, 2018).

Antes da aplicação definitiva, recomenda-se a testagem da atividade com grupos reduzidos, a fim de ajustar a narrativa, os tempos e a clareza dos desafios. A avaliação ocorre de maneira formativa, com observação direta, aplicação de questionários e rodas de conversa, incentivando a metacognição. Os critérios avaliativos propostos consideram o raciocínio lógico, a aplicação do conteúdo, o trabalho em grupo, a criatividade e a participação ativa dos estudantes.

Ambas as cartilhas se complementam ao oferecer, respectivamente, uma base teórica e metodológica ampla para professores interessados na aplicação dessa estratégia e uma proposta prática, contextualizada e replicável para o ensino de Genética. Os produtos foram desenvolvidos com o objetivo de promover a autonomia, a criatividade e o protagonismo discente. Ao participarem de desafios que exigem investigação, tomada de decisões e argumentação, os estudantes são estimulados a atuar como sujeitos ativos e responsáveis em seu processo formativo, em consonância com os princípios da aprendizagem significativa, crítica e transformadora (Araújo; Silveira, 2019).

5.4 Atividades pedagógicas produzidas

5.4.1. *Escape room* de genética forense: O Enigma da Festa de Halloween

O escape room pedagógico com foco em genética forense, intitulado *O Enigma da Festa de Halloween*, foi estruturado para abordar, de maneira interdisciplinar e aplicada,

diversos conceitos fundamentais da Genética. A proposta integrou conteúdos de Biologia Molecular, práticas laboratoriais simuladas e investigação criminal, proporcionando uma experiência educativa dinâmica, colaborativa e contextualizada, voltada para a aprendizagem ativa e significativa.

Dentre os principais conteúdos trabalhados durante a atividade, destacam-se, em primeiro lugar, os relacionados à estrutura do DNA, com ênfase na identificação das bases nitrogenadas (adenina, timina, citosina e guanina), na compreensão do princípio de complementaridade entre as bases e na capacidade de interpretar códigos genéticos e sequências de DNA. Conceitos próprios da Genética Molecular também foram explorados, como a simulação da técnica de PCR (Reação em Cadeia da Polimerase), utilizada para amplificação de material genético, e a análise de DNA de toque, comum em investigações forenses. Além disso, foram abordadas noções iniciais de fenotipagem forense, permitindo que os participantes inferissem características físicas a partir de perfis genéticos.

A atividade também promoveu o contato com elementos da Genética Forense, como a identificação de indivíduos por meio da comparação de sequências de DNA e a interpretação de laudos cadavéricos acerca de perfurações causadas por armas. Embora não tenham sido abordadas diretamente, os princípios da Genética Mendeliana também estiveram presentes de forma implícita, servindo de base para o raciocínio lógico necessário à resolução dos desafios. Conhecimentos prévios sobre genes, alelos e herança foram fundamentais para que os participantes conseguissem solucionar os enigmas propostos.

Por fim, destaca-se a aplicação prática de conceitos científicos durante a atividade. Os participantes foram desafiados a analisar e comparar sequências genéticas, interpretar dados e diferenciar perfis genéticos, correlacionando-os com os suspeitos apresentados no enredo. Essa abordagem permitiu aos estudantes vivenciarem a ciência de forma investigativa, crítica e significativa.

A primeira versão da atividade foi apresentada durante a 23ª Semana Universitária da Universidade de Brasília (UnB), realizada em 2023 no Campus Darcy Ribeiro. A experiência foi voltada para estudantes do ensino médio da rede pública do Distrito Federal e para estudantes universitários, promovendo a integração entre diferentes níveis de ensino. A narrativa utilizada na atividade foi construída a partir de uma situação hipotética envolvendo

uma festa de Halloween. A escolha desse enredo se deu em função da proximidade da data de aplicação da atividade com o período do evento, além de considerar o perfil do público-alvo, que demonstrava interesse por temáticas lúdicas e de suspense, favorecendo o engajamento com a proposta investigativa do escape room.

A estrutura da atividade foi organizada em quatro estações sequenciais, cada uma com objetivos pedagógicos específicos relacionados aos conteúdos de genética e ao desenvolvimento de habilidades investigativas.

Na Estação 1 – Decifrando o DNA, os participantes foram desafiados a resolver um enigma baseado em uma sequência incompleta de bases nitrogenadas. O objetivo era aplicar os conhecimentos sobre a estrutura do DNA, especificamente o pareamento complementar entre as bases (adenina com timina, citosina com guanina), para completar a sequência e revelar uma mensagem oculta. A resposta correta levava à palavra “GATTACA”, uma referência ao filme de mesmo título (Gattaca - A experiência Genética, 1997, Andrew Niccol), e ao cartaz do filme, que estava afixado em um ponto da sala. O cartaz escondia o laudo cadavérico da vítima, elemento essencial para dar continuidade à investigação. Essa etapa foi pensada para introduzir os estudantes à lógica da genética molecular de maneira prática, utilizando o raciocínio dedutivo e habilidades de análise. Além disso, o momento foi aproveitado para a divulgação de um filme muito importante para tanto a discussão de temas de genética como de bioética ligada ao tema.

Em seguida, na Estação 2 – A importância da arma do crime, os participantes, já de posse do laudo cadavérico, deveriam analisar as informações contidas no documento e utilizá-las para identificar a arma do crime entre diversas opções espalhadas pela cena. A atividade exigia uma leitura atenta e interpretação detalhada do ferimento descrito no laudo, relacionando as evidências com as possíveis armas disponíveis. Os jogadores deveriam escolher uma das armas e também apontar se a amostra contendo material biológico do assassino deveria ser coletada do punho ou da lâmina da arma. A partir dessa seleção, os jogadores receberam dos monitores um microtubo de ensaio (também conhecido como “eppendorf”) contendo, simbolicamente, o material genético contido na arma selecionada, na lâmina ou no punho, que poderia ser ou não o assassino. Essa etapa estimulou o pensamento crítico e a capacidade de correlacionar pistas físicas com descrições técnicas, simulando uma situação real de investigação criminal.

A Estação 3 – DNA de Toque (Assassino) consistiu na simulação de uma das técnicas mais utilizadas na biologia molecular: a Reação em Cadeia da Polimerase (PCR). Com base em um protocolo simplificado e materiais representativos, os participantes simularam o processo de amplificação do DNA, interpretando os dados obtidos. Essa simulação não só aproximou os estudantes de um procedimento laboratorial essencial, mas também reforçou a compreensão sobre a aplicabilidade da genética forense na resolução de crimes.

Por fim, na Estação 4 – Comparação de Sequências de DNA, os participantes receberam a sequência genética amplificada a partir do material obtido na estação anterior. A missão era comparar essa sequência com os perfis genéticos de outros personagens presentes na festa, disponíveis em fichas informativas fornecidas na sala. A correta identificação do indivíduo cujo DNA correspondia à sequência analisada permitia aos grupos concluir a investigação, revelando o autor do crime. Essa etapa reforçou a importância da análise comparativa na genética forense e encerrou a experiência de forma lógica e satisfatória, integrando teoria e prática.

Cada estação foi projetada para ser resolvida em um curto espaço de tempo, respeitando o cronograma de 15 minutos da atividade completa. A sequência dos desafios exigia a aplicação progressiva de habilidades cognitivas, desde o reconhecimento de estruturas moleculares até a interpretação de dados genéticos e a tomada de decisão baseada em evidências.

Essa organização em estações permitiu que os participantes fossem conduzidos por uma jornada investigativa envolvente e educativa, promovendo a interdisciplinaridade entre Biologia e Ciências Forenses, e consolidando o *escape room* como uma estratégia eficaz de aprendizagem significativa no ensino de Genética.

Em 2024, a proposta foi reaplicada com temática semelhante durante o evento Genética na Praça, que ocorreu simultaneamente ao 69º Congresso Brasileiro de Genética, realizado em Campos do Jordão (São Paulo).

5.4.2. *Escape room* de genética forense: A Identidade Perdida

A segunda versão dessa atividade apresentou uma mudança no enredo, porém os objetivos conceituais permaneceram essencialmente o mesmo. O novo enredo tratava da

identificação de uma pessoa com amnésia que, ao final, tinha seu perfil genético no banco de pessoas desaparecidas.

O objetivo deste escape room foi: Compreender conceitos fundamentais de genética: desenvolver a compreensão dos princípios básicos de genética e suas aplicações práticas, especialmente em contextos forenses; Desenvolver Habilidades de Investigação Forense: Aplicar métodos científicos para a coleta, análise e interpretação de evidências genéticas, capacitando os alunos a utilizar técnicas forenses em situações práticas; Promover o Trabalho em Equipe e a Colaboração: Fomentar a comunicação eficaz e a cooperação entre os membros do grupo, incentivando a colaboração para alcançar objetivos. O escape room consistiu em analisar uma situação hipotética de desaparecimento de pessoas.

O primeiro desafio foi desenvolvido com o objetivo de introduzir os estudantes ao contexto da investigação forense. A atividade foi baseada na explicação do Banco Nacional de Perfis Genéticos (BNPG) e no programa computacional específico que faz o gerenciamento desses bancos. Por meio desse desafio, os alunos tiveram a oportunidade de compreender a importância do BNPG na resolução de crimes e na busca por pessoas desaparecidas, além de conhecerem o funcionamento e a aplicação prática do COMbined DNA Index System (CODIS) no Brasil.

O segundo desafio foi desenvolvido com o objetivo de explicar aos estudantes a importância dos Bancos Nacionais de Perfis Genéticos (BNPG). Este desafio abordou a relevância de manter o maior número possível de cadastros de perfis genéticos e como isso pode aumentar a probabilidade de encontrar correspondências (*matches*) durante investigações criminais e identificação de pessoas desaparecidas. Os alunos tiveram acesso à informação de que a amplitude e a diversidade dos dados armazenados no BNPG potencializam a eficácia das buscas e das identificações, contribuindo significativamente para a resolução de casos e a localização de pessoas desaparecidas. Essa compreensão foi fundamental para que os estudantes reconhecessem o impacto positivo que um banco de dados genéticos robusto pode ter na segurança pública e na justiça.

O terceiro desafio foi desenvolvido com o objetivo de aprofundar o conhecimento dos estudantes sobre o DNA, explorando sua estrutura e as bases nitrogenadas que o compõem. Além disso, este desafio abordou os processos de replicação e tradução do DNA. Os alunos também aprenderam sobre os aminoácidos e como eles são codificados pelos códons.

Neste desafio, os estudantes compreenderam a estrutura do DNA, identificando e descrevendo as bases nitrogenadas (adenina, timina, citosina e guanina). Eles entenderam o

processo de tradução que leva à síntese de proteínas. Além disso, os alunos conheceram os aminoácidos e como os códons do RNA mensageiro codificam cada um deles, utilizando a tabela de códons para determinar quais aminoácidos são codificados por sequências específicas de RNA.

Este desafio foi elaborado para que os estudantes desenvolvessem habilidades de decodificação, interpretação de conceitos de genética forense, montagem e análise de processos laboratoriais, além de promover a integração de conhecimentos teóricos e práticos e incentivar a resolução de problemas em equipe.

No Desafio 5, os estudantes foram desafiados a desenvolver habilidades de decodificação e interpretação de mensagens ocultas, utilizando uma técnica prática que envolve a criação de tinta invisível e sua posterior revelação. Este processo permitiu que eles aplicassem conhecimentos práticos de química simples, enquanto analisavam pistas em um contexto forense. Além disso, o desafio promoveu uma compreensão aprofundada das técnicas de genética forense, ao envolver a comparação de perfis genéticos baseados em STR (Short Tandem Repeats). Os estudantes aprenderam a interpretar esses resultados e a relacioná-los com perfis genéticos familiares, reforçando os conceitos teóricos através de uma aplicação prática.

O desafio também estimulou a resolução de problemas e o raciocínio lógico, exigindo que os estudantes seguissem uma série de pistas e instruções para progredir no enigma. Isso exercitou suas habilidades de resolução de problemas e pensamento crítico, ao mesmo tempo em que utilizou as ferramentas e informações disponíveis. A integração entre conhecimentos teóricos e práticos foi uma peça central deste desafio, combinando conceitos de genética com habilidades práticas, como a criação de tinta invisível e a manipulação de dados genéticos, proporcionando uma experiência de aprendizado integrada e contextualizada.

Ao longo do desafio, o trabalho em equipe e a colaboração foram fundamentais. Os estudantes precisaram cooperar para revelar as mensagens ocultas, comparar perfis genéticos e interpretar os resultados, desenvolvendo assim habilidades essenciais de trabalho em equipe. A atividade culmina com a consolidação do aprendizado em genética forense, onde os estudantes aplicam os conhecimentos teóricos adquiridos em um cenário prático, resolvendo o caso de uma pessoa desaparecida.

Finalmente, o desafio encerrou-se com um sentimento de realização, pois ao encontrar o nome da pessoa desaparecida, os estudantes trouxeram um fechamento à

narrativa do *escape room*, ficando com um forte senso de conquista e aplicação prática dos conhecimentos adquiridos. Este enigma, portanto, não só desafiou os estudantes intelectualmente, mas também os engajou em um aprendizado significativo e envolvente.

5.4.3. *Escape room* de biotecnologia: A cura genética

Como parte dos produtos pedagógicos desenvolvidos neste Trabalho de Conclusão de Mestrado, foi elaborado um *escape room* temático intitulado “*Salvando o Futuro com Biotecnologia*”, voltado para o ensino da Biotecnologia Industrial. A escolha da temática foi fundamentada na análise das questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), que revelou um total de oito ocorrências diretamente relacionadas a esse conteúdo, evidenciando sua relevância no cenário das avaliações externas e, consequentemente, no currículo da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Esse *escape room* foi aplicado para turmas do ensino médio nas quais a mestranda era professora regente de Biologia em 2024 e foi concebida para ser aplicada em 20 minutos.

Concebido como uma estratégia lúdica, investigativa e interdisciplinar, o *escape room* teve como principal objetivo promover uma aprendizagem ativa e significativa. A atividade foi estruturada em quatro estações sequenciais, que simulavam as principais etapas do processo produtivo biotecnológico: fermentação, engenharia genética, bioprocessamento e purificação. Em cada uma dessas etapas, os estudantes foram desafiados a resolver enigmas e tarefas práticas baseadas em situações-problema, mobilizando conhecimentos científicos, pensamento crítico e trabalho colaborativo.

A proposta não apenas favoreceu a assimilação de conceitos técnicos muitas vezes abstratos, mas também proporcionou aos estudantes uma aproximação com a realidade das práticas científicas e industriais. Ao término da atividade, observou-se que os participantes demonstraram maior domínio sobre os conteúdos abordados, além de elevado grau de engajamento e entusiasmo, reforçando o potencial do *escape room* como ferramenta pedagógica eficaz para o ensino de Biotecnologia.

A dinâmica foi organizada de forma que cada estação cumprisse objetivos pedagógicos específicos, com atividades integradas que permitissem uma progressão lógica

no desenvolvimento do raciocínio investigativo dos participantes.

A Estação 1 – Fermentação: O Segredo do Microrganismo teve como objetivo introduzir o conceito de fermentação microbiana na produção de compostos biotecnológicos. Os grupos receberam uma mensagem codificada (utilizando cifra de César) que, ao ser decifrada, revelava o nome do microrganismo *Penicillium*. A partir dessa solução, os estudantes acessavam uma sequência de DNA codificada, elemento essencial para prosseguir na atividade. Essa etapa exigiu aplicação de conhecimentos sobre microbiologia, raciocínio lógico e cooperação entre os membros do grupo.

Na Estação 2 – Engenharia Genética: Escolhendo o Vetor, o foco foi o entendimento das técnicas de clonagem gênica e o papel dos vetores na engenharia genética. Por meio de pistas e enigmas, os estudantes precisavam identificar o vetor mais adequado para a inserção do gene de interesse revelado na estação anterior. A resolução bem-sucedida do desafio proporcionava aos grupos um mapa genético com a simulação da inserção do DNA, representando a construção de um organismo geneticamente modificado. Essa estação favoreceu a aprendizagem de conceitos como vetorização, expressão gênica e manipulação do material genético.

A Estação 3 – Bioprocessamento: Montando a Cadeia Produtiva tinha como objetivo desenvolver a compreensão das etapas industriais envolvidas na produção de compostos biotecnológicos em larga escala. Os grupos receberam cartões representando as etapas do bioprocessamento (como preparação do inóculo, fermentação, centrifugação, filtração, purificação e controle de qualidade) e deveriam organizá-los em ordem lógica. Como recompensa, recebiam um fragmento do código de acesso ao “laboratório secreto”, simbolizando o avanço rumo à aplicação do conhecimento adquirido. A atividade possibilitou a contextualização da biotecnologia no ambiente industrial, reforçando sua aplicabilidade prática.

Por fim, a Estação 4 – Purificação: Técnica Certa para o Produto Certo teve como foco a associação entre as técnicas de purificação e os produtos biotecnológicos. Os estudantes precisavam relacionar métodos como cromatografia, ultrafiltração e destilação a diferentes produtos, como enzimas, anticorpos monoclonais, vacinas e vitaminas. A resolução correta fornecia o fragmento final do código que, ao ser completado, liberava o acesso ao “laboratório secreto” e simbolizava a síntese do composto biotecnológico. Essa etapa contribuiu para o

desenvolvimento de habilidades analíticas e reforçou a compreensão das exigências técnicas e científicas envolvidas na produção biotecnológica.

A organização em estações interdependentes possibilitou uma aprendizagem progressiva, em que cada etapa estava vinculada à anterior, criando uma narrativa coesa e estimulante. O formato sequencial garantiu a continuidade do raciocínio dos alunos, ao mesmo tempo em que promovia a integração de saberes e a construção colaborativa do conhecimento. Assim, o escape room se consolidou como uma metodologia ativa potente para o ensino de conteúdos curriculares complexos de forma acessível, criativa e envolvente.

6. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Diante desse cenário, o escape room pedagógico apresenta-se não apenas como uma metodologia ativa, mas como uma proposta que valoriza a autonomia, a cooperação e o protagonismo estudantil. Ao envolver os alunos em narrativas desafiadoras, nas quais o conhecimento científico é mobilizado para a resolução de enigmas, cria-se um ambiente que estimula a curiosidade, o pensamento crítico e a tomada de decisão fundamentada.

Este trabalho evidenciou que o uso do escape room no ensino de Genética e Biotecnologia Industrial pode contribuir significativamente para tornar a aprendizagem mais concreta, contextualizada e engajadora. A análise das ocorrências desses temas em avaliações externas, como o ENEM — que apontou um total de oito questões diretamente relacionadas à Biotecnologia Industrial e várias outras abordando conteúdos genéticos —, justifica a necessidade de práticas pedagógicas que não apenas transmitem informações, mas que favoreçam sua aplicação em contextos reais ou simulados.

As cartilhas elaboradas — uma com diretrizes gerais para a construção de escape rooms aplicáveis aos diferentes temas das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, e outra voltada especificamente para o ensino de Genética — constituem importantes recursos pedagógicos. Elas oferecem aos professores um guia prático para a implementação dessa metodologia, podendo ser adaptadas conforme as necessidades do currículo, da escola e do perfil das turmas. Além disso, as propostas contemplam os três momentos pedagógicos propostos por Delicozic e Angotti, valorizando a problematização inicial, a organização do

conhecimento e a aplicação prática, o que amplia as possibilidades de uso dessas estratégias em sala de aula.

O *escape room* também permite ressignificar os processos avaliativos, deslocando o foco da avaliação tradicional centrada apenas na resposta correta para uma abordagem mais formativa. Nesse modelo, valoriza-se o percurso realizado pelos estudantes, sua capacidade de trabalhar em grupo, de comunicar-se, de persistir diante de obstáculos e de refletir sobre suas hipóteses e escolhas. Assim, o erro deixa de ser penalizado como falha e passa a ser reconhecido como parte integrante da construção do conhecimento. Como apontam Nebot e Campos (2017), permitir que os estudantes errem, reflitam e tentem novamente faz parte da lógica de uma aprendizagem autêntica e significativa.

Nesse sentido, os *escape rooms* podem ser entendidos como espaços de aprendizagem dinâmica, nos quais os estudantes são instigados a explorar, investigar, criar e argumentar, exercitando competências fundamentais para a formação de sujeitos críticos e atuantes. A implementação dessa estratégia promove um ambiente de aprendizagem que dialoga com as competências da BNCC e com as habilidades demandadas no século XXI, como a resolução de problemas, a criatividade, a colaboração e a responsabilidade.

Conclui-se, portanto, que a utilização de *escape rooms* no ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, especialmente em temas complexos como a Genética, é uma alternativa pedagógica potente, inovadora e alinhada às diretrizes contemporâneas da educação. Ao aliar ludicidade, conteúdo e desafio, essa abordagem contribui para formar estudantes mais autônomos, criativos e preparados para lidar com os desafios do mundo atual.

Por fim, recomenda-se que futuras pesquisas explorem a aplicação dessa metodologia em outros componentes curriculares e com diferentes perfis de estudantes, bem como investigações mais aprofundadas sobre os impactos dessa estratégia no desempenho acadêmico e no desenvolvimento socioemocional dos alunos. O *escape room* pedagógico não deve ser visto como um fim em si mesmo, mas como um meio de enriquecer as práticas educativas e tornar o processo de ensino-aprendizagem mais significativo, instigante e transformador.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, V., BURGER, S., CRAWFORD, K., SETTER, R. (2018). Can you escape? Creating an escape room to facilitate active learning. **Journal for Nurses in Professional Development**, 34(2), E1–E5.
- ANNETA, L. A. (2010). The “I’s” have it: A framework for serious educational game design. **Review of General Psychology**, 14(2), 105–113.
- ARAÚJO, Bruno Ferreira; SILVEIRA Luciene Batista. Ondas mecânicas: uma proposta de sequência didática utilizando recursos e elementos motivacionais alternativos. **Revista do Professor de Física**, Brasília 11 de julho de 2019. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/25882/22735> Acesso em: 03 dez. 2023.
- ARNAL, M., Antonio Macías García, J., Duarte Tosso, I., Monica, ' A., Juan Antonio, M., & Isabel Duarte, T. (2019). escape rooms as a way to teach magnitudes and measure in degrees in education. In E. Bacenetti (Ed.), **New perspectives in science education** (pp. 1–4).
- ALVES, P. B.; NOGUEIRA, C. M. Capacitação docente e ensino de Genética no Ensino Médio. **Jornal de Educação Científica**, v. 14, n. 1, p. 85-98, 2022.
- BACKHOUSE A, Malik M. Escape into patient safety: bringing human factors to life for medical students. **BMJ Open Quality** 2019;8: e000548.
- BOTTURI, L.; BABAZADEH, M. Designing educational escape rooms: validating the Star Model. **International Journal of Serious Games**, v. 7, p. 41-57, 2020.
- BRASIL. Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: **Ministério da Educação**, 2006.
- BREAKOUT EDU. (2018). Retrieved June 22, 2019.
- BROW, N., DARBY, W., & CORONEL, H. (2019). An escape room as a simulation teaching strategy. **Clinical Simulation in Nursing**, 30, 1–6.
- CABRAL, A. escape room conheça o jogo que caiu no gosto do brasileiro. 2019.
- CAIN, J. (2019). Exploratory implementation of a blended format escape room in a large enrollment pharmacy management class. **Currents in Pharmacy Teaching and Learning**, 11(1), 44–50.
- CARRION, ' S. C., URETA, R. L., SANCHEZ, ' C. J., BRUTON, L., PALOMARES, S. P., PILAR, M., et al. (2018). Room escape: A transversal gamification strategy for physiotherapy students. July. In Proceedings of EDULEARN18 conference 2nd-4th July 2018, **Palma, Mallorca, Spain** (pp. 4149–4154).
- CARVALHO, R. T.; RIBEIRO, V. L. Metodologias ativas no ensino de genética: Resultados e perspectivas. **Ciência e Educação**, v. 25, n. 2, p. 200-218, 2021.
- CHARLO, J. Análisis sistemático del uso de salas de escape educativas: estado del arte y perspectivas de futuro. **Espacios**, v. 40, n. 44, p. 1-9, 2019.

- CHOI, D., AN, J., SHAH, C., & SINGH, V. (2017). Examining information search behaviors in small physical space: An escape room study. **Proceedings of the Association for Information Science and Technology**, 54(1), 640–641.
- CLEOPHAS, M. G.; CAVALCANTI, E. L. D. Escape room no Ensino de Química. **Revista Química Nova na Escola**, v. 42, n.1, p. 45-55, 2019.
- CONNELLY, L., BURBACH, B. E., KENNEDY, C., & WALTERS, L. (2018). Escape room recruitment event: Description and lessons learned. **Journal of Nursing Education**, 57(3), 184–187.
- CONNOLLY, M. T., BOYLE, A. Z., MACAUTHOR, E., HAINEY, T., & BOYLE, M. J. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. **Computers & Education**, 59, 661–686.
- COSTA, J. R. S., SILVA, F. M. Análise de precipitação na cidade de Ipanguaçu/RN por imagens desatélite e distribuição de gumbel. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA**, 13. Viçosa-MG. Anais...Viçosa-MG. 2018.
- COTNER, S., SMITH, K. M., SIMPSON, L., BURGESS, D. S., & CAIN, J. (2018). Incorporating an “escape room” game design in infectious diseases instruction (Vol. 5). Open Forum **Infectious Diseases**. SI, S401.
- CRAIG, C., NGONDO, P. S., DEVLIN, M., & SCHARLACH, J. (2019). Escaping the routine: Unlocking group intervention. **Communication Teacher**, 1–5.
- DANTAS, F. S.; IBRAHIM UEHBE DE OLIVEIRA, M. **Contribuições do YouTube para o ensino de briófitas: Uma avaliação de videoaulas, com sugestões para produtores de conteúdo**. Paubrasília, Porto Seguro, v. 5, p. e81, 2022. DOI: 10.33447/paubrasilia.2022.e0081. Disponível em: <https://periodicos.ufsb.edu.br/index.php/paubrasilia/article/view/81>. Acesso em: 07 dez. 2025.
- DAVIS, D.; LEE, J. G. Building escape rooms to Increase Student Engagement in First Year Engineering Classes. Proceedings 126th **Annual Conference ASEE**. ASEE: Tampa, FL AIP, 2019.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José Augusto. **Metodologia do ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1994. (Coleção Magistério – 2º grau).
- DIETRICH, N. (2018). Escape classroom: The leblanc process - an educational “escape game”. **Journal of Chemical Education**, 95(6), 996–999.
- DOUGLAS, J. Y., & HARGADON, A. (2001). The pleasures of immersion and engagement: Schemas, scripts and the fifth business. **Digital Creativity**, 12(3), 153–166.
- EBRAHIMZADEH, M.; ALAVI, S. “The effect of digital video games on EFL students’ language learning motivation”. **Teaching English with Technology**, vol. 17, n. 2, 2017.
- ENKIN, M. et al. **Guia para atenção efetiva na gravidez e no parto**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

- EUKEL, H. N., RENZEL, J. E., & ERNUSCA, D. (2017). Educational gaming for pharmacy students - design and evaluation of a diabetes-themed escape room. **American Journal of Pharmaceutical Education**, 81(7), 1–5.
- EVANGELISTA, L. M.; SOARES, M.; H. F. Atividades Lúdicas no Desenvolvimento da Educação Ambiental. In: **SIMPÓSIO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E TRANSDISCIPLINARIDADE**, 2., 2011, Goiânia. Resumos [...] Goiânia: SEAT, 2011. p. 1-13.
- FERNANDES, G. C.; SILVA, J. P. Metodologias ativas e o ensino investigativo: Um olhar para a inovação educacional. *Educação em Foco*, v. 12, n. 1, p. 33-48, 2022.
- FERNANDES, S. A.; COSTA, A. P. Bioética e ensino de Genética: Reflexões no contexto escolar. *Revista de Educação em Biociências*, v. 12, n. 3, p. 45-60, 2023.
- FREITAS, G. M.; SANTOS, M. C. A interdisciplinaridade no ensino de Genética: Desafios e perspectivas. *Educação & Sociedade*, v. 23, n. 1, p. 12-28, 2022.
- GILBERT, B. W., MEISTER, A., & DURHAM, C. (2019). Escaping the traditional interview approach: A pilot study of an alternative interview process. **Hospital Pharmacy**, 54 (1), NP2–4.
- GUCKIAN J, Sridhar A, Meggitt SJ. Exploring the perspectives of dermatology undergraduates with an escape room game. **Clin Exp Dermatol** 2020; 45:153–8.
- GUCKIAN J, Spencer J. #SixSecondStudying: the rise and fall of Vine in MedEd. **The Clinical Teacher** 2018; 16:164–6.
- GUO, Y. R., & GOH, D. H. L. (2016). Library escape: User-centered design of an information literacy game. **The Library Quarterly**, 86(3), 330–355.
- HERMANNNS, M., DEAL, B., CAMPBELL, A. M., HILHOUSE, S., OPELLA, J. B., FAIGLE, C., et al. (2018). Using an “escape room” toolbox approach to enhance pharmacology education. **Journal of Nursing Education and Practice**, 8(4), 89–95.
- HO, A. M. (2018). Unlocking ideas: Using escape room puzzles in a cryptography classroom. **Primus**, 28(9), 835–847.
- JABBAR, A. I., & FELICIA, P. (2015). Gameplay engagement and learning in game-based learning: A systematic review. **Review of Educational Research**, 85(4), 740–779.
- JARVELAINEN, J., & PAAVILAINEN-M“ antymaki, “ E. (2019). escape room as game-based learning process: Causation - effectuation perspective. Proceedings of the 52nd Hawaii **International Conference on System Sciences**, 6, 1466–1475.
- KE, F. (2016). Designing and integrating purposeful learning in game play: A systematic review. **Educational Technology Research & Development**, 64(2), 219–244.
- LI, P. Y., CHOU, Y. K., CHEN, Y. J., & CHIU, R. S. (2018). Problem-based learning (PBL) in interactive design: A case study of escape the room puzzle design. **IEEE International Conference on Knowledge Innovation and Invention (ICKII)**.

LOPEZ, ' A. ' G. (2019). The use of escape rooms to teach and learn English at university. In S. P. Aldeguer, & D. O. Akombo (Eds.), *Research, Technology and best practices in education* (pp. 94–101). **Eindhoven, the Netherlands: Adaya Press.**

LOUREIRO, R. M.; VIEIRA, A. L. Ensino Investigativo: Uma abordagem para o desenvolvimento de competências no ensino de Ciências. *Revista Brasileira de Educação Científica*, v. 15, n. 2, p. 45-59, 2021.

MA, J. P., CHUANG, M. H., & LIN, R. (2018). An innovated design of escape room game box through integrating STEAM education and PBL Principle. **International Conference on Cross-Cultural Design**, 70–79.

MACHADO, T. A.; LIMA, F. P. Questões de Genética no ENEM: Um estudo sobre interdisciplinaridade e contextualização. *Cadernos de Ensino de Ciências*, v. 9, n. 3, p. 75-90, 2021.

MENDES, A.; ALMEIDA, B. Utilização de jogos educativos no ensino de ciências: desafios e perspectivas. **Revista de Educação Científica**, v. 2, pág. 34-45, 2022.

MENDES, M.M.D.; OLIVEIRA, G.L. A produção de cartilhas científicas: uma proposta pedagógica sobre sustentabilidade no ensino médio. In: **CONGRESSO DE ENSINO E PESQUISA (CEPE)**, 1., 2018, Goiânia. Anais [...] Goiânia: UEG, 2018.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. (2017). **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC.

MORAES, F.; FREIRE, R. Educação contextualizada: caminhos para um ensino significativo. *Revista de Ensino de Ciências*, v. 14, n. 2, p. 45-56, 2021.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa: A teoria de David Ausubel**. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2001.

NICHOLSON, S. (2015). Peeking behind the locked door: A survey of escape room facilities. **White Paper**.

NICHOLSON, S. (2016). Ask why: Creating a better player experience through environmental storytelling and consistency in escape room design (Vols. 1–17). **Meaningful Play 2016**.

NOVAK, J., LOZOS, J. C., & SPEAR, S. E. (2018). Development of an interactive escape room intervention to educate college students about earthquake preparedness. **Natural Hazards Review**, 20(1), Article 06018001.

OLIVEIRA, CS Metodologias ativas no ensino de genética: uma abordagem prática. *Ciência na Escola*, v. 3, pág. 15-22, 2021.

OLIVEIRA, J. P. T. de. A eficiência e/ou ineficiência do livro didático no processo de ensino-aprendizagem. In: **CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE POLÍTICA E ADMINISTRAÇÃO DA EDUCAÇÃO**, 4.; **CONGRESSO LUSO BRASILEIRO DE POLÍTICA E ADMINISTRAÇÃO DA EDUCAÇÃO**, 7., 2014, Porto, Anais [...] Porto: Politécnico. 2014. p. 630–641.

PEREIRA, J.; COSTA, M. Escape rooms e metodologias ativas no ensino de Biologia. *Educação em Foco*, v. 19, n. 3, p. 112-125, 2022.

PONTEROTTO, J. G. (2005). Qualitative research in counseling psychology: A primer on research paradigms and philosophy of science. *Journal of Counseling Psychology*, 52(2), 126-136.

POORE J, Cullen D, Schaar G. Simulation-based interprofessional education guided by Kolb's experiential learning theory. *Clinical Simulation in Nursing* 2014;10: e241–7.

QUEIROZ, M. P.; EGIDIO, J. A. F.; NASCIMENTO, B. P. **Estratégias para o ensino de botânica no espaço escolar: uma análise bibliográfica de recursos didáticos**. Educationis, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p. 34-42, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-3047.2021.002.0004>

REBERTE, L. M.; HOGA, L. A. K.; GOMES, A. L. Z. O processo de construção de material educativo para a promoção da saúde da gestante. *Revista Latinoamericana de Enfermagem*, Ribeirão Preto, v. 20, n. 1, p. 101-108, 2012.

REGÔ, M.; GARCIA, T.; MEIRA GARCIA, T. Ensino Remoto Emergencial: estratégias de aprendizagem com Metodologias Ativas. In: **Cadernos de Ensino Mediado por TIC**. Rio Grande do Norte: SEDISUFRN, 2020. p. 1-25.

ROMERO-RODRIGUEZ, J. PISTÓN-RODRIGUEZ, M.; RUIZ C. escape room y Break out: recursos emergentes para formar a los futuros maestros de educación primaria. 2019. In: HINOJO-LUCENA, F.; DÍAZ, I.; RECHE, M. **Avances en recursos TIC e innovación educativa**. Madrid: Dykinson, 2019. p. 89-100.

ROUSE, W. (2017). Lessons learned while escaping from a zombie: Designing a breakout edu game. *The History Teacher*, 50(4), 553–564.

RUTLEDGE C, Walsh C, Swinger N et al. Gamification in action. *Academic medicine* 2018; 93:1014–20.

SANTOS, M. C. Importância Da Produção De Material Didático Na Prática Docente. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GEÓGRAFOS**. 2014, Vitória. Anais [...] . Vitória: AGB, 2014.

SANTOS, M. R.; PEREIRA, L. V. Escape Rooms e Ensino Investigativo: Integração de estratégias para a aprendizagem significativa. *Ciência e Educação em Perspectiva*, v. 9, n. 3, p. 101-115, 2023.

SASSERON, L. H. E Carvalho A. M. P. D. (2011). Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. In: **Investigações em ensino deciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77.

SCHALL, V. T.; MASSARA, C. L.; DINIZ, M. C. P. Educação em Saúde no Controle da Esquistossomose. In: Carvalho, O.S, Zech Coelho, P.M, Lenzi, HL. **Schistosoma mansoni & esquistossomose: uma visão multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2008. Capítulo 5, p.1029 - 1080.

SILVA, J. et al. Desenvolvimento de jogos digitais educativos: o caso do Cyber Gen. *Revista Brasileira de Educação e Tecnologia* , v. 1, pág. 67-80, 2023.

SILVA, T. Metodologias inovadoras no ensino de ciências: um panorama atual. *Ciência e Educação*, v. 28, n. 1, p. 78-90, 2023.

SILVA, F. G.; SOUZA, E. R. Genética e interdisciplinaridade no ENEM: Avanços e desafios. *Revista Brasileira de Ensino em Ciências Biológicas*, v. 8, n. 1, p. 65-80, 2023.

SOUZA, L. R.; PEREIRA, N. G. O impacto de metodologias tradicionais no ensino de Genética: Uma análise no contexto do ENEM. *Revista Educação Hoje*, v. 10, n. 4, p. 30-42, 2020.

SOARES, Júlio; CANTO, Eduardo Leite do; LEITE, Laura Celloto Canto. *Água e Vida*. São Paulo: Moderna, 2020. 6 v.

SOUZA, R. W. de L. de. **Modalidades e recursos didáticos para o ensino de Biologia**. REB, v. 7, n. 2, p. 124-142, 2014. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4977880/mod_folder/content/0/modalidades%20did%C3%A1ticas.pdf> Acesso em: 05 dez. 2025

SUBRASH, S., & CUDNEY, E. A. (2018). Gamified learning in higher education: A systematic review of the literature. *Computers in Human Behavior*, 87, 192–206.

TARALDSEN, L. H.; et al. A review on use of escape rooms in education – touching the void. *Education Inquiry*, p. 1–16, 2020.

TEN CATE O, Kusurkar R, Williams G. How self-determination theory can assist our understanding of the teaching and learning processes in medical education. *AMEE Guide No. 59. Medical Teacher* 2011; 33:961–73.

VAN DER LINDEN, A., van JOOLINGEN, W. R. VAN, MEULENBROEKS, R. F. G. (2019). Designing an intrinsically integrated educational game on Newtonian mechanics. *International Conference on Games and Learning Alliance*, 11385, 123–133.

VAN LEEUWEN, A., & JANSSEN, J. (2019). A systematic review of teacher guidance during collaborative learning in primary and secondary education. *Educational Research Review*, 27, 71–89.

VASCONCELOS, J. A.; AZEVEDO, G. O. Cartilha experimental: uma proposta de material didático para o ensino de Física das escolas públicas da cidade de Caicó-rn. In: **I Simpósio de Educação, Ciência e Tecnologia do Seridó**, 2012, Caicó. I Simpósio de Educação, Ciência e Tecnologia do Seridó, 2012.

VEACH, C. C. Breaking out to break through: Re-imagining first-year orientations. *Reference Services Review*, v. 47, n. 4, p. 556–569, 2019.

VELDKAMP, A.; et al. Escape education: A systematic review on escape rooms in education. *Educational Research Review*, v. 31, p. 1-33, 2020.

VOROS, " A. I. V., SARKOSI, Z. (2017). Physics escape room as an educational tool. *AIP Conference Proceedings*, 1916. December 2017.

WARMELINK, H., HAGGIS, M., MAYER, I., PETERS, E., WEBER, J., LOUWERSE, M., et al. (2017). AMELIO: Evaluating the team-building potential of a mixed reality escape

room game. **CHI PLAY '17 extended abstracts publication of the annual symposium on computer-human interaction in play**, (November).

WEMKER, M., ELUMIR, E., CLARE, A. (2015). escape room games: “can you transform an unpleasant situation into a pleasant one? In J. Haag, J. Weißenböck, “ M. W. Gruber, M. Christian, & F. Freisleben-Teutscher (Eds.), game based learning (pp. 55–68). **St. Polten, “ Austria: Fachhochschule st Polten “ GmbH.**

WICHADEE, S.; PATTANAPICHET, F. “Enhancement of performance and motivation through application of digital games in an English language class”. **Teaching English with Technology**, vol. 18, n. 1, 2018.

WIEMKER M, Elumir E, Clare A. escape room games: Can you transform an unpleasant situation into a pleasant one? In Haag J, Weißenböck J, Gruber MW, Christian M, Freisleben-Teutscher F (eds), game based learning. **St. Pölten: Fachhochschule St Pölten**, 2015:55–68.

WILSON M, Gerber L. How generational theory can improve teaching: strategies for working with the “millennials”. **Curr Teach Learn** 2007; 1:29–39.

WISE, H., LOWE, J., HILL, A., BARNETT, L., BARTON, C. (2018). Escape the welcome cliché: Designing educational escape rooms to enhance **students’ learning experience**. **Journal of Information Literacy**, 12(1), 86–96.

ZABALA, A. Repensando a educação científica: estratégias para o século XXI. São Paulo: **Editora Educação Moderna**, 2020.

Anexo 1

Artigo

A Aplicação de *escape room* na Educação como Metodologia Ativa: Uma Revisão Bibliográfica

RESUMO

O *escape room* pedagógico tem se destacado como uma metodologia inovadora no campo educacional, promovendo a aprendizagem ativa e significativa. Esta revisão bibliográfica tem como objetivo analisar o uso do *escape room* pedagógico como uma estratégia de ensino-aprendizagem, investigando sua eficácia, aplicabilidade e impacto na aprendizagem dos alunos. A pesquisa foi conduzida por meio de um levantamento bibliográfico em bases de dados acadêmicas, selecionando artigos relevantes que abordam o tema. A análise dos artigos permitiu identificar benefícios como o desenvolvimento de habilidades cognitivas, socioemocionais e motivacionais dos alunos, bem como desafios comuns na implementação, como o design do jogo, logística e avaliação do aprendizado. Considerações éticas, incluindo sensibilidade cultural, acessibilidade e equidade, foram destacadas como aspectos importantes a serem considerados. Conclui-se que o *escape room* pedagógico possui potencial para promover uma aprendizagem mais engajada e significativa, mas são necessárias mais pesquisas e experiências práticas para explorar completamente sua eficácia e aplicabilidade. Esta revisão contribui para o entendimento atual do tema e sugere direções futuras para pesquisas e práticas educacionais.

Palavras-Chave: *escape room* Pedagógico. Aprendizagem Ativa. Metodologia de Ensino. Educação Inovadora.

1 INTRODUÇÃO

O uso de metodologias ativas no contexto educacional tem sido objeto de crescente interesse e pesquisa nas últimas décadas (BROWN, 2014). Entre essas abordagens, destaca-se o *escape room*, uma estratégia originalmente concebida como entretenimento e que vem ganhando espaço como uma ferramenta pedagógica inovadora (JONES et al., 2019). O *escape room* pedagógico é uma adaptação dos jogos de *escape* tradicionais, nos quais os participantes são desafiados a resolver enigmas e quebra-cabeças para "escapar" de uma sala dentro de um período de tempo determinado (MONTGOMERY, 2018). No contexto educacional, o *escape room* é utilizado como uma metodologia ativa que promove a aprendizagem ativa, colaborativa e significativa (CANTERBURY et al., 2020). Esta revisão bibliográfica tem como objetivo explorar o potencial do *escape room* como uma estratégia pedagógica,

analisando sua fundamentação teórica, os benefícios percebidos e os resultados de sua aplicação em diferentes contextos educacionais.

O *escape room* pedagógico fundamenta-se em princípios da teoria da aprendizagem construtivista, que enfatiza a importância da participação ativa do aluno na construção do conhecimento (VYGOTSKY, 1978). Ao propor desafios cognitivos e emocionais, o *escape room* estimula a resolução de problemas, o pensamento crítico, a comunicação eficaz e o trabalho em equipe, habilidades essenciais para o século XXI (BATES et al., 2021). Além disso, a imersão em uma narrativa envolvente e a atmosfera de suspense criam um ambiente propício para o engajamento dos alunos e para a promoção de uma aprendizagem mais significativa e memorável (MILLER et al., 2020).

Pesquisas recentes têm demonstrado os potenciais benefícios do *escape room* pedagógico em diversas áreas do conhecimento, incluindo ciências, matemática, línguas estrangeiras e educação em saúde (HUBER et al., 2019). Estudos relatam melhorias no desempenho acadêmico, na motivação dos alunos, na autoeficácia e na colaboração entre pares (MCCORMICK et al., 2017). Além disso, o *escape room* tem se mostrado uma estratégia inclusiva, capaz de envolver e motivar alunos com diferentes estilos de aprendizagem e habilidades (SMITH et al., 2021).

No entanto, apesar do crescente interesse e da evidência preliminar de seus benefícios, ainda há lacunas no conhecimento sobre a eficácia do *escape room* pedagógico e sobre as melhores práticas para sua implementação (WILSON et al., 2020). Esta revisão bibliográfica pretende contribuir para o avanço do campo, identificando tendências, lacunas e oportunidades para futuras pesquisas. Ao compreender melhor o potencial do *escape room* como uma metodologia ativa, os educadores podem ampliar seu repertório de estratégias pedagógicas e promover experiências de aprendizagem mais envolventes e significativas para seus alunos.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Fundamentação Teórica do *escape room* pedagógico

O *escape room* pedagógico encontra sua fundamentação teórica em diversas correntes da psicologia educacional e teorias de aprendizagem. Uma das bases teóricas mais relevantes é a teoria construtivista, que destaca o papel ativo do aluno na construção do conhecimento (VYGOTSKY, 1978). Segundo essa abordagem, o aprendizado ocorre por meio da interação

do indivíduo com seu ambiente, e o *escape room* proporciona um ambiente imersivo e desafiador que estimula essa interação (JONES et al., 2019). Além disso, o *escape room* promove a aprendizagem baseada em problemas, uma abordagem pedagógica que enfatiza a resolução de desafios complexos como meio de construção do conhecimento (BROWN, 2014).

Outra teoria relevante é a teoria da autodeterminação, que destaca a importância da motivação intrínseca para o engajamento e a aprendizagem dos alunos (RYAN; DECI, 2000). O *escape room*, ao proporcionar uma experiência divertida e envolvente, pode aumentar a motivação dos alunos, levando a uma aprendizagem mais significativa e duradoura (MILLER et al., 2020). Além disso, o uso de narrativas e temas atrativos no *escape room* pode contribuir para a criação de um ambiente motivador e estimulante para a aprendizagem (SMITH et al., 2021).

Além das teorias construtivistas e da autodeterminação, outras correntes da psicologia educacional e da pedagogia contribuem para fundamentar o uso do *escape room* como uma metodologia ativa no contexto educacional. Uma dessas correntes é a teoria da aprendizagem situada, que destaca a importância do contexto e da prática autêntica na aprendizagem (LAVE; WENGER, 1991). O *escape room* proporciona uma experiência de aprendizagem situada, na qual os alunos são imersos em um ambiente rico em desafios e estímulos, que os incentivam a aplicar seus conhecimentos de forma prática e contextualizada (CANTERBURY et al., 2020).

Além disso, o *escape room* pedagógico está alinhado com os princípios da teoria da mente, que se refere à capacidade humana de atribuir estados mentais, como crenças, desejos e intenções, a si mesmo e aos outros (PREMACK; WOODRUFF, 1978). Ao desafiar os participantes a pensar como os criadores do jogo, a entender suas intenções e a decifrar seus enigmas, o *escape room* promove o desenvolvimento da teoria da mente e da empatia, habilidades essenciais para a compreensão das perspectivas e motivações dos outros (BATES et al., 2021).

Além disso, o *escape room* pedagógico pode ser entendido à luz da teoria da aprendizagem colaborativa, que enfatiza a importância da interação social e da cooperação no processo de aprendizagem (JOHNSON; JOHNSON, 1999). Ao participar de um *escape room*, os alunos são desafiados a trabalhar em equipe, a compartilhar conhecimentos e a colaborar na resolução de problemas, o que promove o desenvolvimento de habilidades sociais e emocionais, bem como o aprendizado mútuo (MILLER et al., 2020).

Por fim, o uso do *escape room* pedagógico pode ser compreendido à luz da teoria do fluxo, que se refere a um estado de imersão total e envolvimento em uma atividade desafiadora que leva a um profundo senso de gratificação e realização (CSIKSZENTMIHALYI, 1990). Ao proporcionar uma experiência imersiva e desafiadora, o *escape room* pode induzir um estado de fluxo nos participantes, aumentando sua motivação intrínseca e promovendo uma aprendizagem mais profunda e significativa (SMITH et al., 2021).

Essas teorias e conceitos ajudam a fundamentar o uso do *escape room* como uma metodologia pedagógica eficaz, que promove a aprendizagem ativa, colaborativa e significativa. Ao compreender os fundamentos teóricos por trás do *escape room*, os educadores podem utilizar essa estratégia de forma mais consciente e eficaz, maximizando seu potencial para promover o sucesso acadêmico e o desenvolvimento integral dos alunos.

2.1.2 Benefícios do escape room Pedagógico

Diversos estudos têm apontado uma série de benefícios associados ao uso do *escape room* pedagógico. Um dos principais benefícios é o desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais, como pensamento crítico, trabalho em equipe, comunicação eficaz e resolução de problemas (HUBER et al., 2019). O *escape room* proporciona aos alunos a oportunidade de enfrentar desafios complexos em um ambiente seguro e colaborativo, o que contribui para o desenvolvimento dessas habilidades essenciais para o sucesso acadêmico e profissional (MCCORMICK et al., 2017).

Além disso, o *escape room* pode promover uma maior motivação e engajamento dos alunos em relação ao processo de aprendizagem (WILSON et al., 2020). Ao apresentar os conteúdos de forma lúdica e interativa, o *escape room* desperta o interesse dos alunos e cria um senso de urgência e propósito na resolução dos desafios (CANTERBURY et al., 2020). Isso pode levar a uma maior retenção de informações e uma aprendizagem mais profunda e significativa (BATES et al., 2021).

BENEFÍCIOS COGNITIVOS:

O *escape room* pedagógico oferece uma variedade de benefícios cognitivos para os alunos. Ao enfrentar desafios complexos e resolver enigmas, os alunos desenvolvem habilidades de pensamento crítico e raciocínio lógico (BROWN, 2014). Eles são incentivados a analisar problemas de diferentes perspectivas, a identificar padrões e relações, e a formular e

testar hipóteses (JONES et al., 2019). Essas habilidades são essenciais para o sucesso acadêmico e profissional em uma variedade de campos, desde ciências até humanidades.

Além disso, o *escape room* promove a resolução de problemas de forma colaborativa, incentivando os alunos a trabalharem juntos para alcançar um objetivo comum (HUBER et al., 2019). Isso não apenas fortalece as habilidades de trabalho em equipe, comunicação e liderança, mas também promove uma cultura de colaboração e apoio mútuo dentro da sala de aula (MCCORMICK et al., 2017).

Benefícios sociemocionais

Essa metodologia também oferece uma série de benefícios socioemocionais para os alunos. Ao enfrentarem desafios e superarem obstáculos, os alunos desenvolvem uma maior autoconfiança e autoeficácia (WILSON et al., 2020). Eles aprendem a perseverar diante de dificuldades e a confiar em suas próprias habilidades para resolver problemas (SMITH et al., 2021). Isso pode ter um impacto positivo na motivação dos alunos e em sua disposição para assumir novos desafios no futuro.

Além disso, o *escape room* promove o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, como empatia, respeito e cooperação (MILLER et al., 2020). Os alunos aprendem a valorizar as contribuições dos outros, a respeitar as diferenças e a trabalhar de forma construtiva em equipe (BATES et al., 2021). Isso pode contribuir para o desenvolvimento de relacionamentos saudáveis e para a criação de um ambiente escolar mais inclusivo e acolhedor.

BENEFÍCIOS MOTIVACIONAIS:

Um dos aspectos mais marcantes do *escape room* pedagógico é sua capacidade de aumentar a motivação dos alunos para aprender. Ao apresentar os conteúdos de forma lúdica e envolvente, o *escape room* desperta o interesse dos alunos e cria um senso de propósito e significado na aprendizagem (CANTERBURY et al., 2020). Os alunos se sentem mais motivados a participar ativamente das atividades e a se envolver profundamente com os conteúdos (MONTGOMERY, 2018).

Além disso, o *escape room* oferece aos alunos uma experiência de aprendizagem autodirigida, na qual eles têm a liberdade de explorar, experimentar e aprender no seu próprio ritmo (BROWN, 2014). Isso pode aumentar a autonomia e a responsabilidade dos alunos em

relação ao seu próprio aprendizado, promovendo uma maior sensação de controle e satisfação pessoal (JONES et al., 2019).

BENEFÍCIOS DE RETENÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO:

Por fim, o *escape room* pedagógico tem sido associado a uma maior retenção e transferência de conhecimento por parte dos alunos (HUBER et al., 2019). Ao experimentarem os conceitos de forma prática e contextualizada, os alunos são mais propensos a entender e lembrar dos conteúdos (MCCORMICK et al., 2017). Além disso, o *escape room* incentiva os alunos a fazerem conexões entre diferentes áreas do conhecimento e a aplicarem seus conhecimentos em novos contextos (WILSON et al., 2020). Isso potencialmente promove uma aprendizagem mais profunda e duradoura, que pode ser transferida para situações do mundo real.

2.1.3 Aplicações do *escape room* Pedagógico em diferentes contextos

O *escape room* pedagógico tem sido aplicado com sucesso em uma variedade de contextos educacionais e disciplinas acadêmicas. Por exemplo, no ensino de ciências, o *escape room* pode ser utilizado para explorar conceitos complexos de forma prática e interativa, incentivando a investigação e a experimentação (MONTGOMERY, 2018). Da mesma forma, no ensino de matemática, o *escape room* pode ser usado para promover a resolução de problemas e o raciocínio lógico-matemático (JONES et al., 2019).

Em disciplinas como línguas estrangeiras, o *escape room* pode ser uma ferramenta eficaz para o desenvolvimento da proficiência linguística, proporcionando aos alunos a oportunidade de praticar a língua-alvo em um contexto autêntico e significativo (BROWN, 2014). Além disso, no campo da educação em saúde, o *escape room* pode ser utilizado para simular situações clínicas e promover a tomada de decisões éticas e o trabalho em equipe (MILLER et al., 2020).

CIÊNCIAS:

No ensino de ciências, o *escape room* pedagógico pode ser uma ferramenta poderosa para explorar conceitos complexos de uma maneira prática e interativa (MONTGOMERY, 2018). Os alunos podem ser desafiados a resolver enigmas e quebra-cabeças relacionados a fenômenos científicos, experimentos e teorias (BROWN, 2014). Por exemplo, um *escape room* sobre biologia poderia envolver a resolução de enigmas relacionados à genética,

ecologia ou anatomia. Da mesma forma, um *escape room* sobre física poderia desafiar os alunos a aplicar princípios de mecânica, termodinâmica ou eletricidade para resolver problemas e escapar da sala (JONES et al., 2019).

Além disso, o *escape room* pode ser usado para simular situações do mundo real e promover a resolução de problemas práticos (HUBER et al., 2019). Por exemplo, os alunos poderiam participar de um *escape room* ambientado em um laboratório de pesquisa, onde teriam que seguir procedimentos científicos e resolver problemas de maneira eficaz para evitar um desastre iminente. Isso não apenas torna o aprendizado mais relevante e significativo, mas também ajuda os alunos a desenvolverem habilidades práticas que são essenciais para o sucesso em carreiras científicas.

MATEMÁTICA:

No ensino de matemática, o *escape room* pedagógico pode ser uma ferramenta eficaz para promover a resolução de problemas e o raciocínio lógico-matemático (JONES et al., 2019). Os alunos podem ser desafiados a resolver enigmas matemáticos e quebra-cabeças que envolvem conceitos como álgebra, geometria, probabilidade e estatística (MILLER et al., 2020). Por exemplo, um *escape room* sobre geometria poderia desafiar os alunos a aplicar conceitos de áreas, volumes e ângulos para encontrar pistas e resolver o mistério.

Além disso, o *escape room* pode ser usado para promover a resolução de problemas do mundo real que envolvem matemática (BROWN, 2014). Por exemplo, os alunos poderiam participar de um *escape room* ambientado em uma situação financeira, onde teriam que calcular orçamentos, fazer previsões e tomar decisões financeiras inteligentes para escapar da crise. Isso não apenas torna o aprendizado mais prático e relevante, mas também ajuda os alunos a desenvolverem habilidades matemáticas que são essenciais para a vida cotidiana.

LÍNGUAS ESTRANGEIRAS:

No ensino de línguas estrangeiras, o *escape room* pedagógico pode ser uma ferramenta valiosa para promover a proficiência linguística e a comunicação eficaz (CANTERBURY et al., 2020). Os alunos podem ser desafiados a resolver enigmas e quebra-cabeças que envolvem vocabulário, gramática e habilidades de comunicação (WILSON et al., 2020). Por exemplo, um *escape room* sobre inglês poderia desafiar os alunos a decifrar mensagens codificadas, resolver charadas e completar tarefas linguísticas para avançar na aventura.

Além disso, o *escape room* pode ser usado para simular situações de comunicação do mundo real e promover a prática da língua-alvo em contextos autênticos (SMITH et al., 2021). Por exemplo, os alunos poderiam participar de um *escape room* ambientado em um aeroporto, onde teriam que interagir com personagens fictícios, fazer perguntas e dar instruções em inglês para completar as tarefas e escapar do terminal. Isso não apenas torna o aprendizado mais imersivo e envolvente, mas também ajuda os alunos a desenvolverem habilidades linguísticas que são essenciais para a comunicação global.

EDUCAÇÃO EM SAÚDE:

Na educação em saúde, o *escape room* pedagógico pode ser uma ferramenta eficaz para simular situações clínicas e promover a tomada de decisões éticas (MILLER et al., 2020). Os alunos podem ser desafiados a resolver enigmas e quebra-cabeças que envolvem questões de diagnóstico, tratamento e prevenção de doenças (BATES et al., 2021). Por exemplo, um *escape room* sobre primeiros socorros poderia desafiar os alunos a identificar sinais de emergência, administrar tratamentos adequados e tomar decisões rápidas para salvar vidas.

Além disso, o *escape room* pode ser usado para promover a colaboração interprofissional e a comunicação eficaz entre membros da equipe de saúde (CANTERBURY et al., 2020). Os alunos podem ser designados para papéis específicos, como médicos, enfermeiros e paramédicos, e desafiados a trabalharem juntos para resolver problemas e prestar cuidados de qualidade ao paciente. Isso não apenas prepara os alunos para o trabalho em equipe no ambiente de saúde, mas também promove uma abordagem integrada e centrada no paciente para o cuidado.

2.1.4 Implementação e Desafios na Utilização do escape room Pedagógico

A implementação eficaz do *escape room* pedagógico requer consideração de uma série de aspectos, desde o design do jogo até a avaliação do aprendizado. Primeiramente, é crucial projetar os desafios e enigmas de forma apropriada, garantindo que estejam alinhados com os objetivos de aprendizagem e o nível de habilidade dos alunos (CANTERBURY et al., 2020). Os educadores precisam encontrar um equilíbrio entre desafiar os alunos e garantir que os desafios sejam acessíveis o suficiente para que todos os participantes possam contribuir de forma significativa (MONTGOMERY, 2018).

Além disso, é importante considerar a logística da implementação do *escape room* na sala de aula, incluindo o tempo necessário para preparar e executar a atividade, o espaço físico disponível e os recursos materiais necessários (BROWN, 2014). Os educadores também precisam estar preparados para fornecer suporte e orientação aos alunos durante a atividade, garantindo que todos compreendam as regras do jogo e saibam como trabalhar em equipe de maneira eficaz (JONES et al., 2019).

Outro desafio na utilização do *escape room* pedagógico é a avaliação do aprendizado. Diferentemente de outras metodologias mais tradicionais, como palestras e testes, o *escape room* não produz resultados facilmente quantificáveis (HUBER et al., 2019). Os educadores precisam desenvolver métodos de avaliação que sejam adequados ao formato do *escape room* e capazes de capturar os diferentes aspectos do aprendizado, incluindo habilidades cognitivas, socioemocionais e colaborativas (MCCORMICK et al., 2017).

DESIGN DO JOGO:

Um dos principais desafios na implementação do *escape room* pedagógico é o design do jogo em si. É essencial criar enigmas e desafios que sejam desafiadores, mas não tão difíceis que os alunos fiquem frustrados (MCCORMICK et al., 2017). Os educadores precisam encontrar um equilíbrio entre a dificuldade dos desafios e a capacidade dos alunos de resolvê-los, levando em consideração seu nível de habilidade e conhecimento prévio (WILSON et al., 2020).

Para superar esse desafio, os educadores podem começar definindo claramente os objetivos de aprendizagem e os conceitos que desejam abordar no *escape room* (BATES et al., 2021). Em seguida, eles podem projetar os desafios e enigmas de acordo com esses objetivos, garantindo que cada parte do jogo contribua para a compreensão e aplicação dos conceitos-chave (SMITH et al., 2021). Testar o jogo com colegas ou alunos beta também pode ajudar a identificar quaisquer problemas ou áreas de confusão antes da implementação completa (CANTERBURY et al., 2020).

LOGÍSTICA E RECURSOS:

Outro desafio na implementação do *escape room* pedagógico está relacionado à logística e aos recursos necessários para executar a atividade (MILLER et al., 2020). Os educadores precisam considerar questões como o tempo necessário para preparar o jogo, o

espaço físico disponível, os materiais e equipamentos necessários e o número de alunos por grupo (HUBER et al., 2019).

Uma maneira de superar esse desafio é planejar com antecedência e garantir que todos os aspectos logísticos estejam bem organizados antes do dia da atividade (JONES et al., 2019). Isso pode incluir a criação de uma lista de verificação de tarefas, a reserva de espaços adequados e a aquisição dos materiais necessários com antecedência (BROWN, 2014). Os educadores também podem aproveitar recursos online, como modelos de quebra-cabeças e enigmas, para economizar tempo e esforço na criação do jogo (MONTGOMERY, 2018).

AVALIAÇÃO DO APRENDIZADO:

Um dos desafios mais complexos na utilização do *escape room* pedagógico é a avaliação do aprendizado dos alunos (BROWN, 2014). Diferentemente de outras atividades mais tradicionais, como testes e provas, o *escape room* não produz resultados facilmente quantificáveis (JONES et al., 2019). Os educadores precisam encontrar maneiras criativas e eficazes de avaliar o aprendizado dos alunos durante e após a atividade (MCCORMICK et al., 2017).

Uma abordagem é incorporar elementos de avaliação ao próprio jogo, como pistas escondidas que os alunos só podem encontrar se demonstrarem compreensão dos conceitos-chave (HUBER et al., 2019). Além disso, os educadores podem usar atividades pós-*escape room*, como discussões em grupo ou trabalhos escritos, para que os alunos reflitam sobre o que aprenderam e como isso se aplica aos conceitos do currículo (WILSON et al., 2020). É importante comunicar claramente aos alunos os critérios de avaliação e como eles serão avaliados antes de iniciar a atividade (CANTERBURY et al., 2020).

2.1.5 Considerações Éticas e Inclusão no Uso do *escape room* Pedagógico

Ao utilizar o *escape room* como uma metodologia pedagógica, é importante considerar também questões éticas e de inclusão. Por exemplo, os educadores precisam garantir que os desafios e enigmas do *escape room* não sejam ofensivos ou discriminatórios e que respeitem a diversidade cultural e as diferentes experiências dos alunos (WILSON et al., 2020). Além disso, é importante garantir que todos os alunos tenham a oportunidade de participar plenamente da atividade, independentemente de suas habilidades ou necessidades especiais (SMITH et al., 2021).

Isso pode exigir adaptações no design do jogo, na forma como os alunos são agrupados e na forma como a atividade é avaliada (MILLER et al., 2020). Os educadores também precisam estar atentos às dinâmicas de poder e às relações sociais que podem surgir durante o *escape room*, garantindo que todos os alunos se sintam seguros e respeitados em seu ambiente de aprendizagem (BATES et al., 2021).

As considerações éticas e de inclusão são aspectos fundamentais a serem abordados ao usar o *escape room* pedagógico, garantindo que a atividade seja acessível e respeitosa para todos os alunos, independentemente de suas habilidades, origens ou identidades.

SENSIBILIDADE CULTURAL E REPRESENTATIVIDADE:

É crucial que os desafios, enigmas e temas abordados no *escape room* sejam culturalmente sensíveis e representativos da diversidade dos alunos (MILLER et al., 2020). Os educadores devem evitar estereótipos ou representações negativas de grupos étnicos, culturais, religiosos ou sociais (BATES et al., 2021). Em vez disso, eles devem procurar promover a inclusão e a valorização da diversidade, incorporando elementos culturais diversos e histórias de vida variadas nos desafios e na narrativa do jogo (JONES et al., 2019).

ACESSIBILIDADE:

É importante garantir que o *escape room* seja acessível a todos os alunos, incluindo aqueles com necessidades especiais ou deficiências (SMITH et al., 2021). Isso pode exigir adaptações no design do jogo, nos desafios e nas pistas para garantir que todos os alunos possam participar plenamente da atividade (WILSON et al., 2020). Por exemplo, os educadores podem oferecer opções de adaptação, como pistas adicionais, suportes visuais ou recursos de áudio, para alunos com deficiência visual ou auditiva (CANTERBURY et al., 2020).

EQUIDADE E INCLUSÃO:

Os educadores devem criar um ambiente de *escape room* que promova a equidade e a inclusão, onde todos os alunos se sintam valorizados e capazes de contribuir de maneira significativa (HUBER et al., 2019). Isso pode incluir a formação de grupos heterogêneos que reúnam alunos de diferentes habilidades, origens e experiências (BROWN, 2014). Os educadores também devem estar atentos às dinâmicas de poder e às relações sociais que podem surgir durante o jogo, garantindo que todos os alunos tenham a oportunidade de

participar ativamente e se sentir seguros em seu ambiente de aprendizagem (MONTGOMERY, 2018).

CONSENTIMENTO E RESPEITO:

É importante que os educadores obtenham o consentimento dos alunos antes de participarem do *escape room* pedagógico e respeitem suas escolhas e limites durante a atividade (JONES et al., 2019). Os alunos devem sentir-se confortáveis e seguros para participar plenamente do jogo, sem medo de discriminação, assédio ou constrangimento (MILLER et al., 2020). Os educadores também devem estar preparados para intervir caso surjam conflitos ou situações problemáticas durante o jogo, garantindo que todos os alunos sejam tratados com respeito e dignidade (BATES et al., 2021).

REFLEXÃO E FEEDBACK:

Após a conclusão do *escape room*, os educadores devem fornecer oportunidades para os alunos refletirem sobre a experiência e fornecerem feedback sobre o jogo (WILSON et al., 2020). Isso pode incluir discussões em grupo, questionários de avaliação ou entrevistas individuais (SMITH et al., 2021). Os educadores devem estar abertos a críticas construtivas e usar o feedback dos alunos para informar futuras interações do *escape room* e garantir que ele continue sendo uma atividade inclusiva e enriquecedora para todos os participantes (CANTERBURY et al., 2020).

Ao abordar essas considerações éticas e de inclusão, os educadores podem garantir que o *escape room* pedagógico seja uma experiência positiva e enriquecedora para todos os alunos, promovendo a equidade, o respeito e a valorização da diversidade em sala de aula.

CONCLUSÃO

O *escape room* pedagógico surge como uma metodologia promissora para promover a aprendizagem ativa e significativa no contexto educacional. A partir desta revisão bibliográfica, foi possível analisar os benefícios, desafios e considerações éticas associados ao uso dessa abordagem inovadora.

Essa revisão destaca uma série de benefícios cognitivos, socioemocionais e motivacionais relacionados ao *escape room* pedagógico. Os alunos têm a oportunidade de desenvolver habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas e colaboração enquanto se engajam em desafios lúdicos e imersivos. Além disso, a metodologia desperta a

motivação dos alunos para aprender, tornando a experiência educacional mais envolvente e significativa.

No entanto, a implementação do *escape room* pedagógico não está isenta de desafios. Questões como o design do jogo, logística e avaliação do aprendizado exigem cuidadosa consideração e planejamento por parte dos educadores. Além disso, é crucial abordar considerações éticas, como sensibilidade cultural, acessibilidade e equidade, para garantir que o *escape room* seja uma atividade inclusiva e respeitosa para todos os alunos.

Diante dessas análises, fica claro que o *escape room* pedagógico tem potencial para transformar a experiência de aprendizagem dos alunos, proporcionando um ambiente dinâmico e estimulante para a construção do conhecimento. No entanto, são necessárias mais pesquisas e experiências práticas para explorar completamente sua eficácia e aplicabilidade em diferentes contextos educacionais e disciplinas acadêmicas.

Esta revisão visa contribuir para o entendimento atual do tema, destacando sua relevância e sugerindo direções futuras para pesquisas e práticas educacionais. O *escape room* pedagógico representa uma oportunidade empolgante para inovar no ensino e promover uma educação mais engajada e significativa para os alunos do século XXI.

REFERÊNCIAS

BATES, C., LOCKLEY, E., TUCKER, F., et al. *escape room inspired learning: can it help to increase motivation and engagement in nursing students?* Nurse Education in Practice, v. 46, p. 102842, 2021.

BROWN, C. *Breakout Edu: Implementing immersive escape room games in the classroom.* In: Society for Information Technology & Teacher Education International Conference. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), 2014.

CANTERBURY, R., BOUCHEBL, R., HAAG, E., et al. *Promoting active learning and creativity in higher education: A multidisciplinary approach using a Lego escape room.* Journal of Chemical Education, v. 97, n. 10, p. 3808-3813, 2020.

HUBER, B., KEILER, L., RIEDMANN, K., et al. *Development and evaluation of an escape room as a teaching tool in medical education: A randomized controlled trial.* BMC Medical Education, v. 19, n. 1, p. 1-8, 2019.

JONES, T., TAYLOR, C., BROADY, M., et al. *escape room as an innovative learning environment.* The Journal of Nursing Education, v. 58, n. 3, p. 184-186, 2019.

MCCORMICK, K., LAVIN, B., MOSS, D. *Breaking out of the box: The use of escape rooms as an alternative teaching strategy.* Nursing Education Perspectives, v. 38, n. 4, p. 211-213, 2017.

MILLER, K., DORNING, A., LITTLEFIELD, J., et al. escape room implementation in higher education: A survey of educational practices. *Journal of Chemical Education*, v. 97, n. 9, p. 2763-2771, 2020.

MONTGOMERY, M. M. escape room pedagogy: Using immersive narratives to teach media literacy skills. In: *World Conference on Educational Media and Technology*. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), 2018.

SMITH, A., PFEIFFER, S., EIDET, L. M., et al. Using escape room techniques to enhance surgical education. *Journal of Surgical Education*, v. 78, n. 3, p. 732-739, 2021.

WILSON, K., DOBSKI, T., ARMSTRONG, M. The effectiveness of escape rooms for student engagement and learning. *Reference Services Review*, v. 48, n. 3, p. 362-376, 2020.

ANEXO 2.1 : CARTILHA - Como elaborar um escape room pedagógico - Genérico

CARTILHA

*Como Elaborar um
Escape Room Pedagógico.*



Luciana Pain

Índice

1. <i>O que é um Escape Room Educacional.....</i>	<i>03</i>
2. <i>Por que usar na Educação.....</i>	<i>04</i>
3. <i>Passo a Passo para criar o seu Escape Room.....</i>	<i>05</i>
4. <i>Dicas Finais.....</i>	<i>09</i>



As imagens presentes neste trabalho foram geradas utilizando inteligência artificial por meio da ferramenta Magic Studio, adaptadas conforme os objetivos da pesquisa.



1 O que é um Escape Room Pedagógico?

Um escape room educacional é uma atividade interativa onde os alunos resolvem enigmas em grupo para "escapar" ou cumprir uma missão dentro de um tempo limite. Combina:

- Resolução de problemas com raciocínio lógico e criatividade.*
- Conhecimentos escolares aplicados de forma prática.*
- Narrativa envolvente que dá contexto aos desafios.*

2

Por que usar na Educação?

Os escape rooms transformam o aprendizado em uma experiência dinâmica. Benefícios:

- *Estimulam pensamento crítico e resolução de problemas.*
- *Promovem trabalho em equipe e comunicação.*
- *Aumentam motivação e engajamento.*
- *Permitem aplicar conhecimentos práticos.*
- *São adaptáveis a qualquer disciplina ou nível.*

3

Passo a Passo para Criar seu Escape Room (Parte 1)

3.1. Defina o Objetivo Pedagógico

Comece com um propósito claro.

Pergunte-se:

- *Qual conteúdo ou habilidade quero ensinar/revisar?*
- *É uma avaliação, revisão ou introdução ao tema?*

3.2. Escolha o Tema e Crie a Narrativa

Uma boa história prende a atenção.

Exemplos:

- *“Um vírus ameaça a cidade. Encontre o antídoto!”*
- *“Um cientista desaparecido deixou pistas no laboratório.”*

Conecte a narrativa ao conteúdo dos desafios.

3.3. Planeje a Estrutura do Jogo

Defina:

- *Tipo de jogo: Aberto, sequencial ou com caminhos paralelos.*
- *Duração: Entre 15 e 60 minutos.*
- *Jogadores por grupo: Ideal de 4 a 6.*
- *Ambiente: Físico (sala, laboratório) ou virtual (Google Forms, plataformas online).*

3.4. Crie os Desafios

- *Relacione cada enigma ao currículo.*
- *Varie os formatos: charadas, testes de lógica, QR codes, experimentos simples.*
- *Escolha se os desafios têm sequência fixa ou podem ser resolvidos em qualquer ordem.*
- *Ajuste a dificuldade ao nível da turma.*



Passo a Passo para Criar seu Escape Room (Parte 2)



3.5. *Desenvolva os Materiais*

- *Físico: Envelopes, cadeados, espelhos, tinta invisível, objetos do dia a dia.*
- *Digital: Google Forms, vídeos, imagens com códigos, áudios.*

3.6. *Teste Antes*

- *Simule com colegas ou uma turma-teste.*
- *Verifique:*
 - *As pistas estão claras?*
 - *O tempo é suficiente?*
 - *Os desafios fazem sentido com a narrativa e o conteúdo?*

3.7. Aplique o Jogo

- *Explique regras e narrativa claramente.*
- *Defina um limite de dicas (ex.: 3 por grupo).*
- *Atue como mediador, sem interferir nas decisões.*

3.8. Avalie os Resultados

- *Promova uma roda de conversa ou use formulários online.*
- *Pergunte aos alunos:*
 - *O jogo foi desafiador?*
 - *Conseguiram aplicar o conteúdo?*
 - *O trabalho em equipe funcionou?*



4

Dicas Finais

Dicas para um Escape Room Inesquecível

- *A narrativa é o segredo: capriche!*
- *Priorize clareza nos desafios, sem complicar demais.*
- *Incentive autonomia, colaboração e criatividade.*
- *Explore a interdisciplinaridade quando possível.*
- *Tenha um plano B para imprevistos técnicos.*

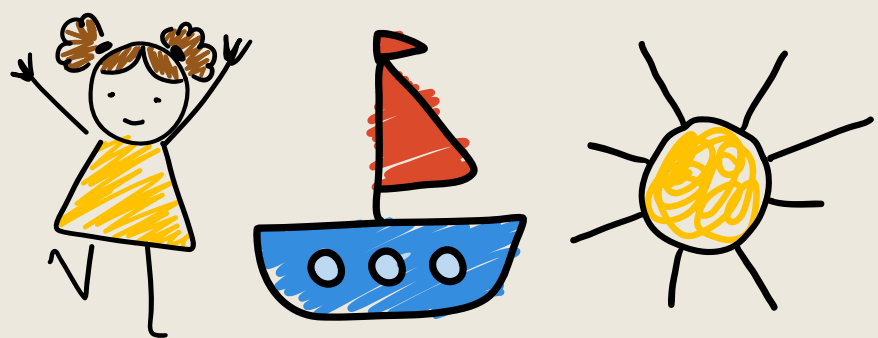
ESCAPE ROOM

5

SUCESSO!



Crie seu escape
room e divirta-
se aprendendo!



Luciana Pain

AGRADECIMENTOS:

O presente trabalho foi realizado com apoio da
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível
Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.

CONSTRUÇÃO DE *um Escape Room* *Pedagógica* PARA O ENSINO DE GENÉTICA

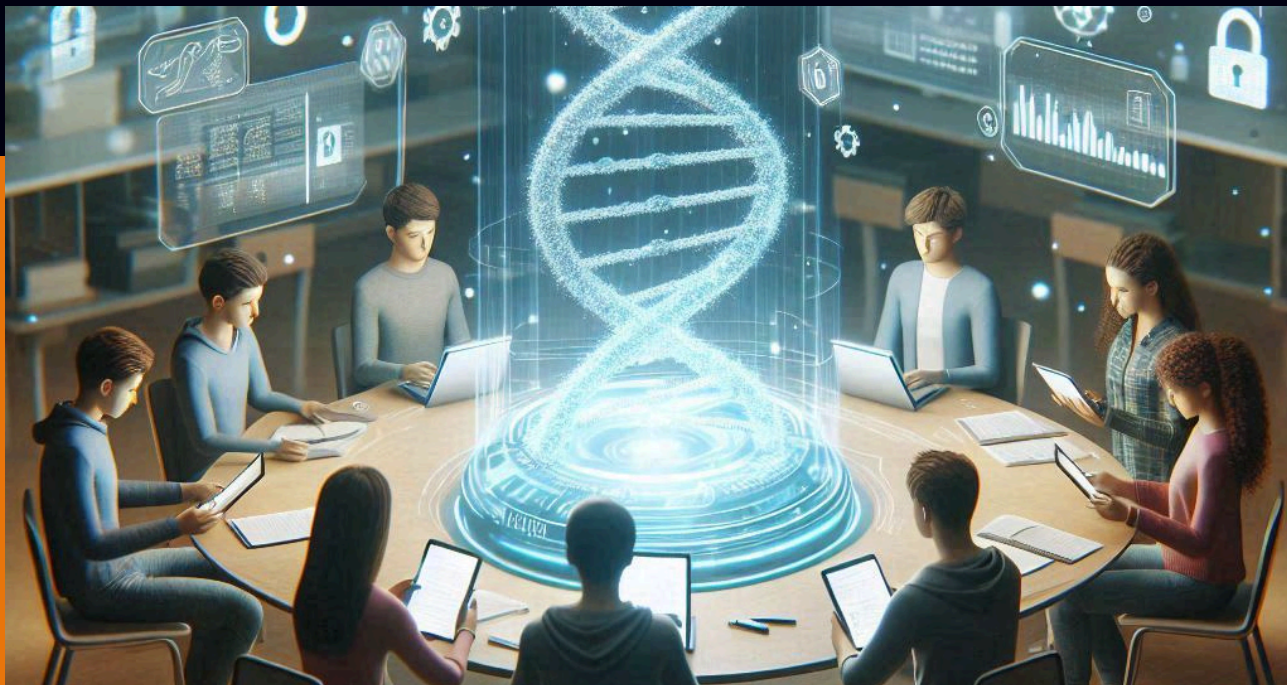


SUMÁRIO

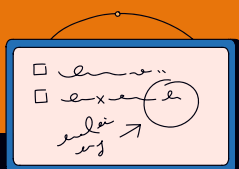


1. Introdução	3
2. Etapa 1: Definição do Tema e Objetivos de Aprendizagem	4
3. Etapa 2: Elaboração da Narrativa (Storytelling)	5
4. Etapa 3: Estabelecimento das Regras do Jogo	6
5. Etapa 4: Planejamento do Tempo de Duração	7
6. Etapa 5: Organização dos Desafios com Grau de Dificuldade Progressivo	6
7. Etapa 6: Construção dos Desafios e Montagem do Cenário	9
8. Etapa 7: Inserção de Tecnologias Educacionais	10
9. Etapa 8: Testagem e Ajustes	11
10. Etapa 9: Avaliação da Experiência	12
11. Conclusão	13
12. Contato ou Referências	14

INTRODUÇÃO



Esta cartilha apresenta uma sequência didática para a construção de um Escape Room Pedagógico com foco no ensino de Genética. A atividade visa engajar os alunos no aprendizado de conceitos genéticos por meio de uma abordagem lúdica e colaborativa, utilizando estratégias de gamificação e narrativas envolventes. A cartilha detalha todas as etapas necessárias para planejar, executar e avaliar a atividade, garantindo alinhamento com objetivos de aprendizagem e práticas pedagógicas inovadoras.



ETAPA 1: DEFINIÇÃO DO TEMA E OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

TEMA: GENÉTICA, COM ÊNFASE NOS CONTEÚDOS COM MAIOR RECORRÊNCIA NAS AVALIAÇÕES EXTERNAS, COMO O ENEM.

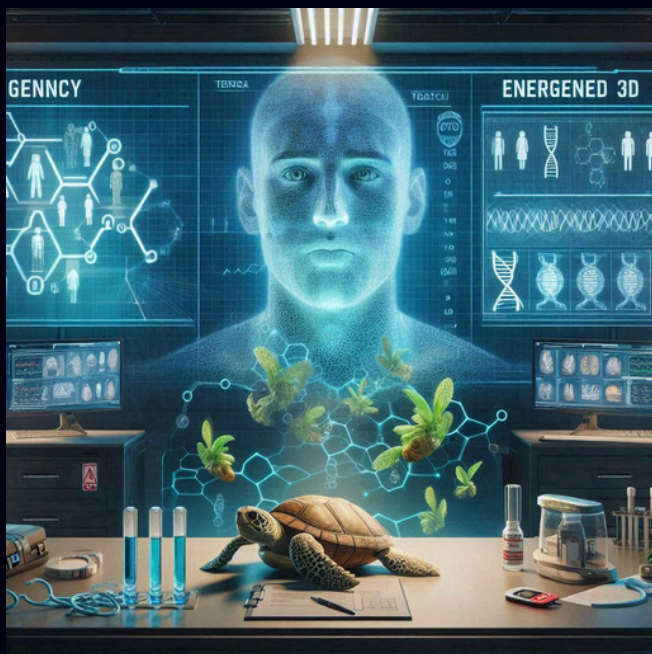
Objetivos de Aprendizagem:

- Compreender os mecanismos de herança genética, com base nos princípios mendelianos.
- Aplicar conceitos sobre a estrutura do DNA e a sua relação com a expressão de características hereditárias.

Pré-requisitos: Conhecimento prévio sobre a estrutura molecular do DNA, os conceitos de alelos, genes, cromossomos e as Leis de Mendel.

Organização das Equipes: Formação de grupos compostos por 3 a 5 alunos, a fim de favorecer o trabalho colaborativo e o desenvolvimento de competências socioemocionais.





ETAPA 2: ELABORAÇÃO DA NARRATIVA (STORYTELLING)

NARRATIVA PROPOSTA

"Você e sua equipe são geneticistas de um laboratório internacional convocados para uma missão urgente: uma espécie ameaçada de extinção depende de um programa de reprodução genética assistida. Para isso, será necessário decifrar as características genéticas dos indivíduos sobreviventes, identificar variantes (mutações) responsáveis por determinadas doenças hereditárias e reconstruir sua árvore genealógica antes que a linhagem se perca para sempre. O tempo é curto, e a sobrevivência da espécie depende de suas descobertas."

CONTEÚDOS ESPECÍFICOS ABORDADOS:

- Leis de Mendel (1ª e 2ª);
- Conceitos de alelos;
- Expressão fenotípica dominante e recessiva;
- Genótipo e fenótipo;
- Estrutura e função do DNA;
- Mutação genética e variabilidade;
- Importância da diversidade genética.

ETAPA 3: ESTABELECIMENTO DAS REGRAS DO JOGO



REGRAS DO JOGO:

- Não é permitido o uso de força para abrir objetos ou mexer em móveis.
- Todas as decisões devem ser tomadas em grupo.
- É permitido solicitar no máximo três dicas durante o jogo.
- O uso de dispositivos eletrônicos pessoais é proibido, exceto aqueles fornecidos como parte do jogo.





ETAPA 4: PLANEJAMENTO DO TEMPO DE DURAÇÃO

Aplicação em Sala de Aula (50 minutos):

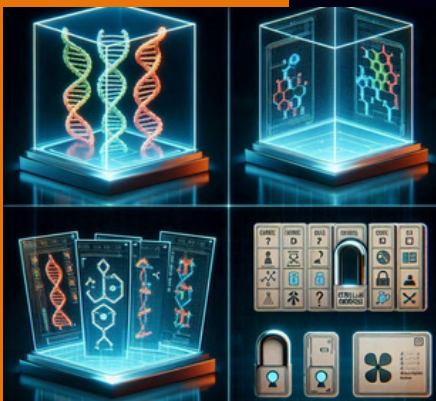
- 40 minutos para resolução dos enigmas.
- 10 minutos para feedback, discussão e reflexão sobre os conteúdos.

Aplicação em Evento/Feira (8 minutos por grupo):

- 6 minutos para execução dos desafios.
- 2 minutos para retorno imediato e breve discussão.

ETAPA 5: ORGANIZAÇÃO DOS DESAFIOS COM GRAU DE DIFICULDADE PROGRESSIVO

PARA 50 MINUTOS DE AULA:



- **Quantidade:** 3 a 4 desafios.
- **Crescente Dificuldade:**
 - a. **Fácil:** Quebra-cabeça com estrutura do DNA e identificação de bases nitrogenadas.
 - b. **Médio:** Simulação de cruzamento genético (mono-hibridismo) com dedução de fenótipos.
 - c. **Difícil:** Interpretação de um heredograma com múltiplas gerações e identificação de uma mutação.
 - d. **Extra:** Resolução de um código a partir da combinação de genótipos dominantes e recessivos.

PARA FEIRA DE CIÊNCIAS (8 MINUTOS)

- **Quantidade:** 2 desafios.
- **Crescente Dificuldade:**
 - a. **Fácil:** Identificação de pares de bases do DNA com auxílio de pistas visuais.
 - b. **Médio:** Decifração de um código genético associado a um fenótipo recessivo.

ETAPA 6: CONSTRUÇÃO DOS DESAFIOS E MONTAGEM DO CENÁRIO

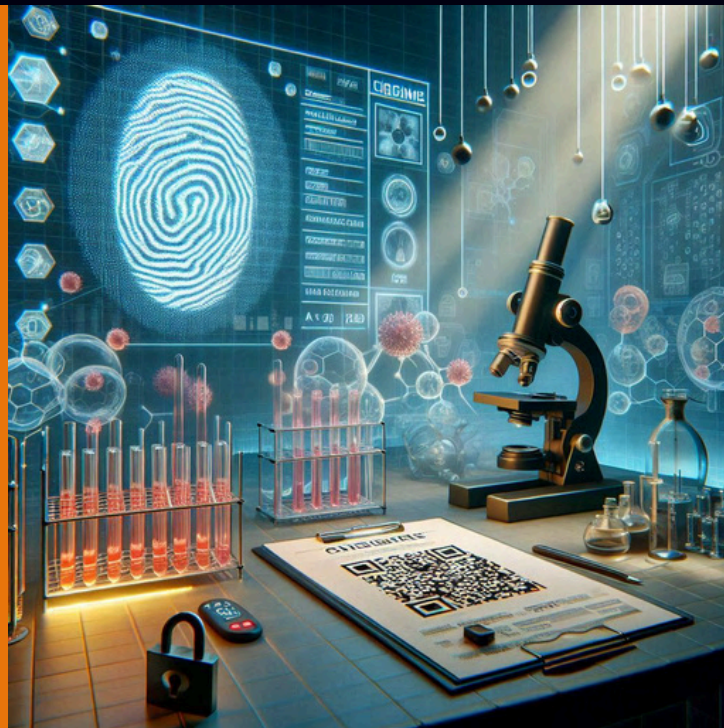


EXEMPLOS DE DESAFIOS:

- Quebra-cabeças de moléculas de DNA com pistas escondidas;
- Heredogramas com enigmas codificados;
- Cartas com cruzamentos mendelianos;
- Caixas trancadas com cadeados e códigos baseados em genótipos;
- QR codes que levam a vídeos ou pistas genéticas em realidade aumentada.

CENÁRIO:

Montagem de um “laboratório genético de emergência”, utilizando materiais acessíveis, imagens de microscopia, placas com genes fictícios, tubos de ensaio com pistas falsas e reais, etc.



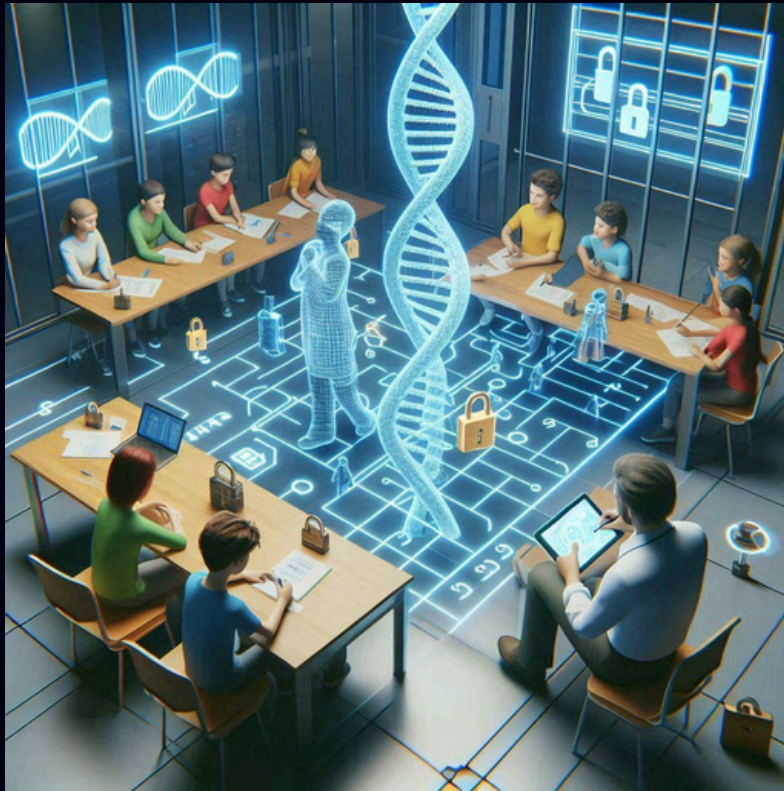


ETAPA 7: INSERÇÃO DE TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS

TECNOLOGIAS UTILIZADAS:

- Utilização de QR Codes com pistas escondidas.
- Aplicativos de celular com modelos 3D do DNA.
- Leituras de códigos genéticos via dispositivos simulados.
- Vídeos curtos com dicas genéticas ou mensagens criptografadas.

ETAPA 8: TESTAGEM E AJUSTES



REALIZAR SESSÕES-TESTE COM GRUPOS REDUZIDOS DE ALUNOS OU COLEGAS PARA:

- Verificar a clareza dos desafios;
- Avaliar o tempo necessário para resolução;
- Ajustar a coerência narrativa;
- Garantir o alinhamento com os objetivos de aprendizagem.



ETAPA 9: AVALIAÇÃO DA EXPERIÊNCIA

AVALIAÇÃO FORMATIVA:

- Acompanhamento contínuo dos grupos durante a atividade.



INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

- Observação direta com critérios como: raciocínio lógico, cooperação, aplicação dos conceitos genéticos.
- Questionário pós-jogo com perguntas abertas sobre a experiência.
- Roda de conversa final para promover metacognição e consolidação dos conceitos.



CRITÉRIOS SUGERIDOS

- Aplicação do conteúdo genético;
- Capacidade de resolver problemas em grupo;
- Criatividade na interpretação das pistas;
- Participação ativa e colaboração;
- Clareza nas justificativas das respostas.



CONCLUSÃO



A sequência didática apresentada nesta cartilha oferece uma abordagem inovadora para o ensino de Genética, promovendo o engajamento dos alunos por meio de um Escape Room Pedagógico. A atividade integra narrativa, desafios práticos e tecnologias educacionais, incentivando o aprendizado ativo, a colaboração e o pensamento crítico. Com a aplicação desta sequência, espera-se que os alunos consolidem os conceitos genéticos de forma dinâmica e significativa.



CONTATO OU REFERÊNCIAS

Para mais informações ou dúvidas sobre a implementação desta sequência didática, entre em contato com o responsável pelo projeto ou consulte materiais de referência sobre gamificação e ensino de Genética.



AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Brasil – Código de Financiamento 001.

ESCAPE ROOM



A FESTA DE HALLOWEEN

ORIENTAÇÕES PARA O (A) PROFESSOR(A)

Conceitos Genéticos no *Escape Room*: A Festa de Halloween

Objetivo da Orientação: Apoiar o professor na mediação do *Escape Room*, explicando os principais conceitos de genética e genética forense trabalhados nas estações de atividades, garantindo a correta contextualização científica e a aprendizagem significativa dos estudantes.



1. Conceitos Genéticos Envolvidos

a) Estrutura do DNA e Bases Nitrogenadas

- O DNA é formado por nucleotídeos compostos de uma base nitrogenada (adenina, timina, citosina ou guanina), açúcar (desoxirribose) e fosfato.
- As bases se emparelham de forma complementar:
 - Adenina (A) se liga à Timina (T)
 - Citosina (C) se liga à Guanina (G)
- No *Escape Room*, os alunos precisarão completar uma sequência de DNA utilizando essa regra para encontrar pistas.

Dica para o professor:

Explique que essas combinações são a chave para a identificação genética — toda diferença entre indivíduos (exceto gêmeos idênticos) está na sequência das bases.

b) Genética Forense e Análise de DNA

- A genética forense utiliza o DNA como evidência científica para identificar indivíduos.
- A coleta de material genético pode ser feita a partir de fios de cabelo, células da pele, saliva, sangue ou mesmo "DNA de toque" (células deixadas em superfícies).
- O DNA extraído é amplificado (multiplicado) em laboratório utilizando a técnica chamada PCR (Reação em Cadeia da Polimerase).

ORIENTAÇÕES PARA O (A) PROFESSOR(A)

Dica para o professor:

Comente que a técnica de PCR é como "fotocopiar" uma pequena quantidade de DNA milhares de vezes para análise posterior.

c) PCR (Reação em Cadeia da Polimerase)

- O processo simulado no *Escape Room* representa como o DNA é amplificado no laboratório para que seja possível sua comparação.
- A PCR utiliza enzimas para replicar regiões específicas do DNA.

Importante reforçar:

No *Escape Room*, a simulação do PCR é feita de maneira lúdica, sem a técnica real, mas ajuda o aluno a entender a necessidade de amplificar o material genético para análises forenses.

d) Comparação de Sequências de DNA

- Após a amplificação, o DNA de suspeitos é comparado ao DNA encontrado na cena do crime.
- Se o número das repetições dos marcadores forem iguais ou altamente compatíveis, é possível identificar o culpado.

Dica para o professor:

Mostre que a identificação forense não é feita pela aparência física, mas pelas sequências genéticas, reforçando a importância científica do processo.

ORIENTAÇÕES PARA O (A) PROFESSOR(A)

2. Pontos de Atenção para Mediação Pedagógica

- Antes do jogo: Faça uma breve revisão sobre DNA, bases nitrogenadas e genética forense para alinhar o conhecimento prévio dos estudantes.
- Durante o jogo: Estimule os alunos a verbalizar seu raciocínio, discutindo as relações genéticas envolvidas na resolução dos enigmas.
- Após o jogo: Realize uma roda de conversa sobre como o DNA pode ser usado para resolver crimes reais, destacando a importância da ciência no cotidiano.



3. Resumo dos Conceitos-Chave

Conceito Explicação Simplificada

DNA

Molécula que guarda o código genético.

Bases nitrogenadas

"Letras" do DNA: A-T e C-G sempre se ligam.

Genética forense

Uso do DNA para identificação criminal.

PCR

Técnica de amplificação de DNA.

Comparação de DNA

Método para identificar suspeitos através da análise genética.

Observação:

Todas as imagens e simulações utilizadas foram pensadas para apoiar a aprendizagem visual e prática, criando um ambiente de investigação similar ao de um laboratório forense.

1. TEMA GENÉTICA
FORENSE NA
IDENTIFICAÇÃO DE
CULPADOS POR
ASSASSINATO.



2. CONHECIMENTOS PRÉVIOS NECESSÁRIOS

- CONHECIMENTOS
BÁSICOS EM GENÉTICA
FORENSE:

- COMPREENSÃO DOS
CONCEITOS DE DNA E
ANÁLISE GENÉTICA;
- PRINCÍPIOS DA
GENÉTICA
MENDELIANA;
- NOÇÕES SOBRE
COLETA E
PROCESSAMENTO DE
AMOSTRAS
GENÉTICAS.



- HABILIDADES DE INVESTIGAÇÃO:
 - ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS E EVIDÊNCIAS;
 - FAMILIARIDADE COM PROCEDIMENTOS INVESTIGATIVOS BÁSICOS.
- COMPETÊNCIAS DE TRABALHO EM EQUIPE:
 - COMUNICAÇÃO EFICAZ E COLABORAÇÃO ENTRE OS MEMBROS DO GRUPO;
 - DIVISÃO EQUITATIVA DE TAREFAS.
- HABILIDADES DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS:
 - PENSAMENTO CRÍTICO E FORMULAÇÃO DE HIPÓTESES COM BASE EM EVIDÊNCIAS;
 - RACIOCÍNIO LÓGICO.



3. OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

- DESENVOLVER HABILIDADES DE INVESTIGAÇÃO FORENSE:
- COLETAR, ANALISAR E INTERPRETAR EVIDÊNCIAS CIENTIFICAMENTE.
- PROMOVER O TRABALHO EM EQUIPE E A COLABORAÇÃO
- ESTIMULAR COMUNICAÇÃO E COOPERAÇÃO ENTRE OS PARTICIPANTES.
- ESTIMULAR O PENSAMENTO CRÍTICO E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS:
- RESOLVER ENIGMAS DE FORMA LÓGICA E CRÍTICA.



1.

MOMENTO

1.1 - DECORAÇÃO DA SALA

A SALA DEVE SER DECORADA PARA LEMBRAR UM QUARTO DE UMA CASA, COM CAMA, GUARDA-ROUPA, MESAS, E DEMAIS ITENS ALUSIVOS A UM QUARTO. PODE-SE TAMBÉM TER OUTRO CENÁRIO ALUSIVO AO LABORATÓRIO DE GENÉTICA COM ELEMENTOS QUE REPRESENTEM O TEMA DA GENÉTICA, COMO GRÁFICOS DE DNA, MODELOS DE DUPLA HÉLICE. É RECOMENDADO UTILIZAR ILUMINAÇÃO INDIRETA PARA CRIAR UMA ATMOSFERA MISTERIOSA E INTRIGANTE.



ESTE ESCAPE ROOM FOI ELABORADO PARA SER RESOLVIDO EM 15 MINUTOS.

ESTRUTURA DE EQUIPES: FORMAR EQUIPES COM 5 A 7 MEMBROS.

AS EQUIPES ENTRARÃO NA SALA DE MANEIRA CONJUNTA.
OS DESAFIOS SÃO INTERLIGADOS O QUE IMPOSSIBILITA A PARTICIPAÇÃO DE MAIS EQUIPES SIMULTANEAMENTE.

2 - APRESENTAÇÃO DA NARRATIVA (STORYTELLING)

A NARRATIVA DEVE SER APRESENTADA AOS PARTICIPANTES IMEDIATAMENTE APÓS SUA ENTRADA NA SALA.

ESSE PROCEDIMENTO É ESSENCIAL PARA GARANTIR O ENGAJAMENTO DOS PARTICIPANTES NA SITUAÇÃO FICTÍCIA, MOTIVANDO-OS A RESOLVER OS ENIGMAS PROPOSTOS NO ESCAPE ROOM.

A NARRATIVA PODE SER INTRODUZIDA POR MEIO DE UM TEXTO ESCRITO ENTREGUE AO GRUPO, DE UM PODCAST, DE UM VÍDEO OU POR MEIO DE UMA ENCENAÇÃO AO VIVO.

PARA ESTE ESCAPE ROOM UTILIZOU-SE A NARRATIVA DE HALLOWEEN DEVIDO A PROXIMIDADE DA DATA COM A APLICAÇÃO DA ATIVIDADE DE ESCAPE ROOM PEDAGÓGICO E O PÚBLICO JOVEM INTERESSA-SE POR ESTE TEMA.

ERA UMA NOITE ESCURA DE HALLOWEEN, E QUATRO AMIGOS, LUCAS, JULIA, ANDRÉ E SOFIA, ESTAVAM EMPOLGADOS PARA UMA FESTA QUE HAVIAM SIDO CONVIDADOS EM UMA MANSÃO ANTIGA E ASSUSTADORA NOS ARREDORES DA CIDADE. A FESTA ERA LENDÁRIA POR SUAS DECORAÇÕES MACABRAS E AMBIENTE SINISTRO.

OS QUATRO AMIGOS SE VESTIRAM COM TRAJES ASSUSTADORES E CHEGARAM À FESTA CHEIOS DE ENERGIA. O LUGAR ESTAVA REPLETO DE PESSOAS USANDO FANTASIAS HORRIPILANTES, E A MÚSICA ALTA E AS RISADAS ECOAVAM POR TODO O LUGAR. A ATMOSFERA ERA PERFEITA PARA UMA NOITE DE HALLOWEEN.

NO ENTANTO, À MEDIDA QUE A NOITE AVANÇAVA, COISAS ESTRANHAS COMEÇARAM A ACONTECER. A MANSÃO PARECIA AINDA MAIS SINISTRA DO QUE ELES IMAGINAVAM, E OS CONVIDADOS ESTAVAM AGINDO DE MANEIRA UM TANTO PECULIAR. MESMO ASSIM, OS AMIGOS CONTINUARAM A APROVEITAR A FESTA E DECIDIRAM NÃO PENSAR MUITO NISSO.



POR VOLTA DA MEIA-NOITE, LUCAS, UM DOS AMIGOS, DISSE QUE PRECISAVA IR AO BANHEIRO. ELE SAIU DO QUARTO ONDE ESTAVAM TODOS REUNIDOS E PROMETEU VOLTAR EM BREVE. NO ENTANTO, À MEDIDA QUE O TEMPO PASSAVA E LUCAS NÃO RETORNAVA, SEUS AMIGOS COMEÇARAM A FICAR PREOCUPADOS.

JULIA SUGERIU QUE ELES FOSSEM PROCURAR POR ELE. ELES SUBIRAM A ESCADARIA SINUOSA QUE OS LEVOU AO ANDAR DE CIMA DA MANSÃO. LÁ, ENCONTRARAM A PORTA DO QUARTO ONDE LUCAS DEVERIA ESTAR. A PORTA ESTAVA ENTREABERTA, E UMA LUZ FRACA ESCAPAVA DE DENTRO.

ANDRÉ E SOFIA, NERVOSOS, EMPURRARAM A PORTA E ENTRARAM NO QUARTO. O QUE ENCONTRARAM LÁ DENTRO FOI DE TIRAR O FÔLEGO. LUCAS ESTAVA DEITADO NO CHÃO, COMPLETAMENTE IMÓVEL, COM UMA EXPRESSÃO DE TERROR CONGELADA EM SEU ROSTO. SUA FANTASIA DE VAMPIRO ESTAVA MANCHADA DE SANGUE.



O QUARTO ESTAVA DECORADO DE FORMA AINDA MAIS MACABRA DO QUE O RESTO DA MANSÃO, COM VELAS ACESAS E SÍMBOLOS ESTRANHOS NAS PAREDES. OS AMIGOS ENTRARAM EM PÂNICO E IMEDIATAMENTE CHAMARAM A POLÍCIA.

QUANDO A POLÍCIA CHEGOU À MANSÃO, COMEÇOU A INVESTIGAÇÃO DA CENA DO CRIME. A MORTE DE LUCAS PARECIA UM ASSASSINATO TERRÍVEL, MAS NÃO HAVIA SINAIS DE LUTA OU ARROMBAMENTO. A PORTA ESTAVA TRANCADA POR DENTRO, E AS JANELAS ESTAVAM INTACTAS. ALÉM DISSO, NÃO HAVIA TESTEMUNHAS QUE TIVESSEM VISTO ALGO SUSPEITO.

A INVESTIGAÇÃO SE TORNOU UM VERDADEIRO QUEBRA-CABEÇA. A MANSÃO ESTAVA CHEIA DE CONVIDADOS, MAS NINGUÉM TINHA VISTO O QUE ACONTECEU COM LUCAS. OS AMIGOS DE LUCAS FORAM INTERROGADOS, MAS ELES NÃO SABIAM DE NADA ALÉM DE SUA PARTIDA PARA O BANHEIRO.

CONFORME A INVESTIGAÇÃO AVANÇAVA, SURGIAM TEORIAS E SUSPEITOS, MAS NENHUMA PISTA SÓLIDA. A MANSÃO, COM SEU AMBIENTE SOMBRIO E HISTÓRICO MISTERIOSO, ESCONDIA MUITOS SEGREDOS.



A HISTÓRIA DE "O ENIGMA DA FESTA DE HALLOWEEN" SE TRANSFORMOU EM UM MISTÉRIO CADA VEZ MAIS COMPLEXO E SOMBRIO. A POLÍCIA ESTAVA DETERMINADA A DESVENDAR O QUE ACONTECEU COM LUCAS NAQUELA NOITE ASSUSTADORA, ENQUANTO OS AMIGOS RESTANTES SE VIAM ENVOLVIDOS EM UMA TRAMA CHEIA DE REVIRAVOLTAS E SEGREDO MACABROS QUE A MANSÃO GUARDAVA.

E A POLÍCIA ACABA DE RECRUTAR A MELHOR EQUIPE DE INVESTIGADORES PARA DESCOBRIR O QUE ACONTECEU COM LUCAS NAQUELA NOITE. COM O LAUDO CADAVÉRICO EM MÃOS, ELES RETORNAM AO QUARTO PARA ENCONTRAR PISTAS QUE OS LEVEM À ARMA DO CRIME, MERGULHANDO AINDA MAIS FUNDO NESTE ENIGMA TENEBROSO.



MISSÃO



SUA MISSÃO É COMPREENDER O
CENÁRIO DA FESTA E ATUAR COMO A
EQUIPE DE INVESTIGADORES
CONTRATADA PELA POLÍCIA LOCAL.

MOMENTO 2 – PLANEJAMENTO E DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS ESPERADOS EM CADA DESAFIO

DESAFIO 1 - INTRODUÇÃO À INVESTIGAÇÃO FORENSE



BEM-VINDOS À ESTAÇÃO 1 DO NOSSO JOGO DE ESCAPE TEMÁTICO EM GENÉTICA FORENSE. NESTA ESTAÇÃO, VOCÊS EMBARCARÃO EM UMA JORNADA CIENTÍFICA PARA DESCOBRIR O QUE ACONTECEU NA FESTA DE HALLOWEEN.

ESTAÇÃO 1 - DECIFRANDO O DNA

OS GRUPOS FORAM CONDUZIDOS À PRIMEIRA ESTAÇÃO, ONDE SE DEPARARAM COM UM QUEBRA-CABEÇA DESAFIADOR: DECIFRAR UMA SEQUÊNCIA DE BASES NITROGENADAS DO DNA PARA ENCONTRAR A PRIMEIRA PISTA. ESTA ETAPA FOI PROJETADA PARA ENVOLVER OS PARTICIPANTES EM UMA ATIVIDADE PRÁTICA QUE INTEGRASSE CONCEITOS DE BIOLOGIA MOLECULAR DE FORMA LÚDICA E CONTEXTUALIZADA. A RESOLUÇÃO BEM-SUCEDIDA DESTE ENIGMA REVELOU A LOCALIZAÇÃO DO LAUDO CADAVÉRICO DE LUCAS, UM ELEMENTO CRUCIAL PARA A INVESTIGAÇÃO EM ANDAMENTO.



VOCÊ PRECISARÁ DESCOBRIR O INSTRUMENTO DO CRIME. PARA ISSO, RESOLVA O ENIGMA DENTRO DO ENVELOPE E DESCUBRA ONDE ESTÁ O LAUDO CADAVÉRICO.

PARA DECIFRAR A MENSAGEM ENIGMÁTICA VOCÊS PRECISARÃO USAR SEUS CONHECIMENTOS SOBRE A ESTRUTURA DO DNA.

IMPORTÂNCIA DA TAREFA
COMPREENDER
COMPLEMENTARIDADE ENTRE AS BASES NITROGENADAS.



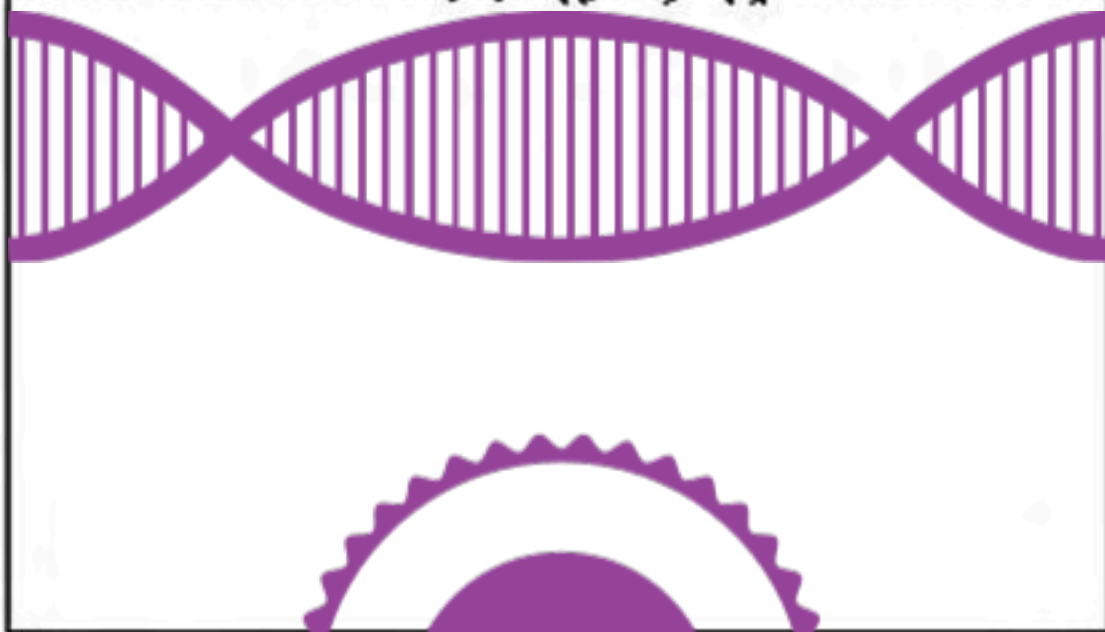
OS ESTUDANTES PERCEBERÃO QUE AS LETRAS QUE FALTANDO NO CÓDIGO GENÉTICO FORMAM O NOME DO FILME GATTACA. E QUE NO ARMÁRIO ESTÁ O CARTAZ DO FILME. AO ABRIR O ARMÁRIO ENCONTRARÃO O LAUDO CADAVÉRICO.

CONCLUSÃO E TRANSIÇÃO PARA A PRÓXIMA ETAPA

DESAFIO 1

COMPLETE O DNA

Dica: Complete o DNA. Lembre-se que as bases nitrogenadas formam pares complementares. As bases faltantes formaram a dica para a você iniciar sua investigação.



ETHAN HAWKE

UMA THURMAN

JUDE LAW

GATTACA



ESTAÇÃO 2 - A IMPORTÂNCIA DA ARMA DO CRIME

APÓS DECIFRAR COM SUCESSO O
CÓDIGO, VOCÊS NÃO APENAS
DESBLOQUEARAM INFORMAÇÕES
VALIOSAS, COMO TERÃO ACESSO AO
LAUDO CADAVÉRICO.

AS DESCOBERTAS FEITAS AQUI NA
ESTAÇÃO 1 PAVIMENTARÃO
CAMINHO PARA OS DESAFIOS NA
ESTAÇÃO 2. MAS ANTES DE IR PARA A
ESTAÇÃO 2 VOCÊ DEVERA IDENTIFICAR
A ARMA DO CRIME DENTRE AS VARIAS
QUE ESTAO ESPALHADAS NA CENA
ONDE O CORPO FOI ENCONTRADO.

PREPAREM-SE, INVESTIGADORES
CIENTISTAS! A AVENTURA NA
GENÉTICA FORENSE ESTÁ APENAS
COMEÇANDO, E CADA DESCOBERTA QUE
VOCÊS FIZEREM OS LEVARÁ MAIS
PERTO DE NOSSO OBJETIVO FINAL.

BOA SORTE!

NA SEGUNDA ESTAÇÃO, OS PARTICIPANTES FORAM CONFRONTADOS COM UMA SÉRIE DE ARMAS ESPALHADAS PELA CENA DO CRIME. COM BASE NA DESCRIÇÃO DO FERIMENTO PRESENTE NO LAUDO CADAVÉRICO, OS GRUPOS FORAM DESAFIADOS A IDENTIFICAR A ARMA DO CRIME ENTRE AS OPÇÕES DISPONÍVEIS.

ESTA ATIVIDADE ESTIMULOU O PENSAMENTO CRÍTICO E A ANÁLISE DETALHADA, À MEDIDA QUE OS PARTICIPANTES EXAMINAVAM CADA ARMA EM BUSCA DE PISTAS QUE CORROBORASSEM COM AS INFORMAÇÕES FORNECIDAS NO LAUDO.

APÓS FAZEREM SUAS ESCOLHAS, OS GRUPOS ENTREGARAM A ARMA SELECIONADA À ORGANIZAÇÃO DA ATIVIDADE, PROGREDINDO ASSIM PARA A PRÓXIMA ETAPA DA INVESTIGAÇÃO.



LAUDO CADAVERÍCO

Vítima: Lucas [Sobrenome Omitido]

Data e Hora da Morte: 31 de outubro de [Ano Omitido], aproximadamente à meia-noite.

Local da Morte: Mansão [Nome Omitido], quarto no andar superior.

Causa da Morte:** Perfuração profunda no peito esquerdo, causada por objeto perfuro-cortante.

Descrição da Cena do Crime:

Ao chegarmos ao local da morte, encontramos a vítima, Lucas, deitada no chão do quarto.

Ele estava vestindo uma fantasia de vampiro, que estava manchada de sangue. A expressão em seu rosto era de terror extremo.

Examinando o corpo, notamos uma ferida perfurante profunda na região do peito esquerdo.

A ferida tinha aproximadamente 10 centímetros de comprimento e apresentava bordas limpas, sugerindo que foi causada por um objeto perfuro-cortante afiado. Não havia sinais de luta corporal no local, e não encontramos outras lesões significativas no corpo da vítima.

Análise Preliminar:

Com base na análise inicial da cena do crime e do laudo cadavérico, a causa da morte de Lucas parece ter sido homicídio por ferimento causado por objeto perfuro-cortante. Não há evidências de que a vítima tenha infligido a lesão a si mesma, uma vez que a ferida é consistente com um ataque externo.

O próximo passo na investigação será identificar o objeto utilizado no crime, buscar DNA do objeto perfuro-cortante ou outras evidências no quarto e interrogar os presentes na festa para determinar um possível suspeito ou testemunha que possa fornecer informações cruciais sobre o que aconteceu naquela noite sombria de Halloween na mansão [Nome Omitido].

A investigação está em andamento, e atualizações serão fornecidas à medida que novas informações forem obtidas.

ESTAÇÃO 3 - DNA DE TOQUE (ASSASSINO)



NA TERCEIRA ESTAÇÃO, OS PARTICIPANTES FORAM APRESENTADOS A UM SIMULADOR DE PCR (REAÇÃO EM CADEIA DA POLIMERASE), UMA TÉCNICA FUNDAMENTAL EM BIOLOGIA MOLECULAR PARA AMPLIFICAÇÃO DE DNA.

CADA GRUPO RECEBEU UM EPENDORF CONTENDO SUPOSTAMENTE MATERIAL GENÉTICO DO ASSASSINO, DEVERIA SER SUBMETIDO AO PROCESSO DE PCR.



ESTA ETAPA DA ATIVIDADE OFERECERAM UMA OPORTUNIDADE ÚNICA PARA OS PARTICIPANTES EXPERIMENTAREM UMA TÉCNICA LABORATORIAL REAL, SIMULANDO O PROCESSO DE ANÁLISE DE DNA EM UM CONTEXTO FORENSE.

A ANÁLISE DOS RESULTADOS PROPORCIONOU AOS GRUPOS PISTAS ADICIONAIS QUE OS APROXIMARAM DA RESOLUÇÃO DO ENIGMA DO ASSASSINATO.

ESTAÇÃO 4 - COMPARAÇÃO DE SEQUÊNCIAS DE DNA

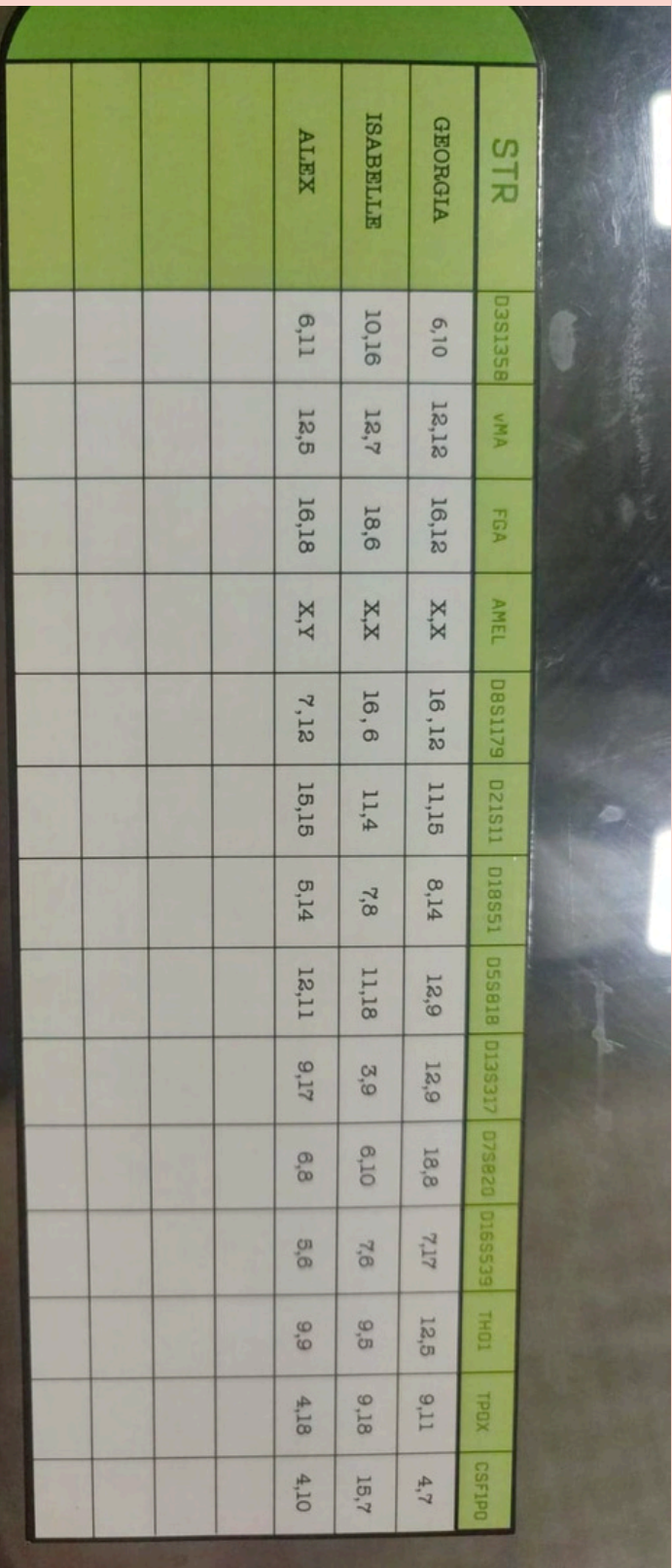


NA ÚLTIMA ESTAÇÃO, OS PARTICIPANTES RECEBERAM UMA SEQUÊNCIA DE DNA DO SUPOSTO ASSASSINO, OBTIDA APÓS A SIMULAÇÃO DO PCR.

O DESAFIO ERA COMPARAR ESTA SEQUÊNCIA COM OUTRAS SEQUÊNCIAS DE DNA DE PESSOAS QUE ESTIVERAM PRESENTES NA FESTA NA NOITE DO CRIME, A FIM DE IDENTIFICAR O VERDADEIRO CULPADO.

ESTA ETAPA DA ATIVIDADE DESTACOU A IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE COMPARATIVA DE SEQUÊNCIAS DE DNA NA RESOLUÇÃO DE CRIMES E ENFATIZOU A APLICAÇÃO PRÁTICA DOS CONHECIMENTOS EM BIOLOGIA MOLECULAR EM SITUAÇÕES DO MUNDO REAL.

A IDENTIFICAÇÃO CORRETA DA SEQUÊNCIA DO ASSASSINO LEVOU OS PARTICIPANTES À CONCLUSÃO DA INVESTIGAÇÃO, REVELANDO A VERDADE POR TRÁS DO ENIGMA DA FESTA DE HALLOWEEN.





STR	D3S1358	VMA	FGA	AMEL	D8S1179	D21S11	D18S51	D5S818	D13S317	D7S820	D16S539	TH01	TP0X	CSF1P0
JIM	7,12	5,19	8,14	x,y	12,16	13,17	3,12	11,16	12,9	11,17	10,7	3,19	11,3	12,7
	10,8	8,14	12,9	x,y	11,16	5,14	12,2	7,5	6,4	13,7	11,17	7,5	13,7	12,2
GEORGE	12,9	6,17	5,14	x,y	10,7	11,16	10,8	3,17	16,9	6,4	3,19	11,3	16,9	10,8
MAGGIE	10,16	12,7	18,6	x,x	3,11	11,4	8,10	11,18	3,9	6,10	7,6	9,5	9,18	16,7
	7,10	12,5	18,8	x,x	11,12	13,11	8,3	11,16	9,3	6,11	6,7	9,3	9,11	16,12
MAX	12,10	7,19	6,8	x,y	3,16	17,4	12,10	18,16	9,9	10,11	6,10	5,3	16,3	7,12

PARA FINALIZAR O ESCAPE ROOM O PARTICIPANTES ASSISTIAM UM VÍDEO DO ASSASSINO QUE EXPLICAVA OS MOTIVOS QUE O LEVARAM A COMETER O CRIME.

[HTTPS://DRIVE.GOOGLE.COM/FILE/D/1YXMJK7UKIIJWI76E40OPW3KX8XQ1F8D/VIEW?USP=DRIVE_LINK](https://drive.google.com/file/d/1YXMJK7UKIIJWI76E40OPW3KX8XQ1F8D/view?usp=drive_link)



AGRADECIMENTOS



O PRESENTE TRABALHO FOI
REALIZADO COM APOIO DA
COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO
DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR
(CAPES) - BRASIL - CÓDIGO DE
FINANCIAMENTO 001.

LUCIANA PAIN

BPI BENGIO
PROMISE BANK

MISSING PERSON

ESCAPE ROOM

A IDENTIDADE
PERDIDA

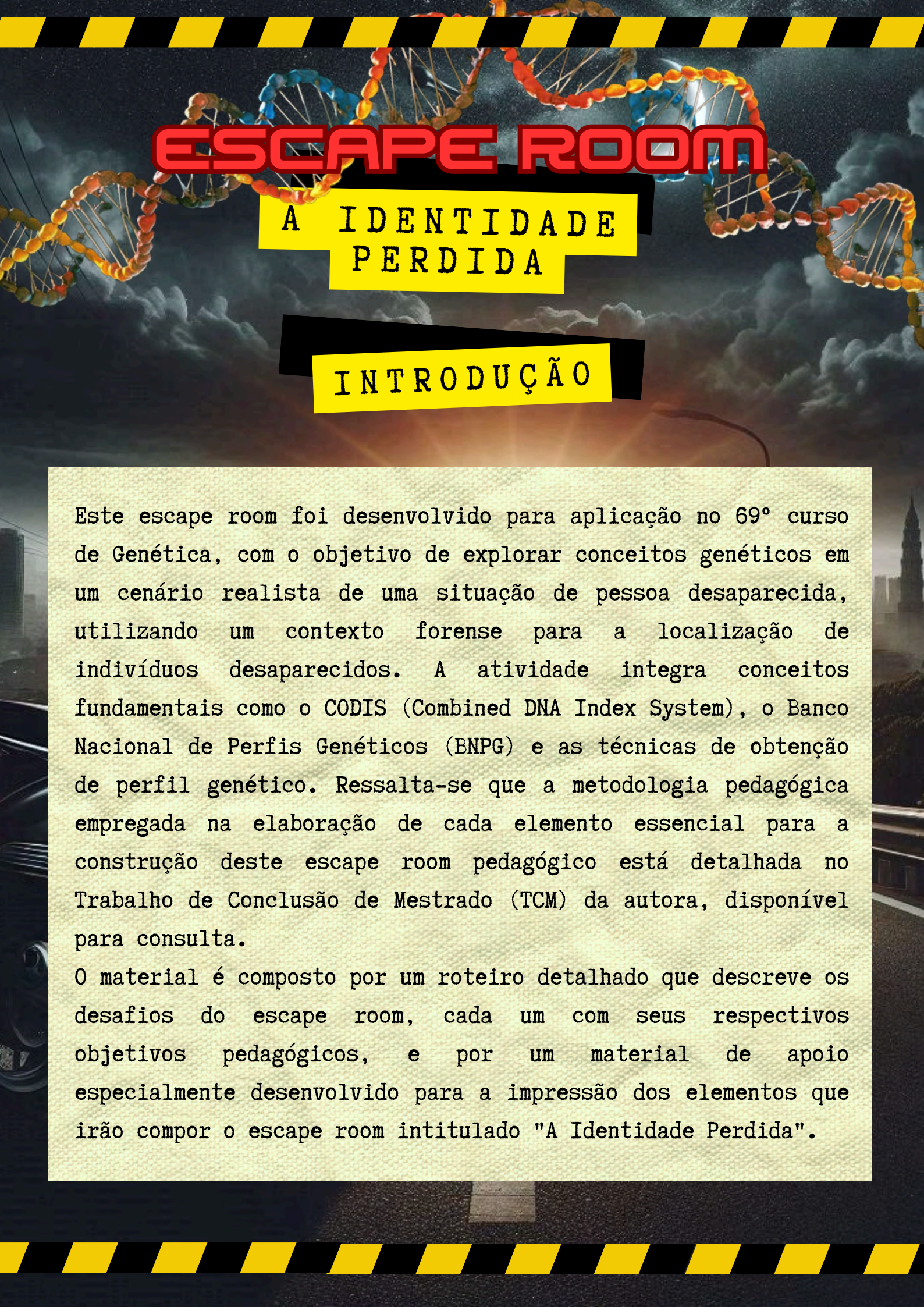
ESCAPE ROOM

A IDENTIDADE PERDIDA

Sumário

Introdução -----	03
Tema -----	04
Conhecimentos Prévios -----	05
Objetivos de Aprendizagem Gerais -----	06
Descrição das Atividades do Escape Room Pedagógico -----	07
Storytelling -----	10
Planejamento Pedagógico -----	12
Descrição das Atividades do Escape Room -----	20
Gabaritos dos Desafios -----	53
Bibliografia -----	56





ESCAPE ROOM

A IDENTIDADE PERDIDA

INTRODUÇÃO

Este escape room foi desenvolvido para aplicação no 69º curso de Genética, com o objetivo de explorar conceitos genéticos em um cenário realista de uma situação de pessoa desaparecida, utilizando um contexto forense para a localização de indivíduos desaparecidos. A atividade integra conceitos fundamentais como o CODIS (Combined DNA Index System), o Banco Nacional de Perfis Genéticos (BNPG) e as técnicas de obtenção de perfil genético. Ressalta-se que a metodologia pedagógica empregada na elaboração de cada elemento essencial para a construção deste escape room pedagógico está detalhada no Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) da autora, disponível para consulta.

O material é composto por um roteiro detalhado que descreve os desafios do escape room, cada um com seus respectivos objetivos pedagógicos, e por um material de apoio especialmente desenvolvido para a impressão dos elementos que irão compor o escape room intitulado "A Identidade Perdida".

ESCAPE ROOM

A IDENTIDADE PERDIDA

TEMA

Genética forense na identificação de pessoas desaparecidas.





CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Para os participantes da atividade de escape room sobre a identificação de pessoas desaparecidas, é preferível que possuam os seguintes conhecimentos prévios, considerados como pré-requisitos:

I. Conhecimentos Básicos em Genética Forense:

- Entendimento dos conceitos de DNA e análise genética.
- Princípios da genética mendeliana.

2. Habilidades de Investigação:

- Capacidade de analisar e interpretar dados e evidências.
- Familiaridade com procedimentos investigativos básicos.

3. Competências em Trabalho em Equipe:

- Habilidade para trabalhar colaborativamente, comunicando-se efetivamente com os membros do grupo.
- Capacidade de dividir tarefas e responsabilidades de maneira equitativa.

4. Habilidades de Resolução de Problemas:

- Capacidade de pensar criticamente e resolver problemas de maneira lógica.
- Competência em formular hipóteses e testar suas validade com base nas evidências disponíveis.





OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM GERAIS

I. Compreender os Conceitos Fundamentais de Genética: Adquirir uma compreensão sólida dos princípios básicos de genética e suas aplicações práticas, especialmente em contextos forenses.

II. Desenvolver Habilidades de Investigação Forense: Aplicar métodos científicos para a coleta, análise e interpretação de evidências genéticas, capacitando os alunos a utilizar técnicas forenses em situações práticas.

III. Promover o Trabalho em Equipe e a Colaboração: Fomentar a comunicação eficaz e a cooperação entre os membros do grupo, incentivando a colaboração para alcançar objetivos comuns dentro do contexto do desafio.

IV. Estimular o Pensamento Crítico e a Resolução de Problemas: Incentivar os alunos a pensar de maneira lógica e crítica, desafiando-os a resolver enigmas e mistérios complexos através de uma abordagem analítica e reflexiva.



DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DO ESCAPE ROOM PEDAGÓGICO

I. Monte a sala

A organização da sala é uma etapa preparatória essencial para a recepção dos jogadores, sejam eles estudantes ou visitantes do evento. Com base no tema escolhido, "A Identidade Perdida", a sala deve ser ambientada de forma a evocar um laboratório forense, com mesas de trabalho, microscópios, estantes com frascos e equipamentos de análise. Além disso, é crucial incluir elementos que reforcem o tema da genética, como gráficos de DNA, modelos de dupla hélice e cartazes de pessoas desaparecidas. Recomenda-se o uso de iluminação indireta para criar uma atmosfera misteriosa e envolvente, aumentando a imersão dos participantes na atividade.

Materiais de decoração para a sala estarão disponíveis no material de apoio.

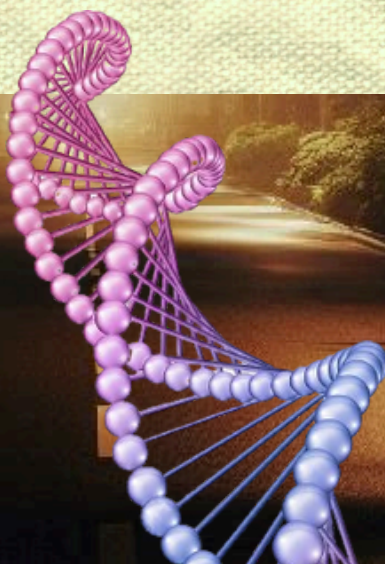


DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DO ESCAPE ROOM PEDAGÓGICO

II. Recepção dos participantes

Com a chegada dos participantes, é fundamental esclarecer alguns pontos antes de iniciar o jogo.

Primeiramente, informe o tempo total disponível para a resolução do enigma no escape room "A Identidade Perdida", que foi planejado para ser concluído em 15 minutos. Vale destacar que cada desafio dentro da atividade não possui um tempo específico de resolução. Os participantes serão notificados do tempo restante por meio de placas levantadas pelos organizadores. Também é importante comunicar que se trata de uma atividade em grupo, e as equipes devem ser formadas por 5 a 7 membros. Cada equipe entrará na sala conjuntamente, e devido à interligação dos desafios, apenas uma equipe poderá participar por vez, impossibilitando a participação simultânea de múltiplas equipes. Além disso, é necessário enfatizar que os desafios devem ser resolvidos na ordem em que forem desvendados, garantindo assim a progressão lógica da atividade.



DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DO ESCAPE ROOM PEDAGÓGICO

III. Apresentação da narrativa (Storytelling)

A narrativa deve ser apresentada aos participantes imediatamente após sua entrada na sala, sendo este um procedimento crucial para garantir o engajamento na situação fictícia e motivá-los a resolver os enigmas propostos no escape room. A introdução da narrativa pode ser feita por meio de um texto escrito entregue ao grupo, de um podcast, de um vídeo ou até mesmo por meio de uma encenação ao vivo. No escape room "A Identidade Perdida", a narrativa será apresentada de maneira dramatúrgica, com leitura do texto, e contará com personagens caracterizados para tornar o ambiente o mais realista possível. Essa abordagem busca intensificar a imersão dos participantes e aumentar o envolvimento com a história e os desafios a serem superados.



ESCAPE ROOM



A IDENTIDADE PERDIDA



Narrativa – Storytelling

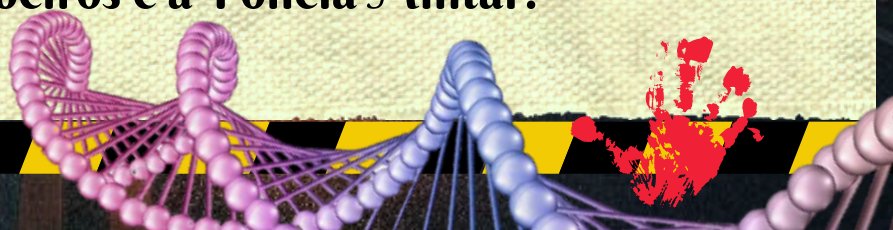
Storytelling: O Mistério de Santa Helena - Baseada em fatos reais apresentados na reportagem.

Storytelling: O Mistério de Santa Helena

Era uma manhã tranquila de segunda-feira em Santa Helena, uma cidade pacata conhecida por sua hospitalidade e belas paisagens. No entanto, a calma foi quebrada por um telefonema urgente. Próximo ao Cristo Esplendor, um monumento local, uma motocicleta branca havia sido encontrada abandonada em uma área rural. A Polícia Militar foi imediatamente acionada

Ao chegar ao local, a equipe de policiais encontrou uma cena intrigante. A motoneta estava caída no chão, cercada por diversos pertences, entre eles um capacete, além de manchas de sangue. Mas o mais chocante estava por vir. Próximo dali, uma mulher ferida caminhava com dificuldade em direção à estrada. Seu rosto estava coberto de sangue e ela parecia desorientada.

Ela mal conseguia se lembrar do que havia acontecido. Entre lágrimas e dor, contou aos policiais que estava em um bar na noite anterior, domingo, dia 02. As lembranças eram vagas e desconexas. A mulher foi socorrida por um transeunte e que, ao ver seu estado, rapidamente acionou os Bombeiros e a Polícia Militar.



A mulher foi levada ao Hospital, onde seu estado foi considerado grave devido a um trauma facial severo. A equipe médica, ao examiná-la, suspeitou que o ferimento não era compatível com um simples acidente de moto, mas sim com uma agressão violenta com um objeto contundente que pode ter causado a perda de memória da mulher.

Enquanto a mulher era transferida para um hospital para um tratamento mais especializado, a polícia continuava a investigação. Quem era aquela mulher? Qual seu nome? Onde morava? Após a alta hospitalar e ainda com perda de memória, os policiais acompanharam a mulher até o laboratório de genética forense para que os peritos especialistas em identificação humana pudessem buscar a sua identificação.

Você e seu grupo são investigadores especializados em genética forense e foram chamados para desvendar a identidade da mulher perdida. Da vítima em tela, foi coletado material genético utilizando um swab, que será entregue a vocês para decifrar os enigmas e seguir as pistas para identificar esta mulher.

A primeira pista de vocês está próximo a um objeto semelhante com o que foi encontrado na cena do crime.

O relógio está correndo, e vocês têm 15 minutos para resolver o caso! Boa sorte e que a justiça prevaleça.



PLANEJAMENTO PEDAGÓGICO: DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS ESPERADOS EM CADA DESAFIO

Desafio 1 - Introdução à Investigação Forense

O primeiro desafio será desenvolvido com o objetivo de introduzir os estudantes ao contexto da investigação forense. A atividade será baseada na explicação dos Banco Nacional de Perfis Genéticos (BNPG) e no programa computacional específico que faz o gerenciamento desses bancos. Por meio desse desafio, os alunos terão a oportunidade de compreender a importância dos BNPGs na resolução de crimes e na busca por pessoas desaparecidas, além de conhecerem o funcionamento e a aplicação prática do COmbined DNA Index System (CODIS) no Brasil.

- Objetivos de Aprendizagem Específicos

Compreender a importância e o funcionamento do Banco Nacional de Perfis Genéticos (BNPG) e do programa COmbined DNA Index System (CODIS) no contexto das investigações criminais e na busca por pessoas desaparecidas.

Os alunos devem ser capazes de identificar o papel do BNPG e do CODIS no Brasil, compreendendo sua aplicação prática em casos reais.

Relacionar siglas e termos técnicos a seus significados e aplicações.



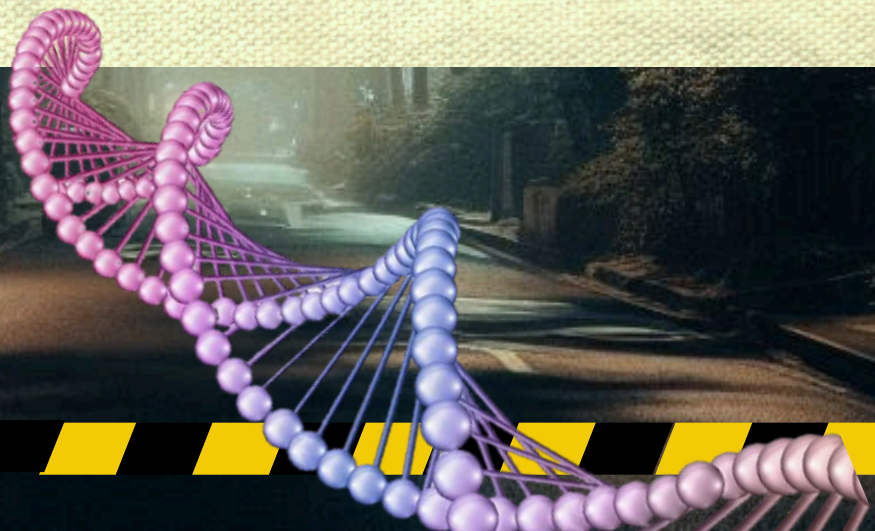
Desenvolver o pensamento crítico e investigativo, aplicando conhecimentos de genética e biotecnologia a situações práticas e reais.

Desafio 2 - A Importância dos Bancos de Perfis Genéticos

O segundo desafio será desenvolvido com o objetivo de explicar aos estudantes a importância dos Bancos Nacionais de Perfis Genéticos (BNPG). Este desafio abordará a relevância de manter o maior número possível de cadastros de perfis genéticos e como isso aumenta a probabilidade de encontrar correspondências (matches) durante investigações criminais e identificação de pessoas desaparecidas. Os alunos aprenderão como a amplitude e a diversidade dos dados armazenados nos BNPGs potencializam a eficácia das buscas e das identificações, contribuindo significativamente para a resolução de casos e a localização de pessoas desaparecidas. Essa compreensão será fundamental para que os estudantes reconheçam o impacto positivo que um banco de dados genéticos robusto pode ter na segurança pública e na justiça.

• Objetivos de Aprendizagem Específicos:

Compreender a Importância dos Bancos Nacionais de Perfis Genéticos (BNPG).



Identificar o papel crucial dos BNPGs nas investigações criminais e na busca por pessoas.

Reconhecer a importância de um banco de dados genéticos amplo e diversificado.

Desenvolver a capacidade de pensar de forma sistêmica sobre como dados genéticos são utilizados para solucionar casos e localizar indivíduos desaparecidos.

Desafio 3 - Exploração do DNA e Seus Processos Biológicos

O terceiro desafio será desenvolvido com o objetivo de aprofundar o conhecimento dos estudantes sobre o DNA, explorando sua estrutura e as bases nitrogenadas que o compõem. Além disso, este desafio abordará os processos de replicação e tradução do DNA. Os alunos também aprenderão sobre os aminoácidos e como eles são codificados pelos códons.

Neste desafio, os estudantes irão compreender a estrutura do DNA, identificando e descrevendo as bases nitrogenadas (adenina, timina, citosina e guanina). Eles entenderão o processo de tradução que leva à síntese de proteínas. Além disso, os alunos conhecerão os aminoácidos e como os códons do RNA mensageiro codificam cada um deles, utilizando a tabela de códons para determinar quais aminoácidos são codificados por sequências específicas de RNA.



- Objetivos de Aprendizagem Específicos:

Interpretação de Conceitos de Genética Forense: Os estudantes/participantes compreenderão o processo de genotipagem, incluindo a extração de DNA e a análise de regiões específicas do genoma, conforme apresentado nas mensagens ocultas e no quebra-cabeça.

Entender o Papel da Eletroforese na Separação de Fragmentos de DNA: Os estudantes/participantes aprenderão como a técnica de eletroforese é utilizada para separar fragmentos de DNA de diferentes tamanhos, permitindo a visualização e comparação dos perfis genéticos.

Aplicar o Conhecimento de Polimorfismo Genético: Os estudantes compreenderão como o polimorfismo genético, especialmente em loci STR, é fundamental para diferenciar indivíduos e estabelecer correspondências genéticas em identificação de pessoas desaparecidas.

Desafio 4 - Prática Forense de Genotipagem

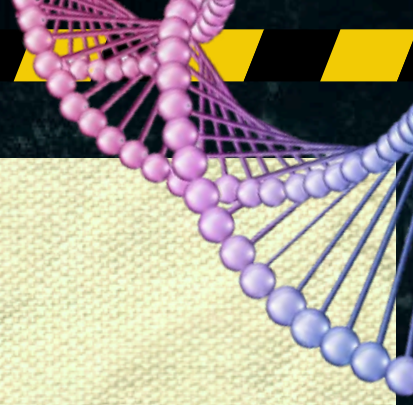
No Desafio 5, os estudantes serão desafiados a desenvolver habilidades de decodificação e interpretação de mensagens ocultas, utilizando uma técnica prática que envolve a criação de tinta invisível e sua posterior revelação. Este processo permitirá que eles apliquem conhecimentos práticos de química simples, enquanto analisam pistas em um contexto forense. Além disso, o desafio promoverá uma compreensão aprofundada das técnicas de genética forense, ao envolver a comparação de perfis

genéticos baseados em STR (Short Tandem Repeats). Os estudantes aprenderão a interpretar esses resultados e a relacioná-los com perfis genéticos familiares, reforçando os conceitos teóricos através de uma aplicação prática.

O desafio também estimulará a resolução de problemas e o raciocínio lógico, exigindo que os estudantes sigam uma série de pistas e instruções para progredir no enigma. Isso exercitará suas habilidades de resolução de problemas e pensamento crítico, ao mesmo tempo em que utilizam as ferramentas e informações disponíveis. A integração entre conhecimentos teóricos e práticos será uma peça central deste desafio, combinando conceitos de genética com habilidades práticas, como a criação de tinta invisível e a manipulação de dados genéticos, proporcionando uma experiência de aprendizado integrada e contextualizada.

Ao longo do desafio, o trabalho em equipe e a colaboração serão fundamentais. Os estudantes precisarão cooperar para revelar as mensagens ocultas, comparar perfis genéticos e interpretar os resultados, desenvolvendo assim habilidades essenciais de trabalho em equipe. A atividade culmina com a consolidação do aprendizado em genética forense, onde os estudantes aplicam os conhecimentos teóricos adquiridos em um cenário prático, resolvendo o caso de uma pessoa desaparecida.

Finalmente, o desafio encerra-se com um sentimento de realização, pois ao encontrar o nome da pessoa desaparecida, os estudantes trazem um fechamento à narrativa do escape room, ficando com um forte senso de conquista e aplicação prática dos conhecimentos adquiridos. Este enigma, portanto, não só desafia os estudantes intelectualmente, mas também os engaja em um aprendizado signifi-



cativo e envolvente.

- Objetivos de Aprendizagem Específicos:

Compreender a Estrutura e Função dos Marcadores STR: Os participantes/estudantes serão capazes de explicar o que são os marcadores STR (Short Tandem Repeats) e como eles são utilizados na análise de perfis genéticos para a identificação individual em estudos forenses.

Realizar a Interpretação de Sequências de DNA: Os estudantes/participantes aprenderão a interpretar sequências de DNA, identificando e correlacionando os alelos presentes em diferentes loci para construir perfis genéticos comparativos.

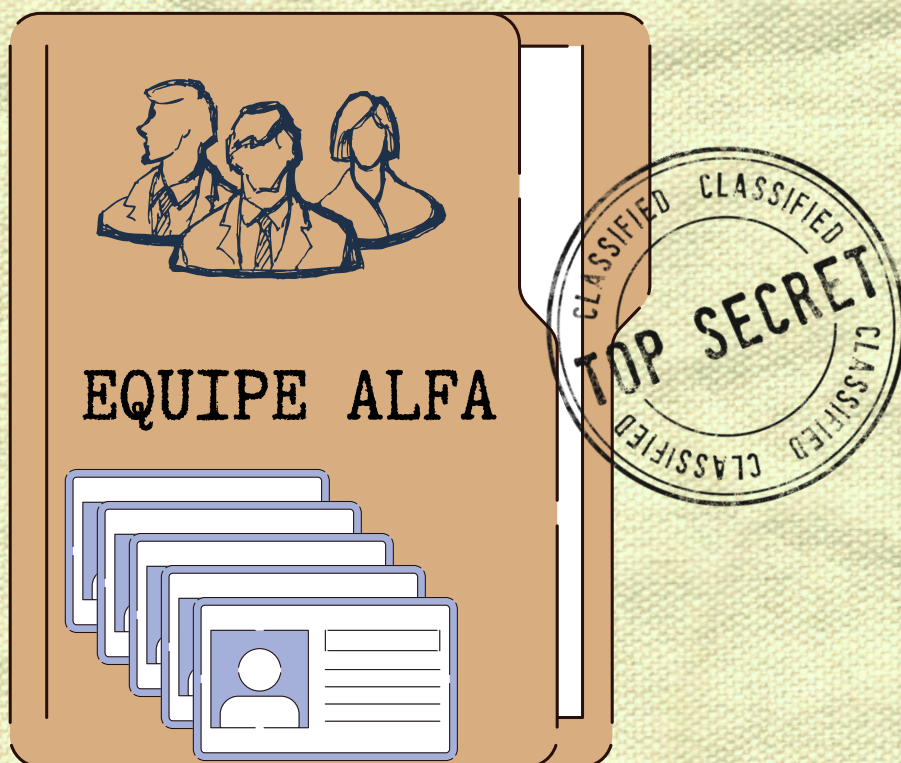
Analisar a Herança Genética em Contextos Forenses: Os estudantes/participantes entenderão como a herança genética pode ser analisada em contextos forenses, utilizando perfis genéticos de familiares para determinar a probabilidade de correspondência com amostras de DNA encontradas.

Aplicar técnicas de sequenciamento de DNA: Os estudantes/participantes demonstrarão a habilidade de aplicar conceitos básicos de sequenciamento de DNA, entendendo como diferentes técnicas de sequenciamento contribuem para a precisão na identificação genética.

Explorar a Relação entre Genótipo e Fenótipo: Os estudantes/participantes serão capazes de discutir a relação entre genótipo e fenótipo, compreendendo como variações genéticas específicas podem se manifestar e serem detectadas através de análises laboratoriais.

Desenvolver Habilidades na Comparação de Perfis Genéticos: Os estudantes/participantes serão capacitados para realizar comparações detalhadas entre perfis genéticos, identificando correspondências ou exclusões com base nos alelos analisados em diferentes loci.

Explorar a Importância do Código Genético e Sua Aplicação: Os estudantes/participantes compreenderão a importância do código genético e como ele é utilizado na tradução de sequências de nucleotídeos em aminoácidos, o que tem implicações diretas na identificação genética.



DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DO ESCAPE ROOM: A IDENTIDADE PERDIDA

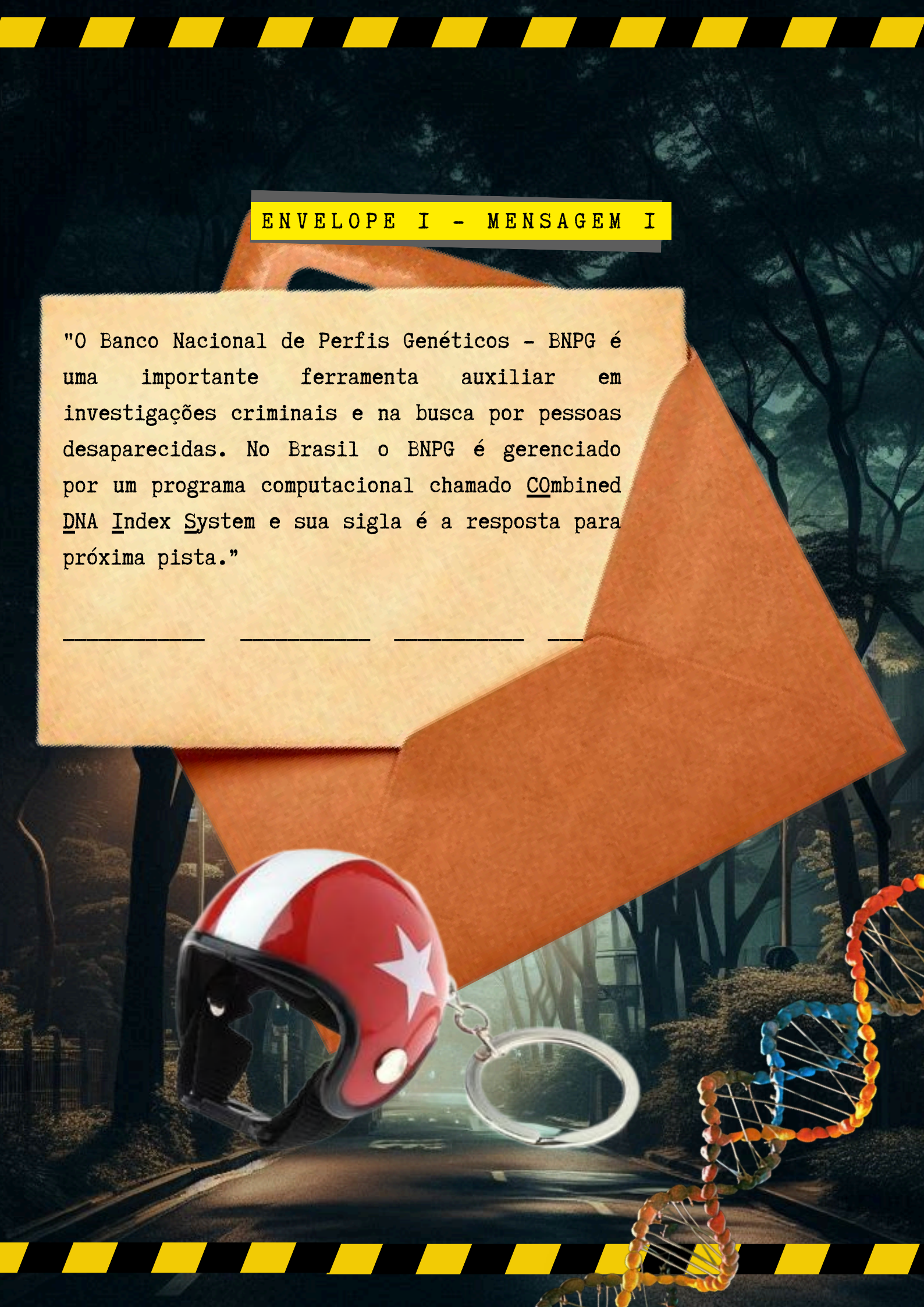
Desafio 1 - Introdução à Investigação Forense

Os participantes encontrarão um envelope ao lado de um objeto que se assemelha a um capacete, que pode ser um chaveiro, um brinquedo ou mesmo um capacete real. Dentro desse envelope, haverá uma mensagem codificada (referenciado como Envelope I - Mensagem I). Após decodificar esta mensagem, eles devem ler a próxima mensagem contida no mesmo envelope.

A segunda mensagem irá instruí-los a relacionar cada letra da primeira mensagem com um número específico (referenciado como Envelope I - Mensagem 2). Esse processo de decodificação resultará em uma sequência numérica. Esta sequência numérica será crucial e utilizada no próximo desafio, o Desafio 2.

Os participantes devem prestar muita atenção aos detalhes e seguir cuidadosamente as instruções fornecidas para garantir que a sequência numérica correta seja formada e utilizada adequadamente na etapa seguinte do escape room.





ENVELOPE I - MENSAGEM I

"O Banco Nacional de Perfis Genéticos - BNPG é uma importante ferramenta auxiliar em investigações criminais e na busca por pessoas desaparecidas. No Brasil o BNPG é gerenciado por um programa computacional chamado Combined DNA Index System e sua sigla é a resposta para próxima pista."

ENVELOPE I - MENSAGEM II

Troque agora a mensagem do envelope I de acordo com a tabela abaixo.

Dica: Para algumas letras, você precisará somar os números da dezena com a unidade

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

De posse do código numérico, localize um chaveiro na sala para abri-lo.



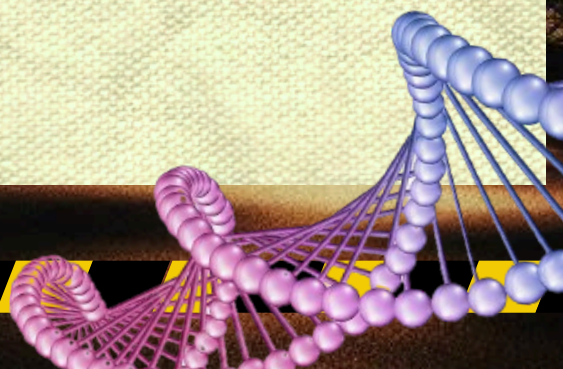
Desafio 2 - A Importância dos Bancos de Perfis Genéticos

De posse da sequência numérica decifrada no Desafio I, os estudantes irão utilizá-la para abrir uma caixa que se encontra sobre uma mesa no interior da sala. Dentro da caixa, eles encontrarão uma mensagem criptografada utilizando a cifra de César. A cifra de César é uma antiga e famosa técnica de criptografia que reorganiza as letras de uma sentença com base na posição das letras do alfabeto.

Para este desafio, a mensagem foi escrita com uma rotação à esquerda de quatro posições no alfabeto. Isso significa que cada letra da mensagem original foi substituída pela letra que se encontra quatro posições antes no alfabeto.

Os participantes devem descriptografar a mensagem aplicando a rotação inversa, ou seja, movendo cada letra da mensagem quatro posições para a direita no alfabeto. Uma vez que a mensagem seja decifrada, eles descobrirão que a próxima pista está em um envelope localizado próximo aos livros na sala.

Mensagem descriptografada: "Assim como bibliotecas possuem coleções de livros, o BNPG apresenta coleções de perfis genéticos, as quais são a base para as comparações."



ENVELOPE II - MENSAGEM III

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D

Mensagem criptografada: "EWWMQ GSQS FMFPMSXIGEW
TSWWYIQ GSPIGSIW HI PMZVSW, S FRTK ETVIWIRXE
GSPIGSIW HI TIVJMW KIJÍXMCKW, EW UYEMW WES E FEWI
TEVE EW GSQTEVEGSIW ."

Escreva a mensagem descriptografada:

Desafio 3 - Exploração do DNA e Seus Processos Biológicos

Após descriptografar a mensagem do Desafio 2, os participantes deverão entender que a mensagem os direciona aos livros que estarão em uma mesa na sala do Escape Room.

Em cima desses livros, encontrarão um envelope relacionado a este desafio.

O envelope 3 conterá:

- Mensagem 4
- Mensagem 5.
- Mensagem 6.

Os participantes devem encontrar o envelope em cima dos livros na mesa. Ao encontrarem o envelope, deverão abri-lo e ler a seguinte mensagem:

ENVELOPE III - MENSAGEM IV

"Descubra a próxima pista raspando o cartão".



ENVELOPE III - MENSAGEM V

AAGAGAAAUACC

• Esses códons correspondentes a quais aminoácidos?

?

TABELA DO CÓDIGO GENÉTICO

		SEGUNDA LETRA					
		U	C	A	G		
PRIMEIRA LETRA [5']	U	UUU } Phe (F) UUC } UUA } Leu (L) UUG }	UCU } UCC } Ser (S) UCA } UCG }	UAU } Tyr (Y) UAC } UAA } Parada (terminador) UAG } Parada (Terminador)	UGU } Cys (C) UGC } UGA } Parada (terminador) UGG } Trp (W)	U C A G	TERCEIRA LETRA [3']
	C	CUU } CUC } Leu (L) CUA } CUG }	CCU } CCC } Pro (P) CCA } CCG }	CAU } His (H) CAC } CAA } Gln (Q) CAG }	CGU } CGC } Arg (R) CGA } CGG }	U C A G	
	A	AUU } AUC } Ile (I) AUA } AUG } Met (M) (iniciador)	ACU } ACC } Thr (T) ACA } ACG }	AAU } Asn (N) AAC } AAA } Lys (K) AAG }	AGU } Ser (S) AGC } AGA } Arg (R) AGG }	U C A G	
	G	GUU } GUC } Val (V) GUA } GUG }	GCU } GCC } Ala (A) GCA } GCG }	GAU } Asp (D) GAC } GAA } Glu (E) GAG }	GGU } GGC } Gly (G) GGA } GGG }	U C A G	

■ = Códon de iniciação da cadeia polipeptídica

■ = Códon de término da cadeia polipeptídica

Cada sequência trinucleotídica ou códon é a sequência nucleotídica no mRNA (não do DNA) que especifica a incorporação do aminoácido indicado ou o término da cadeia polipeptídica. Os símbolos de uma letra para os aminoácidos estão entre parênteses depois das abreviaturas padronizadas de três letras.

www.todoestudo.com.br

Fonte: <https://www.todoestudo.com.br/biologia/codigo-genetico> - acessado em 23/07/2024



Os participantes deverão raspar a raspadinha para revelar o enigma. Com auxílio da tabela de códons fornecida (Envelope 3 - Mensagem 6), eles deverão decifrar a sequência de letras revelada pela raspadinha. Eles precisarão entender que se trata de uma sequência de bases nitrogenadas do DNA (adenina, citosina, guanina e timina) e decifrar usando o código genético. Ao decodificar a sequência, que será o nome de um livro que está na sala, eles descobrirão que a próxima pista é um livro que contém fotos e perfis genéticos de pessoas desaparecidas e de seus familiares. Ou seja, uma representação do Banco Nacional de Perfis Genéticos (BNPG).

O livro que os participantes deverão identificar será: "A Saga de Lisina, Arginina, Asparagina e Treonina."

Para enriquecer a experiência do Escape Room, recomenda-se que haja na sala, no mínimo, quatro livros. Isso permitirá que os participantes façam correlações com os respectivos nomes relacionados aos aminoácidos. Veja a tabela sugestiva de nomes de livros a seguir.



CÓDON	AMINOÁCIDOS	NOME DO LIVRO
GCGUAC	ALANINA e TIROSINA	Aventuras de Alanina e Tirosina no Mundo dos Mistérios
CAGGAA	GLUTAMINA E ÁCIDO GLUTÂMICO	Glutamina e Ácido Glutâmico: A Jornada de um Herói
GUUCUAAUA	VALINA, LEUCINA e ISOLEUCINA	Histórias de Valina, Leucina e Isoleucina
GGGAGC	GLICINA e SERINA	Glicina e Serina: Explorando o Desconhecido
AAGAGAAAUACC	LISINA, ARGININA, ASPARAGINA e TREONINA	A Saga de Lisina, Arginina, Asparagina e Treonina
AAGCGAACC	LISINA, ARGININA e TREONINA	Lisina, Arginina e Treonina: Os Guardiões do Equilíbrio
UUUUACUGG	FENILALANINA, TIROSINA e TRIPTOFANO	Fenilalanina, Tirosina, Triptofano: Crônicas de Um Novo Mundo
CCGCACGAGGAC	PROLINA, HISTIDINA, ÁCIDO GLUTÂMICO e ÁCIDO ASPÁRTICO	Aventura de Prolina, Histidina, Glutamato e Aspartato

Instruções Detalhadas para a Confeção da Raspadinha:

Materiais Necessários:

- Cartão impresso em papel com gramatura maior com a mensagem 5
- Cola em bastão
- Adesivo plástico (papel contact)
- Tinta acrílica metálica (preferencialmente prata)
- Detergente líquido

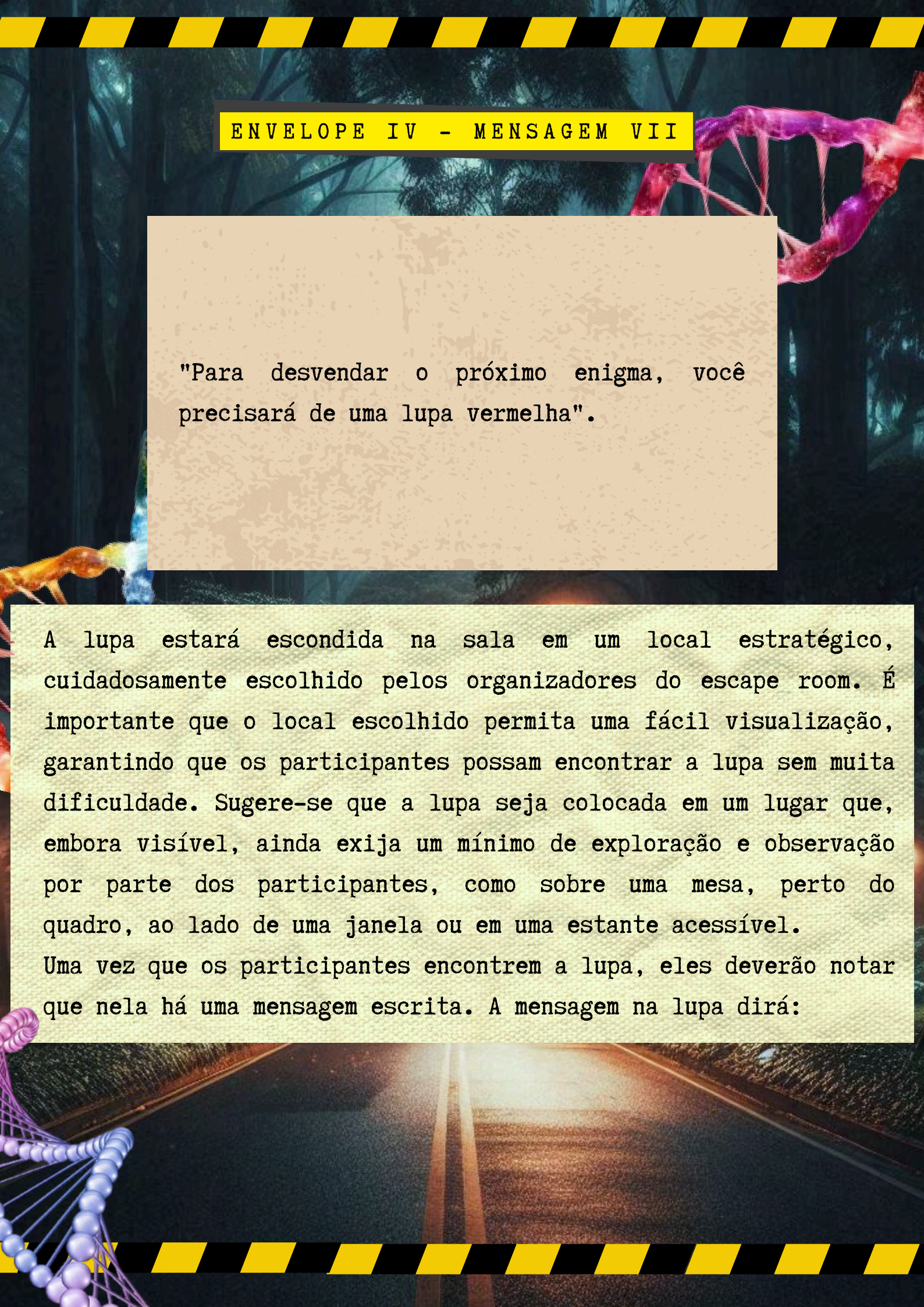


Modo de Preparo:

1. Imprima o cartão em papel firme ou cole a arte em um papel mais resistente para facilitar a raspagem.
2. Aplique o adesivo plástico (papel contact) na área onde será aplicada a tinta para proteger a superfície durante a raspagem.
3. Misture uma parte de detergente líquido com duas partes de tinta acrílica metálica. Mexa bem até obter uma mistura homogênea.
4. Pinte a área plastificada com a mistura de tinta e detergente. Deixe secar completamente.
5. Certifique-se de que a área a ser oculta esteja totalmente coberta. Caso necessário, aplique uma segunda camada de tinta.
6. Após a secagem completa, a raspadinha estará pronta para uso. Os participantes poderão raspar a tinta para revelar a mensagem oculta.

De posse do livro “A Saga de Lisina, Arginina, Asparagina e Treonina,” os estudantes encontrarão a pista do Desafio 4 na primeira folha do livro. Ao abrir o livro, eles encontrarão um bilhete que contém a seguinte mensagem:





ENVELOPE IV - MENSAGEM VII

"Para desvendar o próximo enigma, você precisará de uma lupa vermelha".

A lupa estará escondida na sala em um local estratégico, cuidadosamente escolhido pelos organizadores do escape room. É importante que o local escolhido permita uma fácil visualização, garantindo que os participantes possam encontrar a lupa sem muita dificuldade. Sugere-se que a lupa seja colocada em um lugar que, embora visível, ainda exija um mínimo de exploração e observação por parte dos participantes, como sobre uma mesa, perto do quadro, ao lado de uma janela ou em uma estante acessível. Uma vez que os participantes encontrem a lupa, eles deverão notar que nela há uma mensagem escrita. A mensagem na lupa dirá:

FRENTE



VERSO



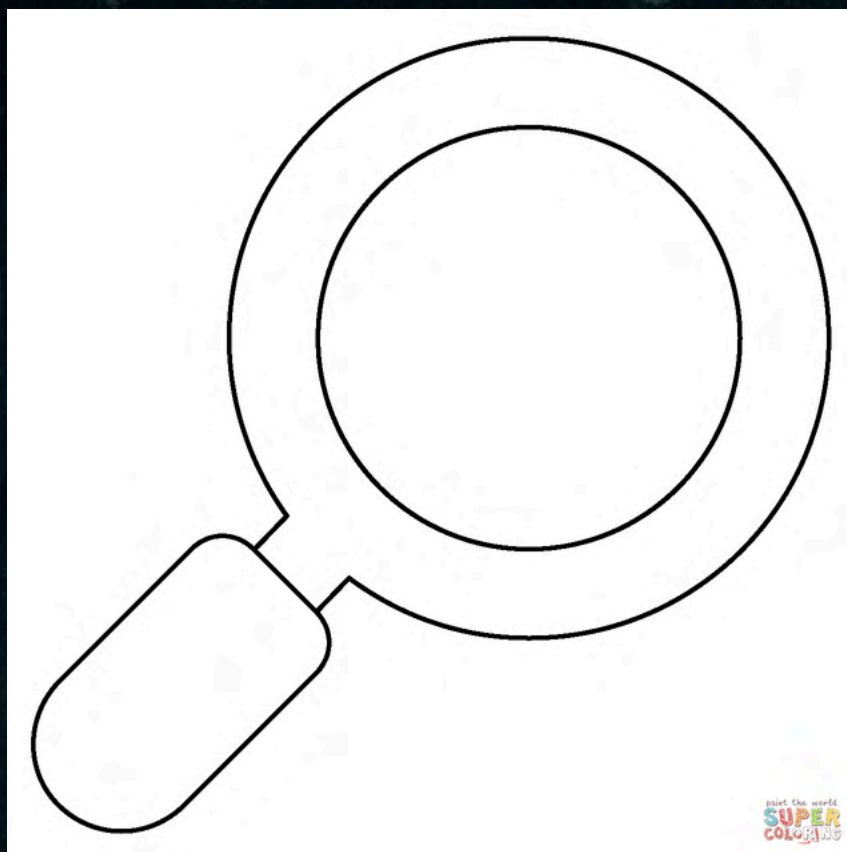
Orientações para a confecção da lupa:

Materiais Necessários:

- Papel I80g
- Papel celofane vermelho
- Cola bastão ou cola branca
- Tesoura
- Lápis 6B

"Para desvendar o próximo enigma, você precisará de uma lupa vermelha".

- Molde da lupa



Confecção da Lupa Vermelha:

- Recorte o molde da lupa em papel 180 g.
- Escreva a mensagem 8 na borda da lupa.
- Recorte um círculo de papel celofane vermelho que se encaixe na parte da lente da lupa.
- Cole o círculo de papel celofane vermelho na lente da lupa usando cola bastão ou cola branca.
- Certifique-se de que a cola esteja seca antes de utilizar a lupa.

Esta instrução é essencial, pois direcionará os participantes de volta ao livro "A Saga de Lisina, Arginina, Asparagina e Treonina," onde deverão utilizar a lupa para revelar uma mensagem secreta. A descoberta da lupa e a leitura da mensagem secreta são passos críticos que manterão os participantes engajados, promovendo uma sensação de descoberta e continuidade na narrativa



do escape room. A mensagem secreta, uma vez revelada, fornecerá as próximas pistas ou instruções necessárias para avançar no enigma, mantendo a tensão e o interesse no jogo.

Desafio 4 - Prática Forense de Genotipagem

Neste desafio, os participantes usarão a lupa vermelha, obtida no desafio 3, para revelar uma mensagem oculta dobrada dentro de um dos livros mencionados no desafio 2. Além da mensagem secreta, o envelope conterá uma segunda pista, que os guiará ao desafio 5.

Após decifrar as mensagens, os participantes deverão montar um quebra-cabeça que ilustra o processo de genotipagem, desde a coleta do material genético até a interpretação dos resultados.

A mensagem oculta será a seguinte:

MENSAGEM 9

"Na prática forense, o perfil genético de um indivíduo é obtido a partir das análises de regiões específicas do genoma. Para tanto, se extrai o DNA da amostra coletada e a partir de então utiliza-se técnicas de genitopagem."



MENSAGEM X

Monte o quebra-cabeça que é um exemplo de protocolo de genotipagem e descubra sua próxima pista.

MENSAGEM XI QUEBRA-CABEÇA

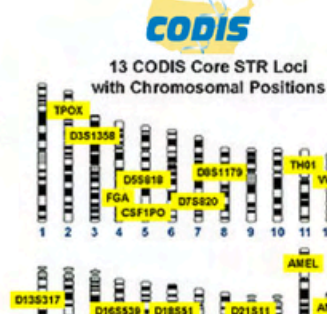


Coleta de Amostras Biológicas.

1



Extração e quantificação do DNA.



Regiões genômicas a serem genotipadas.



Colocação de amostras no termociclador.

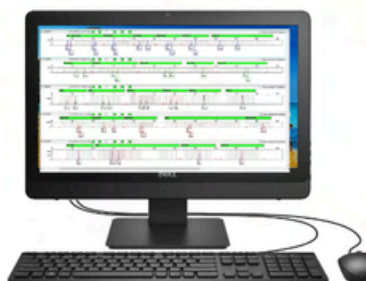


Amplificação por PCR (Reação em Cadeia da Polimerase).

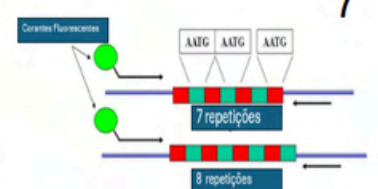


Separação dos fragmentos por Eletroforese Capilar.

3



Análise de eletroferograma para obtenção de perfil genético.



A região de repetição é variável entre os STRs, enquanto as regiões flancuadoras onde se ligam os primers são constantes.

Homozigotos: ambos os alelos, oriundo um do pai e o outro da mãe, têm o mesmo comprimento.

Heterozigotos: alelos, oriundo um do pai e o outro da mãe, diferem e podem ser resolvidos um do outro.

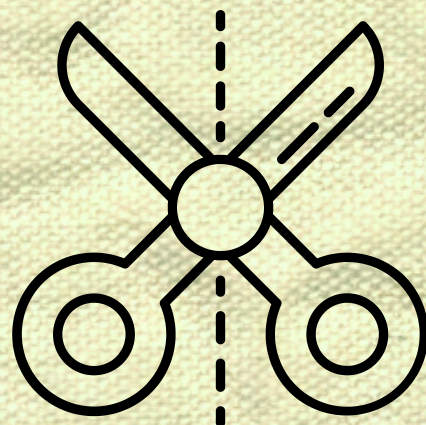
Desenho dos Primers.

Para aplicar este desafio, o professor deverá seguir as orientações detalhadas abaixo para criar a mensagem secreta.

Sugestão I:

Materiais Necessários:

- Papel 180 g
- Lápis 6B
- Giz de cera vermelho ou canetinha vermelha



Procedimento para a Mensagem Secreta:

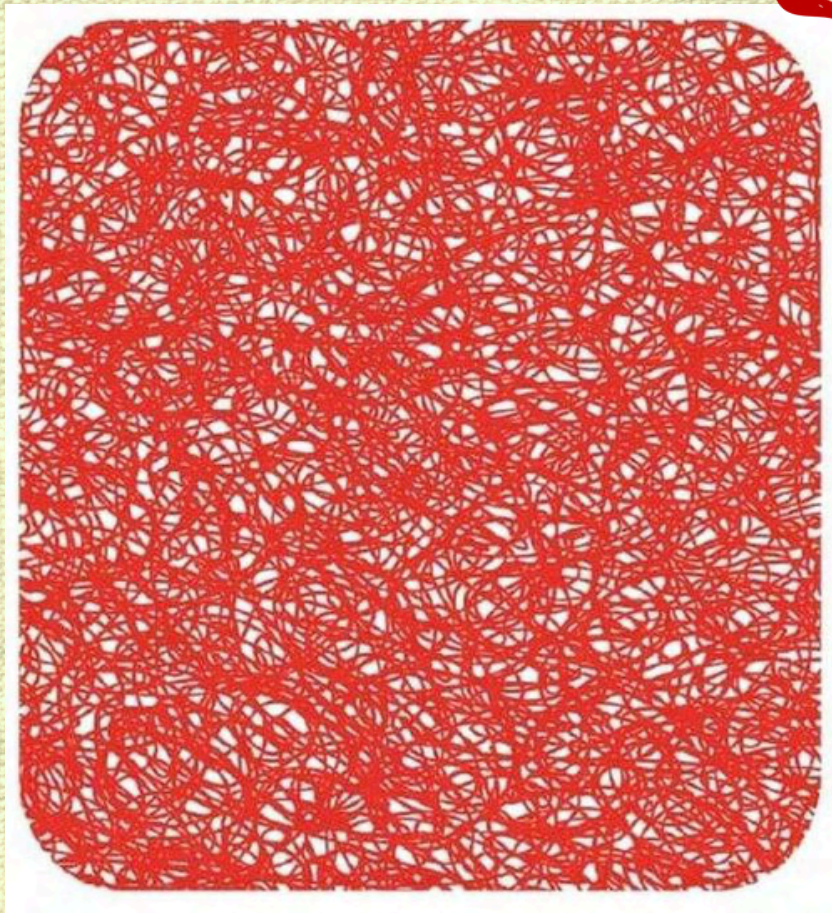
1. Recorte o Papel: ** Recorte o papel no tamanho desejado.
2. Escreva a Mensagem: *Utilize um lápis 6B para escrever a mensagem que deseja esconder (neste caso, "Envelope 5 - Mensagem 9"). Escreva com pouca pressão para que a escrita seja leve e quase invisível.
3. Preencha o Papel: Cubra todo o papel com uma caneta vermelha. Se preferir, utilize giz de cera vermelho para preencher a superfície do papel.
4. Dobre e Esconda a Mensagem: Dobre a mensagem e coloque-a dentro de um dos livros que estão na sala, de acordo com sua preferência.



Sugestão 2:

Materiais Necessários:

- Papel 180 g
- Molde arte pronto para impressão



Procedimento para a Mensagem Secreta:

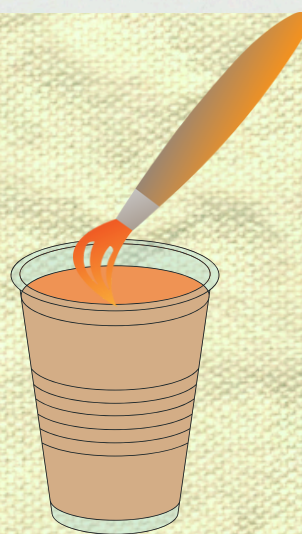
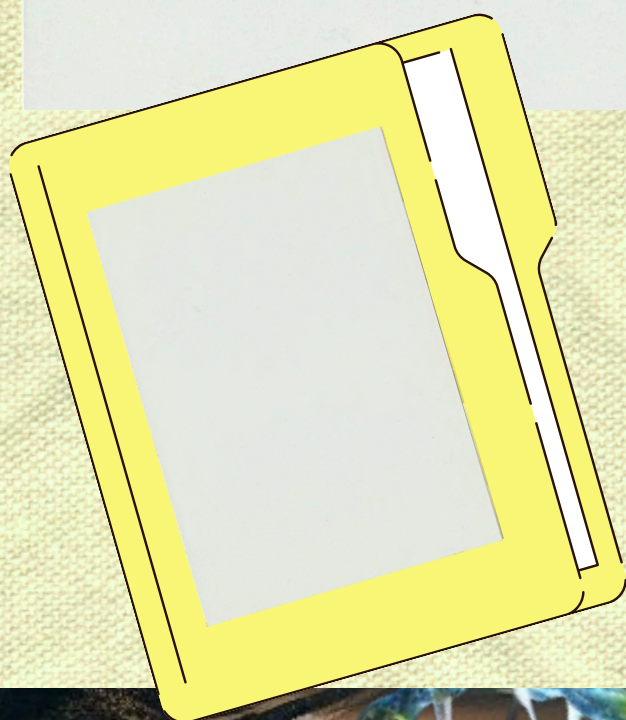
1. Recorte o Molde: Recorte o molde impresso no tamanho desejado.
2. Escreva a Mensagem: Utilizando canetinhas, escreva a mensagem que deseja esconder (neste caso, "Envelope 5 - Mensagem 9").
3. Dobre e Esconda a Mensagem: Dobre a mensagem e coloque-a dentro de um dos livros que estão na sala, de acordo com sua preferência.

Desafio 5 - Comparação de Perfis

Seguindo a pista descoberta no Desafio 4, os estudantes/participantes localizarão os números "I37" no quebra-cabeça. Esses números correspondem a uma placa na sala. Atrás da placa numérica, os participantes encontrarão um envelope que trará duas mensagens que revelarão as próximas pistas.

ENVELOPE 5 - MENSAGEM XII

"Para revelar a próxima pista, pincele líquido laranja na carta secreta e decifre a mensagem que aparecerá."



Abaixo da placa, haverá um recipiente com líquido laranja. Os estudantes devem utilizar esse líquido para revelar a mensagem invisível escrita com tinta de bicarbonato. Ao pincelar o líquido laranja na carta secreta, a mensagem será revelada.

ENVELOPE 5 - MENSAGEM XIII

"Atrás da porta. Depois, retorne ao livro: "A Saga de Lisina, Arginina, Asparagina e Treonina,"

Para elaborar esta pista utilizando tinta invisível, será necessário seguir os procedimentos abaixo:

Procedimento para Criar Tinta Invisível:

I. Mistura da Tinta Invisível:

- Utilize cerca de três colheres de sopa (45 g) de bicarbonato de sódio para cada 1/4 de xícara (60 mL) de água.
- Se restarem pedaços de bicarbonato sem dissolver, adicione um pouco mais de água até que o pó esteja completamente dissolvido.

2. Escrita da Mensagem Invisível:

- Mergulhe um pincel pequeno ou um cotonete na solução de bicarbonato.
- Escreva a mensagem que deseja, neste caso: "Atrás da porta", em uma folha branca, utilizando letras grandes e legíveis (evite es-

crita cursiva), pois a água pode distorcer um pouco as formas. Espere a mensagem secar completamente.

3. Revelação da Mensagem:

- Misture duas colheres de sopa de açúcar com cerca de 200 mL de álcool 70%.
- Pincele esta solução sobre a mensagem escrita com bicarbonato para revelar a mensagem oculta.

Após a revelação da mensagem, os estudantes devem procurar atrás da porta o envelope 6 com a mensagem I4, que será o perfil genético da amostra de swab.

ENVELOPE 6 - MENSAGEM XIV

PERFIL GENÉTICO														
STR	D3S13 58	vMA	FGA	AMEL	D8S11 79	D21S1 1	D18S5 1	D5S81 8	D13S3 17	D7S82 0	D16S5 39	TH01	TPOX	CSF1P 0
Amostra Swab	10,8	6,17	12,9	XX	9,17	11,16	10,7	5,14	7,5	13,7	3,17	6,4	16,9	14,3

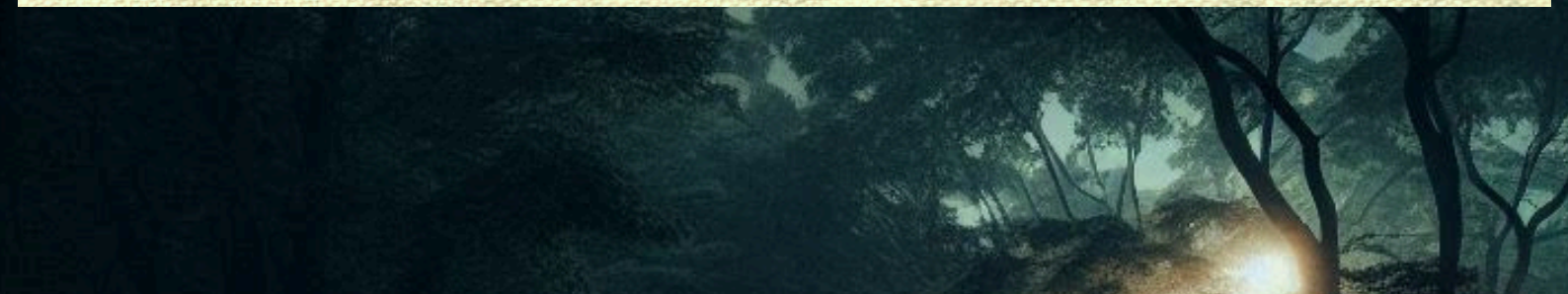
Os participantes serão apresentados ao livro "A Saga de Lisina, Arginina, Asparagina e Treonina", que contém o perfil genético de familiares de pessoas desaparecidas. A missão deles será comparar o perfil genético da amostra de swab com os perfis genéticos do pai e da mãe.

Após realizarem a comparação, eles perceberão que há um número no topo da página, relacionado ao cadastro de pessoas desaparecidas. Uma mensagem os orientará a localizar uma pasta do tipo catálogo de acordo com o número que eles encontraram a compatibilidade entre os perfis genéticos dos genitores e da



amostra swab. Usando o número correspondente à amostra de swab, eles deverão encontrar o nome da pessoa desaparecida na pasta, resolvendo assim o enigma.

Finalmente, os participantes receberão um envelope final, contendo uma mensagem de conclusão da atividade. A mensagem parabenizará o grupo por desvendar os enigmas e solucionar o caso utilizando seus conhecimentos de genética forense.



PARABÉNS!

Parabéns a todos os participantes por completarem com sucesso os desafios enigmas deste Escape Room: A Identidade Perdida! Vocês demonstraram um notável espírito de equipe, impressionantes habilidades de resolução de problemas e uma dedicação exemplar ao longo de toda essa jornada educativa.

A mulher que vocês identificaram era Laura, uma residente de uma cidade próxima, que havia sido dada como desaparecida há muitos anos. Graças ao empenho de vocês em desvendar cada pista e conectar os detalhes, sua identidade foi finalmente revelada, trazendo uma nova luz a este caso que por tanto tempo permaneceu sem respostas.

**VOCÊS SÃO VERDADEIROS
CAMPEÕES, CAPAZES DE ENFRENTAR
QUALQUER DESAFIO COM
INTELIGÊNCIA, COLABORAÇÃO E
PERSEVERANÇA!**

A Saga de Lisina, Arginina, Asparagina e Treonina

PERFIL GENÉTICO - 1053

Perfil Genético do Pai:

PERFIL GENÉTICO														
STR	D3S1358	vMA	FGA	AMEL	D8S1179	D21S11	D18S51	D5S818	D13S317	D7S820	D16S539	TH01	TPOX	CSF1P0
Pai - 1053	10,8	6,17	12,9	XY	9,17	11,16	10,7	5,14	7,5	13,7	3,17	6,4	16,9	14,3

Perfil Genético da Mãe:

PERFIL GENÉTICO														
STR	D3S1358	vMA	FGA	AMEL	D8S1179	D21S11	D18S51	D5S818	D13S317	D7S820	D16S539	TH01	TPOX	CSF1P0
Mãe - 1053	10,8	6,17	12,9	XX	9,17	11,16	10,7	5,14	7,5	13,7	3,17	6,4	16,9	14,3

Se a família for compatível com a amostra de swab, o próximo passo é localizar, na sala do Escape Room, uma pasta preta. Esta pasta está identificada com os nomes de pessoas desaparecidas e contém detalhes cruciais sobre cada caso.

Dentro da pasta, além das informações, vocês encontrarão uma carteira de identidade, ainda desatualizada, mas contendo a foto fornecida pela família na época do desaparecimento. Esta identidade, com a imagem antiga da pessoa desaparecida, é um artefato importante que conecta o passado ao presente e será essencial para a resolução final do enigma.

Certifiquem-se de entregar essa carteira de identidade como parte da reconstituição da identidade perdida, permitindo que a história dessa pessoa seja finalmente contada e que sua identidade seja restaurada.

A Saga de Lisina, Arginina, Asparagina e Treonina

PERFIL GENÉTICO - 542

Perfil Genético do Pai:

PERFIL GENÉTICO														
STR	D3S13 58	vMA	FGA	AMEL	D8S11 79	D21S1 1	D18S5 1	D5S81 8	D13S3 17	D7S82 0	D16S5 39	TH01	TPOX	CSF1P 0
Pai - 542	10,8	8,14	12,9	XY	11,16	11,16	10,8	3,17	16,9	6,4	3,19	11,3	16,9	10,8

Perfil Genético da Mãe:

PERFIL GENÉTICO														
STR	D3S13 58	vMA	FGA	AMEL	D8S11 79	D21S1 1	D18S5 1	D5S81 8	D13S3 17	D7S82 0	D16S5 39	TH01	TPOX	CSF1P 0
Mãe - 542	18,12	6,17	12,11	XX	9,17	11,16	10,7	5,14	7,5	13,7	3,17	6,4	16,9	14,3

Se a família for compatível com a amostra de swab, o próximo passo é localizar, na sala do Escape Room, uma pasta preta. Esta pasta está identificada com os nomes de pessoas desaparecidas e contém detalhes cruciais sobre cada caso.

Dentro da pasta, além das informações, vocês encontrarão uma carteira de identidade, ainda desatualizada, mas contendo a foto fornecida pela família na época do desaparecimento. Esta identidade, com a imagem antiga da pessoa desaparecida, é um artefato importante que conecta o passado ao presente e será essencial para a resolução final do enigma.

Certifiquem-se de entregar essa carteira de identidade como parte da reconstituição da identidade perdida, permitindo que a história dessa pessoa seja finalmente contada e que sua identidade seja restaurada.

A Saga de Lisina, Arginina, Asparagina e Treonina

PERFIL GENÉTICO - 365

Perfil Genético do Pai:

PERFIL GENÉTICO														
STR	D3S13 58	vMA	FGA	AMEL	D8S11 79	D21S1 1	D18S5 1	D5S81 8	D13S3 17	D7S82 0	D16S5 39	TH01	TPOX	CSF1P 0
Pai - 365	10,8	8,14	12,9	XY	11,16	5,14	12,2	7,5	6,4	13,7	11,17	7,5	13,7	12,2

Perfil Genético da Mãe:

PERFIL GENÉTICO														
STR	D3S13 58	vMA	FGA	AMEL	D8S11 79	D21S1 1	D18S5 1	D5S81 8	D13S3 17	D7S82 0	D16S5 39	TH01	TPOX	CSF1P 0
Mãe - 365	10,16	12,7	18,6	XX	3,11	11,4	8,10	11,18	3,9	6,10	7,6	9,5	9,18	15,7

Se a família for compatível com a amostra de swab, o próximo passo é localizar, na sala do Escape Room, uma pasta preta. Esta pasta está identificada com os nomes de pessoas desaparecidas e contém detalhes cruciais sobre cada caso.

Dentro da pasta, além das informações, vocês encontrarão uma carteira de identidade, ainda desatualizada, mas contendo a foto fornecida pela família na época do desaparecimento. Esta identidade, com a imagem antiga da pessoa desaparecida, é um artefato importante que conecta o passado ao presente e será essencial para a resolução final do enigma.

Certifiquem-se de entregar essa carteira de identidade como parte da reconstituição da identidade perdida, permitindo que a história dessa pessoa seja finalmente contada e que sua identidade seja restaurada.

A Saga de Lisina, Arginina, Asparagina e Treonina

PERFIL GENÉTICO - 613

Perfil Genético do Pai:

PERFIL GENÉTICO														
STR	D3S13 58	vMA	FGA	AMEL	D8S11 79	D21S1 1	D18S5 1	D5S81 8	D13S3 17	D7S82 0	D16S5 39	TH01	TPOX	CSF1P 0
Pai - 613	12,9	6,17	5,14	XY	10,7	11,16	10,8	3,17	16,9	6,4	3,19	11,3	16,9	10,8

Perfil Genético da Mãe:

PERFIL GENÉTICO														
STR	D3S13 58	vMA	FGA	AMEL	D8S11 79	D21S1 1	D18S5 1	D5S81 8	D13S3 17	D7S82 0	D16S5 39	TH01	TPOX	CSF1P 0
Mãe - 613	7,10	12,5	18,8	XX	11,12	13,11	8,3	11,16	9,3	6,11	6,7	9,3	9,11	15,12

Se a família for compatível com a amostra de swab, o próximo passo é localizar, na sala do Escape Room, uma pasta preta. Esta pasta está identificada com os nomes de pessoas desaparecidas e contém detalhes cruciais sobre cada caso.

Dentro da pasta, além das informações, vocês encontrarão uma carteira de identidade, ainda desatualizada, mas contendo a foto fornecida pela família na época do desaparecimento. Esta identidade, com a imagem antiga da pessoa desaparecida, é um artefato importante que conecta o passado ao presente e será essencial para a resolução final do enigma.

Certifiquem-se de entregar essa carteira de identidade como parte da reconstituição da identidade perdida, permitindo que a história dessa pessoa seja finalmente contada e que sua identidade seja restaurada.

A Saga de Lisina, Arginina, Asparagina e Treonina

PERFIL GENÉTICO - 822

Perfil Genético do Pai:

PERFIL GENÉTICO														
STR	D3S13 58	vMA	FGA	AMEL	D8S11 79	D21S1 1	D18S5 1	D5S81 8	D13S3 17	D7S82 0	D16S5 39	TH01	TPOX	CSF1P 0
Pai - 822	6,11	12,5	16,18	X,Y	7,12	15,15	5,14	12,11	9,17	6,8	5,6	9,9	4,18	4,10

Perfil Genético da Mãe:

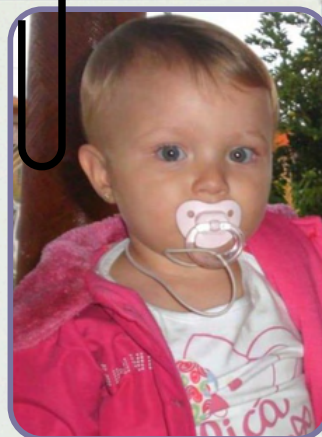
PERFIL GENÉTICO														
STR	D3S13 58	vMA	FGA	AMEL	D8S11 79	D21S1 1	D18S5 1	D5S81 8	D13S3 17	D7S82 0	D16S5 39	TH01	TPOX	CSF1P 0
Mãe - 822	6,10	12,12	16,12	X,X	16,12	11,15	8,14	12,9	12,9	18,8	7,17	12,5	9,11	4,7

Se a família for compatível com a amostra de swab, o próximo passo é localizar, na sala do Escape Room, uma pasta preta. Esta pasta está identificada com os nomes de pessoas desaparecidas e contém detalhes cruciais sobre cada caso.

Dentro da pasta, além das informações, vocês encontrarão uma carteira de identidade, ainda desatualizada, mas contendo a foto fornecida pela família na época do desaparecimento. Esta identidade, com a imagem antiga da pessoa desaparecida, é um artefato importante que conecta o passado ao presente e será essencial para a resolução final do enigma.

Certifiquem-se de entregar essa carteira de identidade como parte da reconstituição da identidade perdida, permitindo que a história dessa pessoa seja finalmente contada e que sua identidade seja restaurada.

DESAPARECIDA 542



Nome Completo: Ana Clara Rodrigues

Data do Desaparecimento: 12 de julho de 1994

Idade (no desaparecimento): 7 anos

Idade Atual: 37 anos

Local do Desaparecimento: Belo Horizonte, MG, Brasil

Roupas Usadas no Desaparecimento: Vestido rosa com estampas de flores, sandálias brancas

Informações: Ana Clara foi vista pela última vez brincando em um parque perto de sua casa. Ela estava com um grupo de crianças, mas se separou e desapareceu sem deixar rastros. A família realizou várias campanhas de busca ao longo dos anos, mas sem sucesso. Ana Clara tinha um sinal de nascença em formato de coração na parte inferior das costas.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Cor da Pele: Clara

Cor dos Olhos: Azuis

Cor do Cabelo: Loiro

Tipo de Cabelos: Liso, longo

Barba: Não aplicável

Bigode: Não aplicável

Altura Estimada: 1,20 m (na época do desaparecimento)

Peso Estimado: 20 kg (na época do desaparecimento)

Deficiência Física: Não

Deficiência Mental: Não

Tatuagens: Nenhuma

Esse perfil reflete uma situação fictícia de uma criança desaparecida há muitos anos. Ele pode ser utilizado para fins educativos ou em contextos fictícios, como em um escape room pedagógico. A imagem são fotos do arquivo pessoal da autora.

DESAPARECIDA 1053

Nome Completo: Laura Maria Luiza Ferreira

Data do Desaparecimento: 23 de setembro de 2005

Idade (no desaparecimento): 9 anos

Idade Atual: 28 anos

Local do Desaparecimento: Salvador, BA, Brasil

Roupas Usadas no Desaparecimento: Blusa branca de manga curta, saia azul, sandálias rosa

Informações: Laura desapareceu enquanto voltava da escola para casa. Ela costumava fazer o trajeto acompanhada de sua irmã mais velha, mas no dia do desaparecimento, a irmã precisou ficar na escola para uma atividade extracurricular. Laura foi vista pela última vez por vizinhos, que relataram que ela parecia estar assustada. A família nunca perdeu a esperança de encontrá-la.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Cor da Pele: Morena

Cor dos Olhos: Castanhos escuros

Cor do Cabelo: Castanho claro

Tipo de Cabelos: Liso, comprimento curto

Barba: Não aplicável

Bigode: Não aplicável

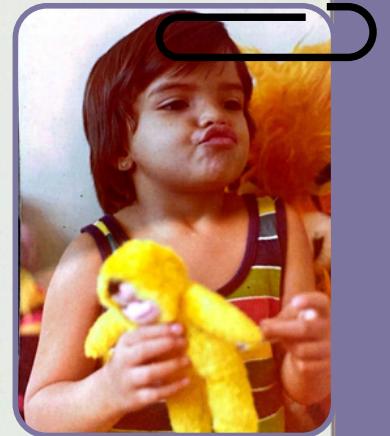
Altura Estimada: 1,30 m (na época do desaparecimento)

Peso Estimado: 25 kg (na época do desaparecimento)

Deficiência Física: Não

Deficiência Mental: Não

Tatuagens: Nenhuma



Esse perfil reflete uma situação fictícia de uma criança desaparecida há muitos anos. Ele pode ser utilizado para fins educativos ou em contextos fictícios, como em um escape room pedagógico. A imagem são fotos do arquivo pessoal da autora.

DESAPARECIDA 365



Nome Completo: Beatriz Souza Nascimento

Data do Desaparecimento: 5 de maio de 2010

Idade (no desaparecimento): 11 anos

Idade Atual: 24 anos

Local do Desaparecimento: Porto Alegre, RS, Brasil

Roupas Usadas no Desaparecimento: Calça jeans, blusa de manga longa vermelha, tênis preto

Informações: Beatriz desapareceu enquanto estava a caminho de uma festa de aniversário de uma amiga na vizinhança. Ela saiu de casa sozinha no final da tarde e nunca chegou ao destino. Beatriz é uma criança alegre e extrovertida, e sua família tem feito buscas incansáveis ao longo dos anos. Ela tem uma pequena cicatriz acima da sobrancelha esquerda, resultado de uma queda quando era mais nova.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Cor da Pele: Morena

Cor dos Olhos: Castanhos

Cor do Cabelo: Preto

Tipo de Cabelos: Crespo, curto

Barba: Não aplicável

Bigode: Não aplicável

Altura Estimada: 1,35 m (na época do desaparecimento)

Peso Estimado: 30 kg (na época do desaparecimento)

Deficiência Física: Não

Deficiência Mental: Não

Tatuagens: Nenhuma

Esse perfil reflete uma situação fictícia de uma criança desaparecida há muitos anos. Ele pode ser utilizado para fins educativos ou em contextos fictícios, como em um escape room pedagógico. A imagem são fotos do arquivo pessoal da autora.

DESAPARECIDA 613

Nome Completo: Helena Dias Albuquerque

Data do Desaparecimento: 17 de agosto de 1997

Idade (no desaparecimento): 6 anos

Idade Atual: 33 anos

Local do Desaparecimento: Curitiba, PR, Brasil

Roupas Usadas no Desaparecimento: Vestido azul com laços brancos, sapatilhas vermelhas

Informações: Helena desapareceu durante um passeio no parque com seus pais. Ela estava brincando perto de um lago quando se afastou do grupo e não foi mais vista. Apesar das buscas intensivas, não houve pistas sobre seu paradeiro. Helena tem uma pinta na bochecha direita e era conhecida por sua natureza curiosa e aventureira.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Cor da Pele: Clara

Cor dos Olhos: Verdes

Cor do Cabelo: Loiro

Tipo de Cabelos: Liso, na altura dos ombros

Barba: Não aplicável

Bigode: Não aplicável

Altura Estimada: 1,10 m (na época do desaparecimento)

Peso Estimado: 18 kg (na época do desaparecimento)

Deficiência Física: Não

Deficiência Mental: Não

Tatuagens: Nenhuma



Esse perfil reflete uma situação fictícia de uma criança desaparecida há muitos anos. Ele pode ser utilizado para fins educativos ou em contextos fictícios, como em um escape room pedagógico. A imagem são fotos do arquivo pessoal da autora.

DESAPARECIDA 822



Nome Completo: Larissa Gomes Oliveira

Data do Desaparecimento: 30 de outubro de 2012

Idade (no desaparecimento): 8 anos

Idade Atual: 19 anos

Local do Desaparecimento: Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Roupas Usadas no Desaparecimento: Uniforme escolar azul e branco, mochila rosa, tênis branco

Informações: Larissa desapareceu ao sair da escola em direção à sua casa. Ela costumava fazer o trajeto sozinha, já que morava a apenas duas quadras da escola. No dia do desaparecimento, testemunhas relataram ter visto uma mulher estranha se aproximando de Larissa, mas não houve mais informações sobre o paradeiro da menina. Larissa usava um bracelete prateado com seu nome gravado, dado por sua avó.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Cor da Pele: Clara

Cor dos Olhos: Castanhos claros

Cor do Cabelo: Castanho escuro

Tipo de Cabelos: Liso, longo

Barba: Não aplicável

Bigode: Não aplicável

Altura Estimada: 1,25 m (na época do desaparecimento)

Peso Estimado: 22 kg (na época do desaparecimento)

Deficiência Física: Não

Deficiência Mental: Não

Tatuagens: Nenhuma

Esse perfil reflete uma situação fictícia de uma criança desaparecida há muitos anos. Ele pode ser utilizado para fins educativos ou em contextos fictícios, como em um escape room pedagógico. A imagem são fotos do arquivo pessoal da autora.



GABARITO
DOS
DESAFIOS



Mensagem 1

CODIS

Mensagem 2

Senha cadeado: 2 5 3 8 9

Mensagem 3

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D

Mensagem: "Assim como bibliotecas possuem coleções de livros, o BNPG apresenta coleções de perfis genéticos, as quais são a base para as comparações."

Mensagem 5

CÓDON	AMINOÁCIDOS	NOME DO LIVRO
AAGAGAAUACC	LISINA, ARGININA, ASPARAGINA e TREONINA	A Saga de Lisina, Arginina, Asparagina e Treonina

Mensagem 11



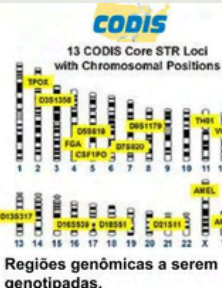


Coleta de Amostras Biológicas.

1



Extração e quantificação do DNA.



Regiões genômicas a serem genotipadas.



Colocação de amostras no termociclador.



Amplificação por PCR (Reação em Cadeia da Polimerase).

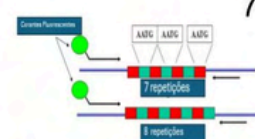


Separação dos fragmentos por Eletroforese Capilar.



Análise de eletroferograma para obtenção de perfil genético.

3



Desenho dos Primers.

7

Números: 137

Mensagem 13

"Atrás da porta. Depois, retorne ao livro:
"A Saga de Lisina, Arginina, Asparagina e
Treonina,"

Perfil genético dos genitores compatível com a amostra SWAB:

1053

Desaparecida 1053: Laura Maria Luiza Ferreira

BIBLIOGRAFIA

<https://cgn.inf.br/noticia/1547931/com-amnesia-mulher-e-encontrada-em-area-rural-com-trauma-facial-grave-04-06-2024>

<https://www.todoestudo.com.br/biologia/codigo-genetico>

CAVALCANTI, F., & CLEOPHAS, R. (2020). *O uso de escape rooms no ensino de Química: uma proposta de intervenção pedagógica*. Educação em Foco, 14(2), 45-58.

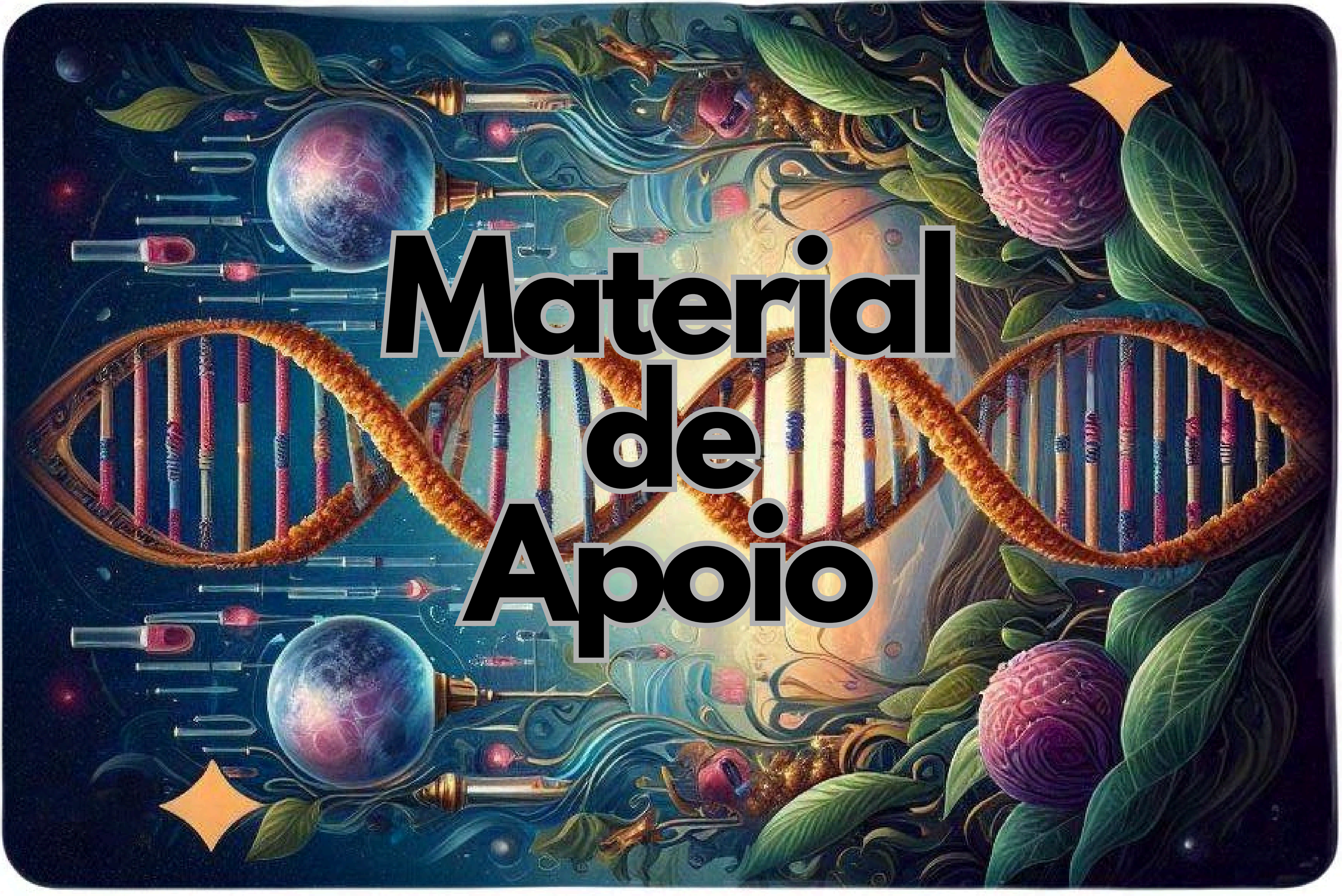
PONTES, L. M. (2023). *Gamificação e imersão em sala de fuga utilizadas para ensinar radioatividade*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Pernambuco.

VELDKAMP, A., KNIPPELS, M. C. P. J., & VAN JOOLINGEN, W. R. (2021). *Educational escape rooms: Exploring the experiences and perceptions of students and teachers in science education*. Journal of Science Education and Technology, v. 30, n. 3, p. 325-335.

AGRADECIMENTOS

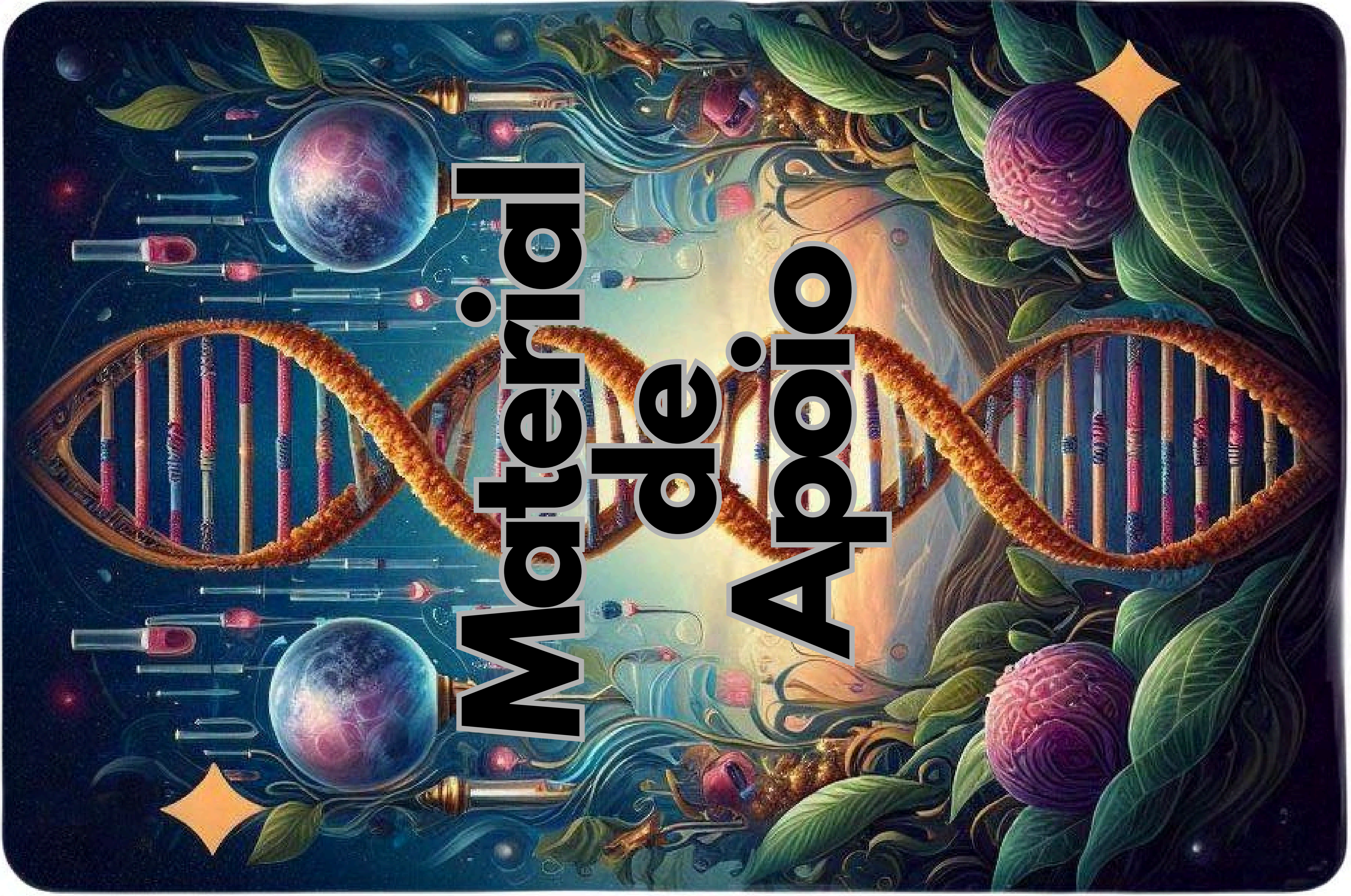
O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 00I.

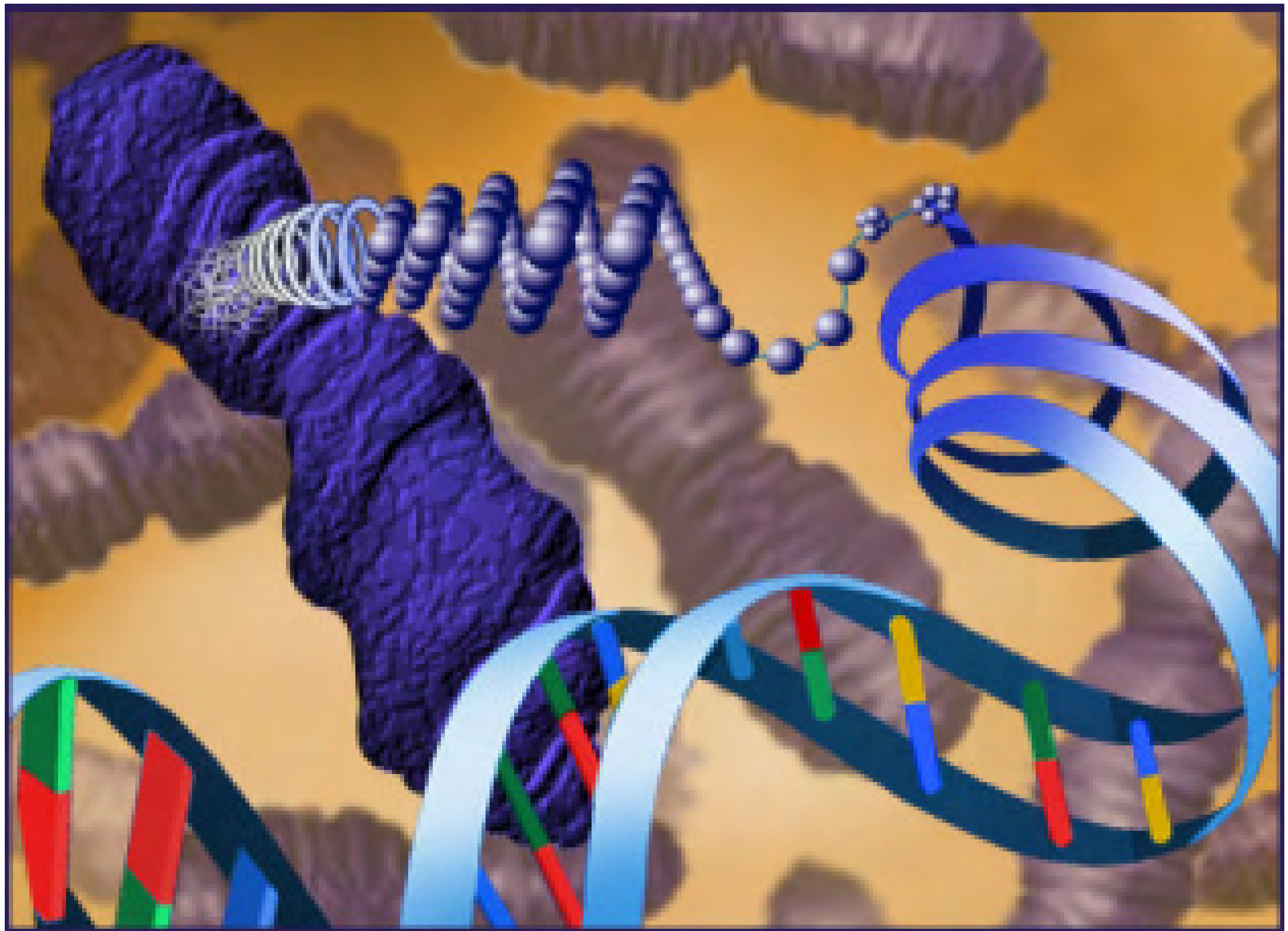




Material de Apoio

Material Appio





https://www.roche.com/pages/rgg/01_01_01b.jpg

Representação da composição dos cromossomos: basicamente composta por proteínas (compostas pelas esferas pequenas) e pela molécula de DNA



https://www.roche.com/pages/rgg/01_01_02b.jpg

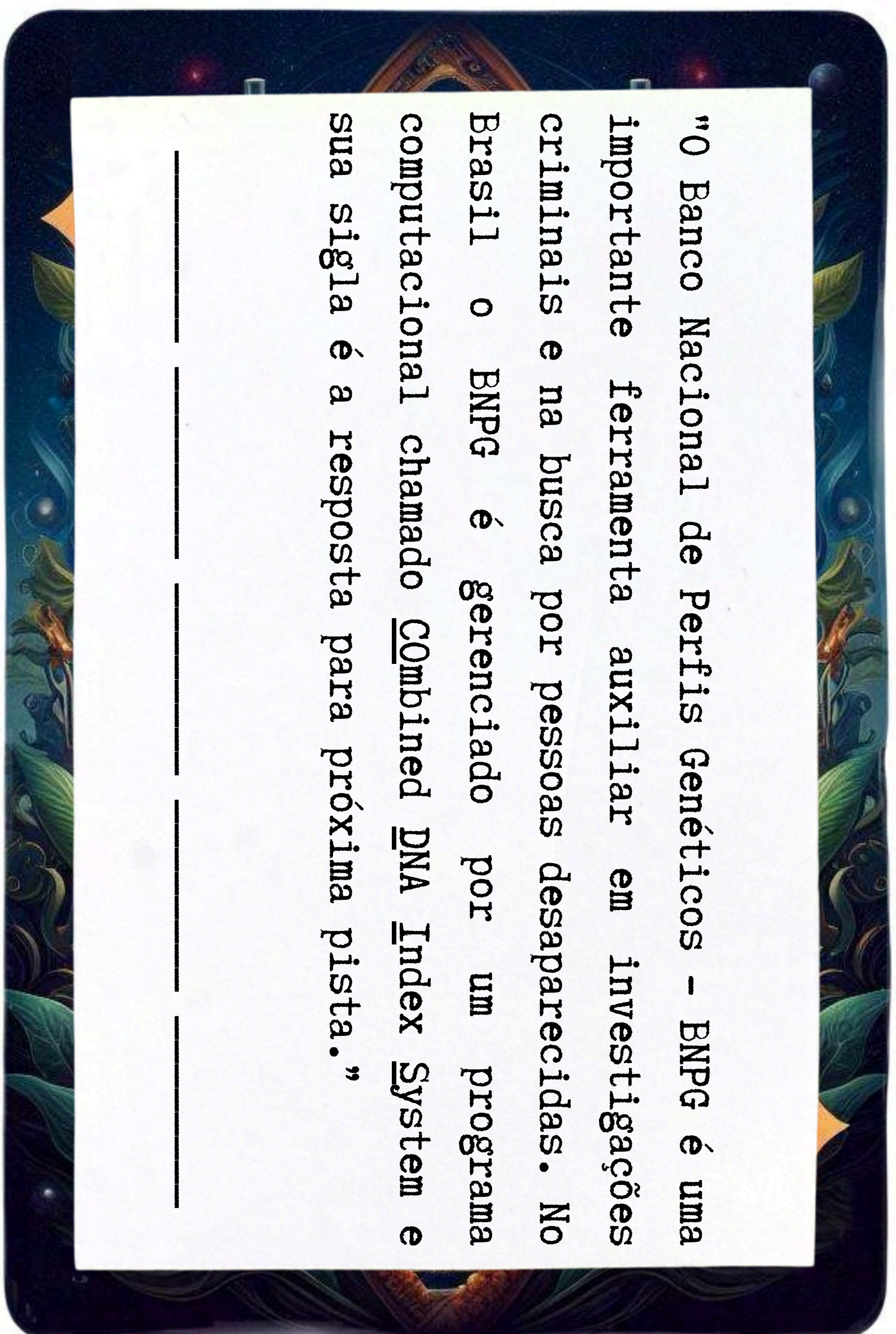
Adaptação da representação do pareamento específico entre as bases nitrogenadas complementares: A com T e C com G



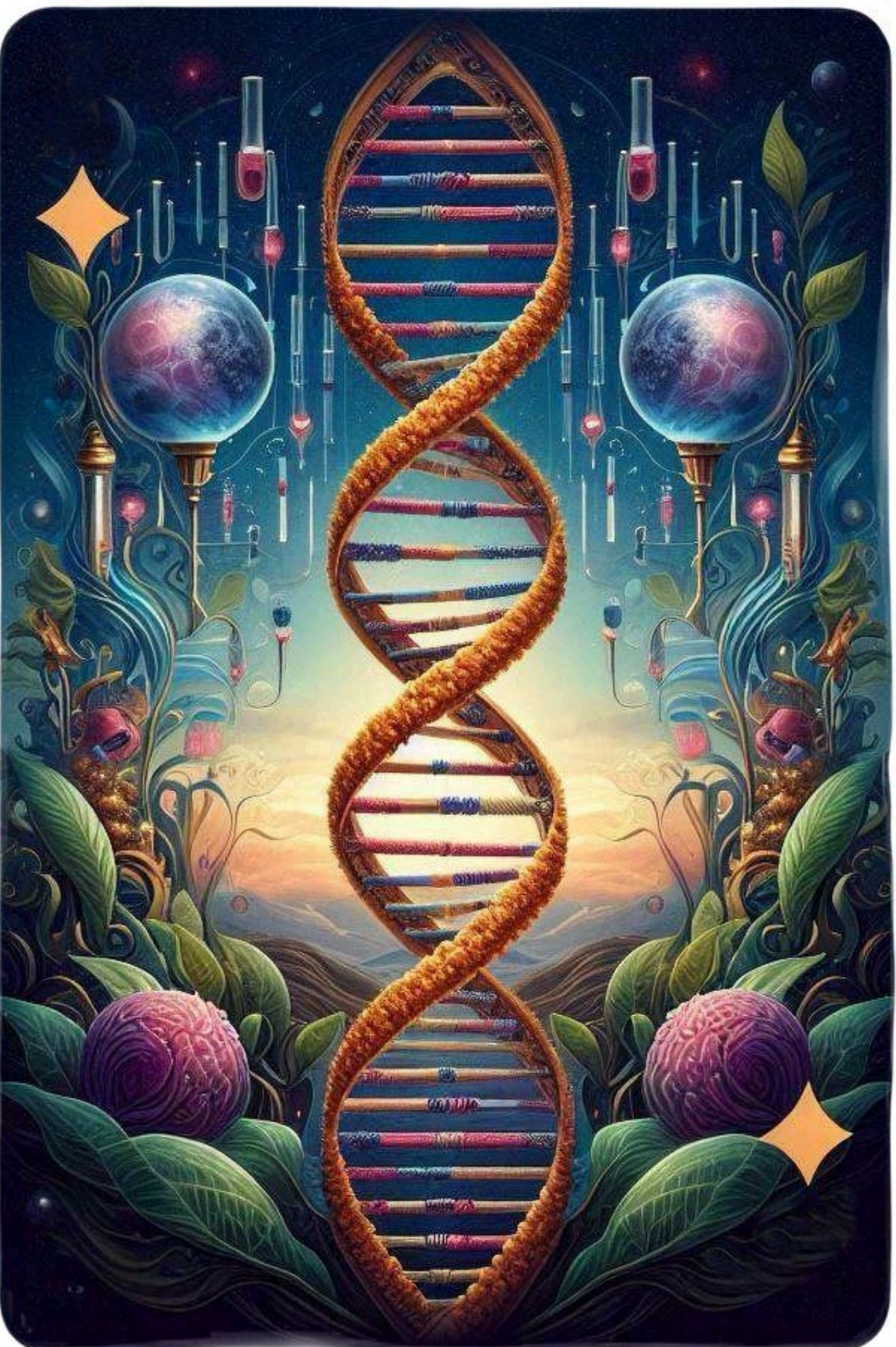
https://www.roche.com/pages/rgg/01_01_03b.jpg Ilustração da molécula de DNA com suas fitas antiparelelas: uma no sentido 5' - 3' e a outra complementar, no sentido 3' - 5'.

137

Frente



Verso



Frente

Troque agora a mensagem do envelope I de acordo com a tabela abaixo.

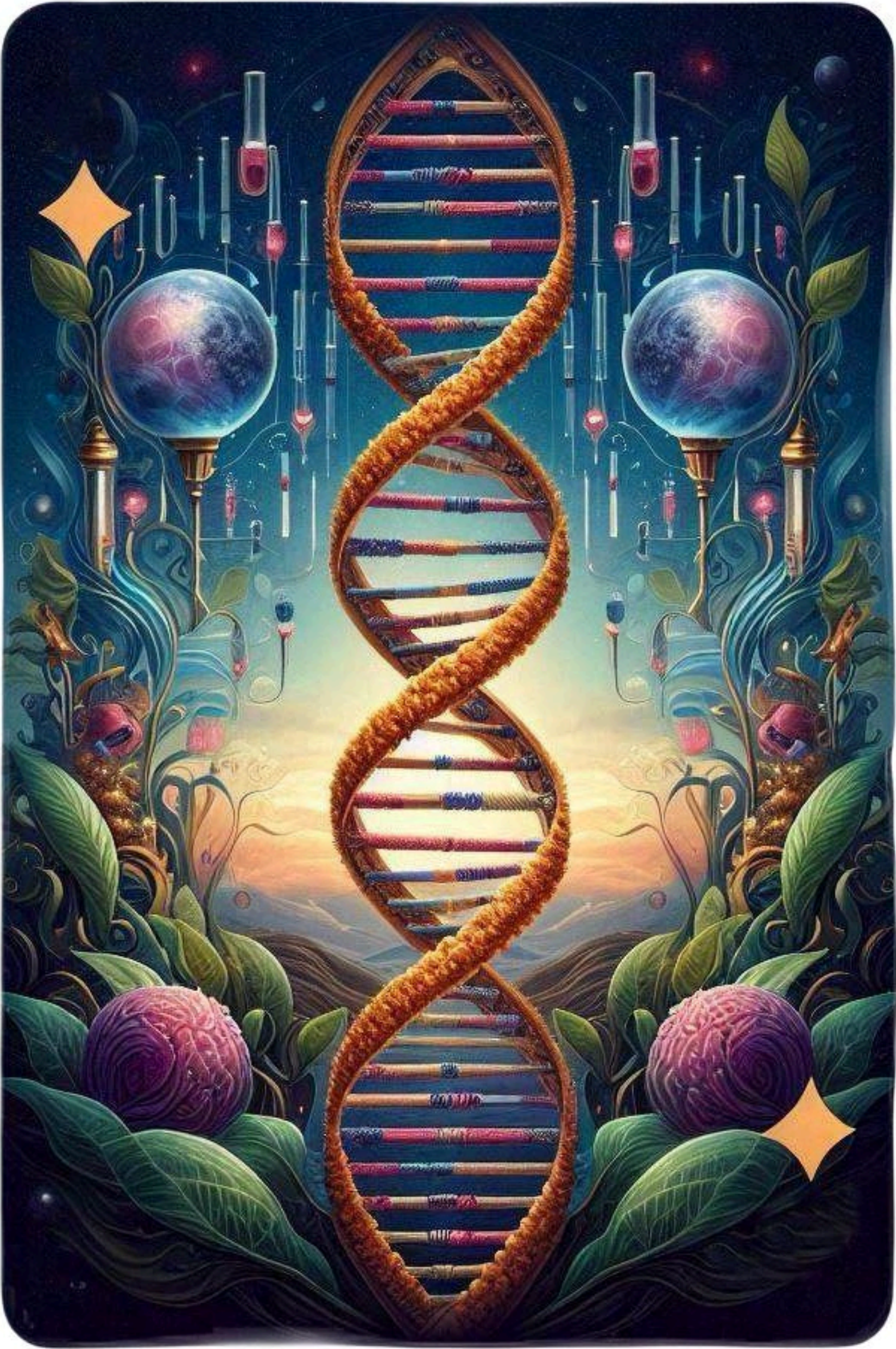
Dica: Para algumas letras, você precisará somar os números da dezena com a unidade

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

a _____

De posse do código numérico, localize uma “bolsa com dois cadeados sala para abri-lo. O último número do cadeado 2 é ZERO.

Verso

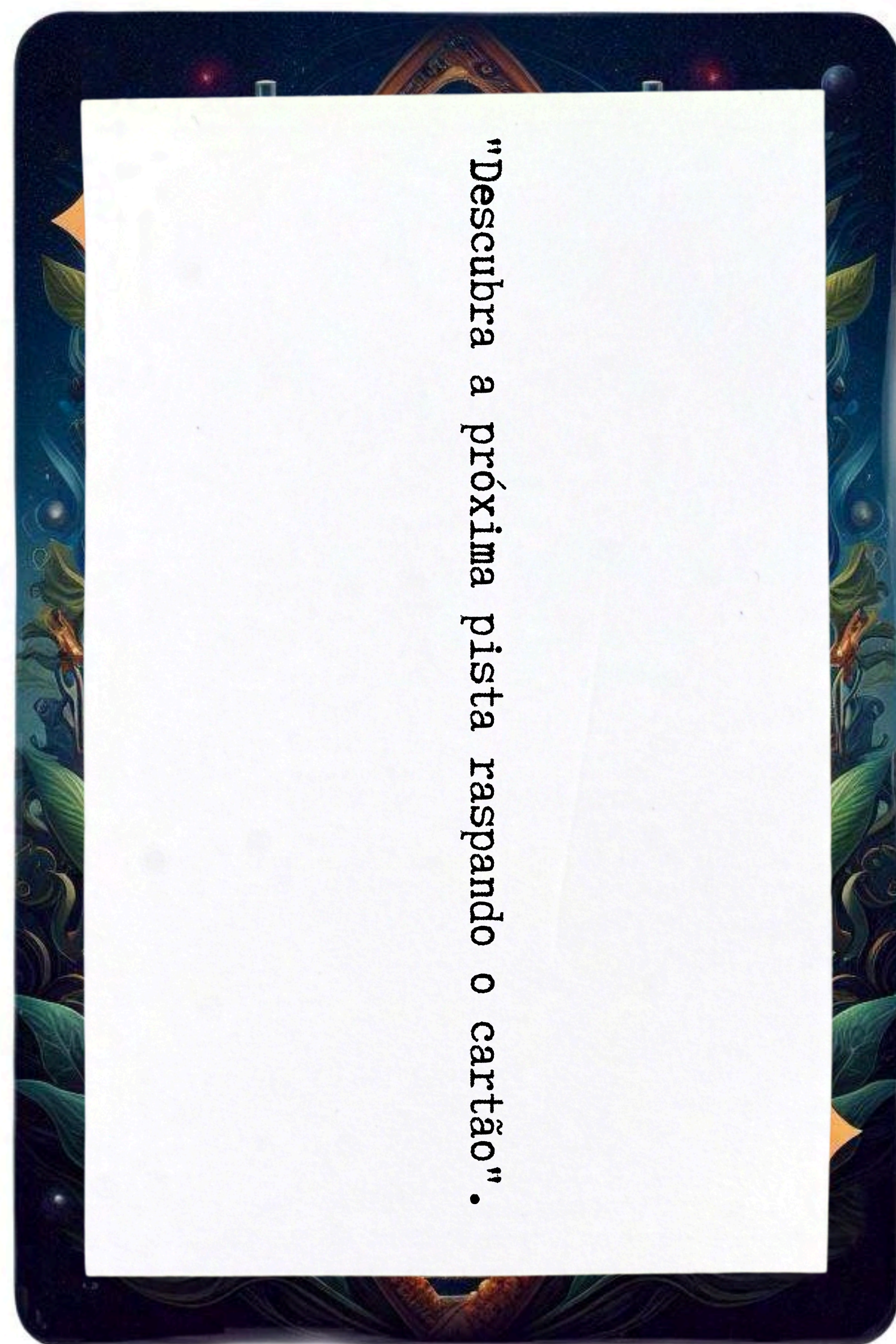


A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D

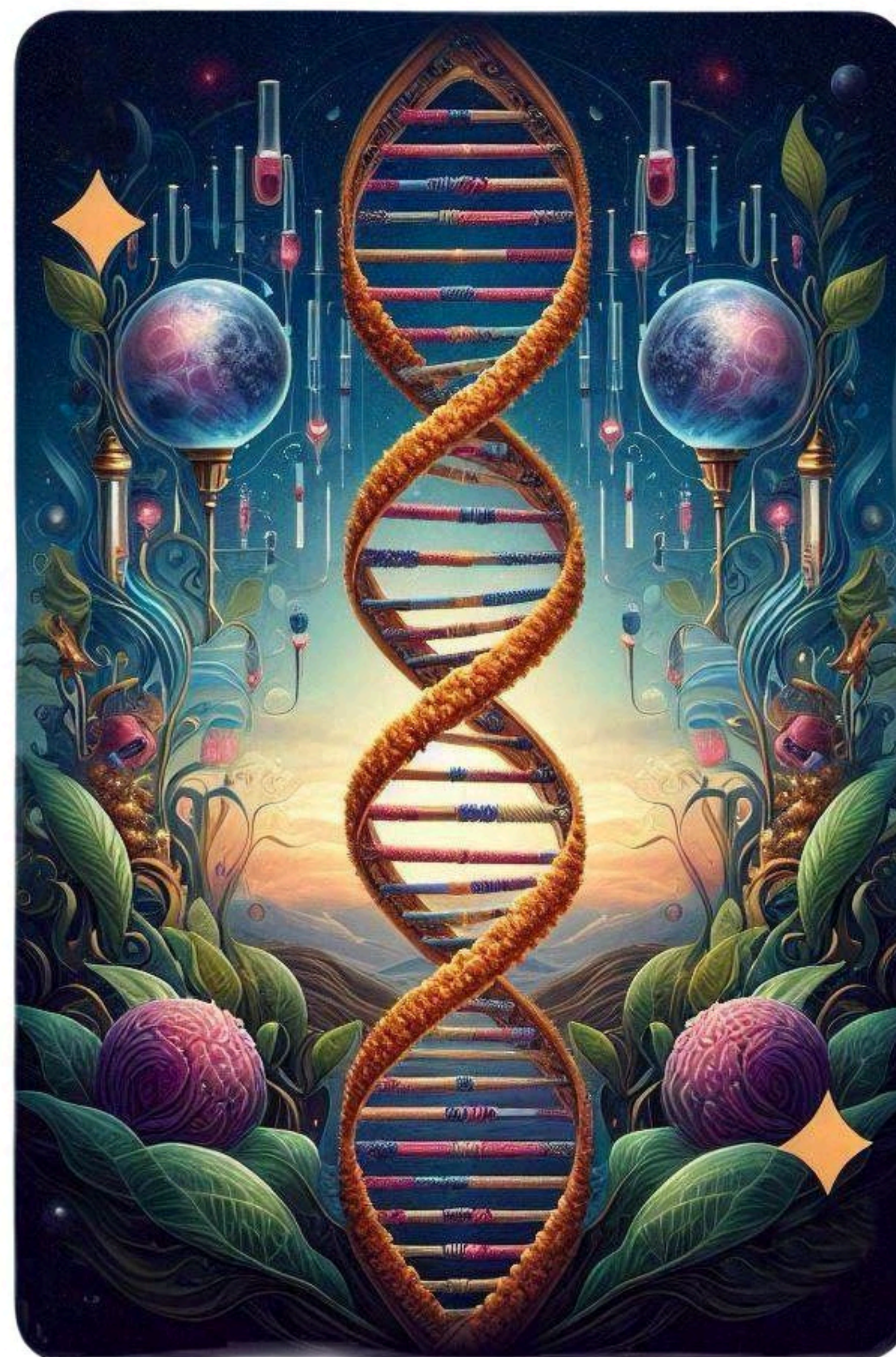
Mensagem criptografada: “EWWMQ GSQS FMFPMSXIGEW TSWWYIQ
GSPIGSIW HI PMZVSW, S FRTK ETVIWIRXE GSPIGSIW HI TIVJMW
KIJÍXMGKW, EW UYEMW WES E FEWI TEVE EW GSQTEVEGSIW .”

Escreva a mensagem descriptografada:

Frente



Verso

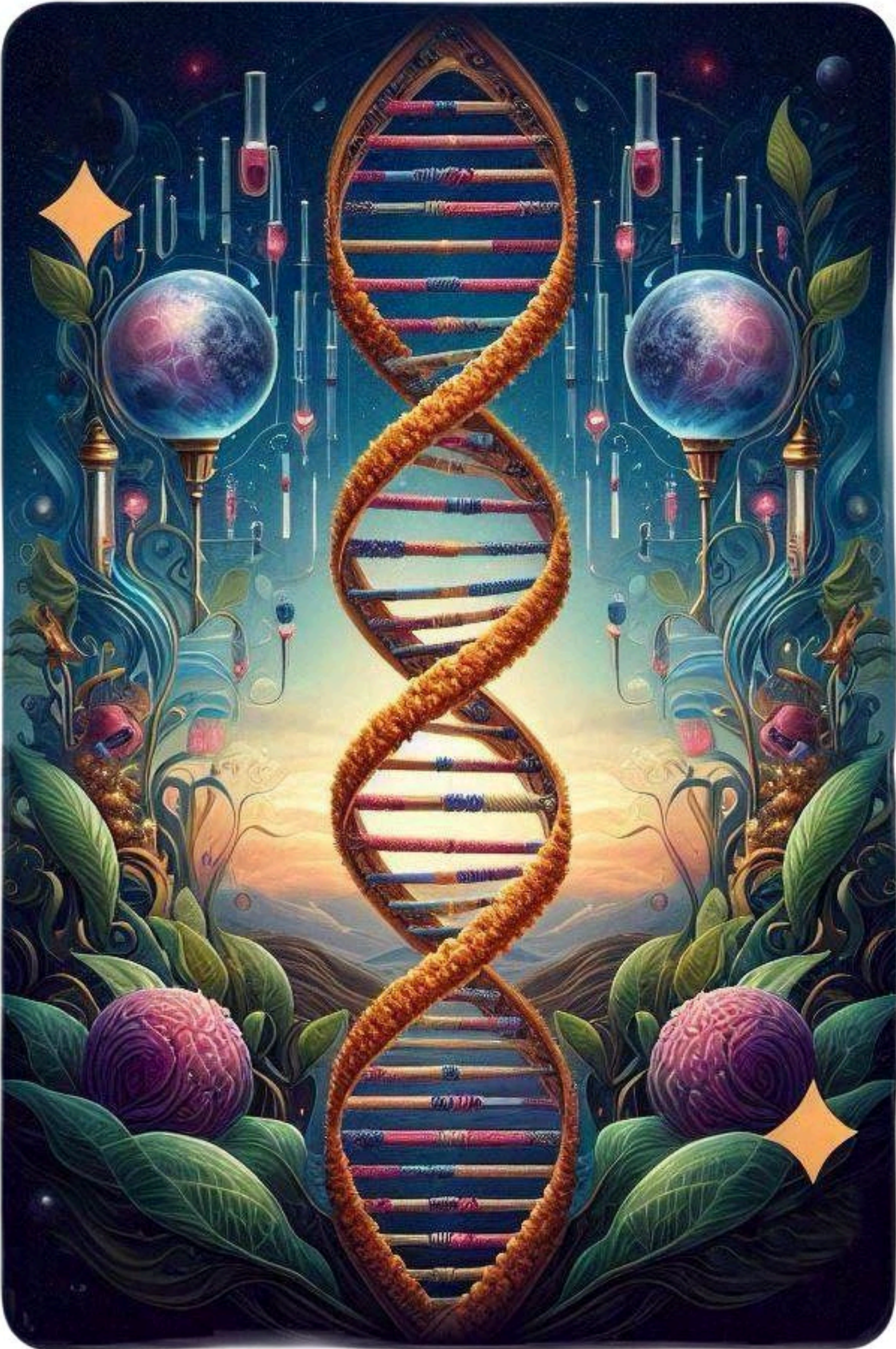


Frente

AAGAGAAAUACC

Esses códons correspondentes a quais aminoácidos?

Verso



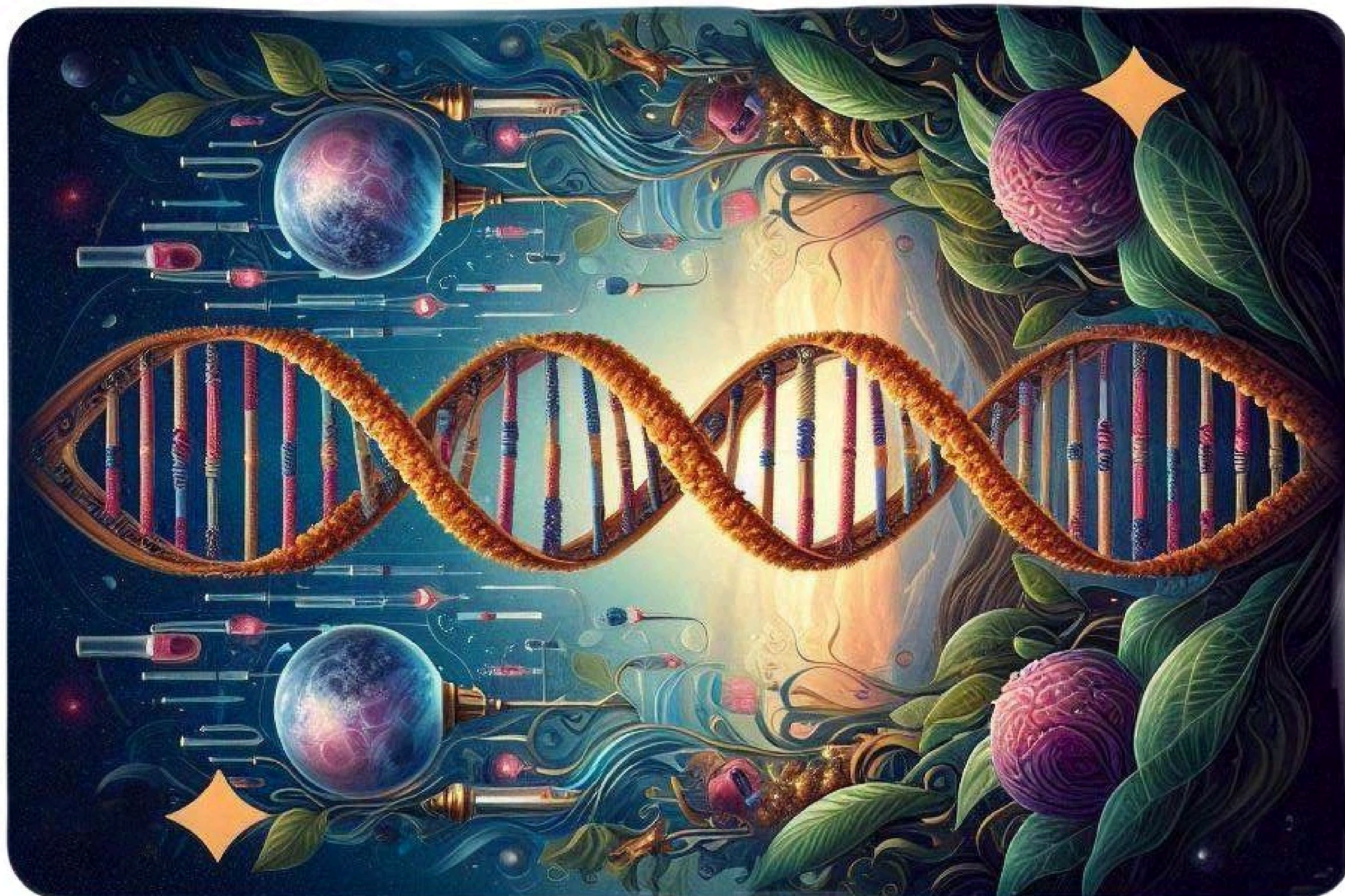
Frete

TABELA DO CÓDIGO GENÉTICO

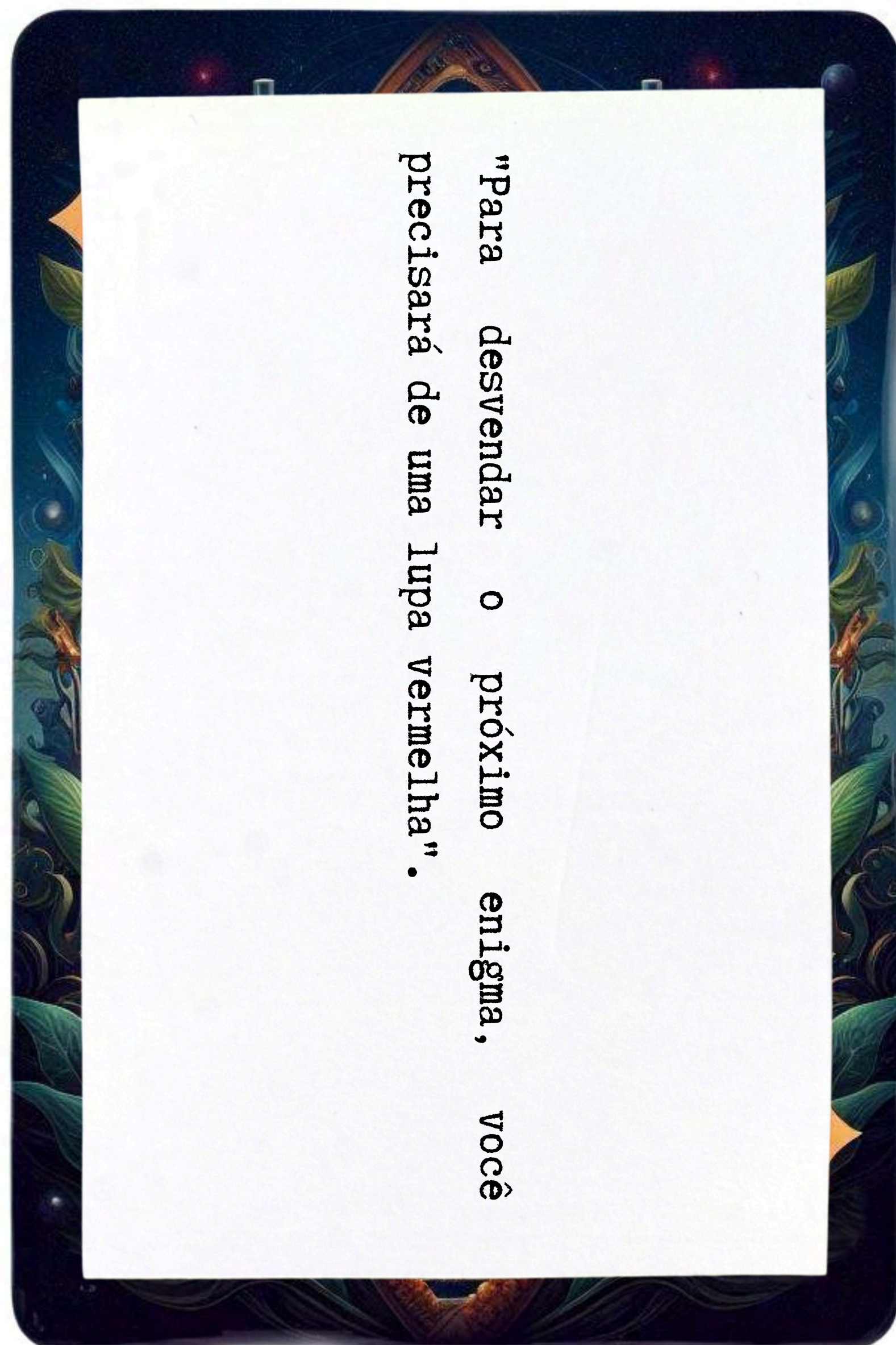
SEGUNDA LETRA												
U			C			A			G			
U	UUU	Phe (F)	UCU	Ser (S)	UAU	Tyr (Y)	UGU	Cys (C)	U			
	UUC		UAC		UGC		C					
	UUA		UAA (Parada terminador)		UGA (Parada terminador)		A					
UUG	Leu (L)	UCG	UAG (Terminador)	UGG	Trp (W)	G						
C		CUU	Pro (P)	CAU	His (H)	CGU	Arg (R)	U				
		CUC		CAC		CGC		C				
	CUA	CAA		CGA		A						
CUG	Leu (L)	CCG	CAG	CGG	G							
A		AUU	Thr (T)	AAU	Asn (N)	AGU	Ser (S)	U				
		AUC		AAC		AGC		C				
	AUA	ACA		AAA		AGA		A				
AUG (Met (M) iniciador)	Met (M)	ACG	AAG	AGG	R							
G		GUU	Ala (A)	GAU	Asp (D)	GGU	Gly (G)	U				
		GUC		GAC		GGC		C				
	GUA	GAA		GGA		A						
GUG	Val (V)	GCG	GAG	GGG	G							
TERCEIRA LETRA (3')												

- = Códon de iniciação da cadeia polipeptídica
- = Códon de término da cadeia polipeptídica

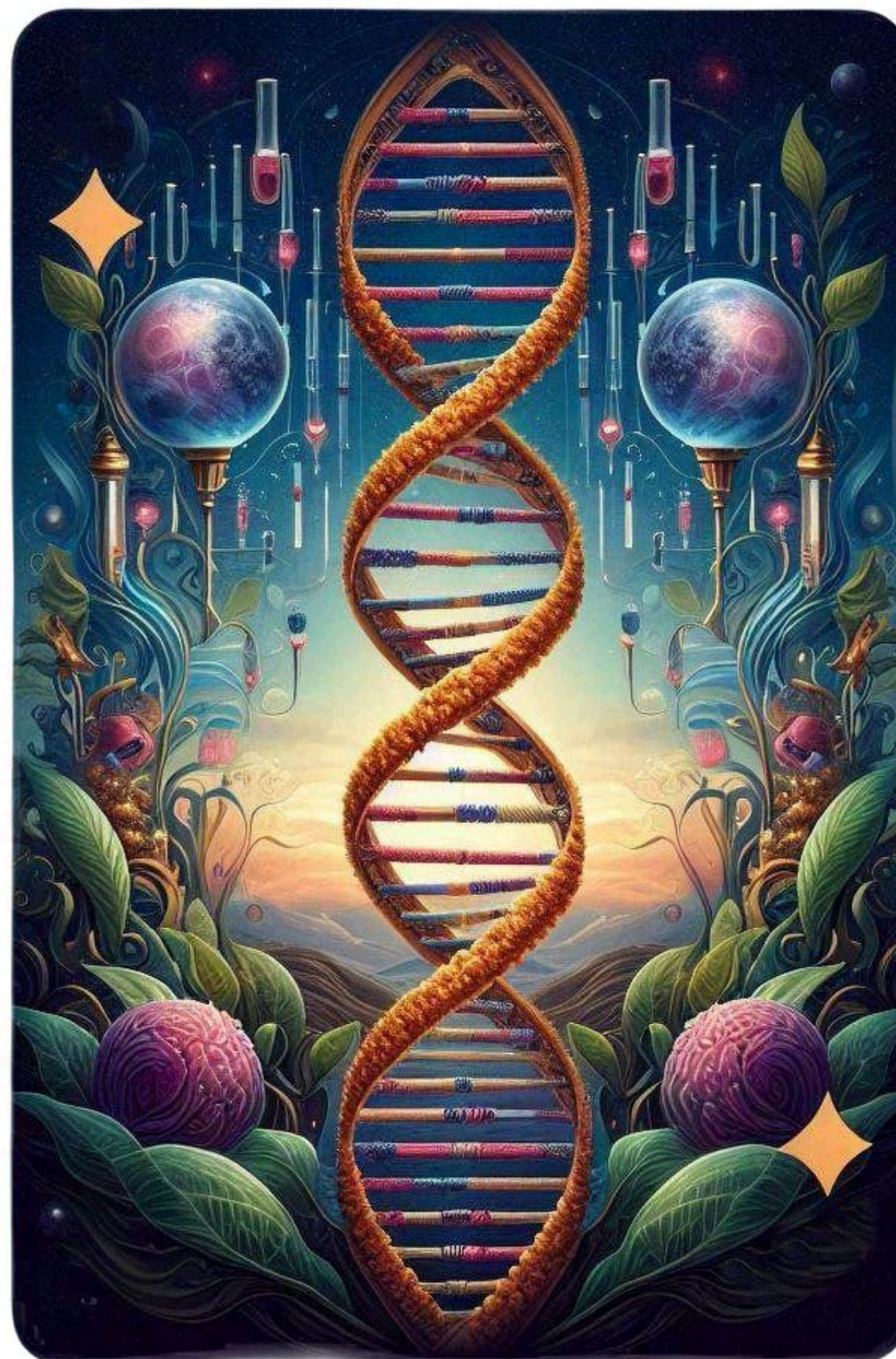
Cada sequência trinucleotídica ou códon é a sequência nucleotídica no mRNA (não do DNA) que especifica a incorporação do aminoácido indicado ou o término da cadeia polipeptídica. Os símbolos de uma letra para os aminoácidos estão entre parênteses depois das abreviaturas padronizadas de três letras.

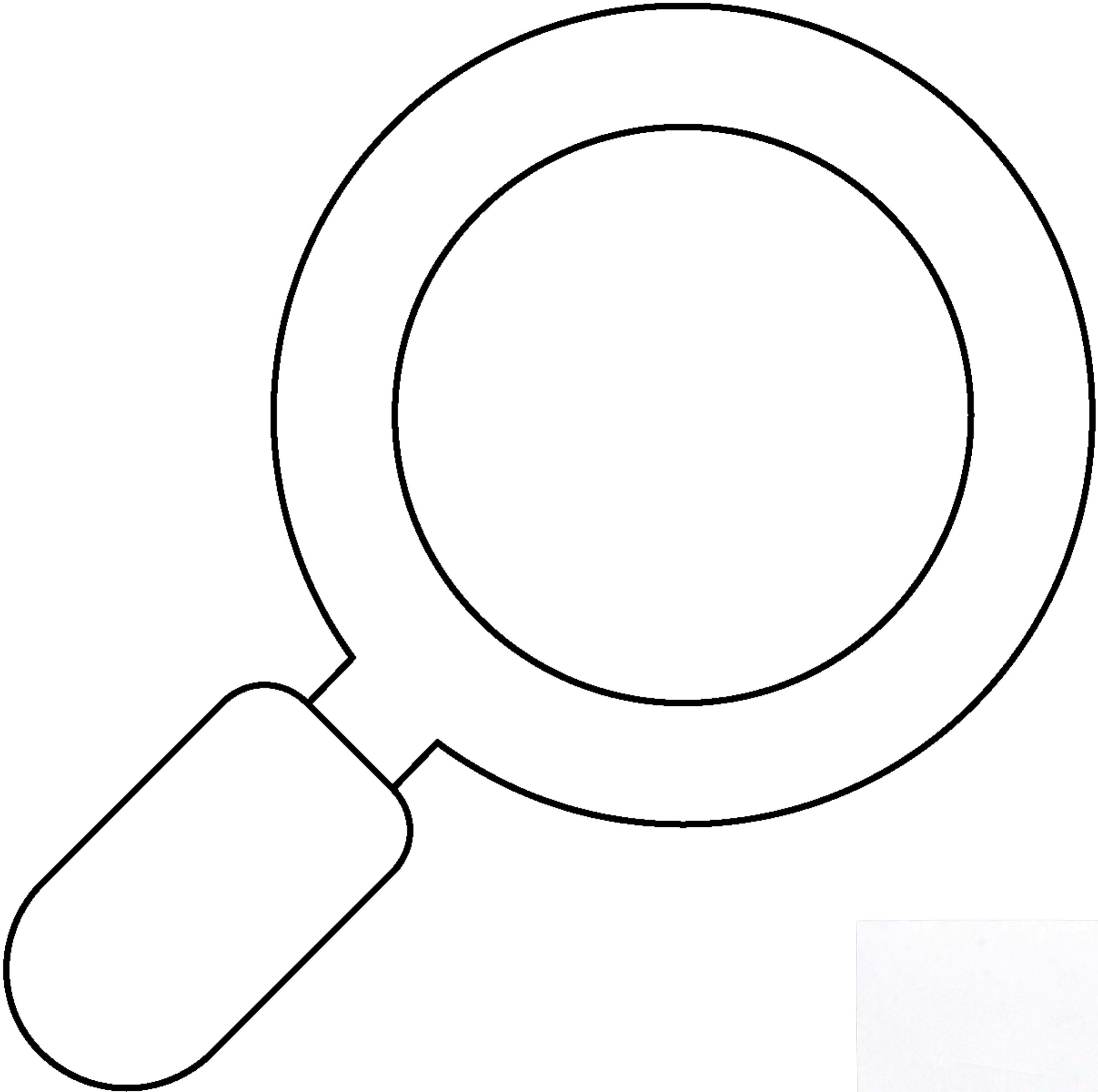


Frente

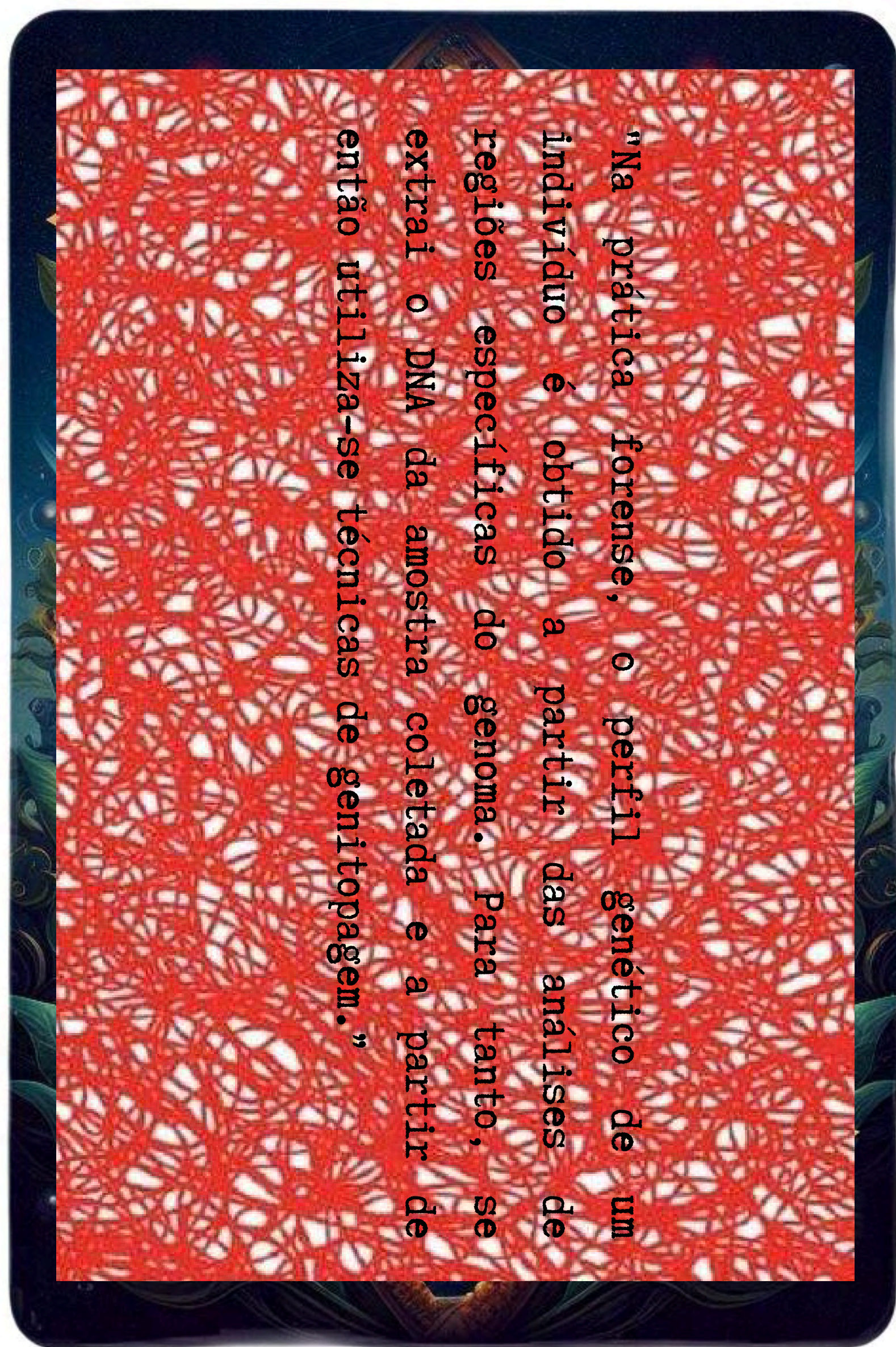


Verso

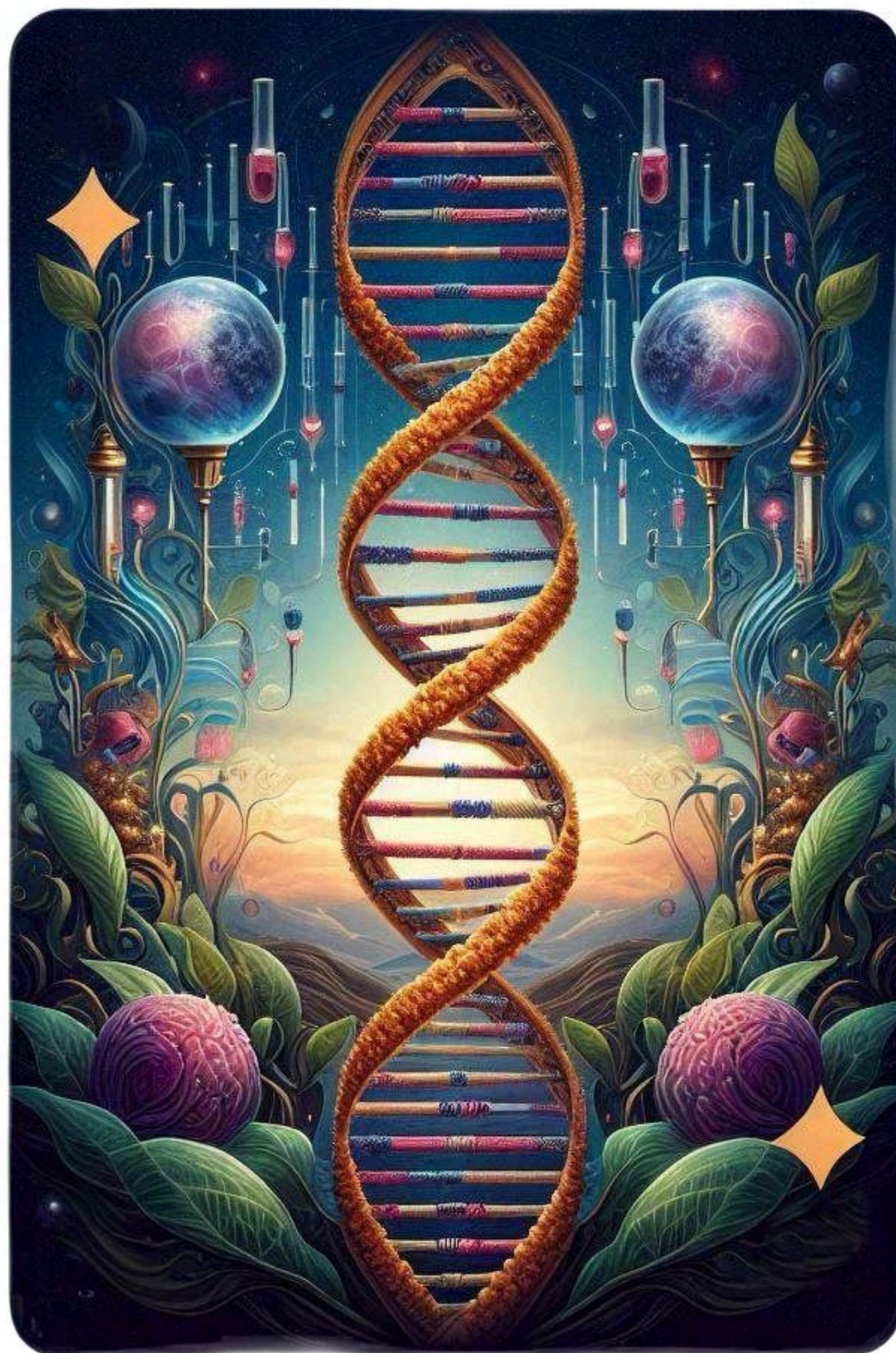




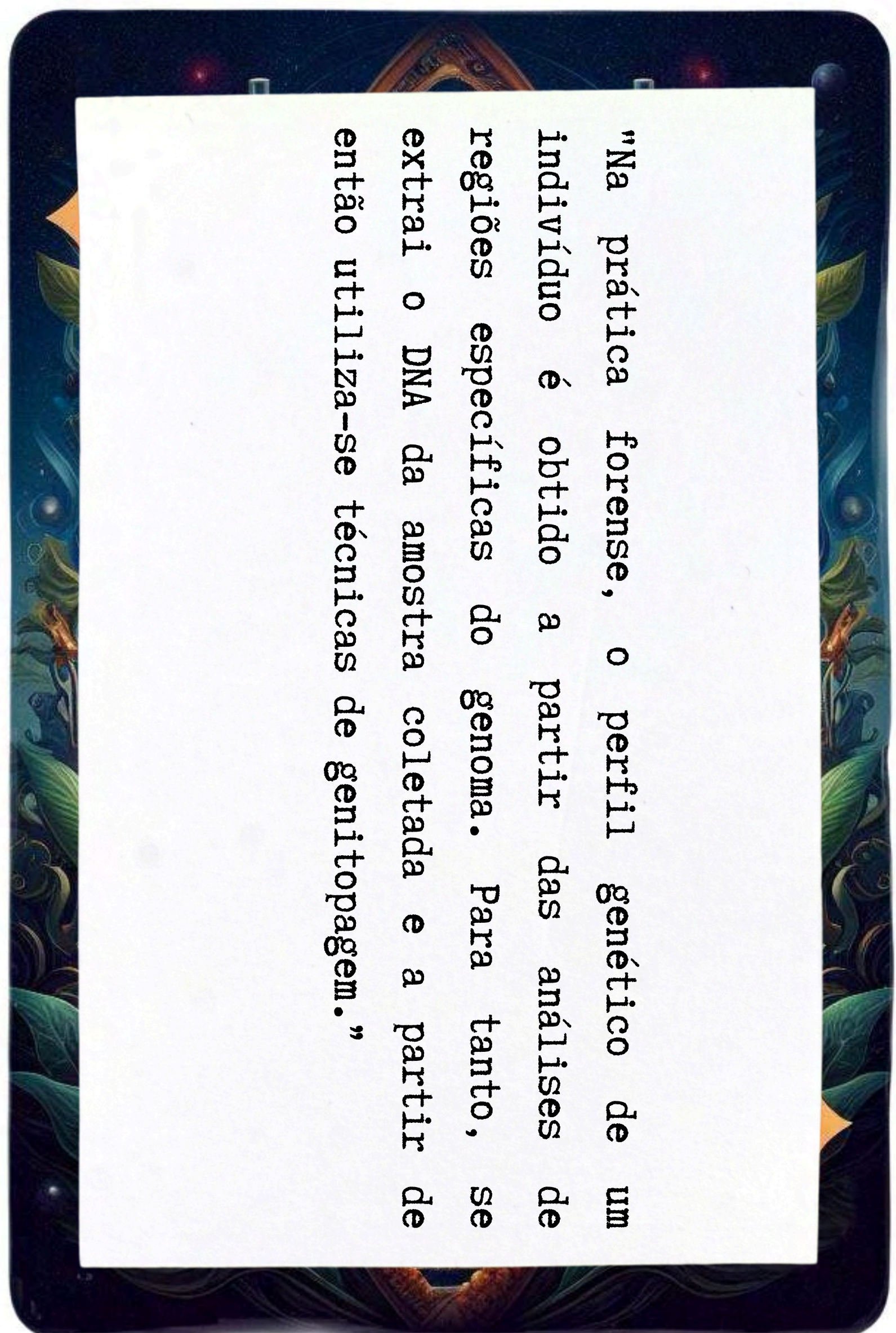
Frente



Verso

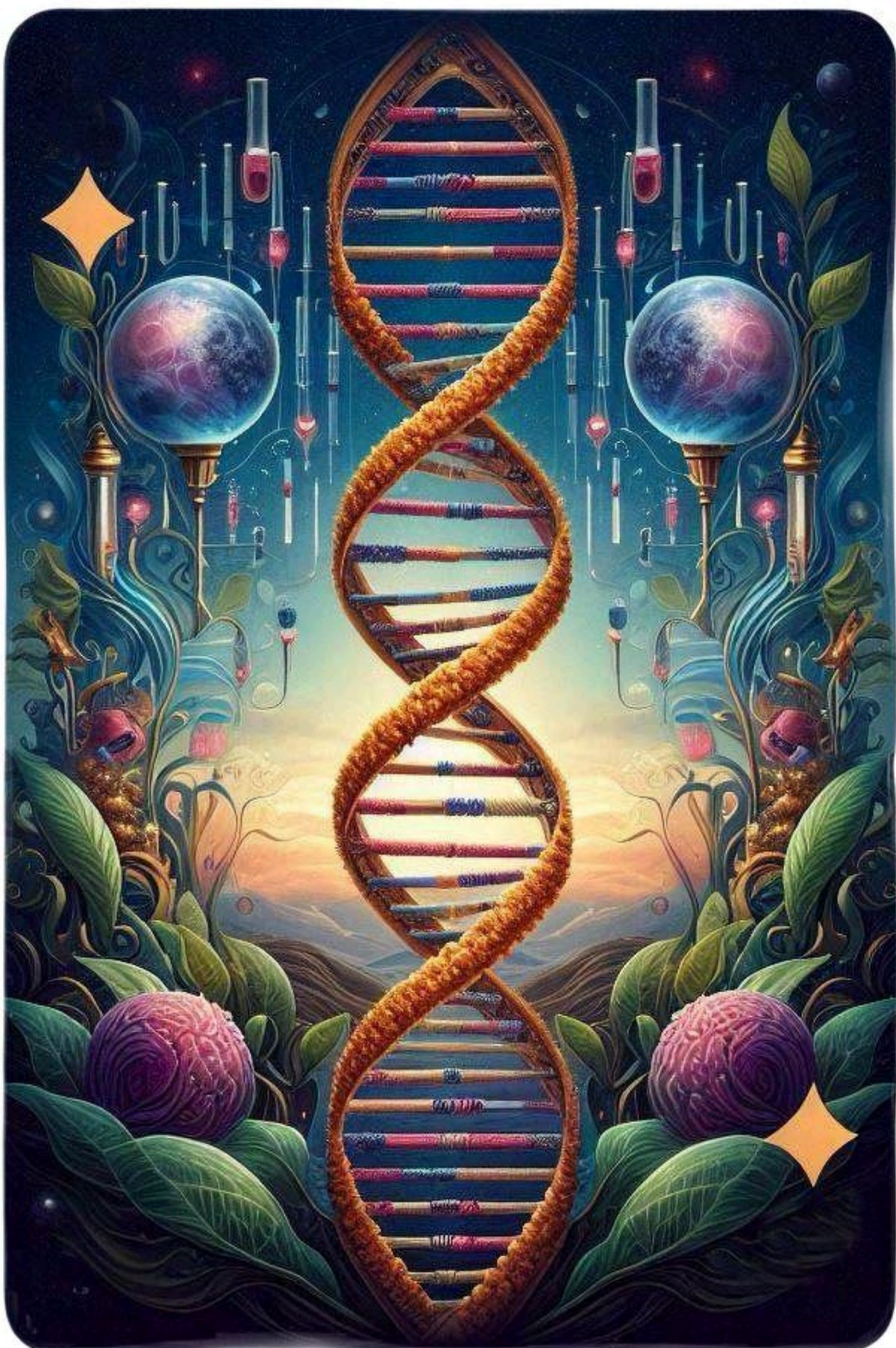


Frente

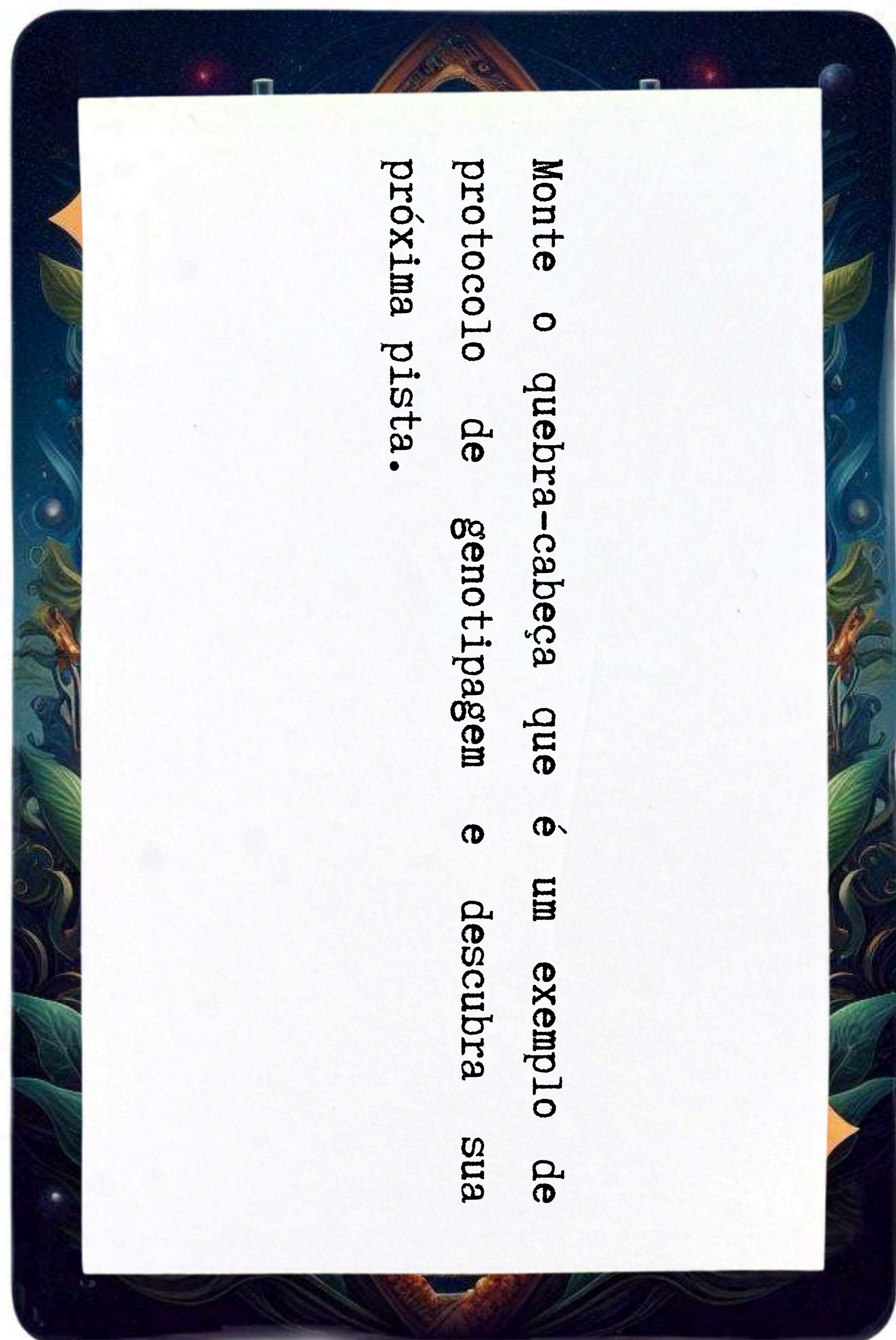


"Na prática forense, o perfil genético de um indivíduo é obtido a partir das análises de regiões específicas do genoma. Para tanto, se extrai o DNA da amostra coletada e a partir de então utiliza-se técnicas de genitopagem."

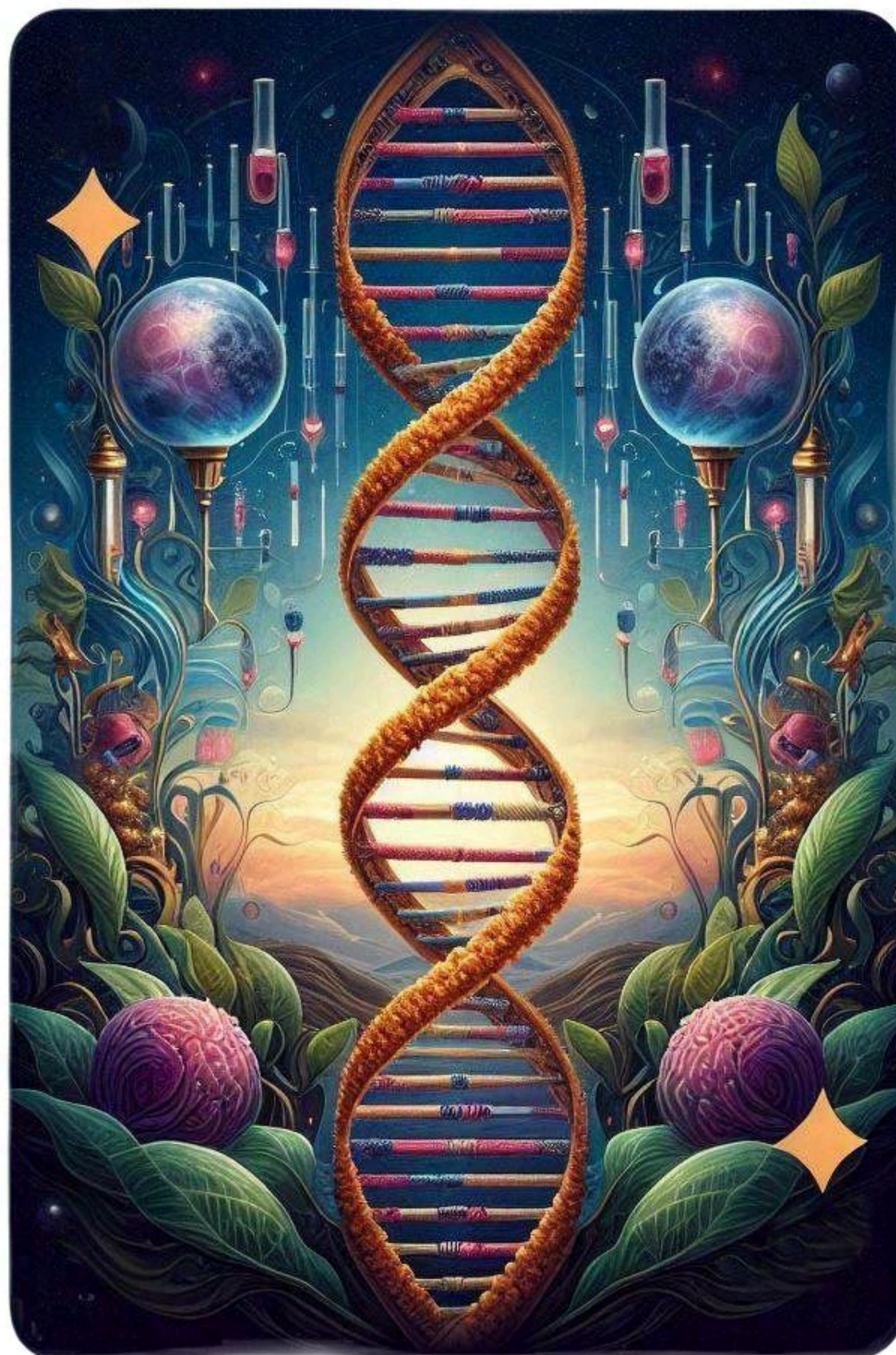
Verso



Frente



Verso



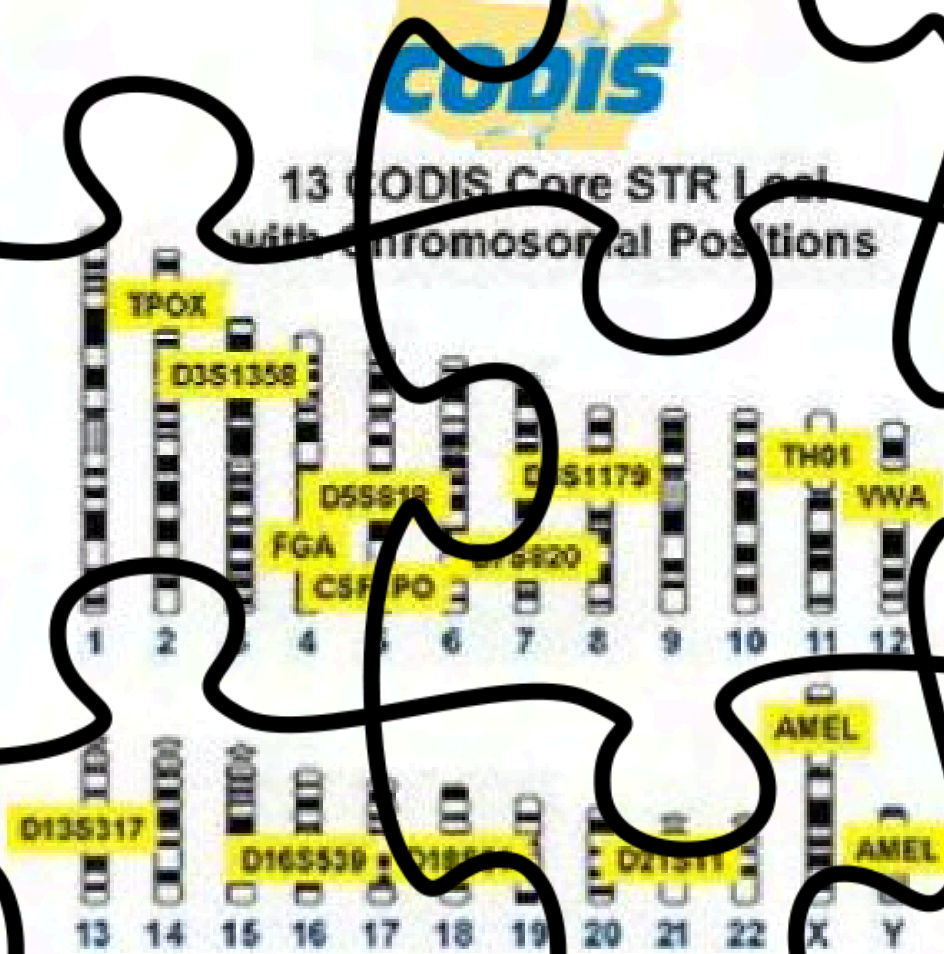


Coleta de Amostras Biológicas.

1



Extração e quantificação do DNA.



Regiões genômicas a serem genotipadas.

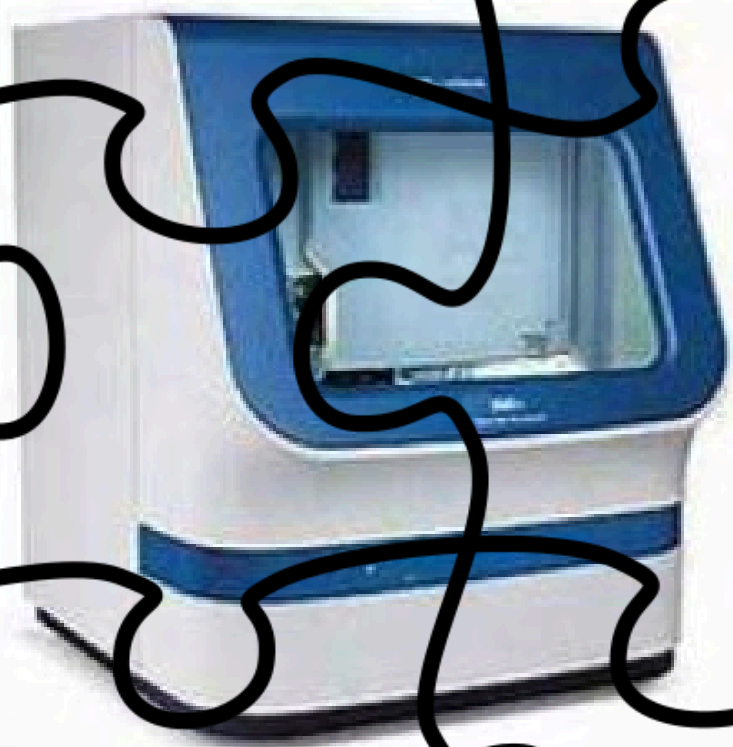


Colocação de amostras no termociclador.

2



Amplificação por PCR (Reação em Cadeia da Polimerase).

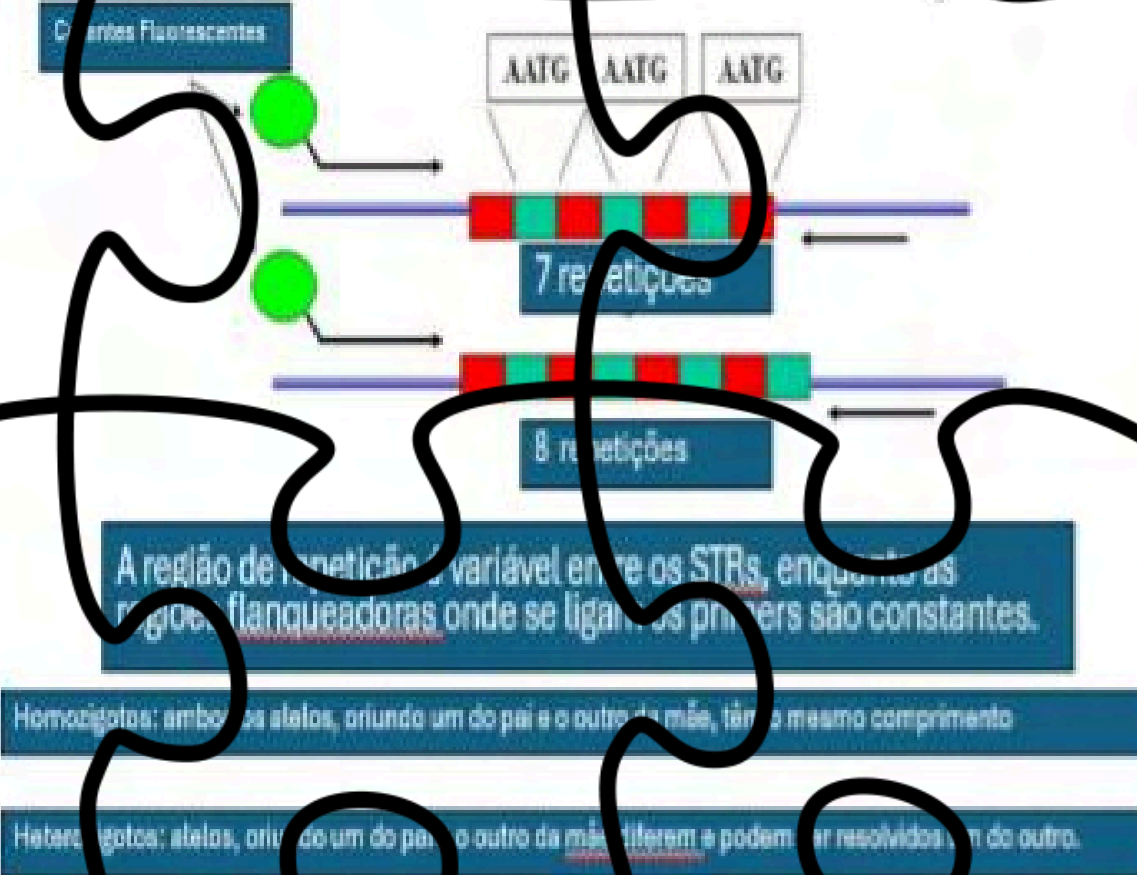


Separação dos fragmentos por Eletroforese Capilar.

3



Análise de eletroferograma para obtenção de perfil genético.



Desenho dos Primers.



**Coleta de Amostras
Biológicas.**

1



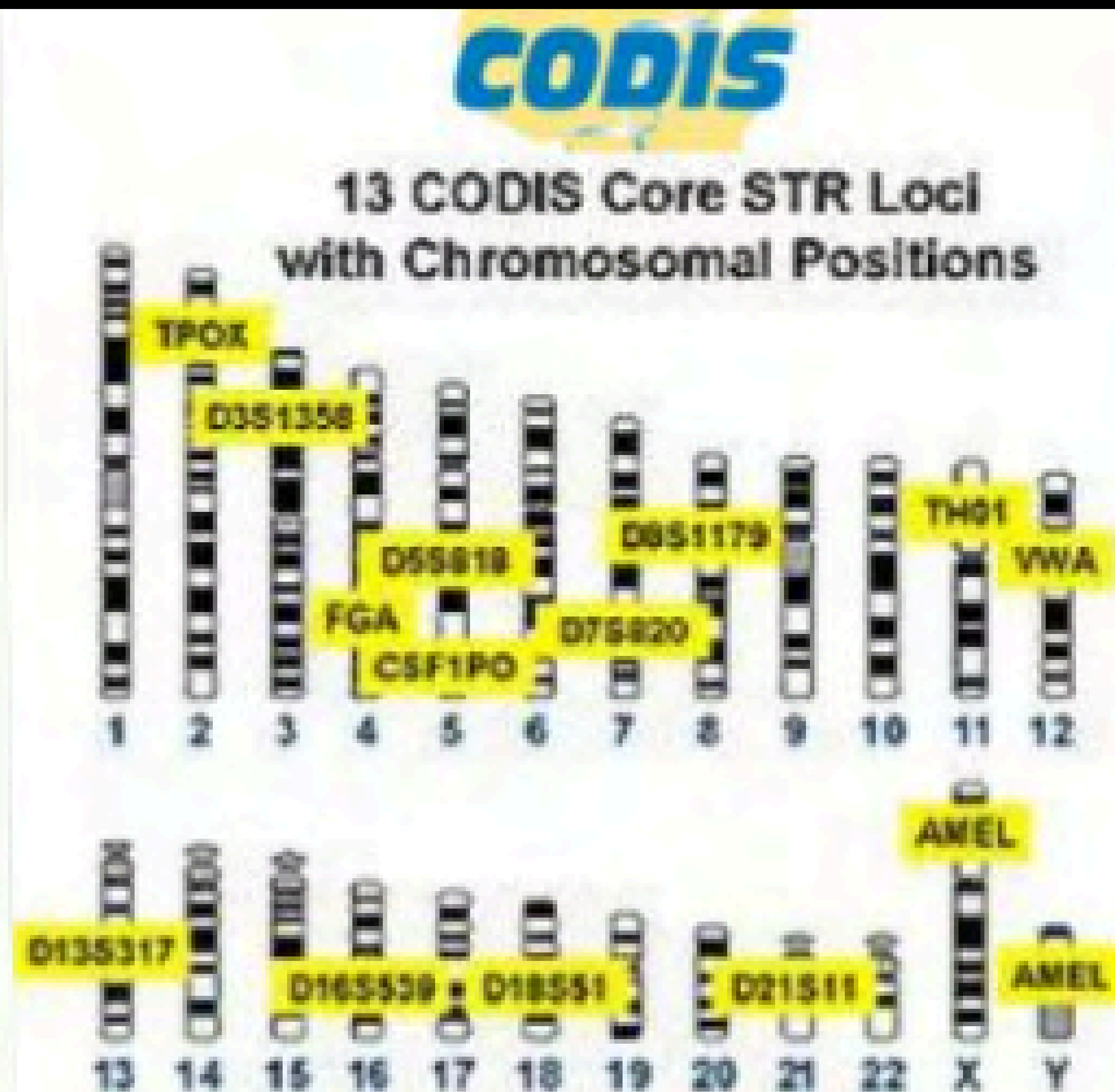
Amplificação por PCR (Reação em Cadeia da Polimerase).



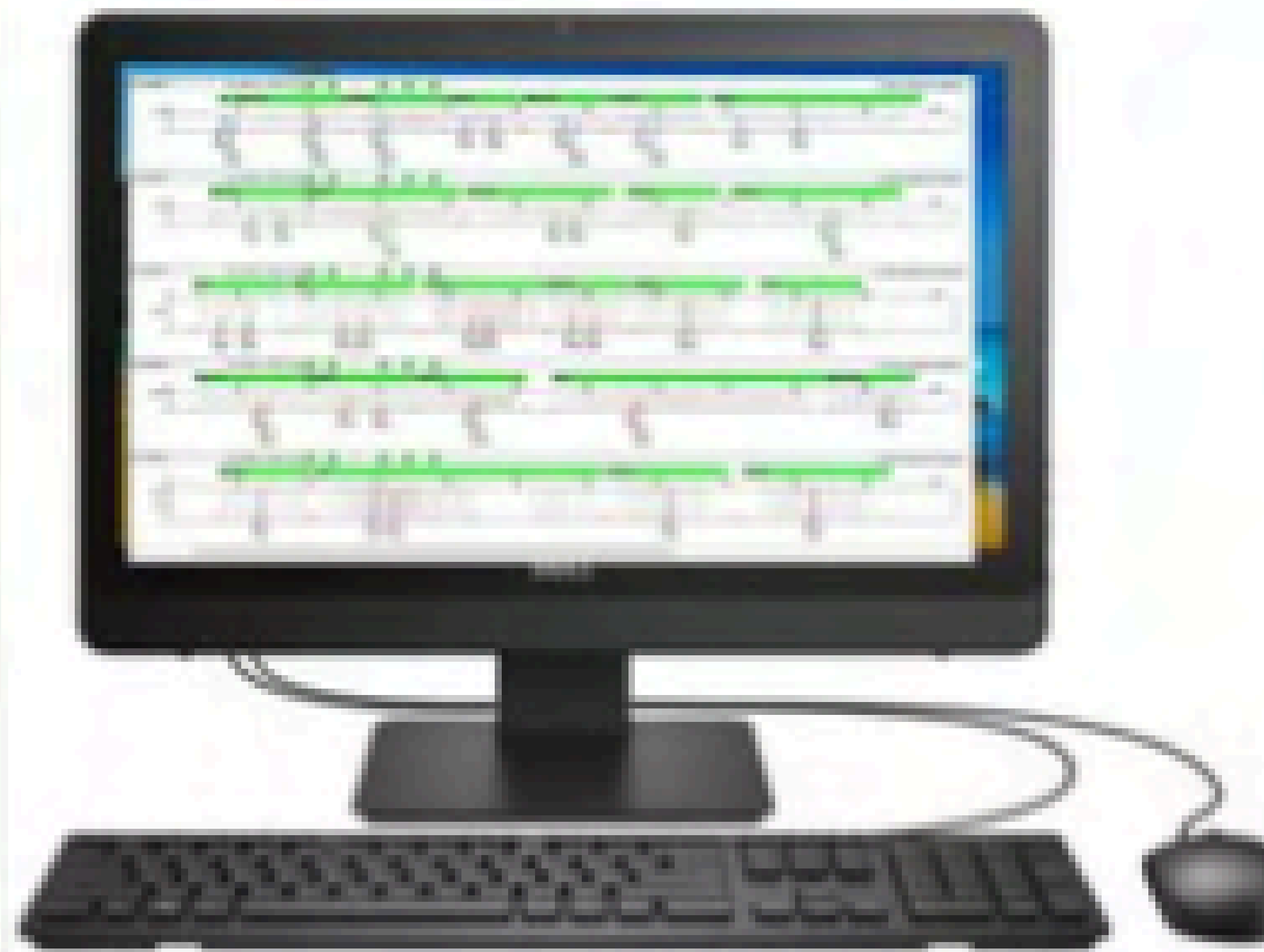
**Extração e quantificação
do DNA.**



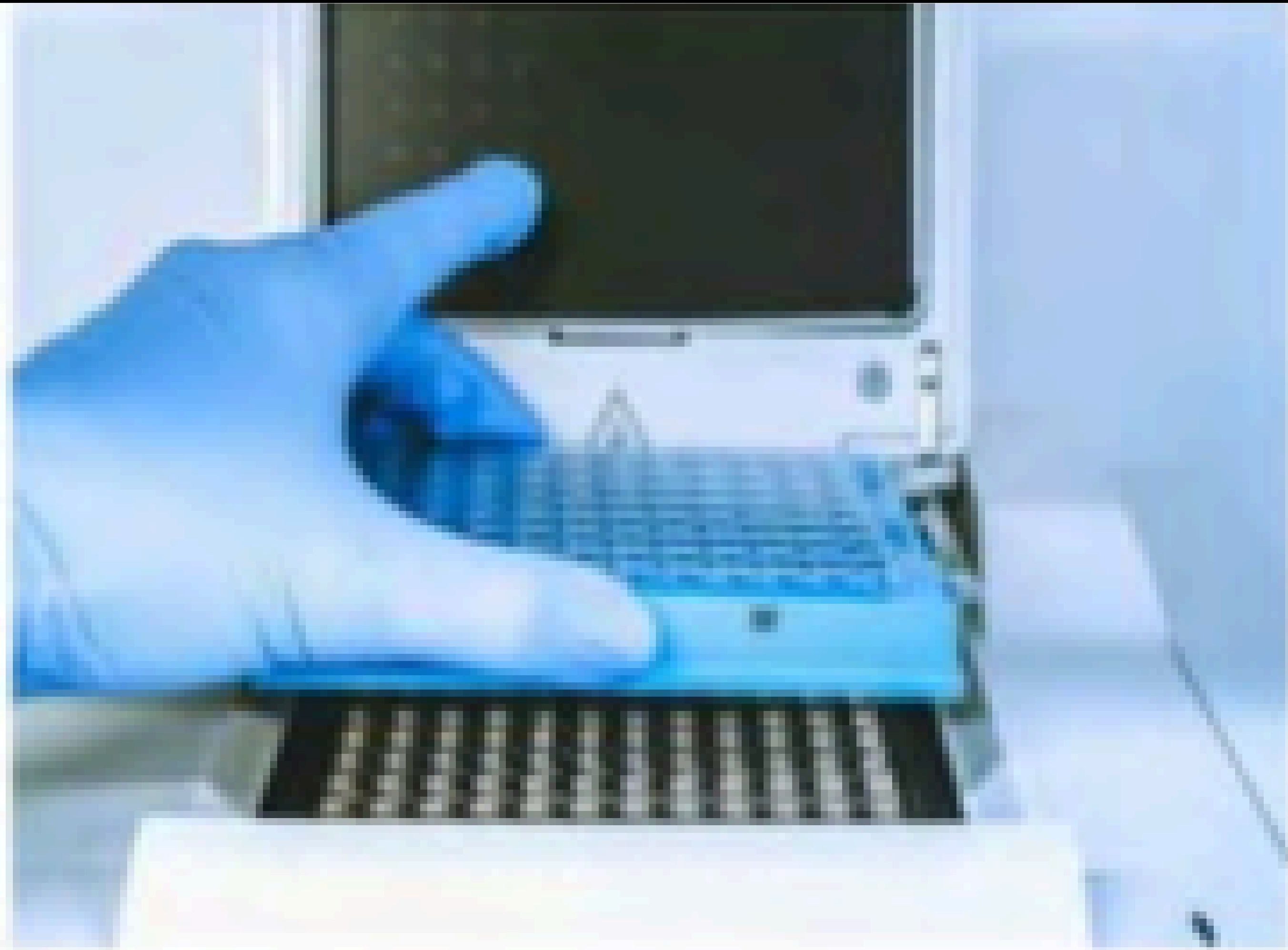
**Separação dos fragmentos
por Eletroforese Capilar.**



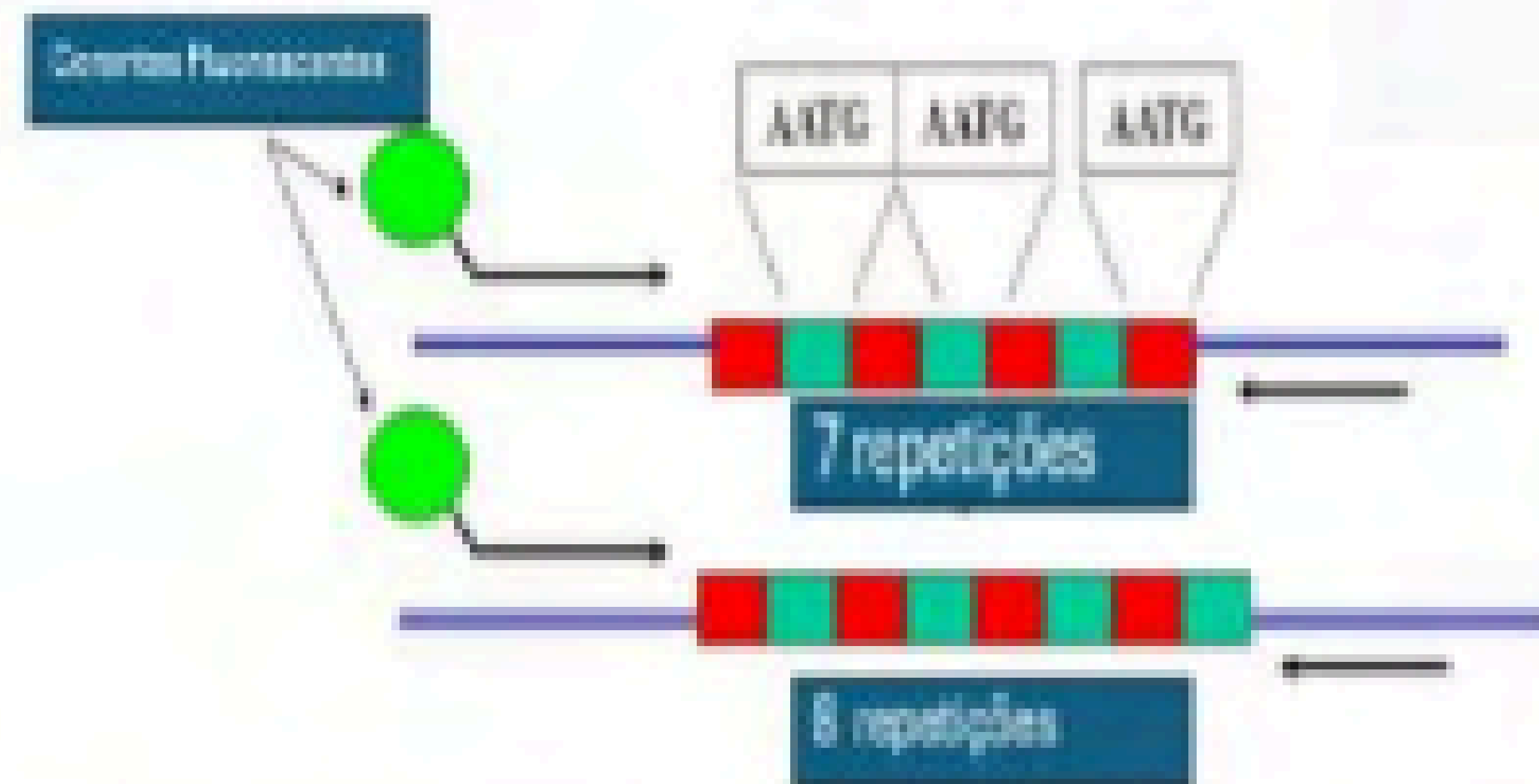
Regiões genômicas a serem genotipadas.



**Análise de eletroferograma
para obtenção de perfil
genético.**



**Colocação de amostras no
termociclador.**

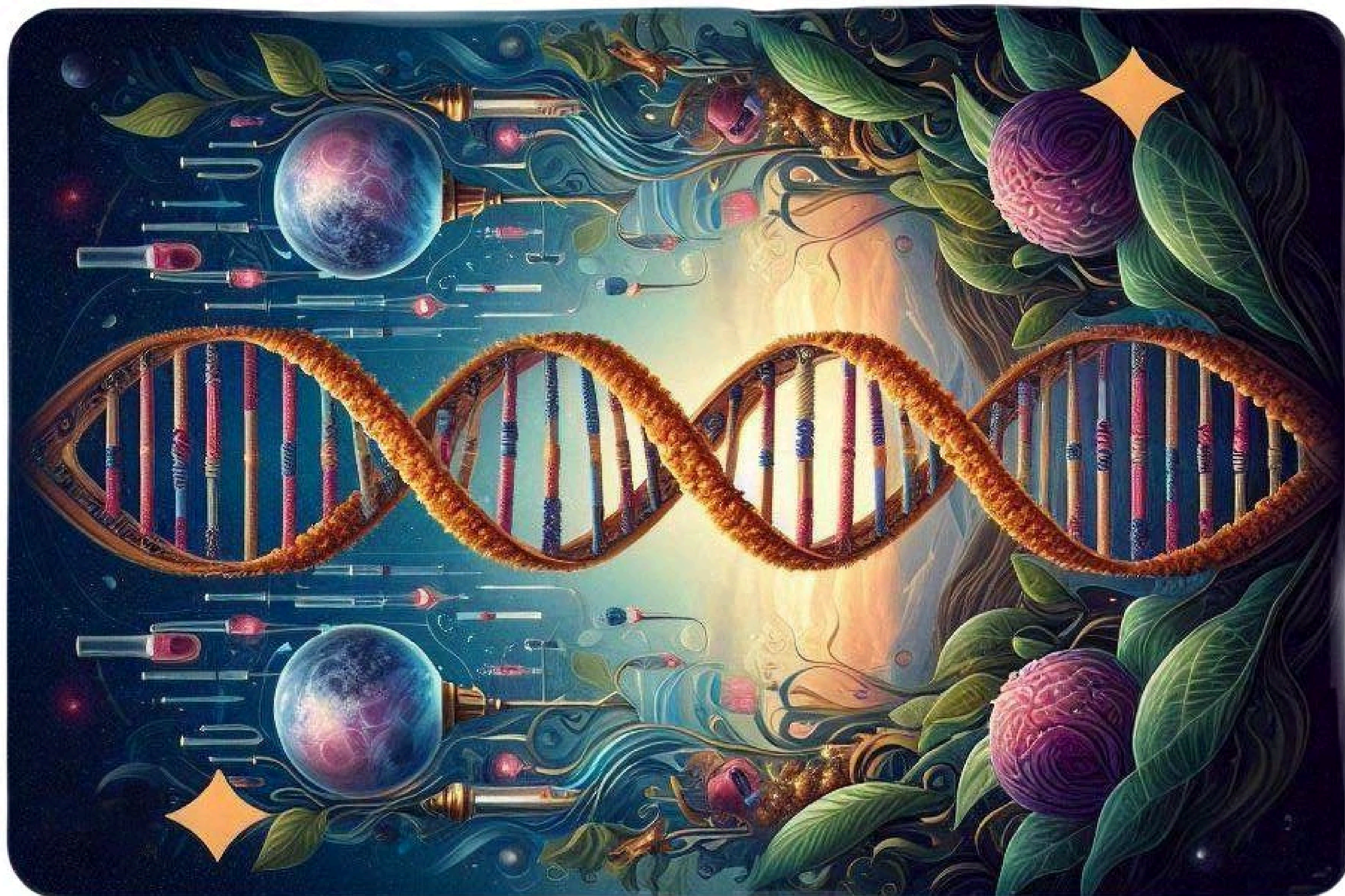


A região de repetição é variável entre os STRs, enquanto as regiões flancuadoras onde se ligam os primers são constantes.

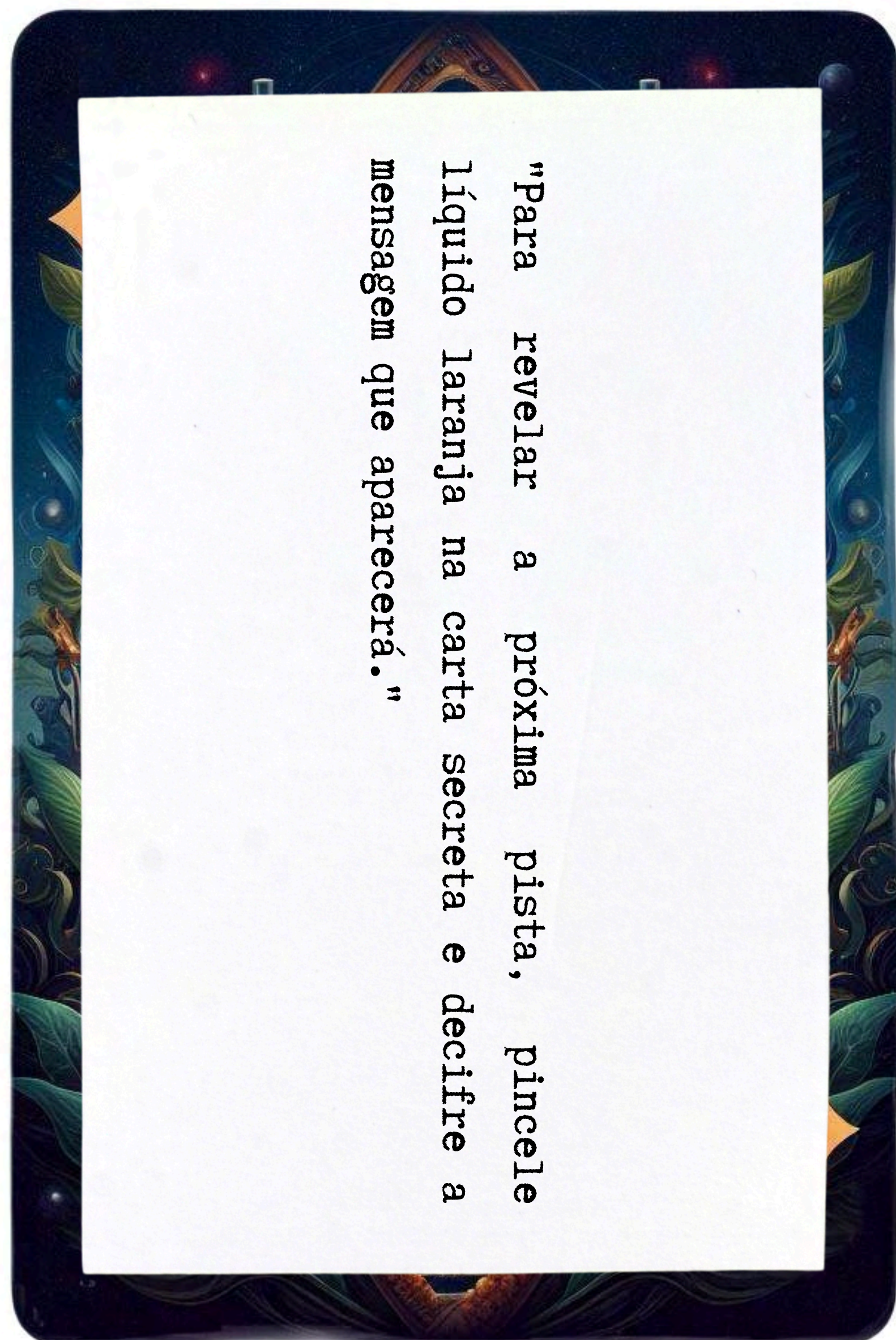
Homozigoto: ambos os alelos, oriundo um do pai e o outro da mãe, têm o mesmo comprimento.

Heterozigoto: alelos, oriundo um do pai e o outro da mãe, diferem e podem ser resolvidos um do outro.

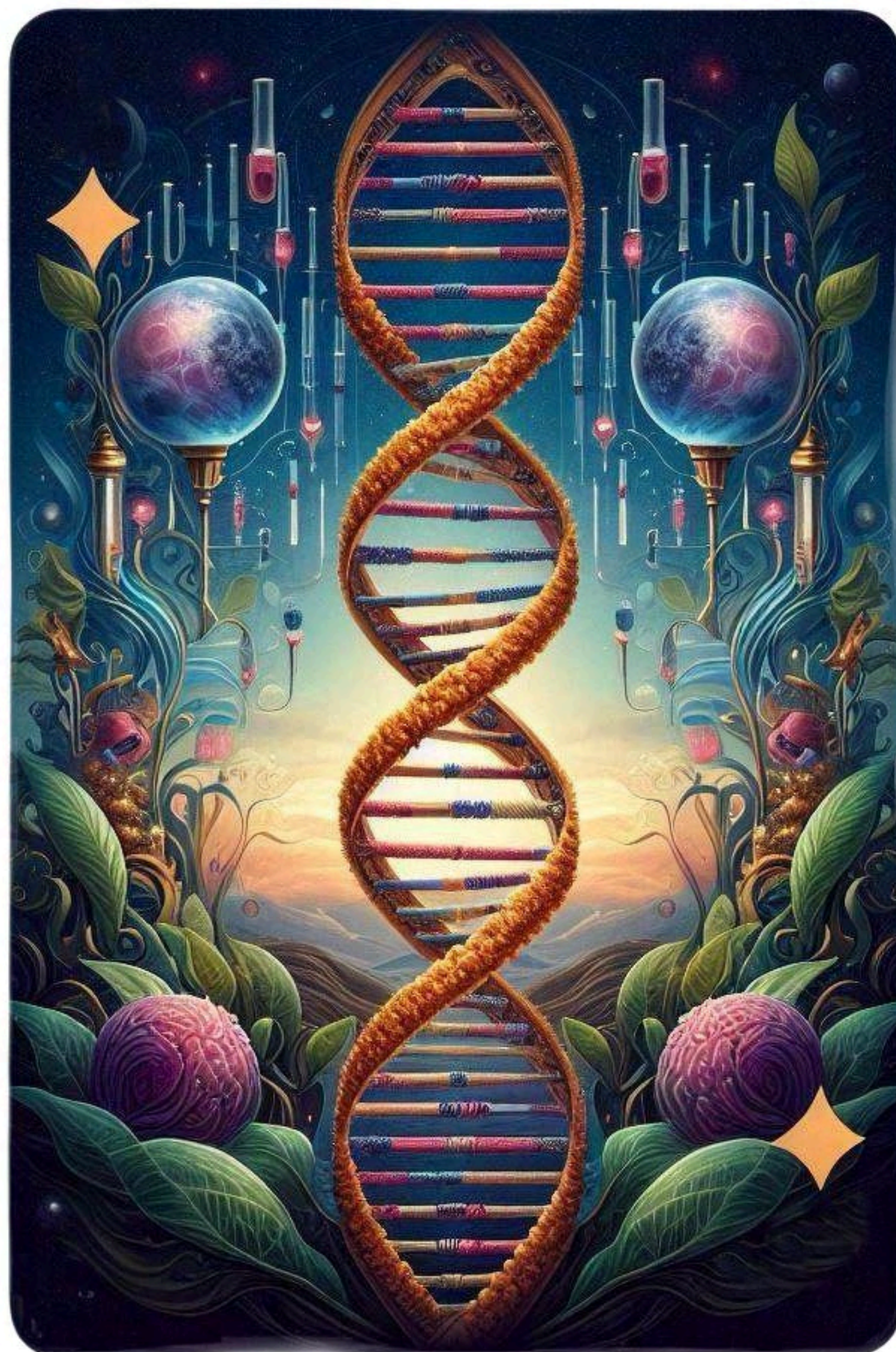
Desenho dos Primers.



Frente



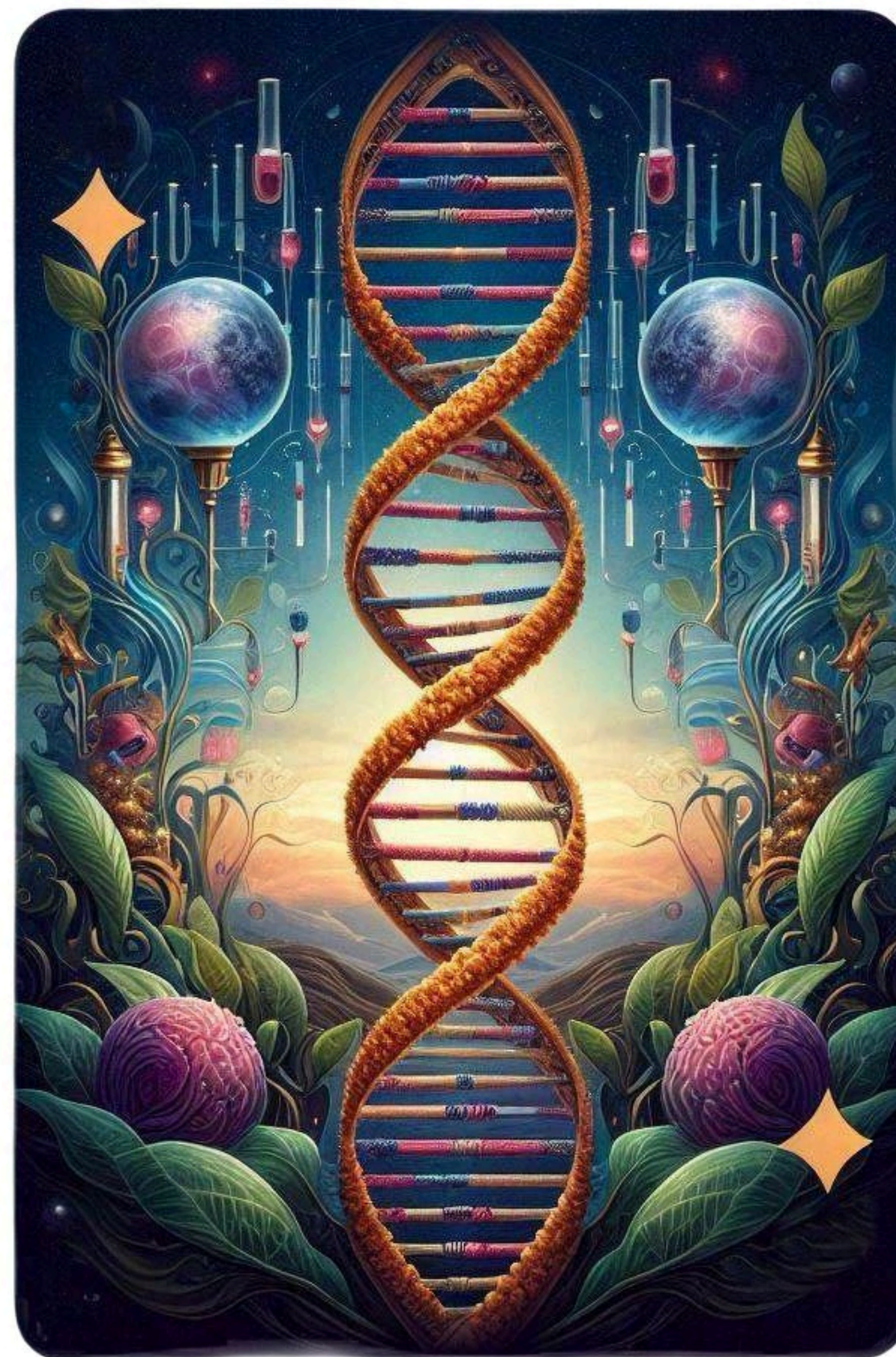
Verso



Frente



Verso





PERFIL GENÉTICO														
STR	D3S1358	vMA	FGA	AMEL	D8S1179	D21S11	D18S51	D5S818	D13S317	D7S820	D16S539	TH01	TPOX	CSF1P0
Amostra Swab	10,8	6,17	12,9	XX	9,17	11,16	10,7	5,14	7,5	13,7	3,17	6,4	16,9	14,3

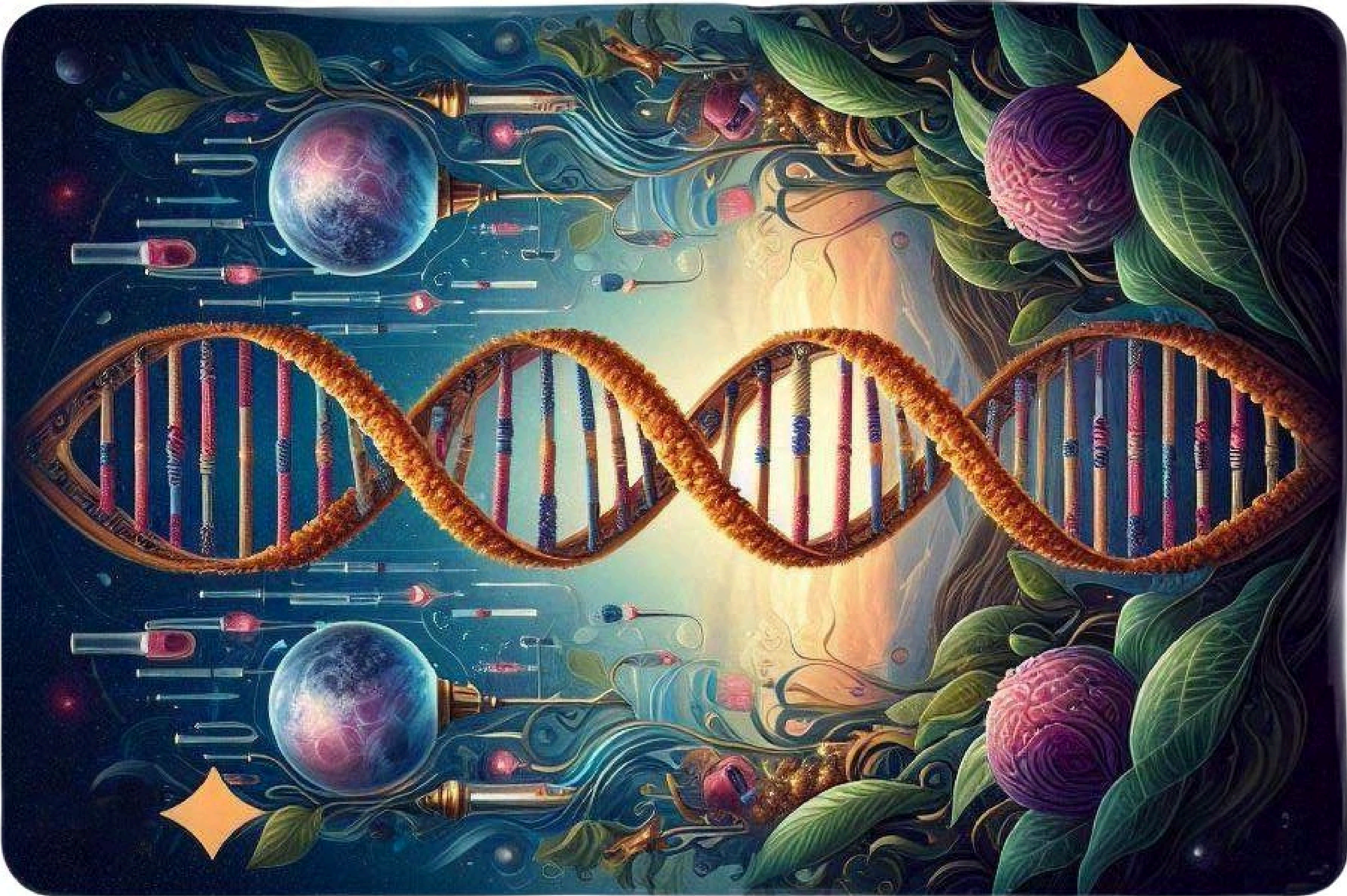


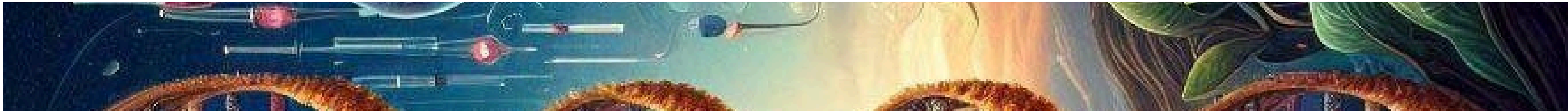
PARABÉNS!

Parabéns a todos os participantes por completarem com sucesso os desafios deste Escape Room: A Identidade Perdida! Vocês demonstraram um notável espírito de equipe, impressionantes habilidades de resolução de problemas e uma dedicação exemplar ao longo de toda essa jornada educativa.

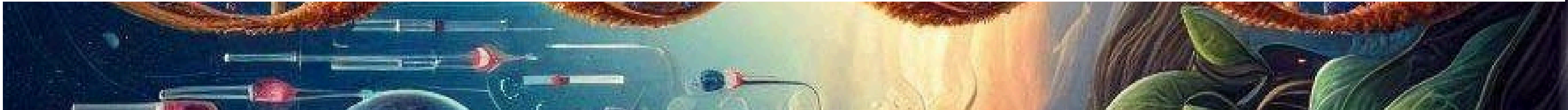
A mulher que vocês identificaram era Laura, uma residente de uma cidade próxima, que havia sido dada como desaparecida há muitos anos. Graças ao empenho de vocês em desvendar cada pista e conectar os detalhes, sua identidade foi finalmente revelada, trazendo uma nova luz a este caso que por tanto tempo permaneceu sem respostas.

**VOCÊS SÃO VERDADEIROS
CAMPEÕES, CAPAZES DE ENFRENTAR
QUALQUER DESAFIO COM
INTELIGÊNCIA, COLABORAÇÃO E
PERSEVERANÇA!**



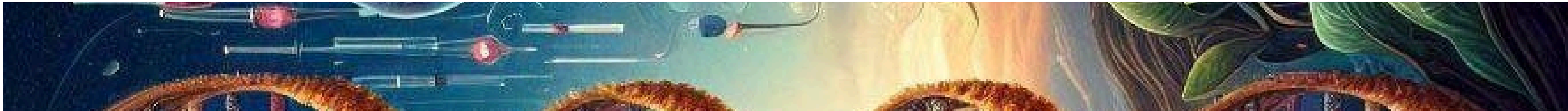


PERFIL GENÉTICO														
STR	D3S1358	vMA	FGA	AMEL	D8S1179	D21S11	D18S51	D5S818	D13S317	D7S820	D16S539	TH01	TPOX	CSF1P0
Pai - 1053	10,8	6,17	12,9	XY	9,17	11,16	10,7	5,14	7,5	13,7	3,17	6,4	16,9	14,3

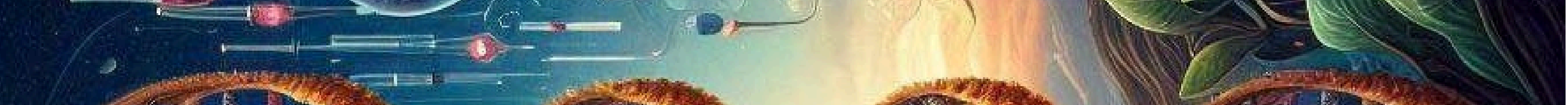
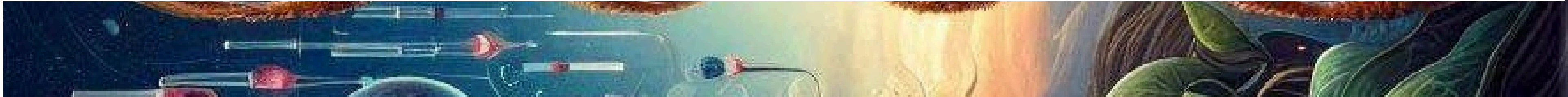


PERFIL GENÉTICO														
STR	D3S1358	vMA	FGA	AMEL	D8S1179	D21S11	D18S51	D5S818	D13S317	D7S820	D16S539	TH01	TPOX	CSF1P0
Mãe - 1053	10,8	6,17	12,9	XX	9,17	11,16	10,7	5,14	7,5	13,7	3,17	6,4	16,9	14,3

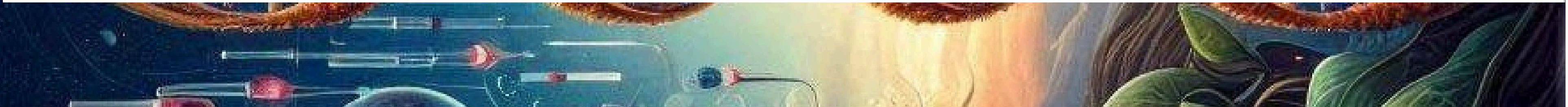


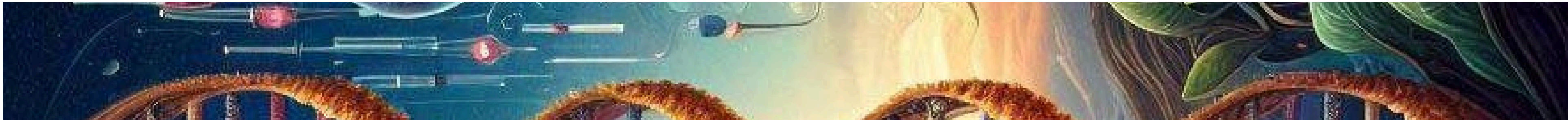


PERFIL GENÉTICO														
STR	D3S1358	vMA	FGA	AMEL	D8S1179	D21S11	D18S51	D5S818	D13S317	D7S820	D16S539	TH01	TPOX	CSF1P0
Pai - 542	10,8	8,14	12,9	XY	11,16	11,16	10,8	3,17	16,9	6,4	3,19	11,3	16,9	10,8

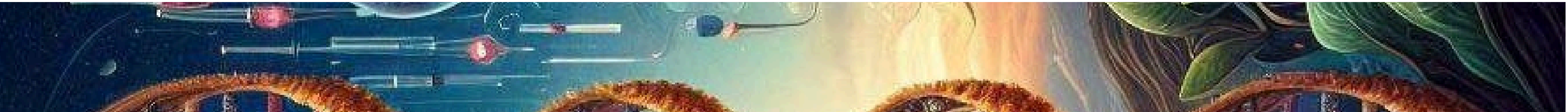
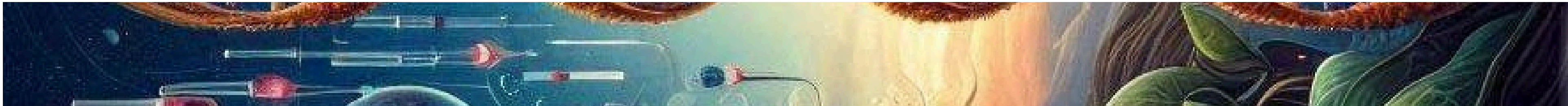


PERFIL GENÉTICO														
STR	D3S1358	vMA	FGA	AMEL	D8S1179	D21S11	D18S51	D5S818	D13S317	D7S820	D16S539	TH01	TPOX	CSF1P0
Mãe - 542	18,12	6,17	12,11	XX	9,17	11,16	10,7	5,14	7,5	13,7	3,17	6,4	16,9	14,3

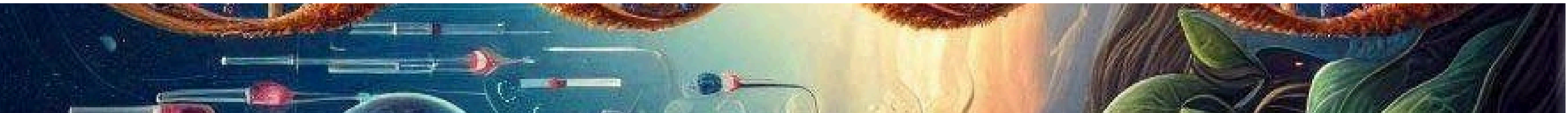




PERFIL GENÉTICO														
STR	D3S1358	vMA	FGA	AMEL	D8S1179	D21S11	D18S51	D5S818	D13S317	D7S820	D16S539	TH01	TPOX	CSF1P0
Pai - 365	10,8	8,14	12,9	XY	11,16	5,14	12,2	7,5	6,4	13,7	11,17	7,5	13,7	12,2

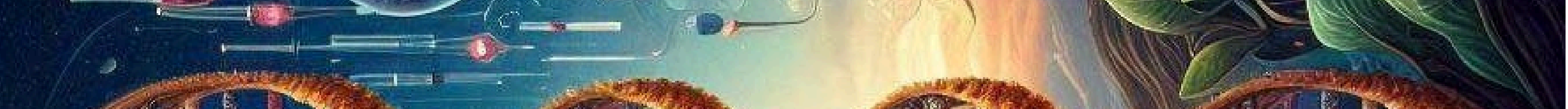
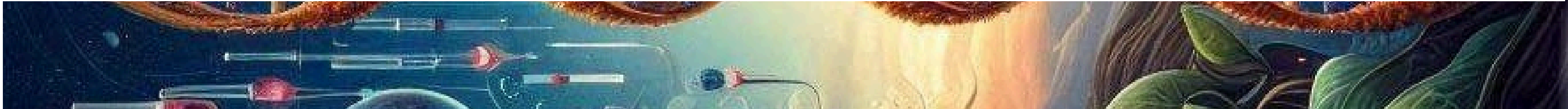


PERFIL GENÉTICO														
STR	D3S1358	vMA	FGA	AMEL	D8S1179	D21S11	D18S51	D5S818	D13S317	D7S820	D16S539	TH01	TPOX	CSF1P0
Mãe - 365	10,16	12,7	18,6	XX	3,11	11,4	8,10	11,18	3,9	6,10	7,6	9,5	9,18	15,7

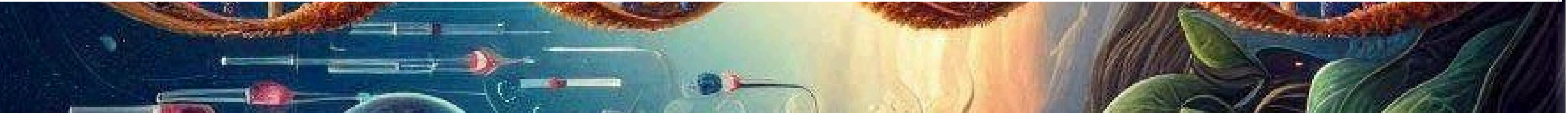


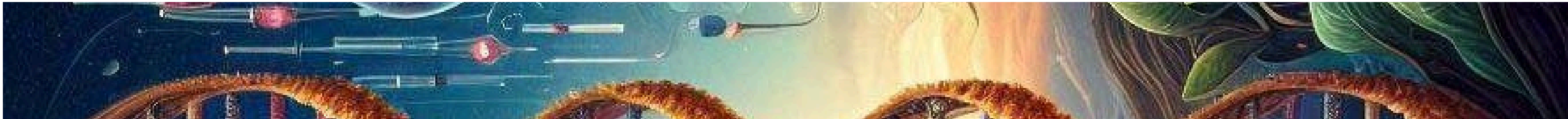


PERFIL GENÉTICO														
STR	D3S1358	vMA	FGA	AMEL	D8S1179	D21S11	D18S51	D5S818	D13S317	D7S820	D16S539	TH01	TPOX	CSF1P0
Pai - 613	12,9	6,17	5,14	XY	10,7	11,16	10,8	3,17	16,9	6,4	3,19	11,3	16,9	10,8

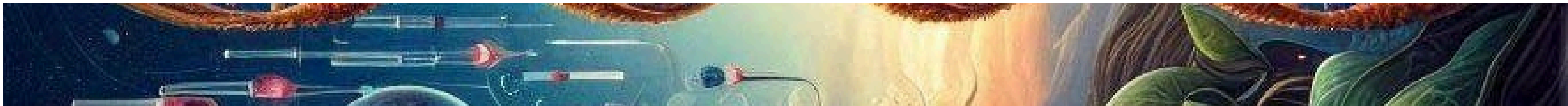


PERFIL GENÉTICO														
STR	D3S1358	vMA	FGA	AMEL	D8S1179	D21S11	D18S51	D5S818	D13S317	D7S820	D16S539	TH01	TPOX	CSF1P0
Mãe - 613	7,10	12,5	18,8	XX	11,12	13,11	8,3	11,16	9,3	6,11	6,7	9,3	9,11	15,12



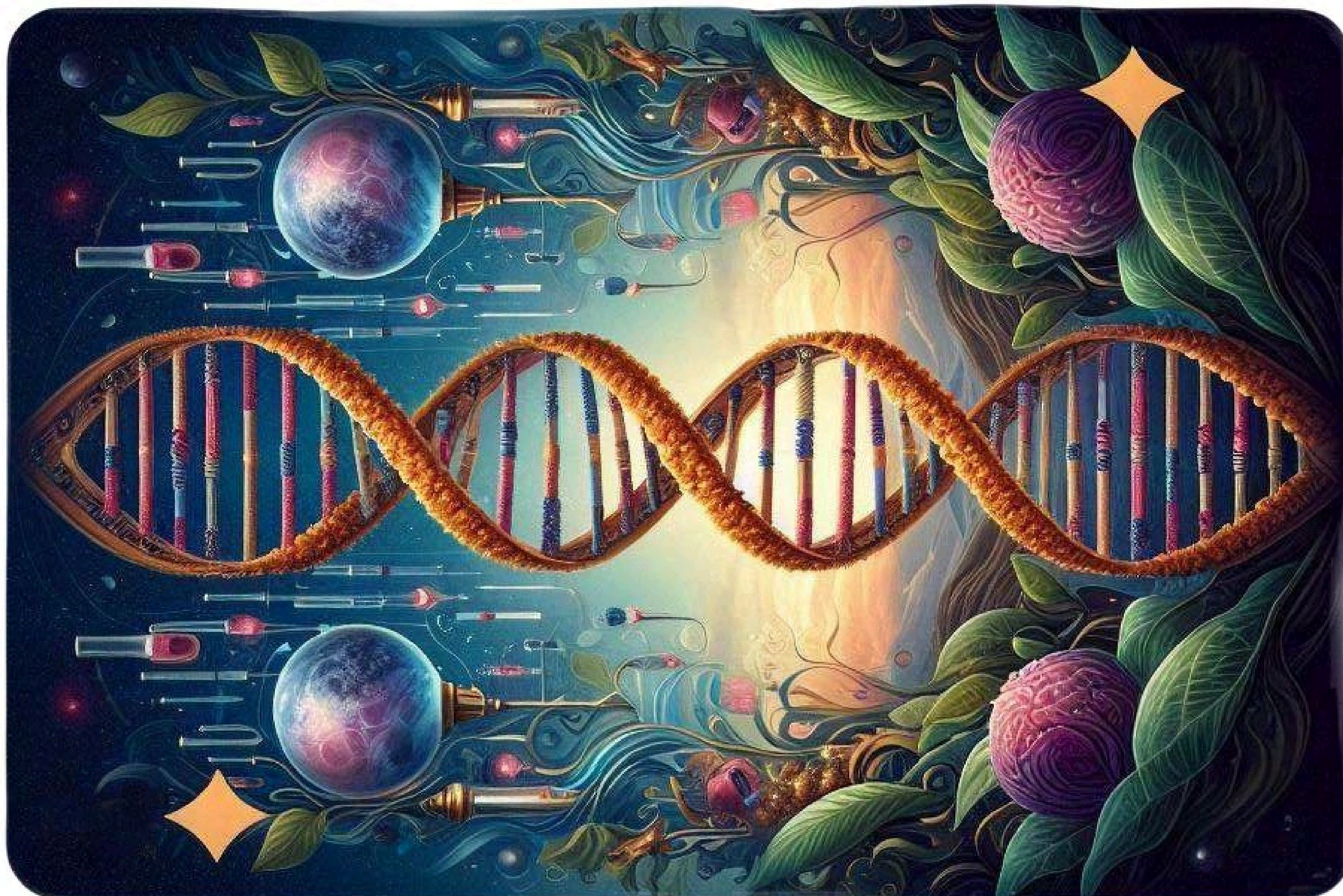


PERFIL GENÉTICO														
STR	D3S1358	vMA	FGA	AMEL	D8S1179	D21S11	D18S51	D5S818	D13S317	D7S820	D16S539	TH01	TPOX	CSF1P0
Pai - 822	6,11	12,5	16,18	X,Y	7,12	15,15	5,14	12,11	9,17	6,8	5,6	9,9	4,18	4,10



PERFIL GENÉTICO														
STR	D3S1358	vMA	FGA	AMEL	D8S1179	D21S11	D18S51	D5S818	D13S317	D7S820	D16S539	TH01	TPOX	CSF1P0
Mãe - 822	6,10	12,12	16,12	X,X	16,12	11,15	8,14	12,9	12,9	18,8	7,17	12,5	9,11	4,7





DESAPARECIDA 542

Nome Completo: Ana Clara Rodrigues

Data do Desaparecimento: 12 de julho de 1994

Idade (no desaparecimento): 7 anos

Idade Atual: 37 anos

Local do Desaparecimento: Belo Horizonte, MG, Brasil

Roupas Usadas no Desaparecimento: Vestido rosa com estampas de flores, sandálias brancas

Informações: Ana Clara foi vista pela última vez brincando em um parque perto de sua casa. Ela estava com um grupo de crianças, mas se separou e desapareceu sem deixar rastros. A família realizou várias campanhas de busca ao longo dos anos, mas sem sucesso. Ana Clara tinha um sinal de nascença em formato de coração na parte inferior das costas.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Cor da Pele: Clara

Cor dos Olhos: Azuis

Cor do Cabelo: Loiro

Tipo de Cabelos: Liso, longo

Barba: Não aplicável

Bigode: Não aplicável

Altura Estimada: 1,20 m (na época do desaparecimento)

Peso Estimado: 20 kg (na época do desaparecimento)

Deficiência Física: Não

Deficiência Mental: Não

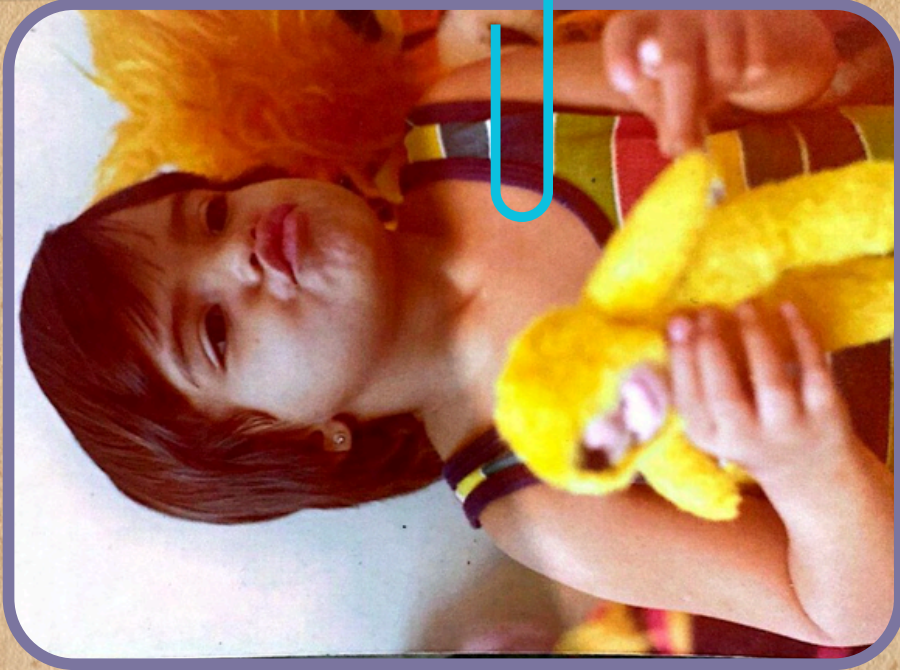
Tatuagens: Nenhuma



Esse perfil reflete uma situação fictícia de uma criança desaparecida há muitos anos. Ele pode ser utilizado para fins educativos ou em contextos fictícios, como em um escape room pedagógico. A imagem são fotos do arquivo pessoal da autora.

DESAPARECIDA 1053

Nome Completo: Laura Maria Luiza Ferreira
Data do Desaparecimento: 23 de setembro de 2005
Idade (no desaparecimento): 9 anos
Idade Atual: 28 anos
Local do Desaparecimento: Salvador, BA, Brasil
Roupas Usadas no Desaparecimento: Blusa branca de manga curta, saia azul, sandálias rosa
Informações: Laura desapareceu enquanto voltava da escola para casa. Ela costumava fazer o trajeto acompanhada de sua irmã mais velha, mas no dia do desaparecimento, a irmã precisou ficar na escola para uma atividade extracurricular. Laura foi vista pela última vez por vizinhos, que relataram que ela parecia estar assustada. A família nunca perdeu a esperança de encontrá-la.



CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Cor da Pele: Morena
Cor dos Olhos: Castanhos escuros
Cor do Cabelo: Castanho claro
Tipo de Cabelos: Liso, comprimento curto
Barba: Não aplicável
Bigode: Não aplicável
Altura Estimada: 1,30 m (na época do desaparecimento)
Peso Estimado: 25 kg (na época do desaparecimento)
Deficiência Física: Não
Deficiência Mental: Não
Tatuagens: Nenhuma

Esse perfil reflete uma situação fictícia de uma criança desaparecida há muitos anos. Ele pode ser utilizado para fins educativos ou em contextos fictícios, como em um escape room pedagógico. A imagem são fotos do arquivo pessoal da autora.

DESAPARECIDA 365



Nome Completo: Beatriz Souza Nascimento
Data do Desaparecimento: 5 de maio de 2010
Idade (no desaparecimento): 11 anos
Idade Atual: 24 anos
Local do Desaparecimento: Porto Alegre, RS, Brasil
Roupas Usadas no Desaparecimento: Calça jeans, blusa de manga longa vermelha, tênis preto
Informações: Beatriz desapareceu enquanto estava a caminho de uma festa de aniversário de uma amiga na vizinhança. Ela saiu de casa sozinha no final da tarde e nunca chegou ao destino. Beatriz é uma criança alegre e extrovertida, e sua família tem feito buscas incansáveis ao longo dos anos. Ela tem uma pequena cicatriz acima da sobrancelha esquerda, resultado de uma queda quando era mais nova.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Cor da Pele: Morena
Cor dos Olhos: Castanhos
Cor do Cabelo: Preto
Tipo de Cabelos: Crespo, curto
Barba: Não aplicável
Bigode: Não aplicável
Altura Estimada: 1,35 m (na época do desaparecimento)
Peso Estimado: 30 kg (na época do desaparecimento)
Deficiência Física: Não
Deficiência Mental: Não
Tatuagens: Nenhuma

Esse perfil reflete uma situação fictícia de uma criança desaparecida há muitos anos. Ele pode ser utilizado para fins educativos ou em contextos fictícios, como em um escape room pedagógico. A imagem são fotos do arquivo pessoal da autora.

DESAPARECIDA 613

Nome Completo: Helena Dias Albuquerque

Data do Desaparecimento: 17 de agosto de 1997

Idade (no desaparecimento): 6 anos

Idade Atual: 33 anos

Local do Desaparecimento: Curitiba, PR, Brasil

Roupas Usadas no Desaparecimento: Vestido azul com laços brancos, sapatilhas vermelhas

Informações: Helena desapareceu durante um passeio no parque com seus pais. Ela estava brincando perto de um lago quando se afastou do grupo e não foi mais vista. Apesar das buscas intensivas, não houve pistas sobre seu paradeiro. Helena tem uma pinta na bochecha direita e era conhecida por sua natureza curiosa e aventureira.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Cor da Pele: Clara

Cor dos Olhos: Verdes

Cor do Cabelo: Loiro

Tipo de Cabelos: Liso, na altura dos ombros

Barba: Não aplicável

Bigode: Não aplicável

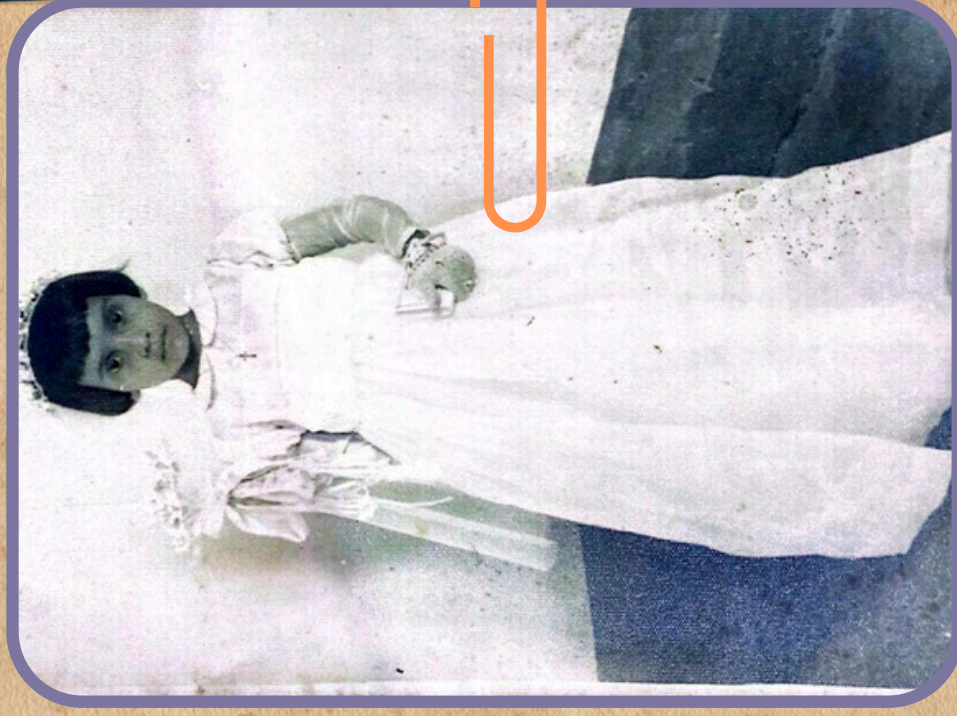
Altura Estimada: 1,10 m (na época do desaparecimento)

Peso Estimado: 18 kg (na época do desaparecimento)

Deficiência Física: Não

Deficiência Mental: Não

Tatuagens: Nenhuma



Esse perfil reflete uma situação fictícia de uma criança desaparecida há muitos anos. Ele pode ser utilizado para fins educativos ou em contextos fictícios, como em um escape room pedagógico. A imagem são fotos do arquivo pessoal da autora.

DESAPARECIDA 822

Nome Completo: Larissa Gomes Oliveira

Data do Desaparecimento: 30 de outubro de 2012

Idade (no desaparecimento): 8 anos

Idade Atual: 19 anos

Local do Desaparecimento: Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Roupas Usadas no Desaparecimento: Uniforme escolar azul e branco, mochila rosa, tênis branco

Informações: Larissa desapareceu ao sair da escola em direção à sua casa. Ela costumava fazer o trajeto sozinha, já que morava a apenas duas quadras da escola. No dia do desaparecimento, testemunhas relataram ter visto uma mulher estranha se aproximando de Larissa, mas não houve mais informações sobre o paradeiro da menina. Larissa usava um bracelete prateado com seu nome gravado, dado por sua avó.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Cor da Pele: Clara

Cor dos Olhos: Castanhos claros

Cor do Cabelo: Castanho escuro

Tipo de Cabelos: Liso, longo

Barba: Não aplicável

Bigode: Não aplicável

Altura Estimada: 1,25 m (na época do desaparecimento)

Peso Estimado: 22 kg (na época do desaparecimento)

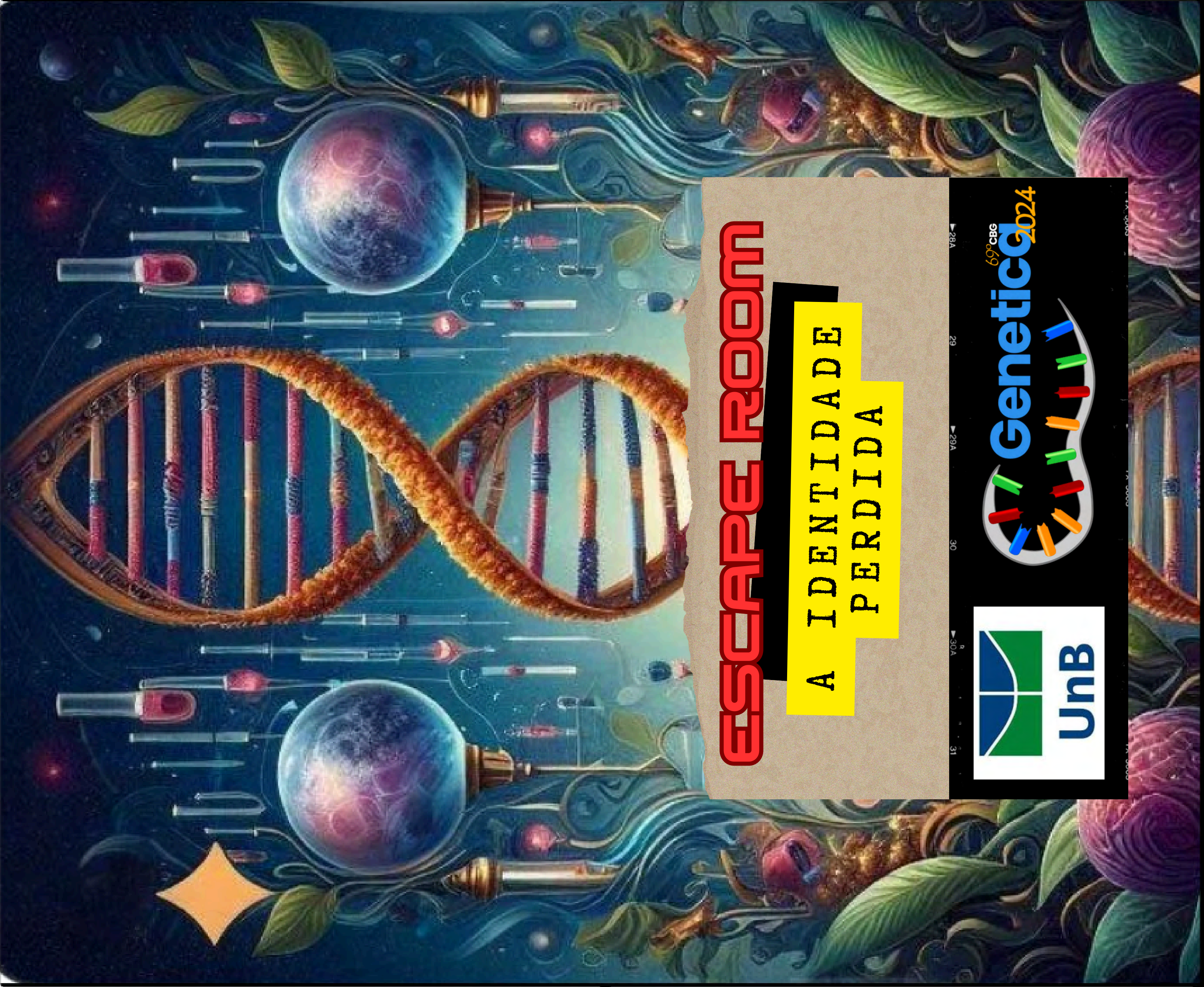
Deficiência Física: Não

Deficiência Mental: Não

Tatuagens: Nenhuma



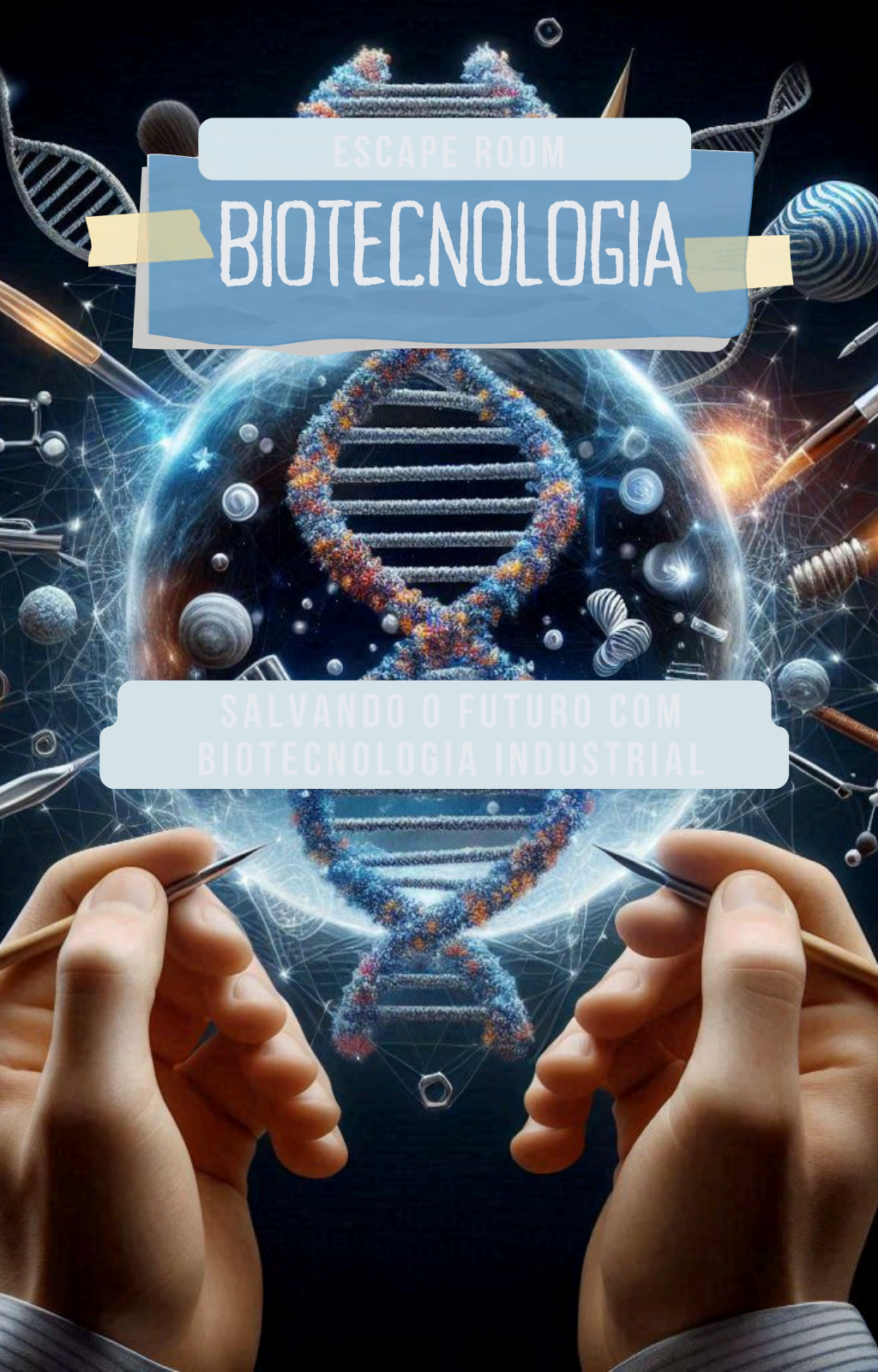
Esse perfil reflete uma situação fictícia de uma criança desaparecida há muitos anos. Ele pode ser utilizado para fins educativos ou em contextos fictícios, como em um escape room pedagógico. A imagem são fotos do arquivo pessoal da autora.





AGRADECIMENTOS

**O PRESENTE TRABALHO FOI
REALIZADO COM APOIO DA
COORDENAÇÃO DE
APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE
NÍVEL SUPERIOR (CAPES) - BRASIL -
CÓDIGO DE FINANCIAMENTO 001.**



ESCAPE ROOM

BIOTECNOLOGIA

SALVANDO O FUTURO COM
BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

- Compreender a importância dos microrganismos nos processos de fermentação.
- Reconhecer técnicas de criptografia aplicadas ao contexto científico.
- Aplicar conhecimentos de engenharia genética para selecionar vetores de clonagem.
- Entender a lógica do bioprocessamento industrial (etapas de produção).
- Relacionar técnicas de purificação aos tipos de produtos biotecnológicos.
- Desenvolver habilidades de raciocínio lógico, resolução de problemas e trabalho em equipe.
- Integrar conhecimentos científicos em uma tarefa prática de síntese biotecnológica.



CONTEÚDOS TRABALHADOS EM CADA ENIGMA

Estação	Conteúdo Trabalhado
Estação 1: O Segredo da Fermentação	Fermentação industrial, papel dos microrganismos, criptografia (Cifra de César).
Estação 2: A Arte da Engenharia Genética	Vetores de clonagem (plasmídeos, vírus, cromossomos artificiais), introdução de DNA em células.
Estação 3: Missão na Biofábrica	Bioprocessamento: preparação de inóculo, fermentação, centrifugação, filtração, purificação e análise de qualidade.
Estação 4: Dominando a Purificação	Técnicas de purificação (cromatografia, ultrafiltração, precipitação, destilação) aplicadas a produtos como vacinas, enzimas e anticorpos.
Etapa Final: Laboratório Secreto	Integração dos conhecimentos: aplicação da sequência de DNA decifrada e do mapa de vetor para sintetizar o composto biotecnológico.

NARRATIVA

O ano é 2072.

O mundo enfrenta uma crise sem precedentes: doenças raras estão se espalhando, ameaçando a vida de milhões. As fontes tradicionais de medicamentos e vacinas foram comprometidas por uma nova cepa bacteriana que inutiliza os tratamentos convencionais.

No meio do caos, uma esperança surge: os cientistas da Helix Biosolutions, a mais avançada corporação de biotecnologia do planeta, descobriram um microrganismo mutante capaz de produzir um composto bioativo revolucionário – um agente capaz de restaurar a eficácia dos tratamentos médicos.

Contudo, durante uma sabotagem industrial, os dados críticos sobre o microrganismo, o vetor genético, as etapas de produção e os métodos de purificação foram criptografados e espalhados em diferentes setores do laboratório.

Sem esses dados, a produção em escala não será possível.

O futuro da humanidade está por um fio.

MISSÃO DOS ALUNOS

Vocês são agentes-cientistas escolhidos entre os melhores especialistas em biotecnologia do mundo. Sua missão é:

- Recuperar as informações escondidas em quatro estações científicas.
- Decifrar códigos genéticos e reconstruir o processo de produção do composto.
- Aplicar conhecimentos de fermentação, engenharia genética, bioprocessamento e técnicas de purificação.
- Desbloquear o acesso ao Laboratório Secreto, onde a produção em larga escala poderá ser ativada.

Vocês têm 60 minutos para concluir a missão antes que o microrganismo mutante perca sua capacidade de sintetizar o composto.



ENIGMA 1 - O SEGREDO DA FERMENTAÇÃO

Objetivo da Estação

Nesta primeira estação do Escape Room de Biotecnologia Industrial, os alunos vão explorar a importância dos microrganismos nos processos fermentativos e sua aplicação em diversos produtos da biotecnologia moderna.

Contexto

Nesta atividade, os estudantes estarão no cenário fictício da empresa Helix Biosolutions, referência global em pesquisa biotecnológica. A empresa acaba de descobrir um novo microrganismo com a capacidade de produzir compostos inovadores via fermentação, tecnologia fundamental para desenvolver medicamentos, biocombustíveis e outros produtos biotecnológicos.

Entretanto, devido a tentativas de espionagem industrial, informações críticas sobre o microrganismo foram criptografadas para garantir sua proteção.

Introdução ao Desafio

Explique aos alunos que eles atuarão como cientistas contratados pela Helix Biosolutions, para decifrar um código secreto que revela a identidade do microrganismo.

Esse microrganismo possui a capacidade de fermentar substratos de maneiras inovadoras, o que abre novas possibilidades para a aplicação da biotecnologia industrial. A descoberta correta será essencial para o desenvolvimento do composto bioativo e para o sucesso nas próximas estações, onde explorarão a manipulação genética e a produção industrial em larga escala.

ENIGMA 1 - O SEGREDO DA FERMENTAÇÃO

Dinâmica do Desafio

- Cada grupo receberá um texto criptografado utilizando a Cifra de César (deslocamento de letras no alfabeto).
- Também receberão a chave de decifração (número de posições que cada letra foi deslocada).
- Usando raciocínio lógico e atenção aos padrões linguísticos, os alunos deverão decifrar a mensagem e identificar corretamente o microrganismo.

Habilidades mobilizadas:

- Raciocínio lógico e interpretação de padrões.
- Aplicação básica de criptografia.
- Conhecimento contextual sobre fermentação e microrganismos.

Instruções práticas

- Entregue o texto codificado e a chave de decifração.
- Estimule o trabalho em equipe para a interpretação do código.
- Oriente os alunos a aplicarem a lógica da Cifra de César e a validarem possíveis palavras formadas.
- Caso necessário, ofereça dicas progressivas para garantir o avanço da equipe sem entregar a resposta diretamente.

Conclusão da Estação 1

Ao decifrar com sucesso o código, os alunos desbloquearão informações valiosas sobre o microrganismo secreto.

Essa descoberta será o primeiro passo fundamental para o sucesso do Escape Room, pois:

- Permite seguir para a Estação 2 (Engenharia Genética).
- Estabelece a base para a manipulação genética necessária à produção do composto bioativo.

Reforce para os alunos:

“As descobertas realizadas aqui pavimentam o caminho para as próximas etapas. Preparem-se, cientistas, a aventura na biotecnologia industrial está apenas começando!”

Boa sorte!

ENIGMA 1 - O SEGREDO DA FERMENTAÇÃO

Texto

ENIGMA 1

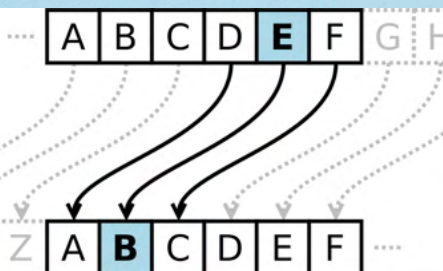


Durante a década de 1920, um cientista britânico observou que, ao esquecer uma placa com culturas de bactérias exposta ao ar, surgiu um mofo que impedia o crescimento das colônias bacterianas ao redor. Essa descoberta revolucionou a medicina, dando origem ao primeiro antibiótico natural, usado até hoje no combate a infecções.



Texto Codificado: "Shqlfloolxp é xp ixqjr lpsruwdqwh qd lqg~vwuld elrwhfqrorjlf. E xwloj]dgr qd surgxf}r gh dqwlflrwlfrv, hvshfldophqwh d shqlfloold, txh vdoyd ylgdv frpedwhqgr lqihff}hv edfwhuldqdv."

DICA



RECOMPENSA: SEQUÊNCIA DE DNA DECODIFICADA

Orientações ao Professor - Recompensa da Estação 1

Ao final da Estação 1, os alunos deverão ter decifrado corretamente o enigma criptografado com a Cifra de César, revelando o nome do microrganismo *Penicillium*, fundamental para o processo de fermentação.

Como recompensa por essa conquista, cada grupo receberá uma Sequência de DNA Decodificada: ATCGGTAACCTT. Este elemento simbólico representa a informação genética que será essencial para as próximas etapas do escape room, especialmente na Estação 2, onde os alunos deverão escolher o vetor de clonagem adequado para inseri-la.

Essa sequência deve ser entregue em forma de cartão ou peça simbólica, que os alunos precisarão preservar até a fase final. Ela será utilizada posteriormente para simular a modificação genética do microrganismo, sendo uma chave conceitual e prática para a continuidade do jogo.

RECOMPENSA:
SEQUÊNCIA DE DNA DECODIFICADA

ATCGGTAACCTT.



CONTEXTO - ENIGMA 2

Na Estação 2, os estudantes darão continuidade à narrativa iniciada na Estação 1. Após identificarem corretamente o microrganismo ideal para a produção biotecnológica, agora terão o desafio de habilitá-lo geneticamente.

O objetivo principal desta etapa é que os alunos identifiquem o vetor de clonagem mais adequado para inserir a sequência genética desejada, essencial para a síntese da substância com potencial de transformar a medicina e contribuir com práticas mais sustentáveis.

Para isso, os participantes serão expostos a uma série de charadas e enigmas que descrevem diferentes tipos de vetores (como plasmídeos, vírus, cosmídeos, entre outros), destacando suas principais características, vantagens e limitações.

A proposta é que eles apliquem os conceitos de biologia molecular abordados anteriormente, especialmente aqueles trabalhados na Estação 1, a fim de analisar criticamente as opções e tomar decisões fundamentadas.

Essa atividade reforça o raciocínio investigativo, a leitura científica e o trabalho em equipe, promovendo o uso ativo do conteúdo curricular de forma lúdica e contextualizada.



CONTEXTO - ENIGMA 2

Materiais necessários

- Cartões ou folhas contendo charadas e descrições enigmáticas de vetores de clonagem (plasmídeos, vírus modificados, cromossomos artificiais de levedura - YACs).
- Ficha-resumo opcional: explicação breve sobre tipos de vetores (apoio para revisão, se necessário).

Dinâmica de realização

1. Os grupos do Enigma 1 continuam juntos para desvendar este enigma.
2. Entregue a eles as charadas referentes aos diferentes vetores.
3. Os alunos devem interpretar as pistas e identificar o vetor mais adequado para o tipo de célula hospedeira e o gene que será introduzido.
4. Após a escolha, devem justificar a seleção com base nos critérios científicos apresentados nas pistas.
5. Ao concluir corretamente, o grupo recebe o Mapa de Inserção Genética necessário para as próximas fases do escape.



CONTEXTO - ENIGMA 2

Importância da Tarefa

A engenharia genética é uma ferramenta fundamental na biotecnologia moderna.

Ela permite a produção de proteínas recombinantes, vacinas e inúmeros outros produtos que transformam a vida humana e os processos industriais.

A escolha correta do vetor de clonagem é crítica para o sucesso da expressão gênica e para a eficiência da produção do composto desejado.

Pontos de atenção para a mediação

- Estimule a análise crítica e a comparação entre as características dos vetores.
- Incentive os grupos a justificarem suas escolhas em termos científicos.
- Se perceber dificuldades, forneça pequenas dicas interpretativas sem revelar diretamente as respostas.
- Gerencie o tempo de desafio para manter o fluxo do escape (tempo sugerido 10-15 minutos).

Encerramento da Estação 2

Após identificar corretamente o vetor:

- Os alunos estarão preparados para realizar a modificação genética necessária na próxima etapa.
- Terão compreendido a importância estratégica da escolha de ferramentas genéticas no processo biotecnológico.

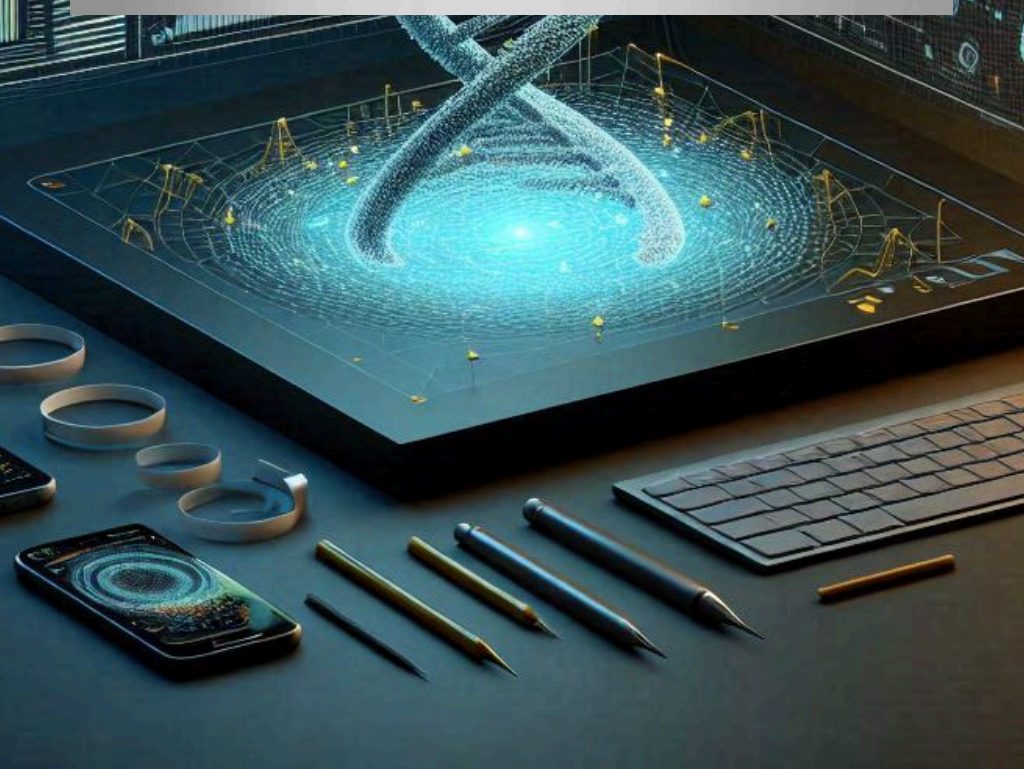


ENIGMA 2

CHARADA 1

Sou pequeno, discreto, mas faço a diferença,
Carrego genes com muita eficiência.
Não sou do cromossomo principal,
Mas na biotecnologia, sou essencial.
Em laboratórios sou bem valorizado,
Para clonar genes, sou sempre chamado.
Circular e fácil de manipular,
Qual é meu nome? Consegue adivinhar?

Resposta: -----



ENIGMA 2

CHARADA 2

Eu posso infectar, mas não sou vilão,
Levo novos genes com a versão,
Com minha capa, sou bem disfarçado,
E no laboratório sou sempre adaptado.
Pelo cientista, fui modificado,
Para curar e ser bem utilizado.
Quem sou eu, tão versátil e letal,
Mas no fim, um herói viral?

Resposta:

ENIGMA 2

CHARADA 3

Sou grande e complexo, fruto da inovação,
Carrego genes longos com precisão.
Habito a levedura com dedicação,
E ajudo na ciência com ampliação.
Com braços e centômero, tenho estrutura fiel,
Imito um cromossomo, mas sou artificial.
Quem sou eu, na pesquisa essencial,
Que expresso sequências em nível colossal?

Resposta:

CONTEXTO - ENIGMA 2

Orientações ao Professor - Recompensa da Estação 2
Ao concluir com sucesso os desafios da Estação 2, os alunos deverão ter identificado corretamente o vetor de clonagem mais adequado para o projeto biotecnológico, com base na resolução de charadas sobre plasmídeo, vetor viral e cromossomo artificial de levedura (YAC). Esta etapa reforça o conhecimento em engenharia genética, incentivando a aplicação prática de conceitos como vetorização, expressão gênica e raciocínio lógico.

Recompensa da Estação 2:

Cada grupo receberá três envelopes lacrados.

- Cada envelope conterá o desenho esquemático de um vetor de clonagem (um plasmídeo, um vetor viral e um YAC, por exemplo), juntamente com uma sequência de DNA complementar a uma das bases nitrogenadas recebidas anteriormente na Estação 1.
- Os alunos não poderão abrir os envelopes neste momento.

Esses materiais serão usados posteriormente, na Estação 4, quando os grupos precisarem verificar qual vetor possui a sequência complementar correta. O vetor identificado como compatível será considerado o responsável pela produção do composto biotecnológico.

CONTEXTO - ENIGMA 2

Objetivo pedagógico da recompensa:

A proposta visa aprofundar a compreensão dos alunos sobre os critérios de escolha de vetores, promovendo um entendimento prático sobre como a complementaridade das bases nitrogenadas é essencial para a modificação genética eficiente.

A simulação do uso do vetor correto – com base na análise de complementaridade – reforça o conceito de especificidade molecular, que é fundamental para o sucesso de qualquer processo de clonagem genética.

Orientações para uso dos envelopes e mapas:

- Os alunos devem manter os envelopes lacrados até que as instruções da Estação 4 sejam apresentadas.
- Oriente-os a preservar todos os materiais recebidos, pois serão indispensáveis para a resolução do enigma final.
- Na Etapa Final, os alunos deverão abrir os envelopes e verificar qual vetor contém a sequência complementar correta, inserindo-a simbolicamente no local indicado do mapa de vetor (atividade que pode ser representada com montagem de quebra-cabeça, fichas ou escrita manual).

Conexão com a Etapa Final:

Essa fase conecta diretamente o aprendizado da Estação 1 (decodificação da sequência de DNA) com os conhecimentos adquiridos na Estação 2 (escolha e estrutura dos vetores), preparando os alunos para aplicar tudo na síntese simbólica do composto biotecnológico, na última etapa do escape room.

CONTEXTO - ENIGMA 2



PLASMÍDEO



VETOR VIRAL



CROMOSSOMO ARTIFICIAL
DE LEVEDURA

Espaço reservado para inserção do DNA alvo

Configuração das seqüências nos envelopes:

- 1.Plasmídeo (Resposta correta)
- 2.Seqüência complementar correta: TAGCCATTGGAA
- 3.Vetor Viral
- 4.Seqüência errada propositalmente parecida:
TAGCGATTGGAA
- 5.YAC
- 6.Seqüência incorreta propositalmente distinta:
TACGCATTGAAT

CONTEXTO - ENIGMA 3

Missão na Biofábrica

Objetivo da Estação

Guiar os alunos no reconhecimento e ordenação lógica das etapas de um processo industrial de bioprocessamento, estimulando o raciocínio aplicado à produção biotecnológica.

Contextualização para o Professor

Nesta terceira estação do Escape Room, os estudantes são integrados à equipe da Helix Biosolutions, uma instalação de alta tecnologia dedicada à produção de compostos biotecnológicos vitais, como medicamentos, vacinas e enzimas.

Ao chegarem, descobrem que um incidente inesperado desorganizou todos os protocolos operacionais, embaralhando as etapas essenciais do bioprocessamento.

Agora, cabe à nova equipe restaurar a sequência correta para reiniciar a produção do composto bioativo.

Introdução ao Desafio (instruções para passar aos alunos)

"Bem-vindos à Helix Biosolutions!

Um erro grave misturou todas as etapas do nosso bioprocessamento, e a produção parou completamente.

Sua missão é reorganizar as etapas operacionais utilizando as pistas fornecidas.

A sequência correta é essencial para garantir a eficácia, segurança e qualidade do composto biotecnológico.

Trabalhem em equipe, apliquem seus conhecimentos de bioprocessamento e salvem a produção!"

Materiais necessários

- Cartões ou fichas representando as etapas do processo de bioprocessamento:
 - Preparação do inóculo.
 - Fermentação.
 - Centrifugação.
 - Filtração.
 - Purificação.
 - Análise de qualidade.
- Cartões de pistas com dicas sobre a ordem lógica das etapas.

CONTEXTO - ENIGMA 3

Missão na Biofábrica

Dinâmica de realização

1. Entregue a cada grupo um conjunto de cartões de etapas (embaralhados) e pistas.
2. Oriente-os a:
 - Ler cuidadosamente as pistas.
 - Discutir em equipe a função de cada etapa.
 - Organizar os cartões em uma linha que represente a sequência lógica do processo.
3. Solicite que justifiquem oralmente a sequência proposta, explicando a função de cada etapa dentro do bioprocessos.

Conteúdo científico abordado

- Bioprocessamento industrial.
- Etapas operacionais de produção biotecnológica.
- Importância da sequência correta para a produção segura e eficaz de compostos.

Importância da Missão

Esta tarefa é vital para o sucesso da produção industrial na Helix Biosolutions.

A correta organização das etapas do bioprocessos assegura que o produto final seja eficaz, seguro e aprovado para aplicação médica e industrial.

Além disso, a atividade integra conteúdos de microbiologia industrial, processos de fermentação e técnicas de separação, fundamentais na formação em biotecnologia.



CONTEXTO - ENIGMA 3

Missão na Biofábrica

Pontos de atenção para a mediação

- Estimule o raciocínio lógico e a construção coletiva do conhecimento.
- Incentive os grupos a pensarem no fluxo natural dos processos biotecnológicos: cultivo, processamento e purificação.
- Valorize a justificativa das escolhas de ordem, reforçando o conceito de "linha de produção".
- Tempo sugerido para esta estação: 15 a 20 minutos.

Encerramento da Estação 3

Ao reorganizar corretamente as etapas:

- Os alunos terão reconstruído o fluxo produtivo da biofábrica.
- Estarão prontos para enfrentar o desafio de purificar o composto na Estação 4.

Mensagem de transição para os alunos:

"Excelente trabalho!"

A produção foi restaurada, mas agora precisamos garantir que o composto esteja puro e seguro. Preparem-se para dominar as técnicas de purificação na próxima estação!"

PISTAS - ENIGMA 3



Pista 1: "A etapa que dá início ao cultivo não é onde o produto é finalmente purificado."



Pista 2: "Antes de separarmos sólidos de líquidos por força, alimentamos e cuidamos de nossas culturas."



Pista 3: "A análise de qualidade vem apenas quando todos os outros processos estão completos."



Pista 4: "Os produtos são purificados antes de serem rigorosamente analisados, mas após se separarem de seus meios de cultura."



Pista 5: "Filtramos nossas soluções logo após reduzirmos o volume pela separação de sólidos."

CARTÕES PARA O ENIGMA 3

Preparação
do Inóculo



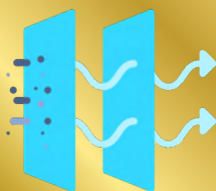
Fermentação



Centrifugação



Filtração



Purificação de
Produtos



Análise de
Qualidade





RECOMPENSA: FRAGMENTO DO CÓDIGO DE ACESSO AO LABORATÓRIO SECRETO

Orientações ao Professor - Recompensa da Estação 3

Na Estação 3, os alunos terão o desafio de reorganizar corretamente as etapas do bioprocessamento, uma fase essencial no ciclo de produção de compostos biotecnológicos. Essa atividade promove o raciocínio lógico, a compreensão do processo industrial e a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos ao longo do escape room.

Recompensa da Estação 3:

Após completarem com sucesso a reorganização dos protocolos operacionais, cada grupo deverá receber do professor um envelope lacrado contendo o Código de Acesso ao Laboratório da Fábrica Helix Biosolutions.

Esse código é essencial para que o grupo avance para a etapa final, onde realizará simbolicamente a síntese do composto biotecnológico.

O que os alunos recebem:

- Um código alfanumérico completo (exemplo: R3T5)
- Uma dica enigmática que ajuda o grupo a interpretar o contexto de uso desse código
- Um envelope identificado e lacrado, com a instrução: "Abrir somente na etapa final"

Como utilizar a recompensa:

Oriente os alunos a:

- Guardar o envelope com cuidado, sem abrir antes do momento indicado
- Utilizar apenas o código fornecido ao seu grupo para acessar a etapa final
- Trabalhar de forma independente, sem colaboração com outros grupos



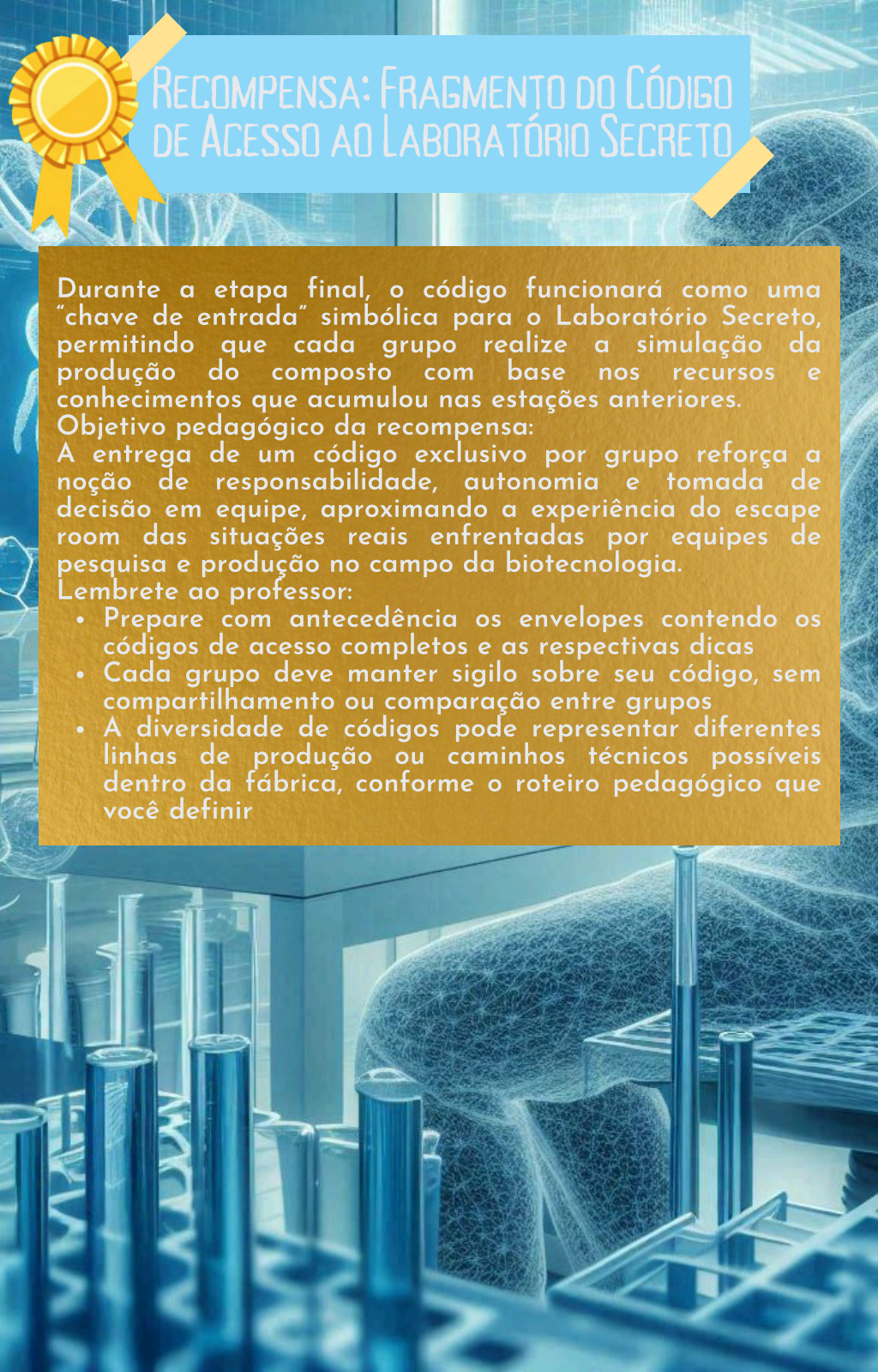
RECOMPENSA: FRAGMENTO DO CÓDIGO DE ACESSO AO LABORATÓRIO SECRETO

Durante a etapa final, o código funcionará como uma “chave de entrada” simbólica para o Laboratório Secreto, permitindo que cada grupo realize a simulação da produção do composto com base nos recursos e conhecimentos que acumulou nas estações anteriores.

Objetivo pedagógico da recompensa:

A entrega de um código exclusivo por grupo reforça a noção de responsabilidade, autonomia e tomada de decisão em equipe, aproximando a experiência do escape room das situações reais enfrentadas por equipes de pesquisa e produção no campo da biotecnologia.

Lembrete ao professor:

- Prepare com antecedência os envelopes contendo os códigos de acesso completos e as respectivas dicas
 - Cada grupo deve manter sigilo sobre seu código, sem compartilhamento ou comparação entre grupos
 - A diversidade de códigos pode representar diferentes linhas de produção ou caminhos técnicos possíveis dentro da fábrica, conforme o roteiro pedagógico que você definir
- 

CÓDIGOS E DICAS

Todos os cartões devem ser entregues juntos, dentro de um envelope individual para cada grupo.



Código: B7X9
Onde a jornada começa, o primeiro passo é revelado, marcado pelo alvorecer da ciência.



Código: R3T5
Entre o início e o fim, o coração do processo pulsa, vital para a transformação.



Código: M8D2
Na sequência, um elo perdido, essencial para decifrar, oculta o segredo da síntese.



Código: Q4F6
Antes do final, mas após o começo, a chave para a purificação, um passo antes da revelação.



Código: W1E8
No fim da jornada, o último segredo é desvendado, onde a ciência encontra a cura.

Recompensa:



Fragmento do Código de Acesso ao Laboratório Secreto (Instrução para o professor)

Para criar uma experiência imersiva na Estação 3, você professor precisará deixar cartões preparados com 5 fragmentos diferentes do "Fragmento do Código de Acesso ao Laboratório Secreto", cada um acompanhado de uma dica que ajude os alunos a entender como esses fragmentos se encaixam na etapa final do jogo de escape. Cada fragmento do código será parte de um puzzle maior que os grupos precisarão.

Fragmentos do Código de Acesso:

1.Fragmento 1:

Código: B7X9 Dica: "Onde a jornada começa, o primeiro passo é revelado, marcado pelo alvorecer da ciência."

2.Fragmento 2:

Código: R3T5 Dica: "Entre o início e o fim, o coração do processo pulsa, vital para a transformação."

3.Fragmento 3:

Código: M8D2 Dica: "Na sequência, um elo perdido, essencial para decifrar, oculta o segredo da síntese."

4.Fragmento 4:

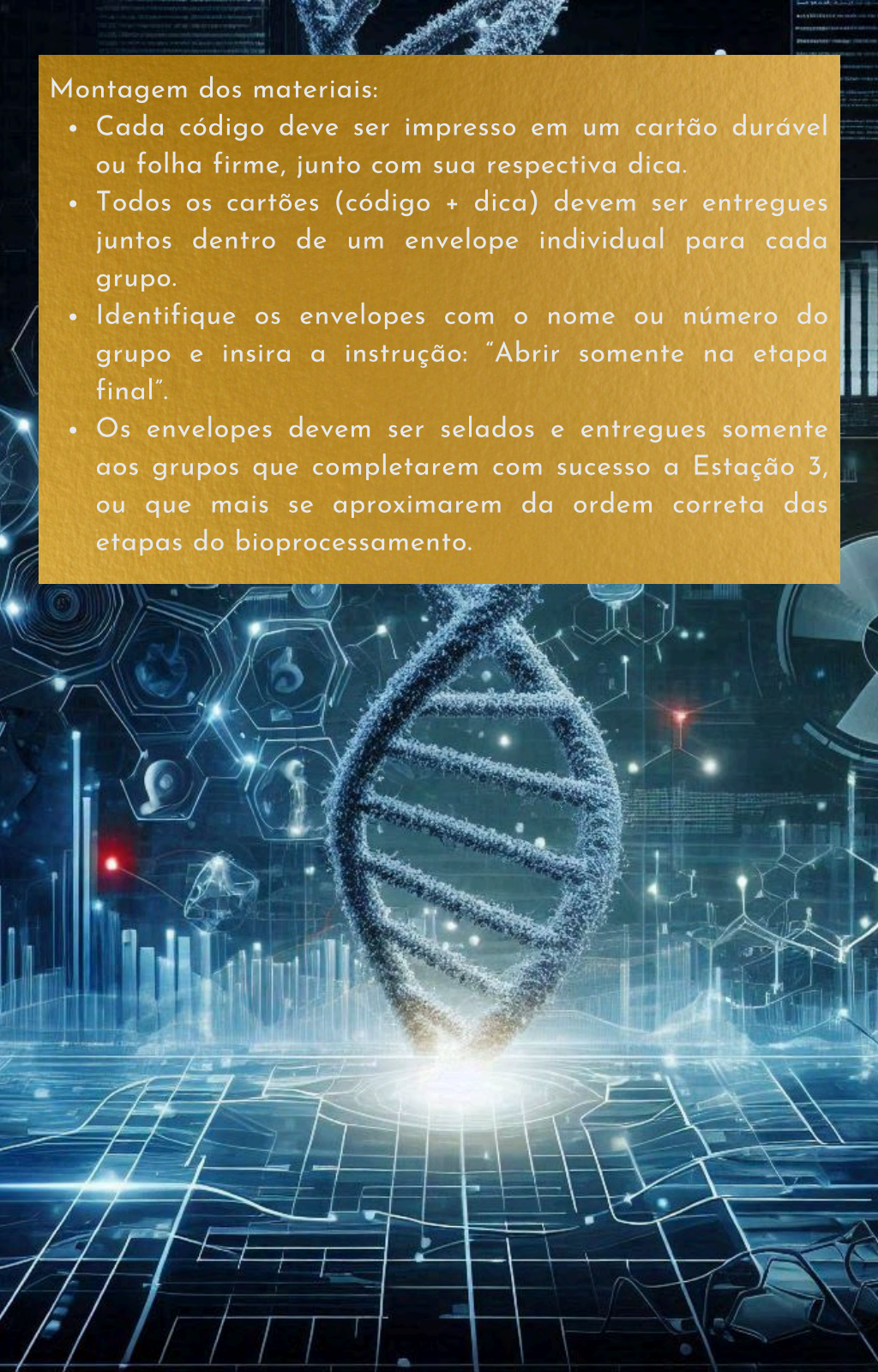
Código: Q4F6 Dica: "Antes do final, mas após o começo, a chave para a purificação, um passo antes da revelação."

5.Fragmento 5:

Código: W1E8 Dica: "No fim da jornada, o último segredo é desvendado, onde a ciência encontra a cura."

Montagem dos materiais:

- Cada código deve ser impresso em um cartão durável ou folha firme, junto com sua respectiva dica.
- Todos os cartões (código + dica) devem ser entregues juntos dentro de um envelope individual para cada grupo.
- Identifique os envelopes com o nome ou número do grupo e insira a instrução: "Abrir somente na etapa final".
- Os envelopes devem ser selados e entregues somente aos grupos que completarem com sucesso a Estação 3, ou que mais se aproximarem da ordem correta das etapas do bioprocessamento.



CONTEXTO - ENIGMA 4

"Bem-vindos à Estação 4: Dominando a Purificação!
O composto biotecnológico que vocês ajudaram a produzir está misturado com várias substâncias indesejáveis.

Agora, sua missão é identificar e aplicar corretamente as técnicas de purificação que permitirão isolar o produto de interesse em sua forma mais pura.

Lembrem-se: a eficácia, segurança e aplicação do composto dependem diretamente da precisão de vocês nesta etapa!"

Materiais necessários

- Cartões ou fichas com descrições de técnicas de purificação:
 - Cromatografia.
 - Filtração.
 - Precipitação.
 - Ultrafiltração.
 - Destilação.
- Cartões ou fichas com descrições de produtos biotecnológicos (vacinas, enzimas, anticorpos, biocombustíveis, etc.).

Dinâmica de realização

1. Forme grupos de alunos.
2. Entregue a cada grupo:
 - Um conjunto de técnicas de purificação.
 - Um conjunto de produtos que precisam ser purificados.
3. Os grupos deverão:
 - Analisar as descrições de produtos e processos.
 - Realizar as associações corretas entre as técnicas de purificação e os produtos indicados.
4. Após completar as associações, os alunos devem justificar suas escolhas com base nas propriedades dos compostos (por exemplo: tamanho molecular, estabilidade, composição química).

Conteúdo científico abordado

- Fundamentos das técnicas de purificação: princípios, aplicações e limitações.
- Características químicas e físicas de biomoléculas.
- Importância da pureza na aplicação de produtos biotecnológicos.

CONTEXTO - ENIGMA 4

Importância da Tarefa (contextualização para o professor orientar)

"A purificação é um passo crítico no desenvolvimento de qualquer produto biotecnológico.

Sem um composto purificado, não é possível garantir a eficácia terapêutica, nutricional ou energética do produto.

Esta atividade permite aos alunos entenderem que o sucesso de toda a inovação científica depende tanto da produção quanto da pureza do material obtido."

Pontos de atenção para a mediação

- Estimule os alunos a considerarem:
 - Tamanho e carga das moléculas.
 - Sensibilidade térmica dos compostos.
 - Finalidade do produto.
- Reforce a importância de justificar cientificamente as associações feitas.
- Tempo sugerido para esta estação: 10 a 15 minutos.

Encerramento da Estação 4

Ao concluir corretamente a associação entre técnicas e produtos:

- Os alunos terão finalizado a purificação do composto.
- Estarão prontos para unir todas as informações obtidas nas estações anteriores na Etapa Final do Escape.

Objetivo do Desafio: Este desafio visa não apenas testar o conhecimento dos alunos sobre técnicas de purificação, mas também promover a compreensão de como essas técnicas são aplicadas no contexto real da biotecnologia industrial. Ao fazer as de pensamento crítico e aplicam o conhecimento teórico de forma prática.

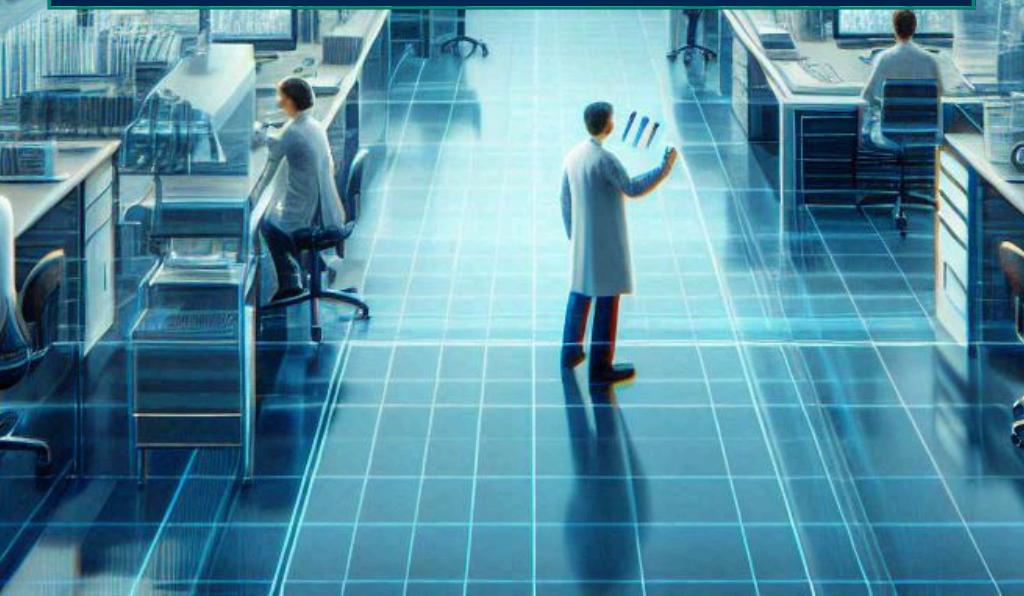
ENIGMA 4 - CARTA PARA OS ALUNOS



Vocês devem conectar diferentes técnicas de purificação a produtos específicos que essas técnicas podem purificar.



Vocês estão recebendo um conjunto de cartões de descrição de processos. Leiam as descrições e discutam em grupo para determinar qual técnica de purificação seria mais apropriada para cada produto descrito. Em seguida, liguem os cartões de descrição de processos aos cartões de técnicas de purificação correspondentes, usando cordas, fitas ou linhas desenhadas no quadro, formando um mapa de associações.

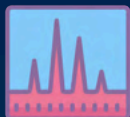


CARTÕES PARA O ENIGMA 4

Cartões de Técnicas de Purificação e de Processos

Uma técnica que separa componentes de uma mistura baseada nas diferenças de afinidade entre um móvel e uma fase estacionária.

Cromatografia



Método que separa sólidos de líquidos ou gases usando um meio poroso, removendo partículas indesejadas.

Filtragem

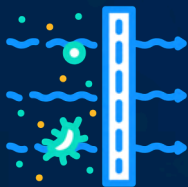


Processo que envolve a conversão de uma substância solúvel em sua forma insolúvel, geralmente por alteração do pH ou adição de agentes precipitantes.

Precipitação



Ultrafiltração



Técnica que utiliza membranas semipermeáveis para separar componentes de uma mistura com base no tamanho molecular.

Purificação



Método de separação baseado nas diferenças de pontos de ebulição dos componentes de uma mistura líquida.

Destilação



CARTÕES DE PRODUTOS

Proteínas Recombinantantes

"Proteínas produzidas por engenharia genética, usadas em terapias, vacinas e como agentes diagnósticos."

Anticorpos Monoclonais

"Moléculas produzidas em laboratório que podem se ligar a alvos específicos, usadas em tratamentos de câncer e doenças autoimunes."

Vacinas

"Preparações biológicas que proporcionam imunidade adquirida contra doenças infecciosas específicas."

Enzimas Industriais

"Catalisadores biológicos usados em processos industriais, como na fabricação de alimentos, biocombustíveis e produtos farmacêuticos."

Vitaminas

"Compostos orgânicos essenciais que o organismo não pode sintetizar em quantidade suficiente e devem ser obtidos através da dieta ou suplementos."



Recompensa: Fragmento Final do Código de Acesso ao Laboratório Secreto

Instrução final (que deve estar em um envelope que será entregue ao final da estação 4):

Instrução para a Etapa Final:

- “Depois de colocar os códigos na sequência correta, o último número de cada código formará a combinação para abrir o cadeado que dará acesso ao Laboratório da Fábrica Helix Biosolutions.

- Exemplo simbólico:

- Se a sequência correta for B7X9 - R3T5 - M8D2 - Q4F6 - W1E8, a senha será: 95768

Etapa Final - Como os alunos usarão o código:

- Instrução para a Etapa Final:

- “Depois de colocar os códigos na sequência correta, o último número de cada código formará a combinação para abrir o cadeado que dará acesso ao Laboratório da Fábrica Helix Biosolutions.”

- Exemplo simbólico:

- Se a sequência correta for B7X9 - R3T5 - M8D2 - Q4F6 - W1E8, a senha será: 95768

ENVELOPE AO FINAL DO ENIGMA 4



Abra todos os envelopes recebidos como recompensas de cada enigma e siga as instruções.



Depois de colocar os códigos na sequência correta, anote o último número de cada um. Essa sequência formará a combinação para abrir o cadeado e acessar o Laboratório da Fábrica Helix Biosolutions."

Etapa Final: Síntese do Composto Biotecnológico



Parabéns, cientistas!

Vocês chegaram à etapa final do nosso desafio de Biotecnologia Industrial. Após superarem com êxito as estações de Fermentação, Engenharia Genética, Bioprocessamento e Purificação, cada grupo reuniu os elementos essenciais para desbloquear os segredos da biotecnologia e realizar a síntese simbólica de um composto inovador, com potencial de impacto real na saúde e na sustentabilidade global.

Missão Final

Agora é o momento de aplicar tudo o que foi aprendido. Com o código de acesso completo recebido ao final da Estação 3, cada grupo deverá analisar a dica que o acompanha para montar a sequência correta. A dica indica que:

“Depois de colocar os códigos na sequência correta, o último número de cada código formará a combinação para abrir o cadeado que dá acesso ao Laboratório da Fábrica Helix Biosolutions.”

Com a combinação correta, os grupos devem abrir o cadeado e terão acesso ao Laboratório Secreto, onde encontrarão uma mensagem final de vitória, reconhecendo o sucesso em todas as etapas do escape room.

Etapa Final: Síntese do Composto Biotecnológico

Passos para a Conclusão:

Desbloqueio do Laboratório:

Organizem os códigos, montem a sequência com base nas dicas e utilizem os últimos números para abrir o cadeado que simboliza o acesso ao laboratório.

Abertura dos Envelopes Recebidos:

Uma vez dentro do laboratório, abram todos os envelopes recebidos nas estações anteriores. Eles contêm instruções e peças-chave (como a sequência de DNA, o vetor de clonagem e o mapa de inserção) que deverão ser utilizadas agora.

Síntese do Composto Biotecnológico:

- Usem a Sequência de DNA Decodificada da Estação 1 e o Mapa de Inserção de Vetor da Estação 2 para simular a modificação genética do microrganismo.
- Apliquem os conhecimentos do bioprocessamento (Estação 3) para representar o cultivo em condições ideais.
- Realizem simbolicamente a purificação do composto com base na Estação 4.



Etapa Final: Síntese do Composto Biotecnológico

Ativação da Produção em Larga Escala

Após realizarem a montagem final, os grupos terão ativado simbolicamente a produção em larga escala do composto biotecnológico, que será utilizado para enfrentar a crise global de saúde e o combate a doenças raras.

Esse momento representa a aplicação real da ciência a serviço da humanidade – o esforço coletivo de mentes científicas trabalhando para salvar vidas e transformar o futuro.

Conclusão e Celebração

Com a abertura do laboratório e a finalização da síntese, os grupos atingem o objetivo final do escape room.

A mensagem encontrada celebra a superação de todos os desafios científicos propostos.

A conquista simboliza o papel da ciência na resolução de problemas globais.

Reflexão Final

Conclua a atividade promovendo um momento de reflexão:

- O que mais surpreendeu vocês durante a jornada?
- Que habilidades vocês colocaram em prática?
- Como a ciência pode ser aplicada de forma real em situações de crise?

PARABÉNS CIENTISTAS!



Parabéns, cientistas!

Vocês chegaram ao final desta jornada com dedicação, criatividade e um raciocínio afiado. Embora este escape room tenha sido uma simulação, as habilidades, o conhecimento e o comprometimento que demonstraram ao longo do desafio são muito reais – e extremamente valiosos no mundo da ciência.

Sigam em frente com o mesmo entusiasmo: perguntem, explorem, experimentem e nunca deixem de aprender. O futuro da ciência precisa de mentes curiosas, críticas e apaixonadas como as de vocês.

GABARITO



ENIGMA 1 - GABARITO



Durante a década de 1920, um cientista britânico observou que, ao esquecer uma placa com culturas de bactérias exposta ao ar, surgiu um mofo que impedia o crescimento das colônias bacterianas ao redor. Essa descoberta revolucionou a medicina, dando origem ao primeiro antibiótico natural, usado até hoje no combate a infecções.



Texto Original: "Penicillium é um fungo importante na indústria biotecnológica. É utilizado na produção de antibióticos, especialmente a penicilina, que salva vidas combatendo infecções bacterianas."

ENIGMA 2 - GABARITO

CHARADA 1

Sou pequeno, discreto, mas faço a diferença,
Carrego genes com muita eficiência.
Não sou do cromossomo principal,
Mas na biotecnologia, sou essencial.
Em laboratórios sou bem valorizado,
Para clonar genes, sou sempre chamado.
Circular e fácil de manipular,
Qual é meu nome? Consegue adivinhar?

Resposta: Plasmídeo

CHARADA 2

Eu posso infectar, mas não sou vilão,
Levo novos genes com precisão.
Com minha capa, sigo bem disfarçado,
E no laboratório sou sempre adaptado.
Pelo cientista, fui modificado,
Para curar e ser bem utilizado.
Quem sou eu, tão versátil e letal,
Mas no fim, um herói viral?

Resposta: Vírus (ou vetor viral)

CHARADA 3

Sou grande e complexo, fruto da inovação,
Carrego genes longos com precisão.
Habito a levedura com dedicação,
E ajudo na ciência com ampliação.
Com braços e centrômero, tenho estrutura fiel,
Imito um cromossomo, mas sou artificial.
Quem sou eu, na pesquisa essencial,
Que expresso sequências em nível colossal?

Resposta: Cromossomo Artificial de Levedura (YAC)

ENIGMA 3 - GABARITO

Sequência Correta:

Preparação do Inóculo

Fermentação

Centrifugação

Filtração

Purificação de Produtos

Análise de Qualidade

Formação do Código de Acesso - Gabarito

Fragmentos do Código de Acesso:

1. Estação 3:

Fragmento 1: B7X9

Fragmento 2: R3T5

Fragmento 3: M8D2

Fragmento 4: Q4F6

Fragmento 5: W1E8

2. Estação 4: (Assumindo que o fragmento seja Z6Y3, como exemplo)

Fragmento Final: Z6Y3

Dicas Associadas aos Fragmentos:

Cada fragmento veio com uma dica que ajuda a determinar a sua posição no código final:

1. "Onde a jornada começa, o primeiro passo é revelado, marcado pelo alvorecer da ciência." - Indica o início do código.
2. "Entre o início e o fim, o coração do processo pulsa, vital para a transformação." - Posiciona-se entre o início e o final.
3. "Na sequência, um elo perdido, essencial para decifrar, oculta o segredo da síntese." - Sugere uma posição intermediária no código.
4. "Antes do final, mas após o começo, a chave para a purificação, um passo antes da revelação." - Coloca-se próximo ao final, mas não é o último.
5. "No fim da jornada, o último segredo é desvendado, onde a ciência encontra a cura." - Indica o final do código.

Formação do Código de Acesso:

Com base nas dicas, os alunos devem organizar os fragmentos na seguinte ordem para formar o Código de Acesso completo:

1. B7X9 (Início da jornada, marcado pelo alvorecer da ciência)
2. R3T5 ou M8D2 (Posições intermediárias, como "coração do processo" e "elo perdido")
3. Q4F6 (Antes do final, chave para a purificação)
4. W1E8 (Final da jornada, onde a ciência encontra a cura)
5. Z6Y3 (Fragmento Final da Estação 4)

Gabarito Sugerido: Uma possível combinação, seguindo as dicas e considerando que os fragmentos intermediários (R3T5 e M8D2) podem ser intercambiáveis dependendo de como você deseja interpretar as dicas, seria:

B7X9 - R3T5 - M8D2 - Q4F6 - W1E8 - Z6Y3

Este código formado pelos fragmentos levaria os alunos ao "desbloqueio" do Laboratório Secreto, permitindo-lhes avançar para a etapa final do jogo de escape. A ordem exata dos fragmentos intermediários pode variar de acordo com a interpretação das dicas, proporcionando flexibilidade na solução do enigma.

ENIGMA 4 - GABARITO

Este gabarito ajudará a verificar se os alunos fizeram as associações corretas entre as técnicas de purificação e os produtos apresentados durante o desafio. Técnicas de Purificação:

1. Cromatografia: Utilizada para separar componentes de uma mistura com base em suas interações diferenciadas com uma fase estacionária.
 2. Filtragem: Método para separar sólidos de líquidos ou gases utilizando um meio poroso.
 3. Precipitação: Processo que induz a formação de um sólido a partir de uma solução.
 4. Ultrafiltração: Técnica que separa componentes de uma mistura com base no tamanho molecular, utilizando uma membrana semipermeável.
 5. Destilação: Técnica utilizada para separar componentes de uma mistura com base no ponto de ebulição.
- Produtos Biotecnológicos e suas Técnicas de Purificação:

1. Proteínas Recombinantes:
Técnica de Purificação: Cromatografia de Afinidade
Justificativa: A cromatografia de afinidade é ideal para a purificação de proteínas recombinantes devido à sua capacidade de separar as proteínas com base em suas características específicas, como tamanho molecular, carga, e afinidade por ligantes.
2. Anticorpos Monoclonais:
Técnica de Purificação: Cromatografia de Afinidade
Justificativa: Esta técnica é específica da cromatografia e é particularmente eficaz para anticorpos monoclonais, aproveitando a alta afinidade que os anticorpos têm por um ligante específico.
3. Vacinas:
Técnica de Purificação: Ultrafiltração
Justificativa: A ultrafiltração permite concentrar e purificar vacinas removendo contaminantes de baixo peso molecular, mantendo as partículas virais ou proteínas de interesse.
4. Enzimas Industriais:
Técnica de Purificação: Precipitação seguida de Cromatografia
Justificativa: A precipitação é frequentemente usada como um passo inicial para concentrar as enzimas e remover impurezas solúveis, seguida por cromatografia para uma purificação mais específica.
5. Vitaminas:
Técnica de Purificação: Destilação
Justificativa: Muitas vitaminas são compostos voláteis que podem ser purificados eficientemente através da destilação, aproveitando os seus pontos de ebulição específicos.

Gabarito da Estação 4:

- Proteínas Recombinantes: Cromatografia
- Anticorpos Monoclonais: Cromatografia de Afinidade
- Vacinas: Ultrafiltração
- Enzimas Industriais: Precipitação seguida de Cromatografia
- Vitaminas: Destilação

Este gabarito serve como uma referência para verificar as respostas dos alunos e discutir o porquê de cada técnica de purificação ser a mais adequada para cada produto biotecnológico.