

Universidade Federal de Alagoas
Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde

**GUERRA MOLECULAR: PROPOSTA DE JOGO DIDÁTICO – PEDAGÓGICO
PARA O ENSINO DE GENÉTICA MOLECULAR ABORDANDO A ONCOGÊNESE**

RENATO DOS ANJOS SOUZA

MACEIÓ
2022

RENATO DOS ANJOS SOUZA

**GUERRA MOLECULAR: PROPOSTA DE JOGO DIDÁTICO – PEDAGÓGICO
PARA O ENSINO DE GENÉTICA MOLECULAR ABORDANDO A ONCOGÊNESE**

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

Área de concentração: Ensino de Biologia.

Orientador: Prof. Dr. Renato Santos Rodarte.

MACEIÓ

2022

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

S729g Souza, Renato dos Anjos.

Guerra molecular : proposta de jogo didático-pedagógico para o ensino de genética molecular abordando a oncogênese / Renato dos Anjos Souza. – 2022.

94 f. : il. color.

Orientador: Renato Santos Rodarte.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional. Maceió, 2022.

Bibliografia: f. 43-46.

Apêndices: f. 47-83.

Anexos: f. 84-94.

1. DNA. 2. Genes. 3. Carcinogênese. 4. jogos de tabuleiro. I. Título.

CDU: 372.857.721.33

Relato do Mestrando

Instituição: Universidade Federal de Alagoas.
Mestrando: Renato dos Anjos Souza.
Título do TCM: Guerra Molecular: Proposta de jogo didático – pedagógico para o ensino de genética molecular abordando a oncogênese.
Data da defesa: 21 de dezembro de 2022.
Ingressar no mestrado foi um sonho, pessoalmente considero uma grande conquista. Aprendi muito durante o curso, tanto em termos acadêmicos como pessoais. Foi um momento muito especial para mim, pois pude me aperfeiçoar e desenvolver ainda mais. O ensino investigativo me abriu os olhos para uma metodologia até então desconhecida e que me permitiu evoluir como profissional, trabalhando melhor com meus alunos, me propiciando ser mais criativo na minha abordagem em sala de aula. O projeto desenvolvido durante o curso me permitiu conhecer alunos extraordinários, pessoas com as quais criei um vínculo de amizade e que sentirei saudade quando seguirem seus caminhos. Infelizmente, durante o nosso projeto convivemos com a pandemia causada pela COVID 19 e tivemos que nos adaptar a uma nova realidade, até então desconhecida por todos nós. Sinto que poderíamos ter explorado mais as nossas atividades, se não fossem as medidas necessárias de distanciamento social. Alguns dos nossos estudantes, por exemplo, por não possuírem acesso a internet não puderam participar do projeto durante a pandemia e acabaram sendo prejudicados. Espero que eu possa continuar implementando o que aprendi, para tornar as aulas mais agradáveis e interessantes para os nossos estudantes.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus que está presente todos os dias conosco.

Aos meus filhos, pelo amor e alegria na minha vida.

A minha esposa, pela paciência e companheirismo.

Aos meus colegas da turma 2020 do ProfBio, foram dois anos de muita ajuda e companheirismo que levarei para sempre.

Aos meus professores do ProfBio, por seus ensinamentos.

Ao meu orientador, Prof^o Dr. Renato Rodarte, por dedicar um pouco do seu tempo a me ajudar nessa caminhada.

Aos meus pais e meu irmão por sempre estarem presentes.

Aos meus alunos participantes da pesquisa, pela parceria e ajuda nesse momento tão importante.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

RESUMO

A genética apesar de sua presença no cotidiano da sociedade é demasiadamente incompreendida pela maioria dos estudantes e da população em geral, não conseguindo relacionar determinados conceitos estudados na escola a cerca dessa disciplina. Muitos estudantes demonstram dificuldades em compreender o significado de Gene, DNA e RNA assim como, correlacionar distúrbios no material genético ao aparecimento de tumores cancerígenos. Esse projeto buscou desenvolver um jogo de tabuleiro com a participação dos estudantes com cunho didático-pedagógico onde, de forma lúdica e utilizando estratégias de ensino investigativo e metodologia ativa com o uso de sala de aula invertida, buscou-se auxiliar os alunos na compreensão de conceitos intrínsecos a genética molecular e que estes puderam compreender e correlacionar a estrutura genética a oncogênese. A pesquisa foi realizada pelos estudantes do 2º ano do ensino médio da Escola Sebastião Tiago de Oliveira, Município de Jupi – PE. Inicialmente os alunos foram divididos em grupos e, em seguida, orientados a pesquisar sobre um tipo de câncer e descobrir os fatores genéticos envolvidos na doença escolhida. Após as pesquisas realizadas, cada grupo apresentou um seminário na sala de aula mostrando suas descobertas aos demais colegas. Depois de apresentados os seminários e elucidadas dúvidas e curiosidades dos alunos, foi apresentado aos grupos o desafio de colocar todas as informações consideradas pertinentes pelos mesmos num jogo de tabuleiro, tendo como referência o jogo WAR da fabricante Grow. Concluído o jogo convidamos um grupo de estudantes que não participou de seu desenvolvimento para jogar e dar sua opinião a cerca do produto desenvolvido. Dessa forma, pretendeu-se contribuir para um melhor entendimento de conceitos relacionados à genética molecular correlacionando-o a assuntos de interesse da sociedade como é o caso do câncer.

Palavras-chave: DNA, Gene, Oncogênese e Jogo de Tabuleiro.

ABSTRACT

Genetics, despite its presence in the daily life of society, is greatly misunderstood by most students and the general population, failing to relate certain concepts studied at school about this discipline. Many students demonstrate difficulties in understanding the meaning of gene, DNA and RNA as well as correlating disorders in the genetic material with the appearance of cancerous tumors. This project sought to develop a board game with the participation of students with a didactic-pedagogical nature, in a playful way and using investigative teaching strategies and active methodology with the use of an inverted classroom. We sought to help students understand concepts intrinsic to molecular genetics so that they could understand and correlate genetic structure with oncogenesis. The research was carried out by students of the second year of high school at Escola Sebastião Tiago de Oliveira, in the municipality of Jupi – PE. Students were divided into groups and instructed to research a type of cancer and discover the genetic factors involved in the chosen disease. Once the research was done, each group presented a seminar in the classroom showing their findings to the other colleagues. After the seminars, doubts and curiosities were clarified, and the groups were presented with the challenge of putting the information considered relevant in a board game, having as reference the game WAR from the manufacturer Grow. Completed game, we invited a group of students who did not participate in its development to play and give their opinion about the developed product. In this way, it was intended to contribute to a better understanding of concepts related to molecular genetics by correlating it to issues of interest to society, such as cancer.

Keywords: DNA, Gene, Oncogenesis and Board Game.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Gráfico representando os cânceres de interesse dos discentes.

Figura 2: Foto tirada durante a apresentação do seminário do grupo com o tema câncer de mama.

Figura 3: Foto tirada durante a apresentação do seminário do grupo com o tema câncer de colo do útero.

Figura 4: Foto tirada durante a apresentação do seminário do grupo com o tema leucemia.

Figura 5: Estudantes desenhando em conjunto na cartolina.

Figura 6: Cartolina desenhada pelo grupo do tema câncer de colo do útero.

Figura 7: Cartolina desenhada pelo grupo do tema leucemia.

Figura 8: Cartolina desenhada pelo grupo do tema câncer de mama.

Figura 9: Cartolina desenhada pelo grupo do tema câncer de pâncreas.

Figura 10: Cartolina desenhada pelo grupo do tema câncer de próstata.

Figura 11: Gráfico de porcentagem de acertos de cada questão do pré-teste.

Figura 12: Gráfico da quantidade de questões respondidas corretamente por cada estudante.

Figura 13: Estudantes jogando o jogo “guerra molecular”.

Figura 14: Gráfico comparativo entre os pré-teste e pós-teste dos estudantes que não participaram do desenvolvimento do jogo.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: Respostas dos estudantes sobre as perguntas: “Você já estudou sobre o DNA?” e, caso tenha estudado, “O que você se lembra?”.

QUADRO 2: Hipóteses desenvolvidas pelos estudantes.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DNA: Ácido desoxirribonucleico.

EREMSTO: Escola de Referência em Ensino Médio Sebastião Tiago de Oliveira.

RNA: Ácido ribonucleico.

TALE: Termo de Assentimento Livre e Esclarecido.

TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 Geral.....	16
2.2 Específicos	16
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
3.1 Critérios para inclusão ou exclusão dos alunos na pesquisa.....	17
3.2 Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa	18
3.3 Local da pesquisa.....	18
3.4 Público alvo	18
3.5 Desenvolvimento das atividades.....	19
3.5.1 Etapa 1: Apresentação do projeto aos estudantes e sondagem sobre os conhecimentos prévios	19
3.5.2 Etapa 2: Aula dialogada para o nivelamento da turma.....	19
3.5.3 Etapa 3: Desenvolvimento das hipóteses sobre oncogênese, formação dos grupos de pesquisa/trabalho e escolha do tema (câncer) da pesquisa	19
3.5.4 Etapa 4: Apresentação dos seminários mostrando os resultados da descoberta.....	20
3.5.5 Etapa 5: Verificando as hipóteses com desenhos em cartolina	20
3.5.6 Etapa 6: Montagem do Jogo	21
3.5.7 Etapa 7: Pós-teste com os estudantes que participaram da pesquisa.....	21
3.5.8 Etapa 8: Testando o jogo com os estudantes que não participaram do desenvolvimento do jogo e aplicação do pré-teste e pós-teste	21
3.6 Coleta de dados	21
3.7 Análise dos dados	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1 Conhecimentos prévios e desenvolvimento das hipóteses	22
4.2 Apresentação dos seminários.....	27
4.3 Verificando as hipóteses	34
4.4 Pós-teste: alunos que participaram da elaboração do jogo	39
4.5 Pré-teste e pós-teste: alunos que utilizaram o jogo e não participaram do seu desenvolvimento	40
5. CONCLUSÃO.....	42
6. REFERÊNCIAS	43

APÊNDICE A: MANUAL DO JOGO “GUERRA MOLECULAR”.....	47
APÊNDICE B: FIGURAS USADAS PARA MONTAGEM DO TABULEIRO DO JOGO..	51
ANEXO A: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PAIS OU RESPONSÁVEIS	84
ANEXO B: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA CRIANÇAS E ADOLESCENTES (MAIORES DE 6 ANOS E MENORES DE 18 ANOS)..	87
ANEXO C: QUESTIONÁRIO SEMIESTRUTURADO SOBRE GENÉTICA.....	90

1 INTRODUÇÃO

A genética é uma área da biologia que está inserida em nosso cotidiano seja por meio de jornais, revistas e até em programas de cunho popular e, mesmo assim, os assuntos referentes a essa área ainda são contemplados em sala de aula de forma tradicional e teórica (CAMPOS; BORTOLOTO; FELÍCIO, 2003). Essas metodologias tradicionais usadas por muitos professores fazem das aulas de genética, sequências de letras que acabam dificultando a compreensão dos alunos sobre o que seria, por exemplo, um gene e como os mesmos interagem através das gerações (CAMPOS; BORTOLOTO; FELÍCIO, 2003).

Braathen (2014) infere que ouvir e memorizar não faz o aluno aprender, é necessário interagir conversando sobre o que eles estão aprendendo, escrever sobre o tema, discuti-lo e relacioná-lo com suas vivências. A desmotivação dos estudantes está relacionada à prática de alguns docentes que voltam sua metodologia para a regência tradicional com alunos ouvintes estimulando-os a pensar da mesma maneira que o professor (MOREIRA, 2009).

O ensino sobre genética precisa de uma maior atenção, visto que é observado deficiências na aprendizagem já que engloba conceitos que muitas vezes não são bem compreendidos. E é notadamente percebido que há uma metodologia baseada em conteúdos com certa exigência de memorização e uma falta de contextualização (TEIXEIRA, 2003). Krasilchick (2008) destaca que são necessárias novas práticas de ensino para auxiliar o entendimento dos conceitos de genéticas dado que são de difícil assimilação.

Um dos obstáculos no ensino de genética segundo Casagrande (2006) está relacionado à grande quantidade de conceitos o que dificulta seu entendimento acerca do assunto para alguns educandos e que acabam buscando decorar ao invés de procurar entender. Pereira et al (2014) afirma que as dificuldades de entendimento no ensino do DNA estão relacionadas ao conteúdo complexo das estruturas moleculares. Conteúdos relacionados a biologia apresentam dificuldades na aprendizagem por serem abstratos quando se fala de estruturas microscópicas (ORLANDO et al, 2009). Pereira et al (2014) coloca que a compreensão da estrutura do material genético para o estudante do Ensino Médio, aparentemente, é complexa e confusa.

Para Cid e Neto (2005) o que agrava a dificuldade relacionada à aprendizagem de genética é o complexo e rico vocabulário, sendo apontado como ponto fundamental para as dificuldades com essa disciplina. Eles ainda ressaltam que a falta de experiências cotidianas com assuntos como DNA, RNA, genes e proteínas acabam dificultando a compreensão desses conceitos por parte dos estudantes. Já para Martinez, Gambarini e Alves (2008) os conteúdos

relacionados à biologia molecular geram lapsos entre o conhecimento básico e o científico por serem considerados difíceis de abordar na escola.

Embora seja um assunto em que os alunos têm dificuldade de aprender e assimilar, a genética é um conteúdo indispensável para a compreensão da biologia e da evolução dos seres vivos e são necessárias atividades que possam auxiliar no aprendizado (CID; NETO, 2005). O ensino de genética necessita de pesquisas que sirvam como base para que o professor tome decisões conscientes e fundamentadas ao lecionar esse assunto, aprimorando a qualidade do ensino (CACHAPUZ et al, 2004). Inundar o educando com conteúdos não é ensinar biologia, o professor precisa ajudar o aluno a aprimorar suas habilidades e competências. Para tal, o professor precisa incentivar o estudante a pensar e utilizar o conteúdo na solução de problemas (CARABETTA, 2010).

Buscando por essas atividades sugeridas por Cid e Neto (2005), vemos como alternativa para ajudar na aprendizagem de genética o ensino investigativo. Conforme afirmam Zompero e Laburú (2010) no ensino investigativo o estudante terá uma participação intelectual mais ativa deixando de ser passivo como ocorre nas aulas onde o assunto é apenas transmitido. “Entre estes fundamentos ligados ao ensino por investigação está a necessidade de que os alunos, em situações de sala de aula, possam participar dos processos para a construção de seu entendimento sobre os conteúdos curriculares” (SOLINO, FERRAZ e SASSERON, 2015).

Essa metodologia de ensino – investigativo – tem como finalidade desenvolver as capacidades argumentativas e cognitivas dos estudantes (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011), o que auxilia na compreensão dos conteúdos favorecendo a aprendizagem. Esse método de ensino “revela-se em atos intelectuais e manipulativos não, necessariamente, realizados a partir de um roteiro de estratégias e ações previamente definidas” (SOLINO, FERRAZ e SASSERON, 2015).

Porém, para que as atividades investigativas sejam pertinentes à aprendizagem dos estudantes, elas precisam ser organizadas e arquitetadas como expõe Carvalho et al (2013):

“Pensando na sala de aula, o planejamento de uma investigação deve levar em consideração os materiais oferecidos e/ou solicitados aos alunos, os conhecimentos prévios importantes para que a discussão ocorra, os problemas que nortearão a investigação e, é claro, o gerenciamento da aula que, inclui, sobretudo, o incentivo a participação dos alunos nas atividades e discussão”.

Uma alternativa para auxiliar no ensino segundo Cavalcante e Silva (2008) se refere a utilização de modelos didáticos que proporcionem ao discente a possibilidade de correlacionar

a teoria e a prática. Selecionar os conteúdos e a maneira como serão ensinados pode definir o relacionamento do educando com a disciplina e compete ao professor desenvolver atividades que estimulem o interesse dos alunos (KRASILCHIK, 2008).

Observando o que foi exposto por Carvalho et al (2013) sobre o incentivo aos estudantes para que eles participassem de maneira ativa nas atividades, trouxemos o jogo como uma das práticas incluída na atividade do projeto. A importância do jogo na educação se dá por conseguir aliar o lúdico com o cognitivo, tornando-se ferramenta importante para aprendizagem de assuntos tidos como complexos ou abstratos, fato que favorece os estudantes com a motivação, o desenvolvendo do raciocínio e a argumentação, além de favorecer a interação dos estudantes com o professor e entre eles (CAMPOS; BORTOLOTO; FELÍCIO, 2003).

Santos (2014) afirma que os jogos e as brincadeiras no ambiente escolar auxiliam na educação despertando nos estudantes o interesse pelas atividades e que essas atividades lúdicas com os jogos ajudam na organização dos conteúdos e alcançar os objetivos. Conforme afirma Fortuna (2003, p.16) “Enquanto joga, o aluno desenvolve a iniciativa, a imaginação, o raciocínio, a memória, a atenção, a curiosidade e o interesse, concentrando-se por longo tempo em uma atividade”. Desse modo as atividades lúdicas beneficiam a aprendizagem por intermediar o prazer com o conhecimento, sendo muito benéficas (CAMPOS JÚNIOR et al, 2009).

A partir do momento em que as novas informações adquirem significado, a aprendizagem do aluno se torna significativa (MOREIRA, 2006). E os recursos didáticos que auxiliam na aprendizagem geram interação entre professores e alunos propiciando o processo de ensino, viabilizando o diálogo e criando conexões que vão além do ensinar e aprender (TEDESCO, 1998).

Moreira e Laia (2008) ressaltam o caráter qualitativo do jogo, pelo aumento das interações entre os alunos e o professor além do entusiasmo por parte dos estudantes durante a atividade. Para Campos et al (2003) "a função educativa do jogo favorece a aquisição e retenção de conhecimento, em clima de alegria e prazer". Os jogos além de estimular a aprendizagem e o crescimento, também auxiliam nas relações entre os alunos, sendo instrumento de prazer, alegria e motivação (ANTUNES, 2012). Huizinga (2000) afirma que “em toda a parte encontramos presente o jogo, como uma qualidade de ação bem determinada e distinta da vida comum”.

Campos et al (2003) "entende que o jogo deveria merecer um espaço e tempo maior na prática pedagógica cotidiana dos professores". Jogos são promissores, pois complementam de

maneira lúdica os conteúdos teóricos contribuindo para o ensino-aprendizagem (MARTINEZ; FUJIHARA; MARTINS, 2008). Segundo Antunes (2012) “A aprendizagem é tão importante quanto o desenvolvimento social e o jogo constitui uma ferramenta pedagógica e ao mesmo tempo promotora do desenvolvimento cognitivo e do desenvolvimento social”.

“Por aliar aspectos lúdicos aos cognitivos entendemos que o jogo é uma importante estratégia para o ensino e a aprendizagem de conceitos abstratos e complexos, favorecendo a motivação interna, o raciocínio e a argumentação” (CAMPOS; BORTOLOTO; FELICIO, 2003, p. 59). Apesar de viabilizador, os jogos podem apresentar limitações onde os alunos podem ter dificuldades em compreender a simplificação do objeto real e nesse caso é necessário que os discentes participem da produção para que haja a aprendizagem (KRASILCHIK, 2008).

Foi aliando o jogo com o ensino investigativo que estruturamos o nosso projeto e somamos a esses um assunto que é de interesse da sociedade, como é o caso do câncer mais especificamente a oncogênese. Krasilchik (2008) já afirma que “descobertas em medicina e em genética humana são excelentes possibilidades de vincular aspectos científicos à vida dos alunos”. E conforme estabelece os Parâmetros Curriculares Nacionais (1999), compete a disciplina de biologia introduzir temas contemporâneos com abordagem científica.

Desse modo desenvolvemos um projeto onde conseguimos colocar os estudantes como protagonistas na criação de um jogo de tabuleiro intitulado “Guerra Molecular”, que foi inspirado no jogo WAR da fabricante Grow. Para tal, utilizamos atividades variadas como apresentações de seminários e desenhos em cartolina, ações que possibilitaram a interação, a aprendizagem e o compartilhamento de conhecimento entre os discentes. Possibilitando verificar a nossa hipótese (o desenvolvimento do jogo “Guerra Molecular” pelos alunos do segundo ano do ensino médio pode contribuir para um melhor aprendizado sobre os conceitos de gene e oncogênese).

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

O presente trabalho tem por objetivo desenvolver e aplicar o jogo “Guerra Molecular” com a participação dos alunos do 2º ano do ensino médio, como instrumento didático-pedagógico às aulas de biologia nos conteúdos relacionados a genética molecular.

2.2 Específicos

- Possibilitar aos estudantes a vivência do ensino através de metodologias ativas com o desafio de descobrir a relação que há entre o câncer e o DNA.
- Incentivar o protagonismo, a pró atividade e o trabalho em equipe dos estudantes, a partir de uma problematização.
- Estimular os estudantes a compreenderem conceitos relacionados a genética molecular por meio da incitação de desenvolver um jogo didático.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O referido trabalho teve como princípio a pesquisa qualitativa tendo em vista a observação das ações dos sujeitos participantes e a análise em diferentes perspectivas. Conforme Flick (2009, p. 24) a pesquisa qualitativa não pode reduzir-se a poucas variáveis, devendo haver a observação em sua totalidade incluindo o contexto cotidiano. O objetivo da pesquisa não é de testar o que já é conhecido e sim, descobrir o novo.

Desse modo, a pesquisa qualitativa possibilitou uma análise empírica dos dados coletados e uma reflexão por parte do pesquisador a respeito dos procedimentos adotados durante todo o período de realização das atividades feitas pelos estudantes e suas devolutivas.

O nosso trabalho foi desenvolvido abordando o método da pesquisa-ação, essa metodologia foi escolhida devido a abordagem que seria dada no desenvolvimento do projeto. Havendo uma completa interação entre o professor (pesquisador) e os estudantes durante as tarefas que foram desenvolvidas. Conforme afirma Thiollent (1986, p. 14):

“A pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo”.

Os trabalhos foram realizados em grupos de modo colaborativo e participativo entre seus integrantes e com o auxílio do professor que além de observar as atitudes, gestos e falas dos integrantes de cada equipe, também ajudava os estudantes nas dúvidas que surgiram ao longo das atividades.

O projeto de pesquisa abordou o assunto sobre câncer com foco na genética. Foi proposto aos estudantes o desafio de criar um jogo didático de tabuleiro onde pudesse ser incluído o tema em questão e que o mesmo servisse a outros estudantes e professores como material de apoio às aulas de biologia.

Para tal desenvolvimento foram realizadas algumas atividades em grupo que incluíram: I) apresentação do projeto aos estudantes e sondagem sobre os conhecimentos prévios; II) aula dialogada para o nivelamento da turma; III) desenvolvimento das hipóteses sobre oncogênese, formação dos grupos de pesquisa/trabalho e escolha do tema (câncer) da pesquisa; IV) apresentação de um seminário mostrando os resultados da descoberta; V) testar as hipóteses com desenhos em cartolina mostrando os itens que o grupo julgou pertinentes; VI) montar o jogo; VII) responder a uma atividade com questões de múltipla escolha sobre o assunto relacionado ao DNA (pós-teste) e por fim; VIII) testagem do jogo com estudantes que não participaram do desenvolvimento do jogo, opinando e respondendo ao mesmo questionário – pré-teste e pós-teste.

3.1 Critérios para inclusão ou exclusão dos alunos na pesquisa

Para se incluir na pesquisa os estudantes deveriam estar regularmente matriculados na Escola de Referência Sebastião Tiago de Oliveira – Jupi/PE, local onde foi realizada a pesquisa e estarem de posse da autorização de seus respectivos responsáveis legais por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento (TCLE), além de entregarem o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) assinado pelo próprio estudante.

A participação na pesquisa foi voluntária e desse modo a exclusão ocorreu por meio da desistência do estudante.

3.2 Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa

Título da Pesquisa: Guerra Molecular: Proposta de jogo didático-pedagógico para o ensino de genética molecular abordando a oncogênese.

Versão: 3.

CAAE: 42415620.4.0000.5013.

Instituição Proponente: Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

Número do Parecer: 5.539.599.

Situação do Parecer: Aprovado.

Data da Aprovação: 22 de julho de 2022.

3.3 Local da pesquisa

A pesquisa foi realizada na Escola de Referência em Ensino Médio Sebastião Tiago de Oliveira (EREMSTO), situada na Rua Tenente Pedro Lins, número 92, bairro Coqueiro, município de Jupi, Estado de Pernambuco. A referida escola é exclusiva do ensino médio, possuindo cerca de 700 alunos regularmente matriculados no ano de 2021, distribuídos em 14 turmas nas três séries do ensino médio.

A escola trabalha com o ensino semi-integral nos turnos matutino e vespertino. No período noturno a escola possui três turmas da Educação de Jovens e Adultos (EJA), distribuídos em três módulos referentes ao primeiro, segundo e terceiro ano do ensino médio.

A EREMSTO é situada próximo ao centro da cidade, possuindo 10 salas de aula, uma biblioteca, um laboratório de informática, uma secretaria, uma sala de direção, uma sala de professores, uma cantina e uma quadra poliesportiva.

3.4 Público alvo

A pesquisa teve início com 25 estudantes das turmas do 2º ano do ensino médio, de ambos os sexos (19 mulheres e 6 homens) com a faixa etária entre 16 e 17 anos. Todos regularmente matriculados na escola EREMSTO e residentes no município de Jupi/PE.

Durante a pesquisa houve sete desistências voluntárias - quatro mulheres e três homens – sendo a pesquisa realizada e concluída por dezoito participantes.

3.5 Desenvolvimento das atividades

3.5.1 Etapa 1: Apresentação do projeto aos estudantes e sondagem sobre os conhecimentos prévios

O primeiro encontro, com duração de 50 minutos (1 hora/aula), foi dividido em dois momentos. No primeiro momento apresentou-se o projeto aos estudantes e foram sanadas as dúvidas a cerca das atividades as quais eles iriam participar.

No segundo momento houve uma conversa com os participantes para sondar os conhecimentos prévios. Para tal foram escritos no quadro os termos: DNA, RNA, gene, proteína, câncer, transcrição, tradução, replicação, aminoácido, nucleotídeo, cromossomo e cromatina. Após escrever os termos no quadro foi perguntado aos alunos se eles já tinham estudado algum dos assuntos citados e após ouvir algumas respostas solicitou-se para que os mesmos escrevessem o que se lembravam sobre o assunto.

3.5.2 Etapa 2: Aula dialogada para o nivelamento da turma

Após ouvir e ler as respostas dos estudantes sobre os termos relacionados à genética, observou-se a necessidade de nivelar a turma.

Para o nivelamento dos estudantes sobre o conteúdo de genética, foram realizadas duas aulas dialogadas com duração de 50 minutos cada. Nessas aulas o professor dialogou com os discentes sobre os temas que envolvem o “Dogma Central da Biologia Molecular”, porém nesses encontros não se comentou sobre o gene e não detalhou a transcrição porque esses dois temas seriam o foco da pesquisa a ser realizada em conjunto pelos discentes.

3.5.3 Etapa 3: Desenvolvimento das hipóteses sobre oncogênese, formação dos grupos de pesquisa/trabalho e escolha do tema (câncer) da pesquisa

Nessa etapa da pesquisa o encontro com os estudantes foi dividido em cinco momentos. No primeiro momento os estudantes informaram o nome de um câncer o qual eles tinham curiosidade. No segundo momento o professor apresentou a seguinte problematização para os alunos: “Qual é a relação que existe entre o DNA e o câncer?” “A célula possui algum mecanismo de controle para evitar o câncer?”. No terceiro momento, o desenvolvimento das hipóteses.

Após refletirem sobre a problematização iniciou-se o quarto momento onde, os estudantes foram orientados pelo professor a se organizarem em grupos com no máximo cinco membros e cada grupo deveria escolher, democraticamente, um câncer que seria o tema da pesquisa da equipe. No quinto momento, após as escolhas dos temas, o professor orientou que as pesquisas fossem feitas em vídeo aulas disponíveis no *YouTube*, em sites de órgãos/ entidades que estudam o câncer e, em artigos científicos que poderiam ser acessados pelo Google Acadêmico, sempre observando a confiabilidade da fonte.

3.5.4 Etapa 4: Apresentação dos seminários mostrando os resultados da descoberta

Nessa etapa, passados 15 dias após o último encontro, os estudantes apresentaram os resultados de suas pesquisas na sala de aula na forma de seminário para seus colegas. Foi disponibilizado um tempo de 20 minutos para cada apresentação podendo ultrapassar o tempo combinado para que não houvesse prejuízo da apresentação. Importante destacar que não houve exigência de uma metodologia para as apresentações das pesquisas, ficando a critério dos discentes escolher a melhor maneira para mostrar a turma os resultados de suas pesquisas.

3.5.5 Etapa 5: Verificando as hipóteses com desenhos em cartolina

Essa etapa foi dividida em duas partes, na primeira os grupos tiveram contato com o jogo WAR onde puderam conhecer o jogo e se apropriar da sua dinâmica jogando e se divertindo com seus colegas. Para essa atividade o professor se reuniu com os grupos individualmente, pois o tabuleiro não permite a participação simultânea de mais de seis jogadores.

No segundo momento os estudantes, em grupo, desenharam em cartolinas um modelo de célula com as estruturas que eles julgaram mais pertinentes para estarem presentes no jogo de tabuleiro que seria desenvolvido. As informações presentes nos desenhos deveriam estar de acordo com os conhecimentos adquiridos na pesquisa realizada pelo grupo. Nesse momento, os estudantes puderam revisar suas hipóteses e observar os resultados da pesquisa.

Vale ressaltar que as duas aulas (100 minutos no total) destinados para essa atividade não foram suficientes para sua conclusão e por esse motivo em cada grupo um estudante se voluntariou para levar as cartolinas e terminar de pintar os desenhos.

3.5.6 Etapa 6: Montagem do Jogo

Com os desenhos das cartolinas prontos, todas as informações de todos os grupos foram reunidas em um único tabuleiro. Para auxiliar na organização e reunir todas as sugestões dos grupos, transcrevemos os desenhos para o computador utilizando o *software Paint* do *Windows* 11. Dessa forma viabilizamos a manipulação das imagens para futuras correções e facilitamos a replicação do jogo com sua impressão em maior quantidade. Essa transcrição ficou a cargo do professor.

3.5.7 Etapa 7: Pós-teste com os estudantes que participaram da pesquisa

Após a conclusão das atividades, todos os estudantes participantes do projeto responderam um questionário (Apêndice D) com dez questões objetivas tendo como tema central o assunto de genética.

3.5.8 Etapa 8: Testando o jogo com os estudantes que não participaram do desenvolvimento do jogo e aplicação do pré-teste e pós-teste

Essa última etapa foi dividida em três partes, na primeira os discentes responderam o mesmo questionário (Apêndice D) aplicado aos estudantes que participaram de todo desenvolvimento do projeto. Em seguida, conheceram e jogaram o jogo desenvolvido no projeto. Após jogarem os alunos responderam o mesmo questionário que foi aplicado na primeira parte dessa etapa.

3.6 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada durante todo o período de desenvolvimento da pesquisa. Durante as atividades foram feitos registros em fotografia e diário de campo onde anotou-se a participação dos estudantes nas atividades individuais e em grupo, observando questionamentos, dificuldades, sugestões, soluções encontradas e a participação nos seminários.

Além dos instrumentos acima mencionados também foram utilizadas as apresentações dos seminários, os desenhos feitos em cartolina e a aplicação de um questionário semiestruturado com questões relacionadas a genética molecular respondido pelos discentes

após o término do projeto. Após a realização da coleta de dados, esses foram organizados e analisados.

3.7 Análise dos dados

A análise dos dados obtidos foi feita a partir da reflexão, por parte do pesquisador, da proposta do jogo “Guerra molecular” desenvolvido pelos estudantes, observando as informações contidas no jogo acerca da oncogênese e sua relevância. Também foram acrescentados a essa análise a participação dos discentes nos seminários, desenhos feitos em cartolina pelos participantes e as respostas de um questionário semiestruturado afim de identificar conceitos aprendidos pelos alunos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Conhecimentos prévios e desenvolvimento das hipóteses

Uma vez apresentado o projeto aos estudantes e retirada as dúvidas sobre como as atividades seriam desenvolvidas, foi perguntado aos discentes se eles já tinham estudado o DNA. Após ouvir as respostas, solicitou-se que eles relatassem o que se lembravam sobre o DNA e, caso quisessem, poderiam acrescentar informações sobre o assunto. Nessa atividade vinte estudantes responderam as perguntas e suas respostas estão descritas no quadro 1.

Quadro 1: Respostas dos estudantes sobre as perguntas: “Você já estudou sobre o DNA?” e, caso tenha estudado, “O que você se lembra?”.

Estudante	Estudaram o DNA	Conhecimentos prévios a cerca do DNA (O que você se lembra?)
E1	Sim	“Sei que o DNA tem bases nitrogenadas, sendo elas adenina, guanina, citosina e timina, o DNA armazena toda a informação para a síntese de proteínas que podem ser enzimas ou estruturais. Sua sigla significa ácido desoxirribonucleico. Agora vou tentar explicar a questão que acontece com o DNA e o RNA, uma parte do DNA é retirada já que os pares são guanina e citosina, timina e adenina, nisso é retirado uma parte

		do par e retirada uma hélice para o RNA que nos pares muda apenas a timina que vira uracila criando assim o RNA, o RNAr (receptor) passa a hélice para o RNAt (transmissor) traduzindo em uma proteína. A sigla do RNA só muda o “r” que significa ribose, e seus pares são adenina e uracila, citosina e guanina”.
E2	Sim	“O DNA é o responsável por coordenar o funcionamento e desenvolvimento das células e alguns vírus, além de ser basicamente o que define e separa cada um de nós, já que cada um contém o seu”.
E3	Sim	“DNA e tipos de células que tem material genético herdadas dos pais”.
E4	Sim	“Me lembro muito pouco pelo que vi, basicamente DNA armazena informações e que é uma molécula que está presente na célula”.
E5	Sim	“É uma informação genética da grande maioria dos seres vivos”.
E6	Sim	“O DNA armazena informações genéticas sobre os seres vivos”.
E7	Sim	“DNA é uma receita molecular de um ser vivo, ou seja, tem a função de dizer aos aminoácidos como se alinharem e se juntarem nos formatos específicos das proteínas”.
E8	Sim	“Que o DNA é encontrado no núcleo da célula”.
E9	Sim	“Acho que já vi algo sobre, mas não lembro ao certo, acho que DNA é um conjunto de genes sendo ele materno (mãe) e paterno (pai)”.
E10	Sim	“Não lembro”
E11	Sim	“Já estudei mais me recordo de poucas coisas tipo: o DNA pode ser encontrado em tecidos como "pele", saliva, fios de cabelo, dentes e etc”.
E12	Sim	“O DNA é uma molécula do núcleo das células dos seres vivos que carrega o material genético”.
E13	Sim	“O DNA fica no meio da célula no centro que é o núcleo. Toda a célula depende dele pois, ele controla a célula. Vale lembrar

		que as nossas características também vêm no DNA”.
E14	Sim	“Lembro que ele é um ácido nucléico”.
E15	Sim	“É um ácido que armazena as informações genéticas”.
E16	Sim	“O DNA é uma molécula presente em algum lugar em todos os humanos etc”
E17	Sim	“O DNA é uma molécula que tem informação genética de um organismo”.
E18	Sim	“É uma ligação de fitas genéticas por meio de pontes de hidrogênio, que pode ser transcrito em RNA e traduzido em código genético, o que define características humanas e organiza as células, alguns desses códigos podem ser herdados dos pais”.
E19	Sim	“DNA é encontrada no núcleo celular e nas organelas chamadas de mitocôndrias”.
E20	Não	Não respondeu!

Dos vinte estudantes que responderam sobre ter estudado o DNA, apenas um respondeu que não tinha estudado o que equivale a 5% das respostas. Os demais estudantes (95%) responderam que “sim”, já estudaram o DNA.

Analisando as respostas observamos que muitos estudantes apresentaram conceitos vagos, sem detalhes sobre o DNA. Informações relevantes sobre a estrutura do DNA como os pares de base, por exemplo, foi citado em apenas uma das respostas. Embora, a maioria já tenha estudado esse assunto, o fato de não recordar dos conceitos confirma o que foi dito por Martinez, Gambarini e Alves (2008) que conteúdos relacionados à biologia molecular geram lapsos.

Observando, as respostas dadas pelos estudantes acerca de suas recordações sobre o que estudaram em relação a genética (tabela 1), percebemos não havendo uma organização lógica e coerente em suas colocações nos remetendo ao que foi inferido por Pereira et al (2014) que coloca a compreensão da estrutura do material genético complexa e confuso para os alunos do ensino médio.

Uma etapa importante nas pesquisas é a hipótese, ela é a bússola do pesquisador e o marco inicial do estudo. Por esse motivo os estudantes foram orientados a desenvolver suas hipóteses antes de iniciarem seus estudos, para tal, foram apresentadas duas perguntas para

ajudar na reflexão durante a construção da hipótese, sendo elas: “Qual é a relação que existe entre o DNA e o câncer?” e “A célula possui algum mecanismo de controle para evitar o câncer?”.

É importante destacarmos o que afirma Sampieri et al (2013) “as hipóteses mostram o que estamos tentando comprovar e são definidas como explicações provisórias sobre o fenômeno pesquisado... são respostas provisórias para as perguntas de pesquisa”. Desse modo, ressaltamos que apesar de seu papel fundamental no desenvolvimento de uma pesquisa, não podemos qualificar ou desqualificar as hipóteses criadas pelos estudantes, apresentadas a seguir no quadro 2, uma vez que são respostas provisórias a cerca de um assunto que ainda será estudado.

Quadro 2: Hipóteses desenvolvidas pelos estudantes.

Estudante	Hipóteses
E1	O câncer altera o material genético, talvez ela possa ser inserida durante a produção de síntese de uma proteína fazendo com que a mesma seja aplicada no organismo e seja criada mais vezes por conta de já ter entrado no DNA. Há algum mecanismo na parte onde o RNA tira uma hélice do DNA para traduzir (transformar) em uma proteína.
E2	Alguma doença faz com que essas células morram em grupo o que causa os tumores.
E3	É através do DNA que talvez possa transmitir um vírus que causa câncer.
E4	O câncer é uma doença grave e ela pode estar presente no DNA, câncer é uma célula já o DNA é uma molécula que está presente na célula. Pode existir um DNA "reserva" caso aconteça alguma coisa com o principal.
E5	É alteração no material genético das células a Causa e um erro na divisão do DNA das células.
E6	O câncer está ligado à defeitos genéticos, ou seja, tem haver com o DNA. Sim, pois as outras células percebem e atacam as que estão com o vírus.
E7	Tem a relação de alterar o DNA da célula que passa pelas instruções erradas.
E8	A relação entre o DNA e o câncer é que o câncer se forma quando o DNA de uma célula normal é danificado.
	Acho que o DNA dos pais pode ter algum vestígio de um antepassado que já

E9	teve o câncer e acabar se desenvolvendo na sua nova geração. Para uns o câncer irá se desenvolver mais rápido do que em outros.
E10	DNA é uma célula e o câncer é uma célula descontrolada. Sim pois tem alimentos que "evitam" o câncer.
E11	O DNA acaba por ser hereditário, dessa forma, uma pessoa com histórico de câncer na família tem maior probabilidade de ter a doença, já que em seu DNA possui as informações genéticas do câncer.
E12	A relação que tem entre eles é que o câncer fica na célula e o DNA também. A célula não possui um mecanismo de defesa porque o câncer é uma doença muito forte que destrói as células e as defesas que existem nelas.
E13	O DNA recebe instruções erradas e chega a causar o câncer. Tendo mutação genética. Sim, conserta os danos no DNA impedindo o desenvolvimento de câncer. Mecanismo de defesa.
E14	Por o câncer ser uma doença que ocorre por um problema nas células. Acredito que se houver um problema no DNA celular isso pode ocasionar doenças graves e o câncer é uma delas. Todo o controle do nosso corpo está ligado as células então são elas que possuem os mecanismos necessários não apenas pra evitar o câncer e sim também outras doenças.
E15	Se em alguma família possuir uma pessoa que tenha câncer é mais fácil outras pessoas possuírem o câncer por conta do DNA.
E16	O DNA está presente nas células, dessa forma um DNA normal pode ser infectado pelo câncer fazendo com que a “programação” padrão do DNA seja alterada. Com essa alteração ele trabalha a favor do câncer, ainda agindo como um DNA normal já que o corpo não é capaz de detectar.
E17	Acelera a produção de células criando um DNA diferente do normal e do que deveria ser, essas novas células agem de uma forma atrapalhando algumas funções do corpo humano, assim gerando o câncer.
E18	O câncer surge a partir de uma alteração genética no DNA da célula.
E19	O DNA ele define algumas características e funções das células onde pode apresentar falhas nessa organização de funções, gerando assim as células cancerígenas.
E20	O câncer faz uma alteração no DNA.

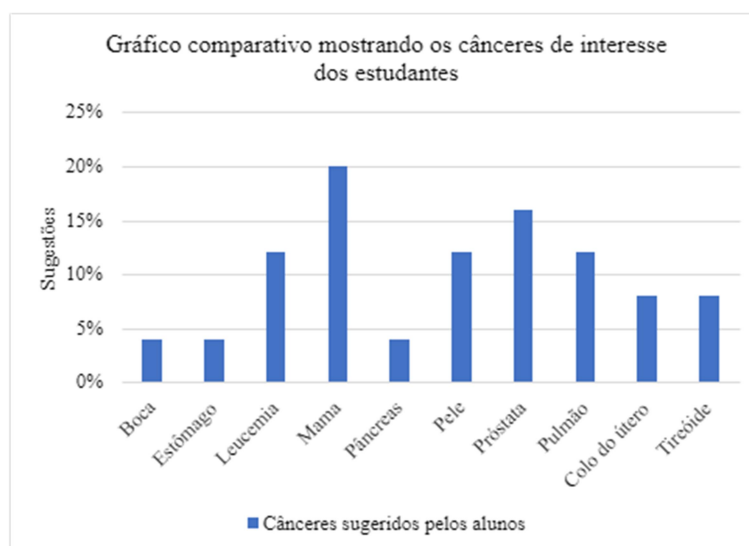
Analisando as hipóteses apresentadas pelos discentes, vimos que apenas uma hipótese não incluiu o DNA em seus argumentos (estudante E2). Os demais alunos usaram o DNA na elaboração de suas hipóteses, porém em nenhum momento os discentes se referiram ao gene. O que demonstra falta de conhecimento acerca do termo (gene) ou esquecimento na hora de elaborar a hipótese.

Embora o gene não tenha sido citado a associação entre o DNA e o câncer, feita por alguns alunos, está correta quando eles colocam, por exemplo: Estudante E5 “alteração no material genético das células”, Estudante E18 “o câncer surge a partir de uma alteração genética no DNA” e o Estudante E15 “se em alguma família possuir uma pessoa que tenha câncer é mais fácil outras pessoas possuírem o câncer por conta do DNA”. Nessas hipóteses, colocadas por esses alunos, eles trazem implicitamente as mutações e a hereditariedade. Situações que ocorrem com o câncer como afirma Ward (2002) “O câncer é uma doença genética no sentido de que o fenótipo maligno resulta de uma alteração genética que é transmitida da célula alterada para suas células filhas”.

4.2 Apresentação dos seminários

Antes de se dividirem em grupos os estudantes informaram, cada um, um câncer que teria interesse e dos quais seriam retirados os temas dos seminários. Os resultados desse levantamento estão descritos a seguir na figura 1, onde constam as doenças que foram lembradas pelos discentes e sua frequência em porcentagem.

Figura 1 - Gráfico representando os cânceres de interesse dos discentes.



(Fonte: Autor, 2022)

Observando as respostas podemos notar que os cânceres de mama e próstata foram os mais lembrados pelos discentes, seguidos por leucemia, pele e pulmão. Segundo Assor; Kaplan e Roht (2002, apud CLEMENT; CUSTÓDIO; ALVES FILHO, 2015) a motivação ocasionada pelo interesse e curiosidade é importante para que os estudantes se engajem nas atividades.

Definir como tema dos seminários os cânceres que os estudantes escolheram foi importante para a participação voluntariosa, como colocam Assor; Kaplan e Roht (2002, apud CLEMENT; CUSTÓDIO; ALVES FILHO, 2015) “é fundamental que as situações-problemas tenham relevância para os estudantes”. Conforme relato dos alunos que escolheram leucemia por conta de uma colega de sala que luta contra a doença.

Levantados os interesses individuais, os discentes se dividiram em grupos com cinco membros e estes escolheram de maneira democrática um câncer que seria o tema da pesquisa da equipe. Nesse momento, relevante, colocou-se em prática o pensamento de Dewey que propõem a educação escolar como uma ferramenta para a construção de uma sociedade humanizada e democratizada (ANDRADE, 2011). Após as a reunião e debate dos grupos, os cânceres escolhidos foram:

- a) Câncer de mama;
- b) Câncer de colo do útero;
- c) Leucemia;
- d) Câncer de pâncreas;
- e) Câncer de próstata.

As discussões nos grupos tiveram foco na escolha de um câncer e nessa atividade observar duas situações distintas: A primeira situação está relacionada a questão democrática que tem como premissa seguir o desejo da maioria, nos grupos onde três membros tinham citado o mesmo câncer (figura 1), prevaleceu a escolha da maioria.

A segunda situação está relacionada aos grupos mais heterogêneos nas escolhas do câncer, nesses grupos observamos que o discente mais ativo na discussão, convenceu os demais colegas a aceitarem ter como tema da pesquisa o câncer de seu interesse e posteriormente se tornou o líder dessa equipe. Essa situação está de acordo com Pereira (2020) que infere o sobre o poder persuasivo do líder em convencer os demais com sua capacidade argumentativa.

Vale ressaltar que o desafio proposto aos discentes era pesquisar sobre um câncer e encontrar elementos sobre a oncogênese relacionados a doença, dentre esses elementos que estão envolvidos com a oncogênese estão os genes.

Como fontes de referências para os trabalhos de pesquisa os grupos utilizaram:

Grupo câncer de mama:

Vídeo do YouTube: Canal hcor, Tema do vídeo – **O que é o câncer de mama?**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=VOAL2FS6cFI>

Vídeo do YouTube: Canal Dra Fernanda Torras, Tema do vídeo – **Câncer de mama: sinais e sintomas, prevenção, tratamentos, fatores de risco e mais!**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=cNrlOdVAyxY>

Artigo: BERGAMASCO, R. B.; ANGELO, M. O sofrimento de descobrir-se com câncer de mama: como o diagnóstico é experimentado pela mulher. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 47, p. 277 – 282, 2001.

Grupo câncer de colo do útero:

Site: **Oncoguia**, título da publicação - Como Prevenir o Câncer de Colo do Útero. Disponível em: <http://www.oncoguia.org.br/mobile/conteudo/como-prevenir-o-cancer-de-colo-do-utero/10916/1124/>

Site: **Veja saúde**, título da publicação - Uma cirurgia menos radical contra o câncer de colo de útero. Disponível em: <https://saude.abril.com.br/medicina/uma-cirurgia-menos-radical-contr-o-cancer-de-colo-de-utero/#:~:text=A%20cirurgia%20mais%20comum%20para%20tratar%20o%20c%C3%A2ncer,param%C3%A9rio%2C%20membrana%20que%20liga%20o%20%C3%BAtero%20%C3%A0%20bacia>

Site: **Lavoisier laboratório e imagem**, título da publicação – Câncer de colo de útero: sintomas, exames e tratamento. Disponível em: <https://lavoisier.com.br/saude/cancer-de-colo-de-utero>

Site: **Drauzio**, título da publicação – Câncer de colo do útero Disponível em: <https://drauzioarella.uol.com.br/doencas-e-sintomas/cancer-de-colo-do-utero/amp/>

Site: **Ada**, título da publicação – Câncer cervical. Disponível em: <https://ada.com/pt/conditions/cervical-cancer/>

Artigo: AMENDOLA, L. C. B.; VIEIRA, R. A contribuição dos genes BRCA na predisposição hereditária ao câncer de mama. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 51, p. 325 – 330, 2005.

Grupo leucemia:

Site: **INCA (Instituto Nacional de Câncer)**, título da publicação – O que é câncer?. Disponível em: <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/cancer/o-que-e-cancer>

Site: **ABRALE (Associação Brasileira de Linfoma e Leucemia)**, título da publicação – Leucemias. Disponível em: <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/cancer/o-que-e-cancer>

Vídeo do YouTube: Canal Doutor Ajuda, Tema do vídeo - **Leucemia: o que é? O que ocorre?**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=7YakcOdjhYo>

Vídeo do YouTube: Canal TV Aparecida, Tema do vídeo – **Saiba mais sobre leucemia**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=PhEoByvVOe8>

Artigo: SANTOS, I.L.; FERREIRA, R.J. Aspectos biológicos, genéticos e moleculares do gene bcr-abl e sua relação com a leucemogênese. **Arq. Ciênc. Saúde Unipar**, Umuarama, v. 10, n. 1, p. 55-59, jan./abr., 2006.

Grupo câncer de pâncreas:

Vídeo do YouTube: Canal AJUDA, Doutor. Tema do vídeo - **Câncer de pâncreas: quais são os sintomas? Quem tem maior risco? O que fazer?**. Disponível em: <https://youtu.be/NjfANa1bFaY>

Vídeo do YouTube: Canal NESTLÉ, Avante. Tema do vídeo - **Caso clínico: Câncer de pâncreas**. Disponível em: <https://youtu.be/9OpbS7zYmgw>

Site: **Tua saúde**, FRAZÃO, Dr. Arthur. Título da publicação - Câncer no pâncreas: Principais sintomas, causas e tratamento. Disponível em: <https://www.tuasaude.com/cancer-no-pancreas/>

Artigo: BARDEESY, Nabeel; DEPINHO, Ronald A. Pancreatic cancer biology and genetics. 2. ed. **Nature reviews cancer**, 2002. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nrc949>

Artigo: MOORE, Alvin Makohon; DONAHUE, Christine A. Iacobuzio. Pancreatic cancer biology and genetics from an evolutionary perspective. 16. ed. **Nature reviews cancer**, 22 jul. 2016. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nrc.2016.66>

Trabalho de conclusão de mestrado: STOCK, Mireille. **Adenocarcinoma pancreático: Fisiopatologia e Viroterapia**. Faculdade de medicina da Universidade de Coimbra, 30 maio 2018. Disponível em: <https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/82121/1/Trabalho%20final.pdf>

Grupo câncer de próstata:

Vídeo do YouTube: Canal Dr. Juliano Teles. Tema do vídeo - **Doenças da próstata, sintomas e tratamentos**. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=7naPNd2E_Nc

Vídeo do YouTube: Canal Drauzio Varella. Tema do vídeo - **Câncer de próstata**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Vx8AyWszH-g>

Artigo: GOMES, R.; REBELLO, L. E. F. S.; ARAUJO, F. C.; NASCIMENTO, E. F. A prevenção do câncer de próstata: uma revisão da literatura. **Ciência e saúde coletiva**. V. 13, p. 235 – 246, 2008.

Artigo: DORNAS, M. C.; JUNIOR, J. A. D. R.; FIGUEIREDO E FILHO, R. T.; DAMIAO, R. Câncer de Próstata. **Revista do Hospital Universitário Pedro Ernesto**, UERJ. Ano 7, p. 100 – 107, Jan/ Jun de 2008.

Nas apresentações dos trabalhos, na forma de seminário, observaram-se três maneiras distintas que foram utilizadas pelos grupos para mostrar os resultados de suas pesquisas. Dois grupos (câncer de mama e pâncreas) utilizaram *slides em power point* e *Data Show* (figura 2), dois grupos (câncer de colo do útero e próstata) optaram por escrever os tópicos do tema da apresentação no quadro (figura 3) e o grupo de leucemia optou por levar um cartaz e apresentá-lo à turma (figura 4).

Durante os seminários e na interação do professor com os estudantes, observou-se que houve uma divisão de trabalho entre os membros da equipe, cada indivíduo ficou responsável por pesquisar e estudar um tema do assunto que seria apresentado. Severino (2002) diz que o mesmo tema pode ser dividido em subtemas e pesquisado, porém essa organização ficou a critério dos membros do grupo que mostraram autonomia e pro atividade. No processo de pesquisa e elaboração da apresentação do seminário existe uma aprendizagem que é colaborativa, os indivíduos compartilham conhecimento com os colegas (IRALA e TORRES, 2004).

Nas apresentações dos seminários esperava-se que os estudantes apresentassem os genes ou mutações que estavam relacionados com a origem do câncer escolhido pelo grupo. As equipes da leucemia e do câncer de colo de útero não apresentaram os fatores genéticos relacionados aos cânceres citados; as equipes dos cânceres de mama e próstata apresentaram os genes envolvidos nessas oncogêneses, entretanto não apresentaram detalhes; a equipe do câncer de pâncreas apresentou os genes e detalharam sobre a oncogênese.

Apesar das limitações, por se tratar de estudantes do ensino médio, os grupos seguiram uma sequência lógica do conteúdo demonstrando segurança em suas falas que permitiu o entendimento dos colegas. A equipe de câncer de mama (figura 2), por exemplo, confeccionou um molde de uma mama para ensinar os colegas a fazer o autoexame, “numa perspectiva investigativa situações-problema desafiadoras podem ativar o pensamento e a criatividade dos estudantes” (CLEMENT; CUSTÓDIO; ALVES FILHO, 2015).

Figura 2 - Foto tirada durante a apresentação do seminário do grupo com o tema câncer de mama.



(Fonte: Autor, 2021)

Figura 3 - Foto tirada durante a apresentação do seminário do grupo com o tema câncer de colo do útero.



(Fonte: Autor, 2021)

Figura 4 - Foto tirada durante a apresentação do seminário do grupo com o tema leucemia.



(Fonte: Autor, 2021)

4.3 Verificando as hipóteses

Etapa subsequente às apresentações dos seminários tinha como tarefa para cada equipe desenhar uma célula em uma cartolina colocando as organelas que deveriam estar presentes no jogo e, principalmente, desenhar um modelo de DNA com informações sobre a oncogênese do câncer que foi pesquisado pelo grupo, o objetivo com essa atividade era permitir os educandos materializar os objetos de estudo e verificar suas hipóteses. “O DNA, segundo o modelo de Watson e Crick, é constituído por duas cadeias de polinucleotídeos complementares e antiparalelas, que se associam por pontes de hidrogênio, formando uma dupla hélice com diâmetro de 2 nanômetros” (Junqueira e Carneiro, 2012, p.151).

Devido a estrutura microscópica do DNA, os alunos desenharam representações da molécula que vislumbrasse a complementariedade dos pares de bases e apresentassem sequências que representariam os genes. Segundo Alberts *et al* (2017, p.7) os genes são segmentos na cadeia de DNA que codificam diferentes proteínas.

Os desenhos foram feitos em conjunto (figura 5), com a participação de todos os membros da equipe, momento de interação entre os discentes, aparentando empolgação e ludicidade. Durante essa atividade observou-se estudantes desenhando, pesquisando imagens em livros e na internet, enquanto outros consultavam desenhos previamente produzidos em

seus cadernos. Conforme relatam Dias e Almeida (2009) o desenho propicia interação social, embora não haja muita exploração a cerca dessa atividade.

Figura 5 - Estudantes desenhando em conjunto na cartolina.



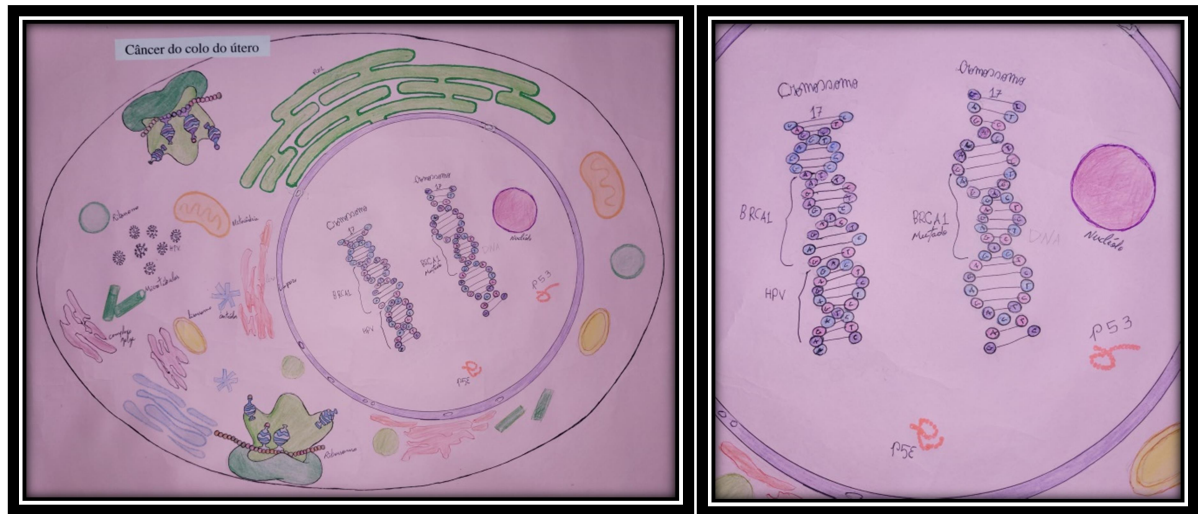
(Fonte: Autor, 2021)

Desenho do grupo: Câncer de colo do útero.

O grupo do câncer de colo do útero apresentou o gene *BRCA1* como o gene envolvido na oncogênese desse órgão, com duas informações adicionais relacionadas à oncogênese dessa doença, sendo elas: a proteína P53 e o vírus HPV como agente etiológico. Apresentando os cromossomos homólogos 17, onde em um cromossomo eles apresentaram como normal, sem mutações, e o outro cromossomo com mutação no gene. Para representar a mutação o grupo modificou a sequência dos pares de bases simbolizando essa alteração (figura 6).

A oncogênese no colo do útero pode ocorrer devido a infecção pelo HPV (papiloma vírus humano) e esta relação está bem determinada, principalmente quando os envolvidos são os subtipos 16 e 18 do HPV que juntos correspondem a 70% dos casos de câncer e são os mais frequentes (NUNES *et al*, 2020).

Figura 6 - Cartolina desenhada pelo grupo do tema câncer de colo do útero.



(Fonte: Autor, 2021)

Desenho do grupo: Leucemia.

O grupo que pesquisou sobre a leucemia criou um desenho representativo que apresenta o cromossomo *Philadelphia*, que tem origem na fusão (translocação) dos cromossomos 9 e 22. Trazendo em seu desenho os dois genes envolvidos nessa translocação (genes *ABL* e *BCR*) eu dão origem ao novo gene *BCR-ABL*. Conforme Charusanti *et al* (2004), o *BCR-ABL* está inteiramente ligado as leucemias sendo a oncogênese celular desencadeada com sua presença. “A instabilidade genômica causada pela presença de *BCR-ABL* no interior da célula é suficiente para desencadear o fenótipo maligno” (SANTOS e FERREIRA, 2006).

Figura 7 - Cartolina desenhada pelo grupo do tema leucemia.

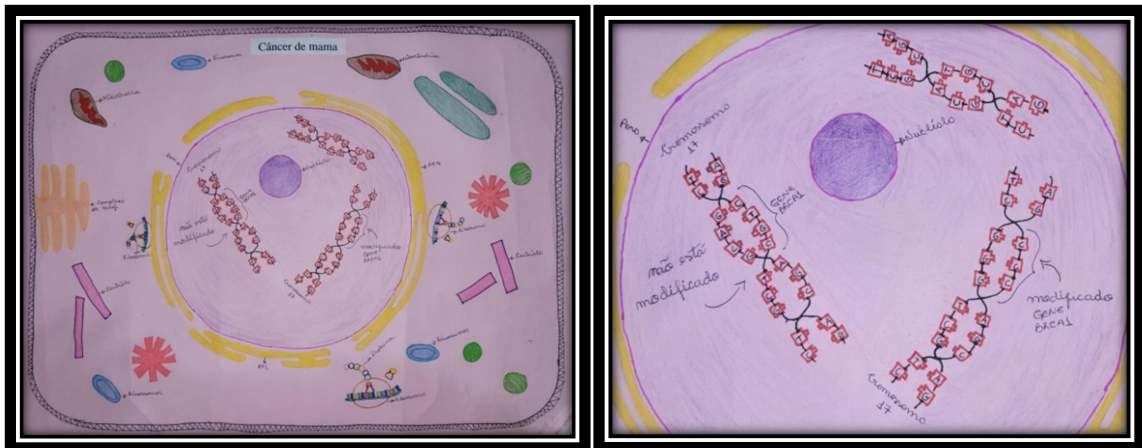


(Fonte: Autor, 2021)

Desenho do grupo: Câncer de mama.

O grupo do câncer de mama apresentou o gene *BRCA1* como o oncogene envolvido na doença, assim como outros grupos, os estudantes desenharam dois cromossomos representando os cromossomos homólogos onde estão presentes os genes e modificaram as sequências dos pares de bases presentes em ambos como metodologia de representar a mutação nesse gene. De fato, como afirma Olivotto *et al* (2002; apud Ward, 2002) os indivíduos com alterações nos genes *BRCA1* e *BRCA2* possuem uma pré disposição a desenvolver câncer de mama e ovário.

Figura 8 - Cartolina desenhada pelo grupo do tema câncer de mama.



(Fonte: Autor, 2021)

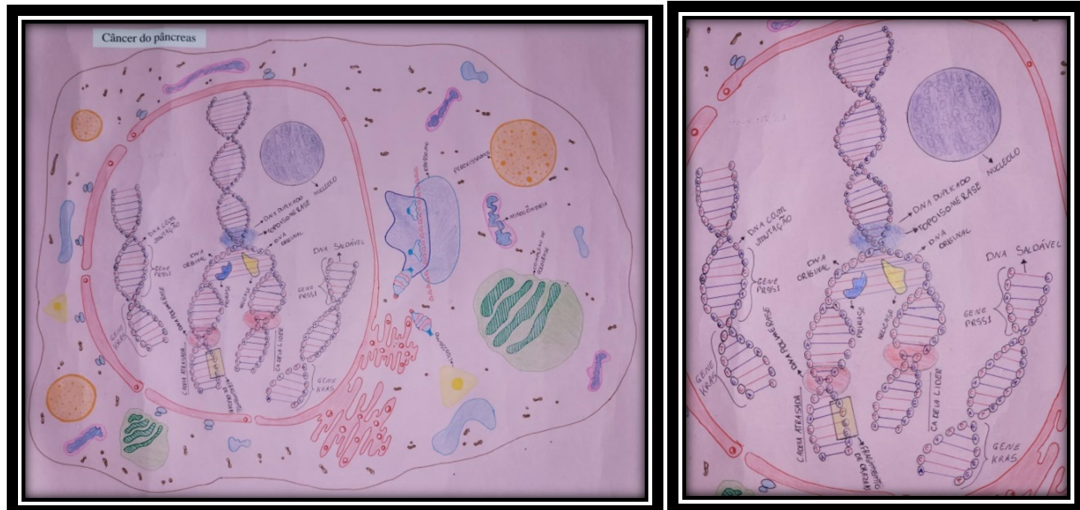
Desenho do grupo: Câncer de pâncreas.

Com relação ao grupo de câncer do pâncreas os discentes apresentaram dois genes relacionados à oncogênese da doença, são eles os genes *KRAS* e *PRSSI* (figura 9). Sendo o único grupo que, além de fazer um desenho representativo do DNA e os genes envolvidos com o câncer pesquisado, também se preocupou em acrescentar em seus desenhos um modelo da duplicação do DNA. Levando em conta que o câncer é uma doença onde ocorre a multiplicação celular, essa informação torna-se imprescindível para ser acrescentada no jogo. Mostrando que o grupo entendeu o papel do DNA na multiplicação celular.

Com relação a participação desses dois genes com a oncogênese no pâncreas, Bardeesy e DePinho (2002) afirmam que estudos genéticos mostraram mutações no gene *KRAS*, traçando um perfil característico desse tipo de câncer. Neoplasias Intraepiteliais Pancreáticas apresentam mutações no *KRAS* em mais de 99% (MOORE e DONAHUE, 2016).

Moore e Donahue (2016) também inferem que “pacientes com pancreatite crônica devido a mutações em *PRSS* têm um risco aumentado bem documentado de desenvolver câncer de pâncreas”.

Figura 9 - Cartolina desenhada pelo grupo do tema câncer de pâncreas.

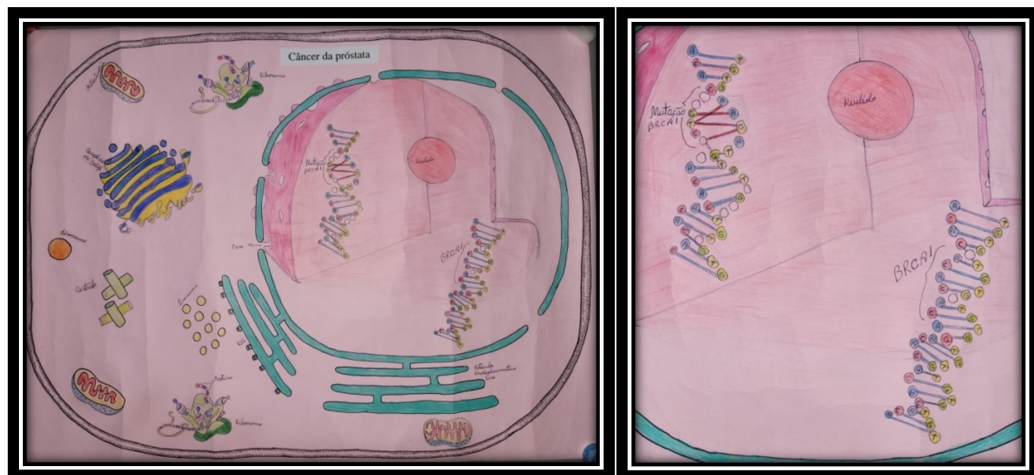


(Fonte: Autor, 2021)

Desenho do grupo: Câncer de próstata.

O grupo que pesquisou sobre o câncer de próstata apresentou o gene *BRCA1* como o envolvido na oncogênese dessa doença (figura 10). Os genes *BRCA1* e *BRCA2* são supressores de tumores e considerados protetores da célula, porém o *BRCA2* é considerado mais importante para os homens (SILVA et al, 2015). Apesar do gene utilizado, a literatura considerá-lo menos relevante, a sua participação na oncogênese da próstata é constatada.

Figura 10 - Cartolina desenhada pelo grupo do tema câncer de próstata.



(Fonte: Autor, 2021)

4.4 Pós-teste: alunos que participaram da elaboração do jogo

O pós-teste foi aplicado oito meses após a apresentação dos seminários, para os estudantes que participaram do projeto. Com essa atividade pudemos observar o desempenho dos estudantes e averiguar se houve assimilação do conteúdo pesquisado pelos discentes.

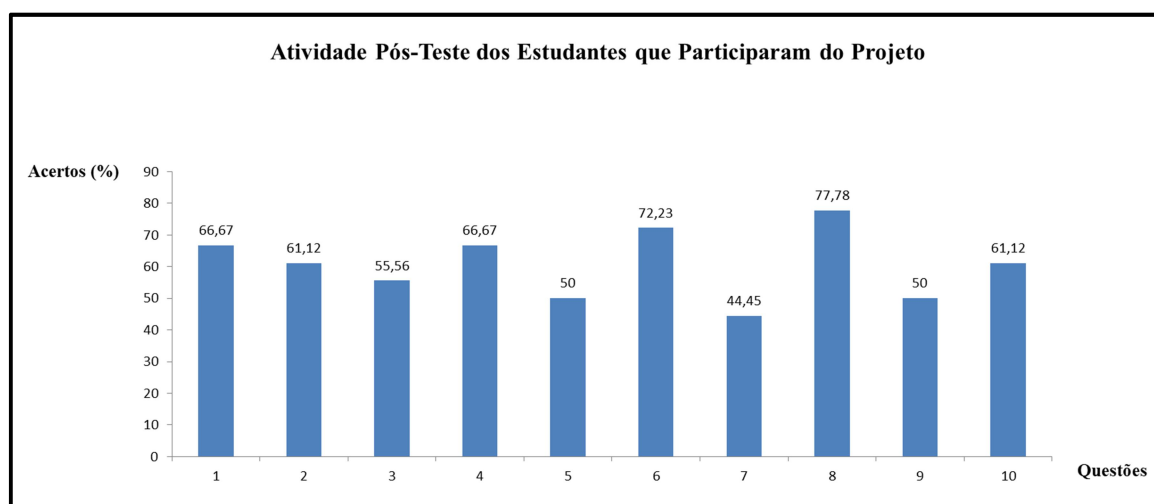
Observando as porcentagens de acertos das questões contidas na avaliação, vemos que a questão 8 foi a que obteve a maior quantidade de acertos com 77,78%, seguida da questão 6 com 72,23%. Ambas as questões (apêndice C) tem em seu enunciado o tema gene. Apesar do intervalo entre as duas atividades (trabalhos de pesquisa e o pós-teste) ter sido longo os estudantes tiveram um ótimo desempenho, mostrando que ainda se lembravam do assunto.

As questões 5, 7 e 9 foram as que tiveram um desempenho inferior as demais, porém apesar do desempenho abaixo das demais, as questões 5 e 9 tiveram 50% de acertos o que consideramos um bom desempenho.

Analisando individualmente o desempenho dos participantes no pós-teste (figura 11), observamos que dos 18 participantes que realizaram essa atividade, apenas 4 discentes tiveram um desempenho abaixo de 50% de acertos o que representa 22,22% do total de alunos que responderam as questões. Desse modo 2 estudantes acertaram 30% das questões e 2 estudantes acertaram 40%.

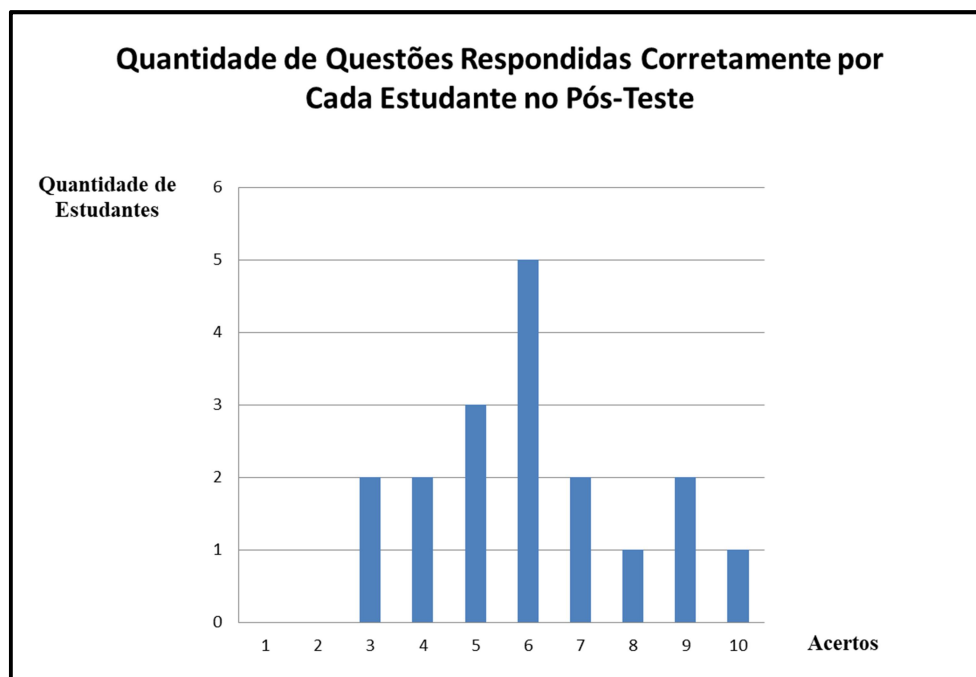
As demais distribuições ocorreram da seguinte forma (figura 12): 3 estudantes acertaram 50% das perguntas, 5 estudantes acertaram 60%, 2 estudantes acertaram 70%, 1 estudante acertou 80%, 2 estudantes acertaram 90% e 1 estudante respondeu 100% da atividade corretamente.

Figura 11 - Gráfico de porcentagem de acertos de cada questão do pós-teste.



(Fonte: Autor, 2022)

Figura 12 - Gráfico da quantidade de questões respondidas corretamente por cada estudante.



(Fonte: Autor, 2022)

4.5 Pré-teste e pós-teste: alunos que utilizaram o jogo e não participaram do seu desenvolvimento

Essa atividade teve a participação de 4 estudantes que não participaram da pesquisa, sendo três do sexo feminino e um do sexo masculino. Essa etapa foi subdividida em 3 momentos: no primeiro os estudantes responderam um questionário com 10 perguntas (mesmo questionário que os estudantes participantes do projeto responderam no pós-teste – apêndice C), no segundo momento jogaram o jogo “guerra molecular” e no terceiro momento responderam novamente o mesmo questionário aplicado no primeiro momento dessa atividade.

Antes de iniciar a partida o professor apresentou o tabuleiro aos participantes, mostrando todos os componentes presentes. Nesse momento os estudantes mantiveram-se atentos as explicações e curiosos sobre algumas estruturas contidas no tabuleiro, fazendo questionamentos ao professor. Durante o período em que os estudantes estavam jogando pudemos observar que os jogadores estavam concentrados e interagindo entre si, demonstrando alegria e prazer ao jogar (figura 13).

Figura 13 - Estudantes jogando o jogo “guerra molecular”.

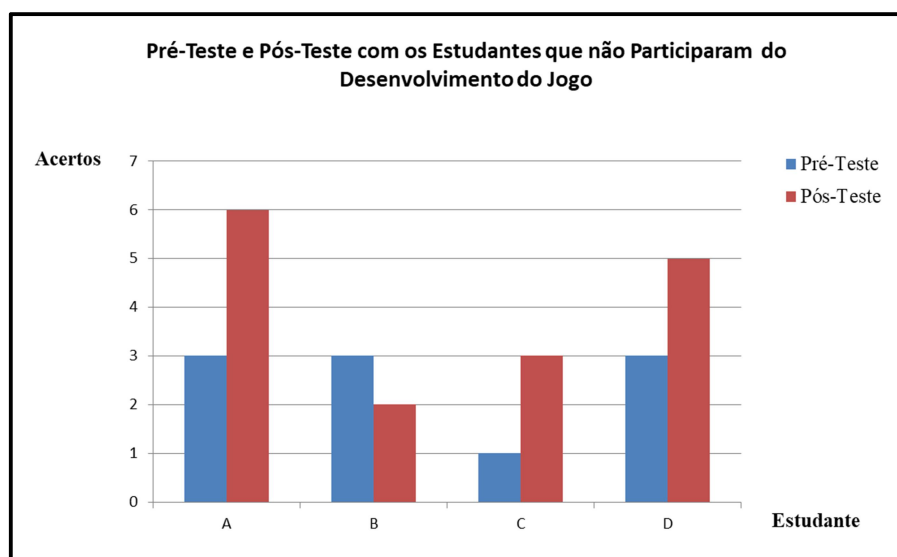


(Fonte: Autor, 2022)

Observando o desempenho dos estudantes entre os pré e pós-teste (figura 14), notamos que 3 participantes melhoraram o seu desempenho e um estudante diminuiu a quantidade de certos. Apesar de termos apenas um estudante que alcançou 60% de acertos e um outro discente ter conseguido 50% de acertos, consideramos satisfatórios os resultados visto que a maioria obteve uma melhora no seu desempenho.

Em relação ao aluno “B” que teve uma diminuição no seu resultado, ao ser questionado o discente explicou que no pré-teste ele havia assinalado as respostas aleatoriamente e que tinha sido uma coincidência ter acertado três questões e no pós-teste respondeu conscientemente.

Figura 14 - Gráfico comparativo entre os pré-teste e pós-teste dos estudantes que não participaram do desenvolvimento do jogo.



(Fonte: Autor, 2022)

5. CONCLUSÃO

Os estudantes enfrentam diversas dificuldades ao tentar compreender os conceitos de genética. Uma das principais dificuldades está na compreensão dos conceitos básicos, como os mecanismos de hereditariedade, a composição genética e a maneira como os genes se combinam para produzir características hereditárias. Muitos discentes também têm dificuldade em entender os conceitos mais complexos de genética, como a mutação, o processo de recombinação gênica, as interações gênicas e a influência ambiental nos padrões hereditários.

Buscando alternativas que facilitem o aprendizado e a compreensão desses conteúdos, implementou-se o desafio de criar um jogo feito pelos estudantes para os estudantes cujos resultados foram satisfatórios. Pudemos observar a autonomia e pró atividade dos alunos buscando soluções para os problemas propostos, interação e compartilhamento de conhecimento entre os mesmos.

Embora nem todos os estudantes tenham tido um desempenho acima de 60% no pós-teste, destacamos que apenas uma minoria ficou baixo desse percentual e a atividade do pós-teste foi realizada após 8 meses da conclusão das atividades de pesquisa. Com relação aos discentes que não participaram do projeto e apenas se divertiram com o jogo, vimos que houve uma pequena evolução nos seus desempenhos entre o pré e pós-teste.

Desafiar os estudantes com uma situação-problema e, através de uma metodologia investigativa, permitir que os mesmo tenham autonomia para encontrar soluções adquirindo conhecimento e compartilhando o que se aprendeu mostrou-se promissora.

6. REFERÊNCIAS

- ALBERTS, B.; BRAY, D.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS, K.; WATSON, J. D. **Biologia molecular da célula**. 6ª ed. – Porto Alegre : Artmed, 2017.
- ANDRADE, G. T. B. Percursos Históricos de Ensinar Ciências Através de Atividades Investigativas. **Revista Ensaio**, v. 13, n. 1, p. 121-138, 2011.
- ANTUNES, C. **Na sala de Aula**. Petrópolis: Vozes Ltda., v. Único, 2012.
- BARDEESY, Nabeel; DEPINHO, Ronald A. Pancreatic cancer biology and genetics. 2. ed. **Nature reviews cancer**, 2002. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/nrc949>>. Acesso: 25 nov. 2021.
- BRAATHEN, Per Christian. **Professor: como ter sucesso no ensino superior. Didática e metodologias para um ensino superior efetivo**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2014.
- BRASIL, Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEMT, 1999.
- CACHAPUZ A.; PRAIA J. & JORGE, M. Da Educação em Ciência às Orientações para o Ensino das Ciências: Um Repensar Epistemológico. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p. 363-381, 2004.
- CAMPOS JÚNIOR, E. O.; PEREIRA, B. B.; LUIZ, D. P.; MOREIRA-NETO, J. F.; BONETTI, A. M.; KERR, W. E. Sistema sanguíneo sem mistério: uma proposta alternativa. **Revista Genética na Escola - SBG**. v.3, n. 3, p. 7-9 2009.
- CAMPOS, L. M. L.; BORTOLOTO, T. M.; FELÍCIO, A. K. C. A Produção de Jogos Didáticos Para o Ensino de Biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. **Caderno dos núcleos de Ensino**, [S. l.], v. 47, p. 47–60, 2003.
- CARABETTA, V. J. Uma investigação microgenética sobre a internalização de conceitos de biologia por alunos do ensino médio. **Revista Contemporânea de Educação**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 10, p. 1-10, 2010.
- CARVALHO, A. M. P. et al. **Ensino de Ciências Por Investigação: Condições para implementação em sala de aula**. 1ª. ed. São Paulo: Cengage Learning, v. único, 2013.
- CASAGRANDE, G. L. **A genética humana no livro didático de biologia**. 2006. 121f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e tecnológica) - Universidade federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- CAVALCANTE, D.; SILVA, A.. **Modelos didáticos e professores: concepções de ensino-aprendizagem e experimentações**. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química. Curitiba, UFPR, julho de 2008. Disponível em <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0519-1.pdf>. Acessado em: 20 de novembro de 2021.

CID, M.; NETO, A. Dificuldades de aprendizagem e conhecimento Pedagógico do conteúdo: o caso da genética. **Enseñanza de las Ciencias**, [S. l.], n. Extra, p. 1–5, 2005.

CHARUSANTI, P. et al. A mathematical model of BCR-ABL autophosphorylation, signaling through the Crkl pathway, and Gleevec dynamics in chronic myeloid leukemia. **Disc. Cont. Dynamical Systems**, v. 4, n. 1, p. 99-114, 2004.

CLEMENT, L.; CUSTÓDIO, J. F.; ALVES FILHO, J. P. Potencialidades do Ensino por Investigação para Promoção da Motivação Autônoma na Educação Científica. **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.8, n.1, p.101-129 maio 2015.

DIAS, T. P.; ALMEIDA, N. V. F. Atividade de desenho como mediadora de interações sociais entre crianças. **Paideia**, v. 19, n. 44, p. 313-322, set.-dez. 2009.

FLICK, UWE. **Introdução à Pesquisa Qualitativa**. 3ª Ed. Porto Alegre – RS. Editora: Artmed, 2009.

FORTUNA, T. R. Jogo em aula. **Revista do Professor**, Porto Alegre, v. 19, n. 75, p.15-19, jul. 2013.

HUIZINGA, J. **Homo Ludens**. 4ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2000.

IRALA, E. A. F.; TORRES, P. L. O uso do amanda como ferramenta de apoio a uma proposta de aprendizagem colaborativa para a língua inglesa. In: 11º CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 2004, Salvador. **Anais eletrônicos**. Salvador: Associação Brasileira de Educação a Distância. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2004/por/htm/172-TC-D4.htm>>. Acesso em: 20 ago. 2022.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Biologia Celular e Molecular**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4ª ed. São Paulo: Edusp, 2008.

MARTINEZ, E. R. M.; FUJIHARA, R. T.; MARTINS, C. Show Da Genética : Um Jogo Interativo Para o Ensino de Genética. **Genética na escola**, [S. l.], v. 27, n. NOVEMBER 2008, p. 24–27, 2008.

MOORE, Alvin Makohon; DONAHUE, Christine A. Iacobuzio. Pancreatic cancer biology and genetics from an evolutionary perspective. 16. ed. **Nature reviews cancer**, 22 jul. 2016. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/nrc.2016.66>> Acesso em: 24 nov. 2021.

MOREIRA, LM; LAIA, ML De. Uma maneira interativa de ensinar Genética no Ensino Fundamental baseada no resgate da História e na introdução lúdica de técnicas moleculares. **Genética na Escola**, [S. l.], v. 63, p. 47–63, 2008.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. Pedagógica e Universitária: Porto Alegre, 2009.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

NUNES, P. L. P.; SILVA, T. M. S.; VOLTOLINI, C. B.; SILVA, E. F.; BOLETACERANTO, D. C. F. HPV e o desenvolvimento de Neoplasia do colo do Útero. **Braz. J. Hea. Rev.**, Curitiba, v. 3, n. 5, p. 14566-14569, set./out. 2020.

ORLANDO, T. C.; LIMA, A. R.; SILVA, A. M. da; FUZISSAKI, C. N.; RAMOS, C. L.; MACHADO, D.; FERNANDES, F. F.; LORENZI, J. C. C.; LIMA, M. A. de; GARDIM, S.; BARBOSA, V. C.; TRÉZ, T. de A. e. Planejamento, Montagem e Aplicação de Modelos Didáticos para Abordagem de Biologia Celular e Molecular no Ensino Médio por 10 Graduandos de Ciências Biológicas. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**. Universidade Federal de Alfenas (UnifalMG), p. 1 – 17, 2009. ISSN: 1677-2318.

PAIVA, L. R. S. et al. Jogo Banco Genômico: Trabalhando com Genes e Organismos Transgênicos, Uma Prática Para o Ensino de Genética. **Genética na escola**, [S. l.], v. 36, p. 29–36, 2008.

PEREIRA, A. J. et al. Modelos didáticos de DNA, RNA, ribossomos e processos moleculares para o ensino de Genética do ensino médio. **Revista da SBEnBio**, Niterói, v. 7, p. 564-571, out. 2014.

PEREIRA, I. A.. Tipos de liderança dentro do ambiente educativo: uma discussão sobre sua identidade organizacional. **Educationis**, v.8, n.1, p.8-22, 2020.

SAMPIERI, R.H.; COLLADO, CF.; LUCIO, MDPB. **Metodologia de Pesquisa**. 5ª ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTOS, I.L.; FERREIRA, R.J. Aspectos biológicos, genéticos e moleculares do gene bcr-abl e sua relação com a leucemogênese. **Arq. Ciênc. Saúde Unipar**, Umuarama, v. 10, n. 1, p. 55-59, jan./abr., 2006.

SANTOS, V. R. **Jogos na escola: os jogos nas aulas como ferramenta pedagógica**. Petrópolis: Vozes, 2014.

SEVERINO, Antonio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. São Paulo: Editora Cortez, 2002.

SILVA, S. L.; MENDONÇA, M. C.; ALMEIDA, N. A. S.; COELHO, M. C.; SILVA, A. M.; RIBEIRO, F. F.; RODRIGUES, K. C. S.; SOARES, A. L. F.; BACELAR JÚNIOR, A. J. A associação dos genes BRCA1 e BRCA2 às formas hereditárias de câncer de mama e câncer de próstata. **Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research**. v.13, n.1, p.56-63 (Dez 2015 - Fev 2016).

SOLINO, A. P.; FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Ensino por investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas escolares. **Researchgate**, 26 - 30 Janeiro 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/276295141_ENSINO_POR_INVESTIGACAO_COMO_ABORDAGEM_DIDATICA_DESENVOLVIMENTO_DE_PRATICAS_CIENTIFICAS_ESCOLARES>. Acesso em: 10 jun. 2020.

TEDESCO, J. C. **O novo pacto educativo: educação, competitividade e cidadania na sociedade moderna**. São Paulo: Ática, 1998.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico crítica e do movimento CTS no ensino de ciências. **Ciência & educação**, v.9, n.2, Pp. 177-190, 2003.

THIOLLENT, MICHEL. **Metodologia da pesquisa-ação**. 2ª Ed. São Paulo – SP. Editora: Cortez, 1986.

WARD, L. S. Entendendo o Processo Molecular da Tumorigênese. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia Metabologia**, v. 46, n. 4, p 351 – 360, 2002.

ZOMPERO, A. D. F.; LABURÚ, C. E. Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias. **Redalyc**, 2010. ISSN 1850-6666. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273319421002>>. Acesso em: 21 jun. 2020.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67 - 80, Setembro - Dezembro 2011. ISSN 1415-2150.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E.; VILAÇA, T. Instrumento analítico para avaliar habilidades cognitivas dos estudantes da educação básica nas atividades de investigação. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, pág. 200 – 211, 2019.

APÊNDICE A: MANUAL DO JOGO “GUERRA MOLECULAR”.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL

PRODUTO EDUCACIONAL
MANUAL DO JOGO “GUERRA MOLECULAR” COM IMAGENS PARA
IMPRESSÃO E MONTAGEM DO TABULEIRO

GUERRA MOLECULAR: PROPOSTA DE JOGO DIDÁTICO – PEDAGÓGICO
PARA O ENSINO DE GENÉTICA MOLECULAR ABORDANDO A ONCOGÊNESE

Mestrando: Renato dos Anjos Souza.

Orientador: Prof. Dr. Renato Santos Rodarte.

O presente trabalho foi realizado com apoio da
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível
Superior (CAPES)

Maceió

2022

COMPONENTES DO JOGO

Tabuleiro: o jogo foi montado em um papel com as dimensões 66 cm x 96 cm. Representando uma célula, dividida em 69 regiões. Inicialmente, o tabuleiro foi projetado para ter 81 regiões, porém devido ao tamanho do papel disponível reduzimos a quantidade de regiões através da redução na quantidade de organelas que foram inseridas no jogo. As organelas são coladas individualmente no tabuleiro e isso permite uma flexibilidade no tamanho do tabuleiro e consequentemente na quantidade de regiões.

Cartas: existem 87 cartas divididas em 2 conjuntos – 6 cartas objetivo do jogo e 81 cartas regiões.

Peças para marcar os territórios e combater: no jogo usamos peças de cores coloridas reaproveitadas de um outro jogo. Podem ser utilizados materiais alternativos que estejam a disposição, preferencialmente de cores variadas para distinguir os jogadores uns dos outros.

Dados: são necessários ao menos 3 dados.

Quantidade de jogadores: o número de jogadores pode ser de 2 a 6. Caso haja mais participantes é possível jogar em duplas ou na forma de equipes.

JOGANDO

O jogo “Guerra Molecular” é um jogo de conquista, inspirado no já conhecido jogo WAR. Vence o jogo o jogador que conquistar primeiro as regiões que fazem parte do seu objetivo.

Inicialmente realiza-se o sorteio do objetivo de cada jogador. Vale ressaltar que o objetivo não pode ser visto pelos adversários.

Em seguida, se distribui as cartas das regiões e cada jogador coloca uma peça na região indicada na carta de região recebida para marcar a sua região. Ao término desta etapa, cada jogador recebe mais 8 peças e as distribui dentro das regiões que possui da forma como achar melhor, de acordo com sua estratégia para conquistar o seu objetivo.

Distribuídas as peças, deve-se jogar os dados para saber quem inicia o jogo atacando. Os ataques são sempre por regiões vizinhas (fronteiras), aquelas regiões mais afastadas podem

ser atacadas se houver conexão feita por linhas tracejadas. Dentro do núcleo não foram colocadas linhas tracejadas para que não houvesse poluição visual, por esse motivo, todos os territórios próximos são considerados fronteiras e podem ser atacados.

O jogador que for atacar, informa qual região será disputada. Em seguida joga os dados, o jogador que está se defendendo também joga os dados logo após o primeiro jogado. Em seguida são comparados os resultados dos números que saíram, sempre seguindo a ordem, dado maior com dado maior, dado menor com dado menor.

A igualdade sempre favorece a quem está se defendendo e o perdedor do combate, retira suas peças da região e da disputa. Caso o perdedor do embate seja o jogador que foi atacado, o jogador que atacou poderá transferir uma parte de suas peças para o território conquistado.

Exemplos de ataque e defesa:

Comparação dos dados jogados	Ataque	Defesa	Vencedor	Resultado
Dado Maior	4	3	Jogador atacante	A defesa perde uma peça
Segundo Dado maior	3	3	Jogador defensor: empate é sempre de que defende	O ataque retira uma peça
Dado menor	1	2	Jogador defensor	O ataque retira uma peça

O jogador que está atacando poderá continuar, ou parar de jogar e passar a vez para o próximo jogador. Quando o jogador decidir por parar sua jogada de ataque, ele poderá remanejar suas peças para outros territórios de conforme seu objetivo e da maneira que desejar, porém essa mudança só poderá ocorrer entre territórios vizinhos.

A partir da segunda rodada em diante, cada jogador, na sua vez, receberá novas peças para colocar nas suas regiões, obedecendo o seguinte procedimento, conte as regiões que possui; divida por 2 o número total de regiões; obtendo um número inteiro este será o quantitativo de peças que poderá distribuir nas regiões que possuir. Caso o resultado não seja

um número inteiro, prioriza-se o menor valor. Ex.: 9 regiões divididos por 2, temos 4,5; logo o número de peças será 4.

O jogador que possuir a totalidade de uma organela ou de um cromossomo receberá a quantidade de peças extras na quantidade de regiões que a organela ou cromossomo possui, as mesmas deverão ser colocadas exclusivamente nesta organela/cromossomo.

BÔNUS

O jogador que possuir/conquistar a totalidade do ribossomo que está sintetizando a proteína P53 normal, ganha 7 peças extras, a cada jogada sua, a partir da segunda rodada. Essas peças poderão ser distribuídas em qualquer região sob o seu domínio, da forma que quiser e de acordo com o seu objetivo.

OBJETIVOS DO JOGO

Leucemia: o jogador deve conquistar os cromossomos 9 e 22 em sua totalidade e ainda conquistar um dos ribossomos que sintetiza a proteína P53 mutada.

Câncer de mama: o jogador deve conquistar o DNA que contém o gene *BRCA1* em sua totalidade.

Câncer de próstata: o jogador deve conquistar o DNA que contém o gene *BRCA1* em sua totalidade.

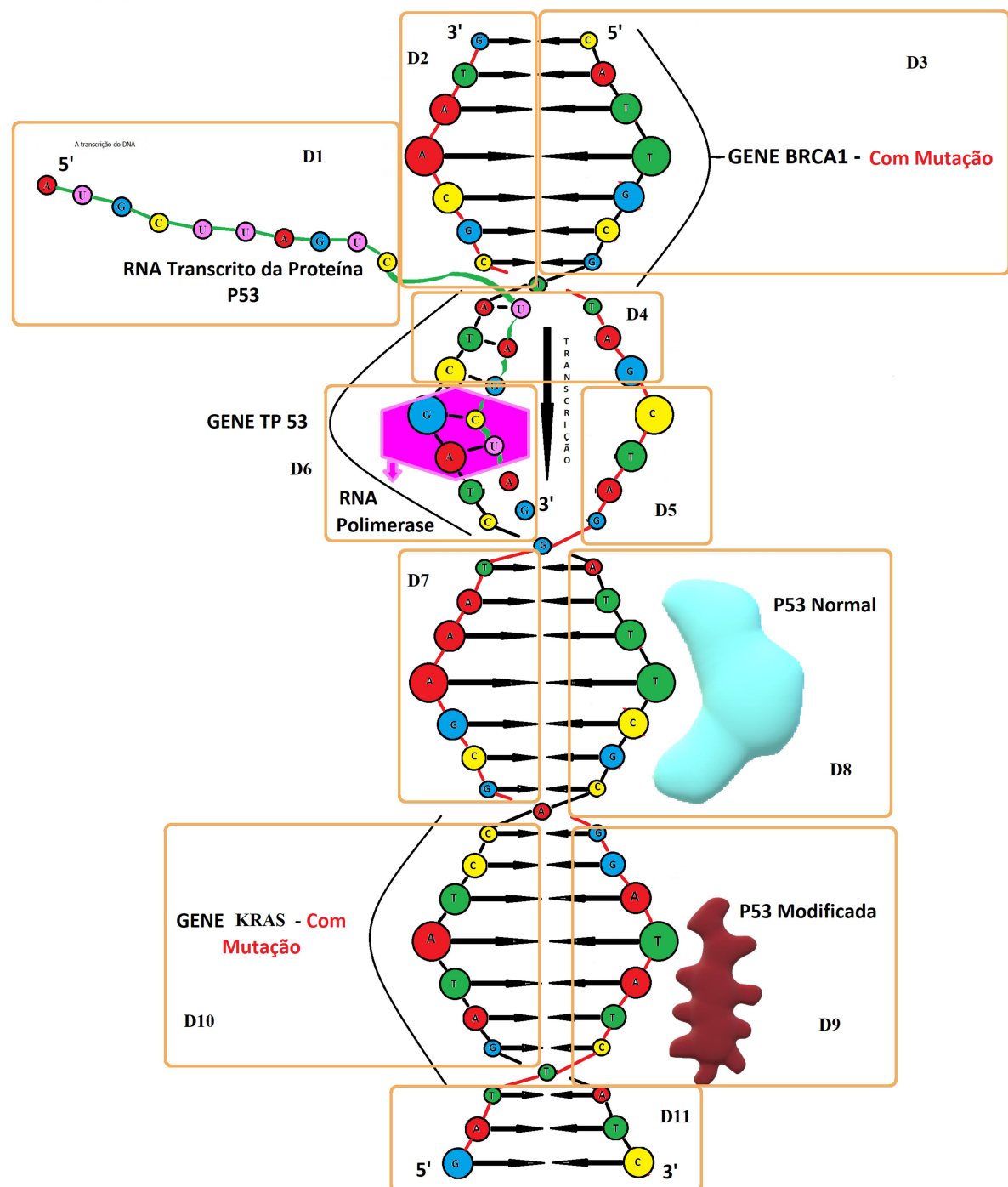
Câncer de colo do útero: o jogador deve conquistar totalmente o DNA onde está ocorrendo a duplicação do mesmo e conquistar a região onde se localiza o gene *BRCA1*.

Câncer de pâncreas: o jogador deve conquistar as regiões do DNA onde se localizam os genes *PRSS1* e *KRAS*, deve conquistar também um dos ribossomos que sintetiza a proteína P53 mutada.

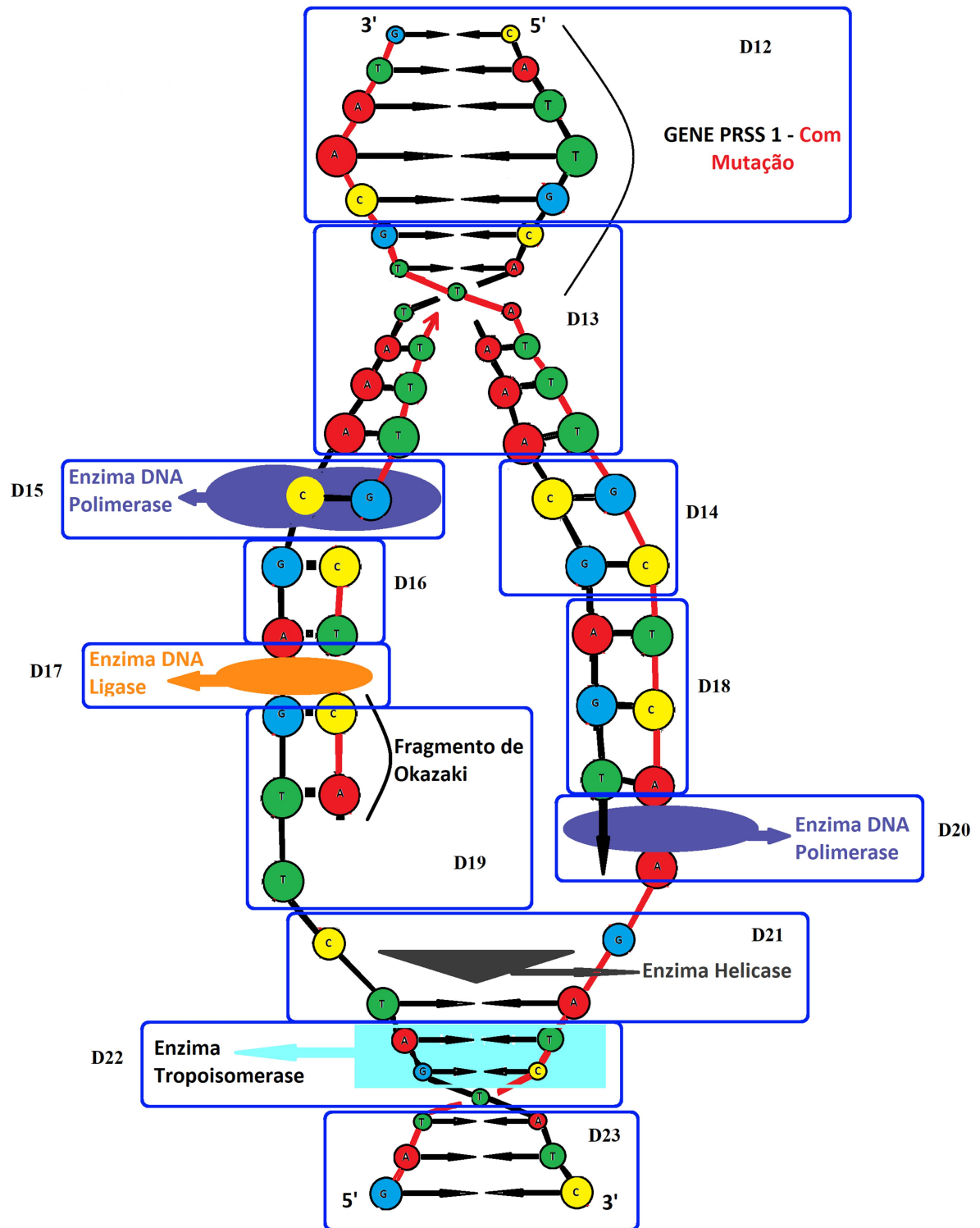
Ribossomo: o jogador deve conquistar todas as regiões de dois ribossomos.

APÊNDICE B: FIGURAS USADAS PARA MONTAGEM DO TABULEIRO DO JOGO.

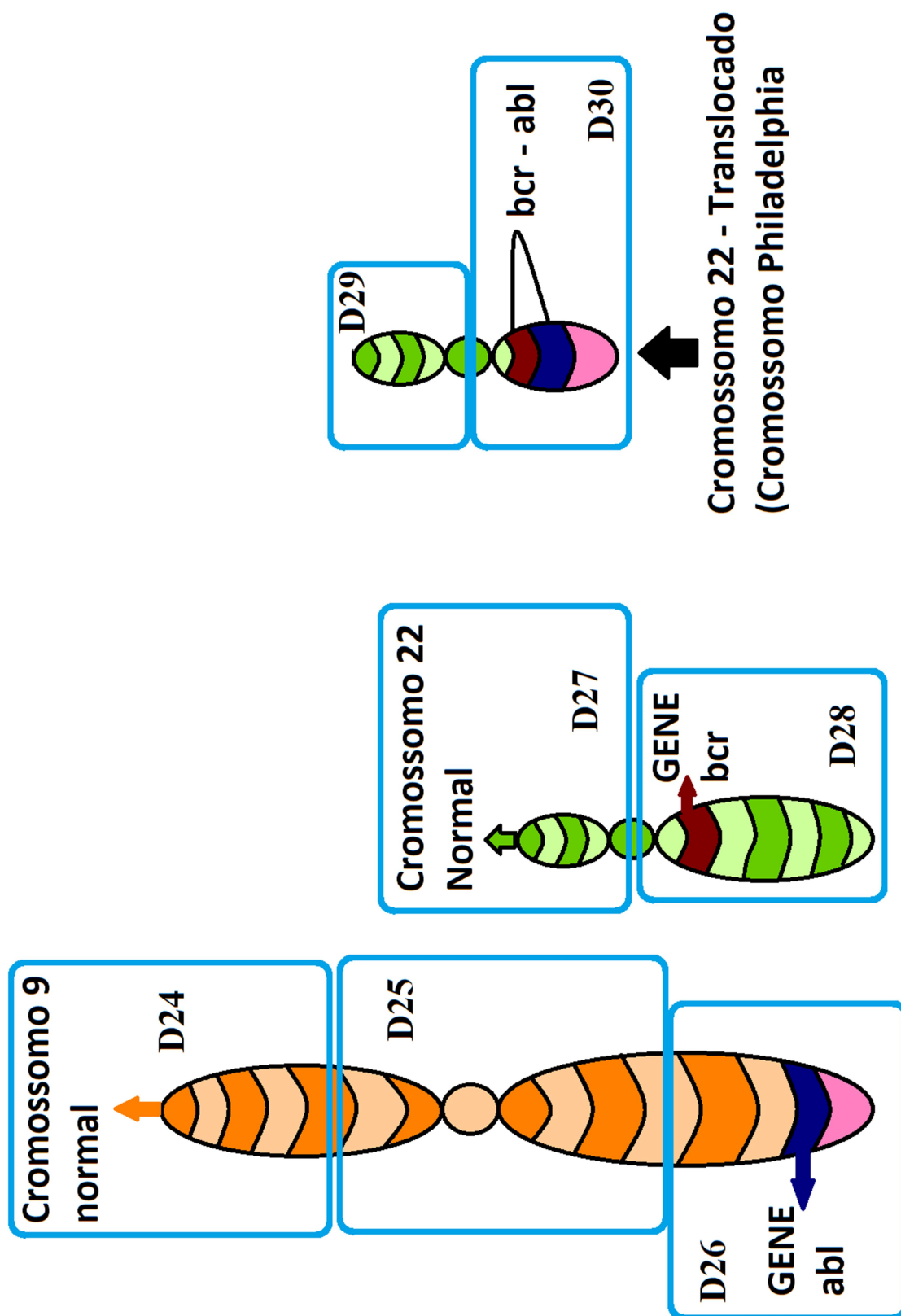
DNA com a transcrição do RNAm P53 e os Genes *BRCA1*, *TP53* e *KRAS*



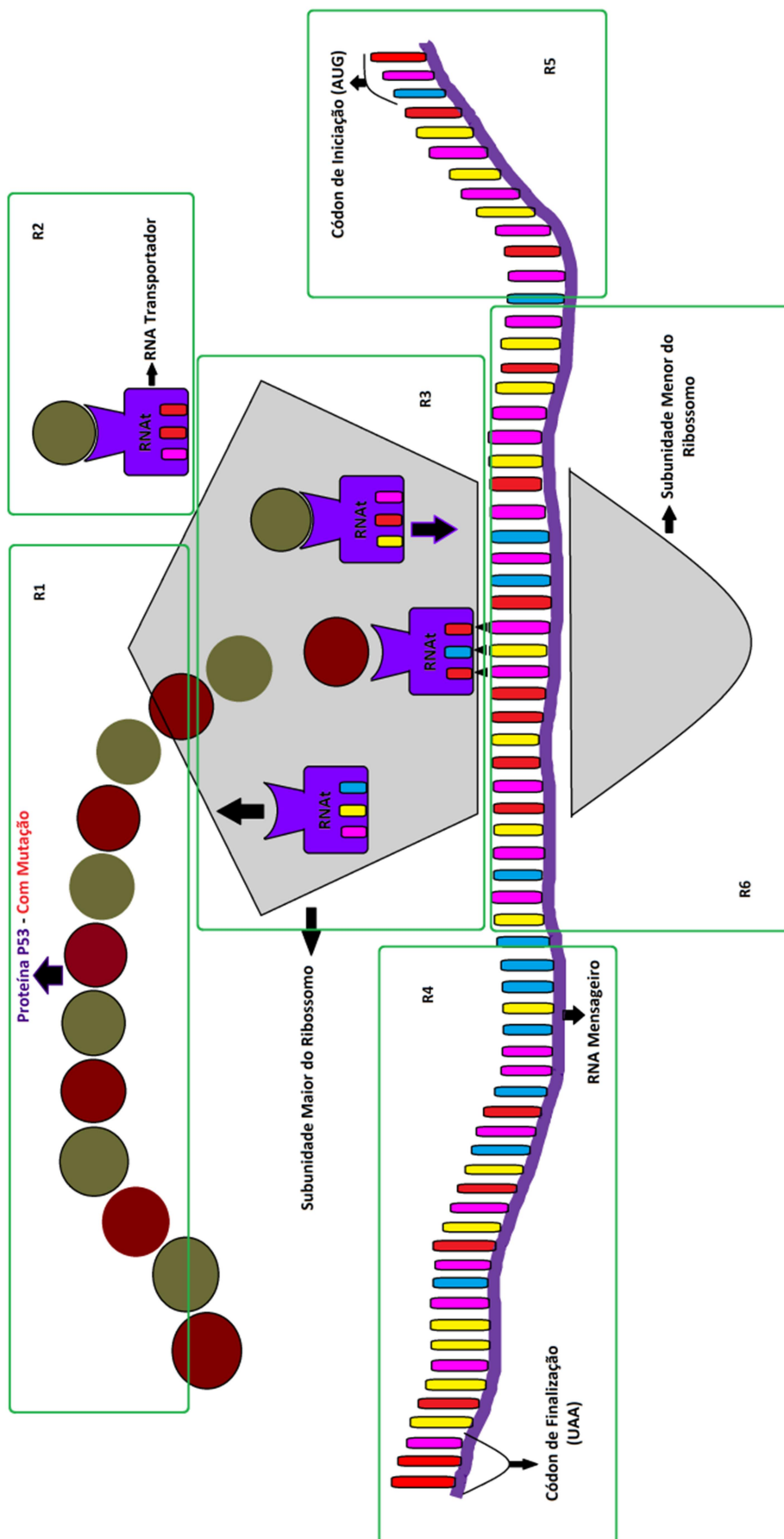
Duplicação do DNA com o Gene *PRSS1*

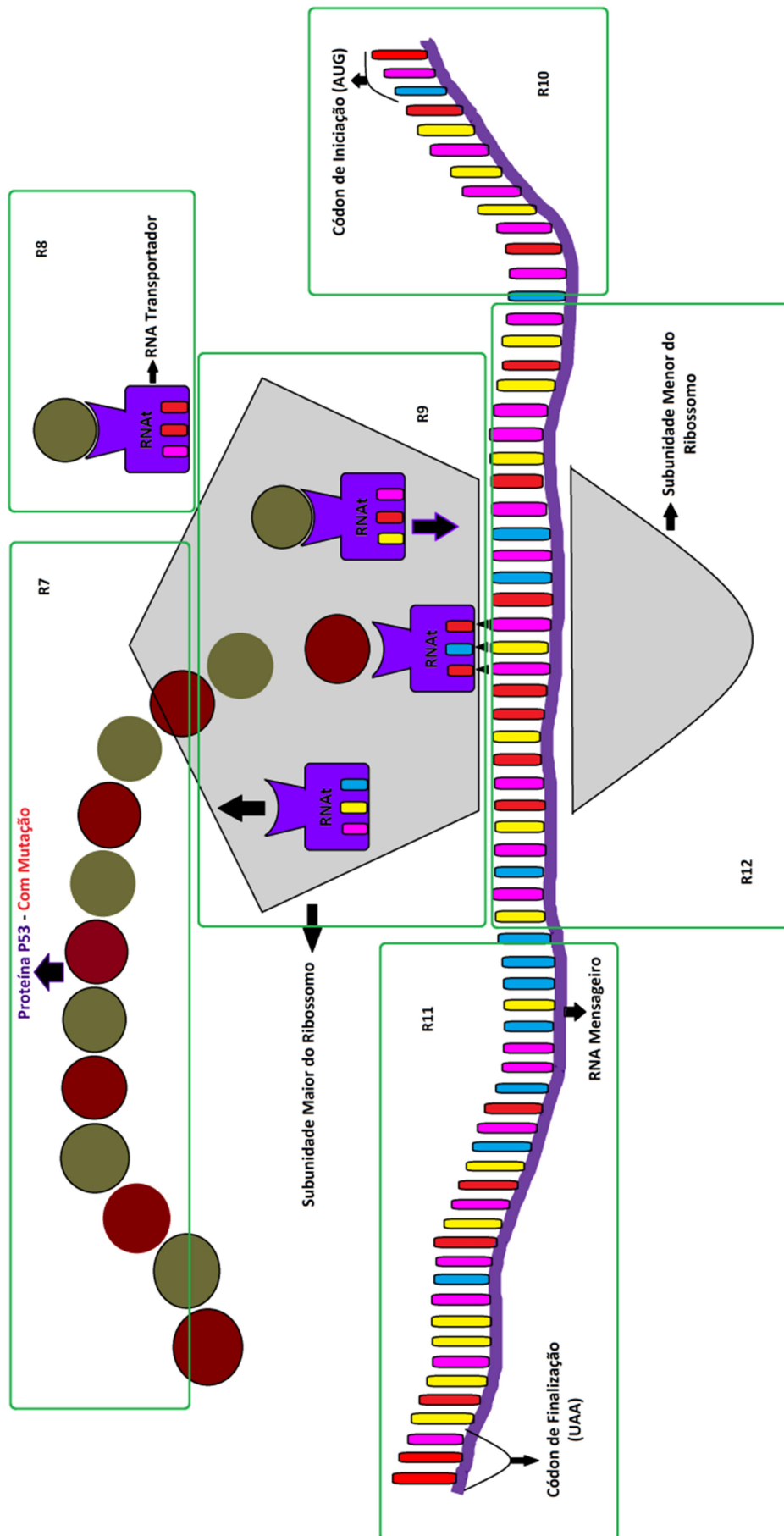


Cromossomos 9, 22 e Philadelphia

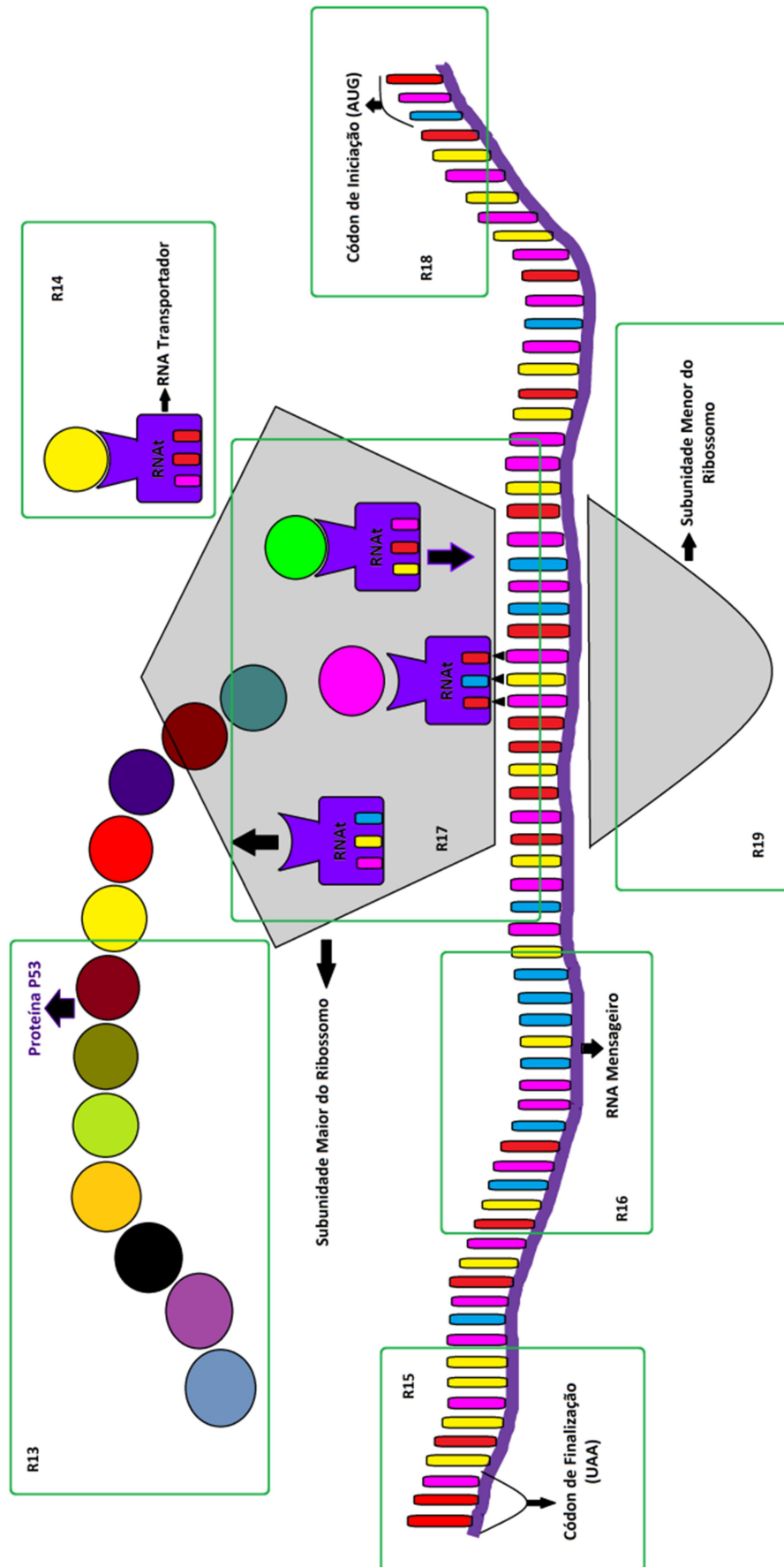


Síntese no ribossomo da proteína P53 – Mutada

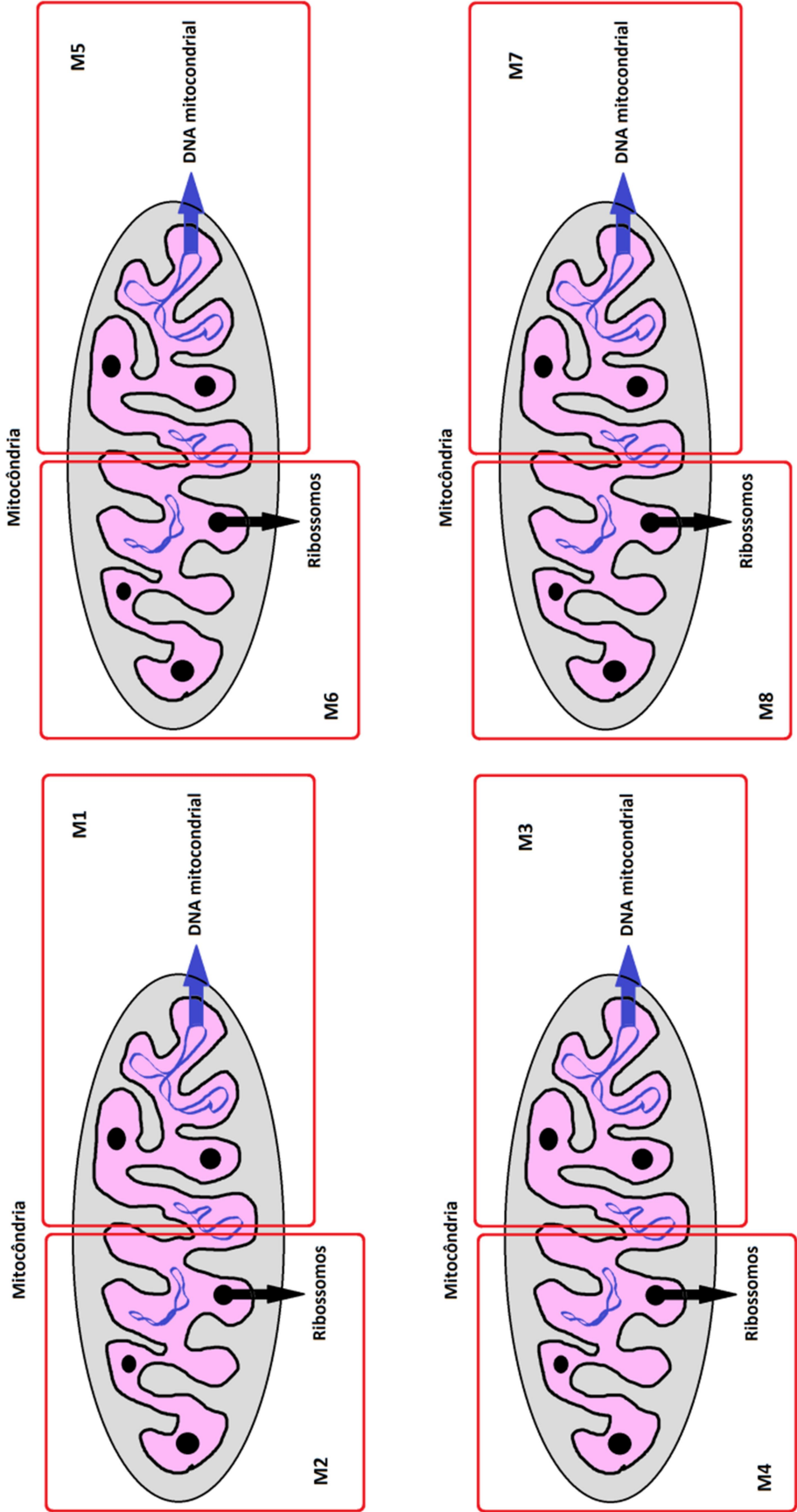




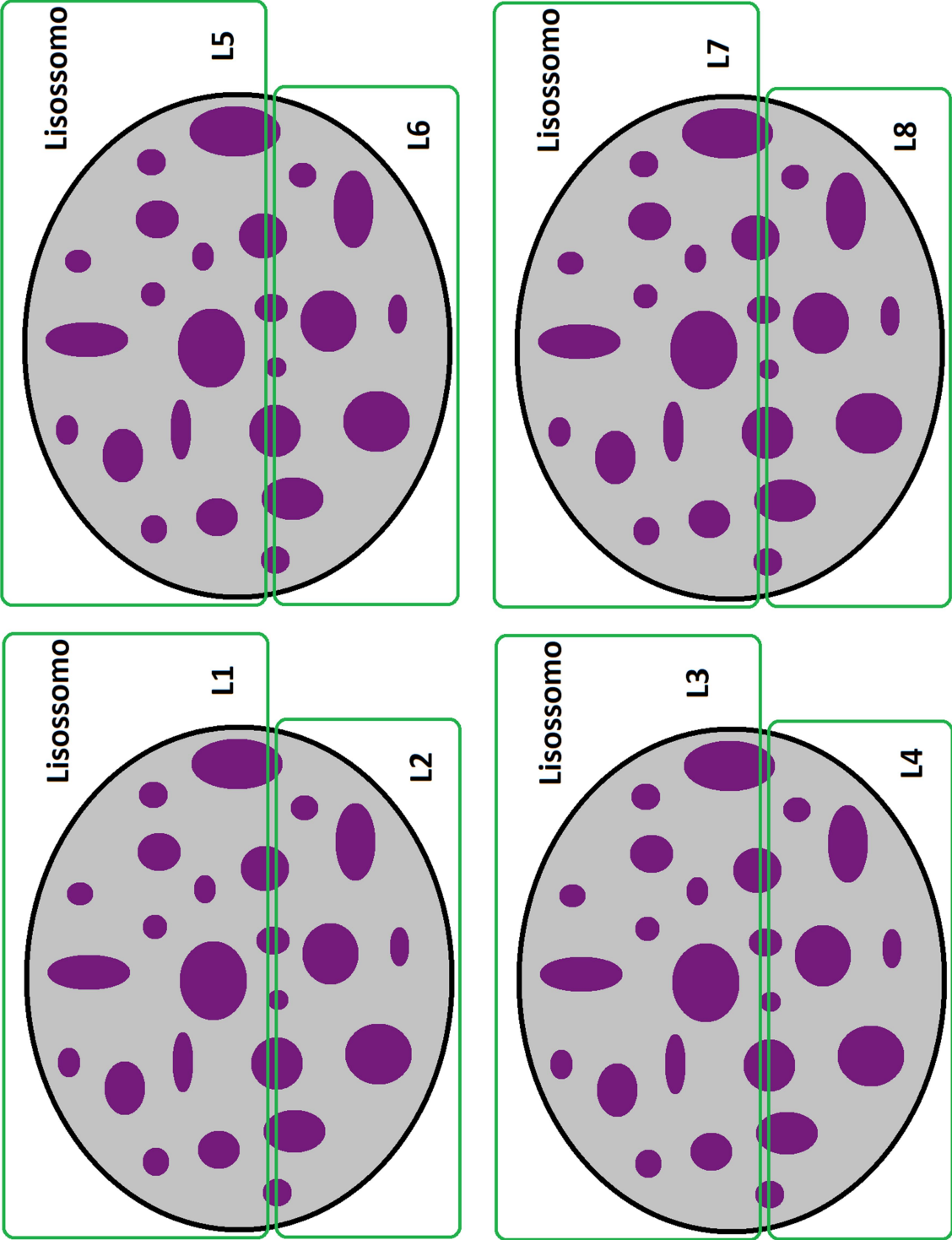
Síntese no ribossomo da proteína P53 - Normal



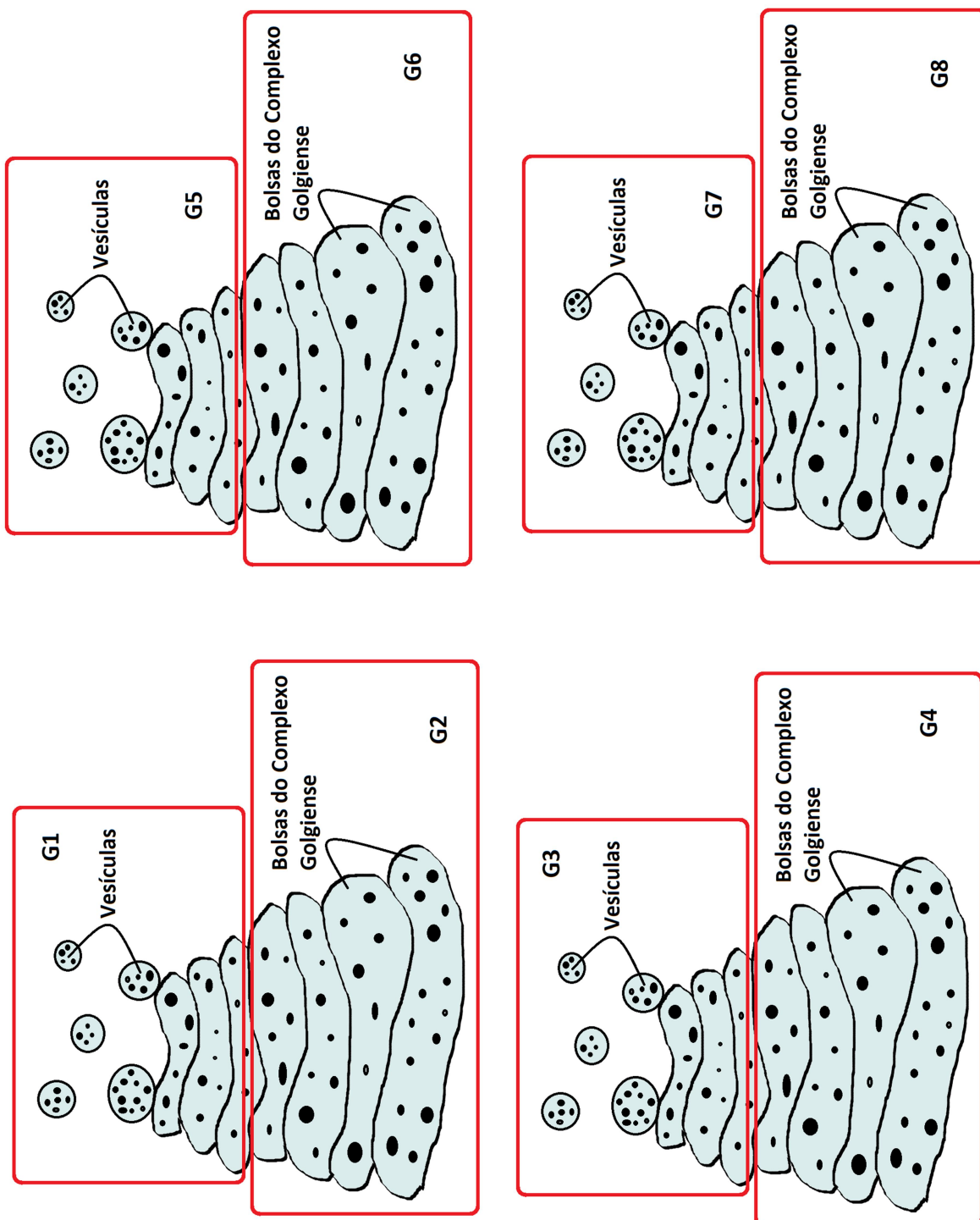
Mitocôndrias



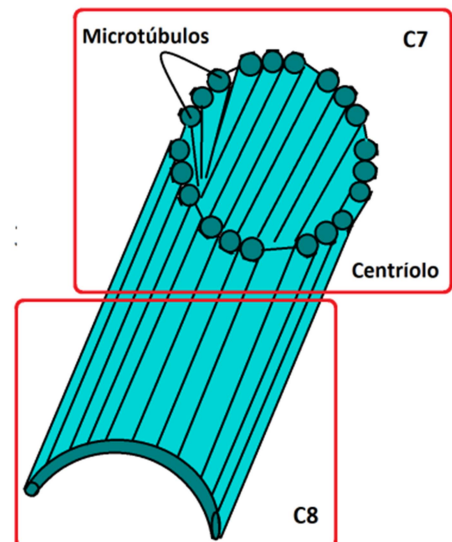
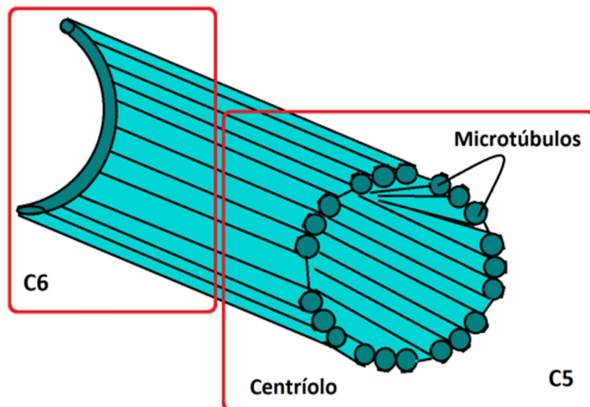
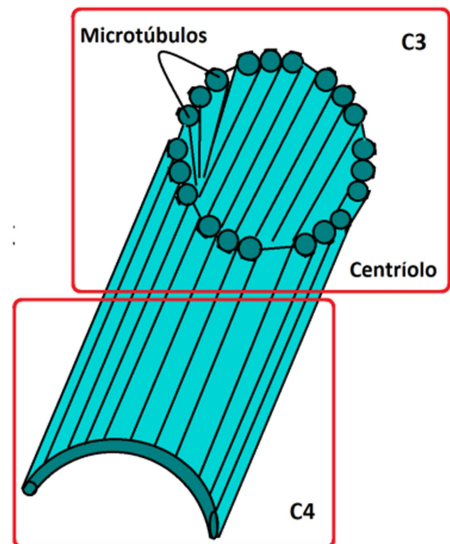
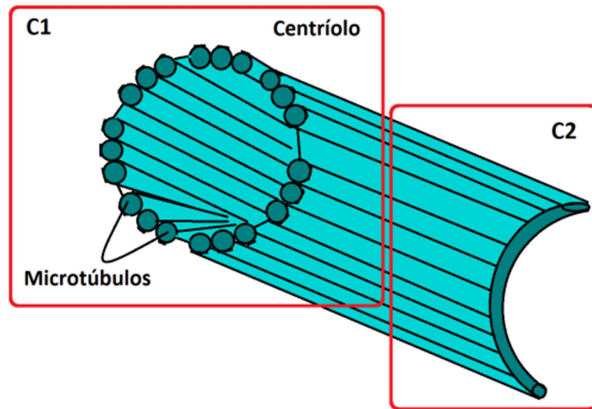
Lisossomos



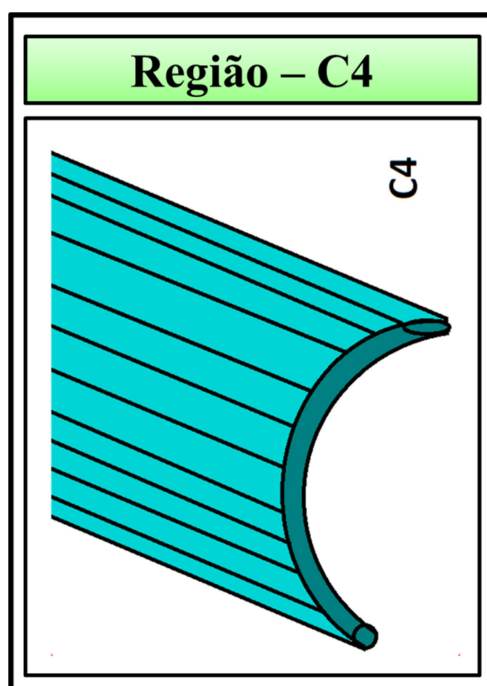
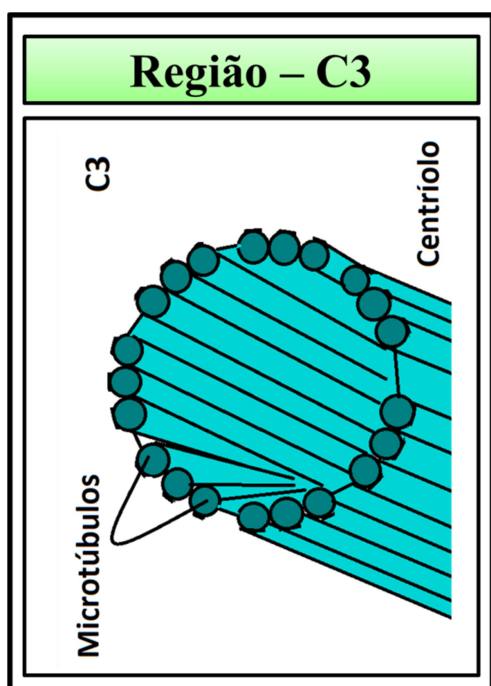
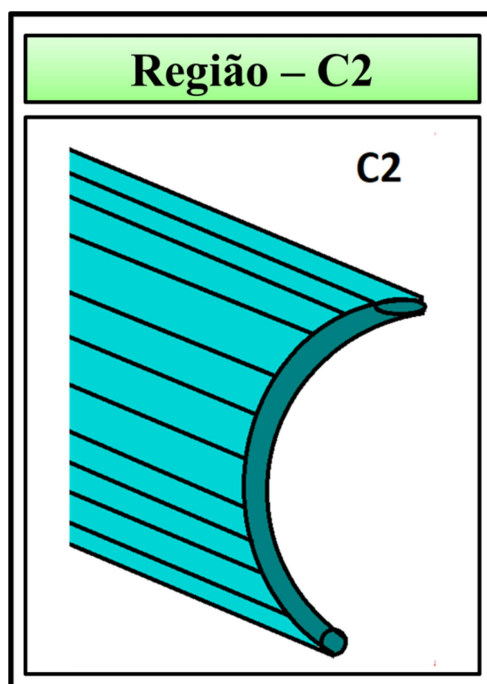
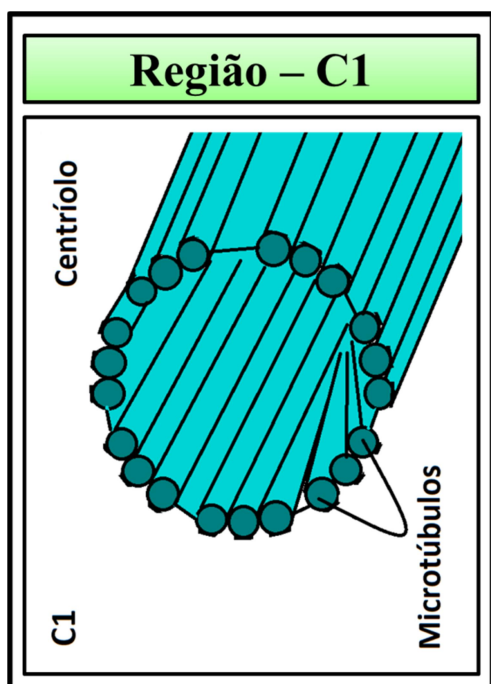
Complexos Golgiense

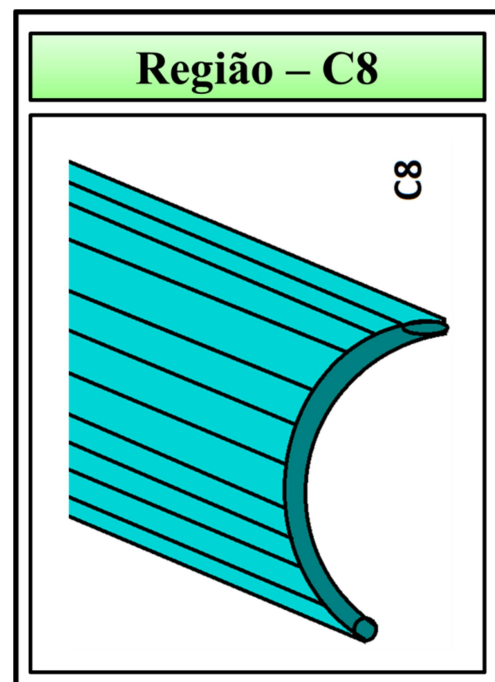
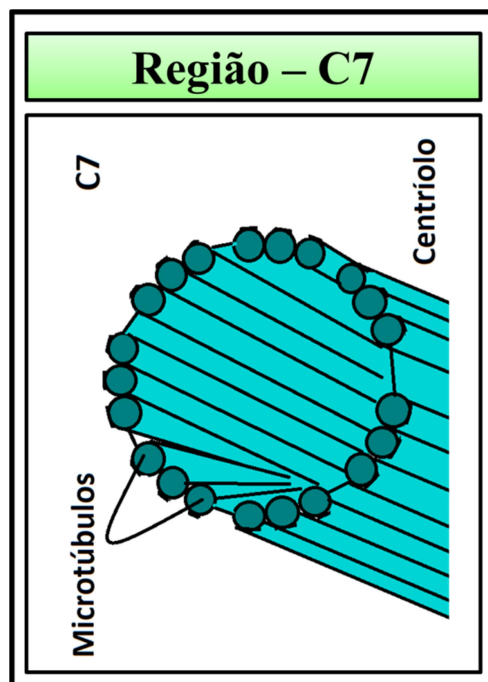
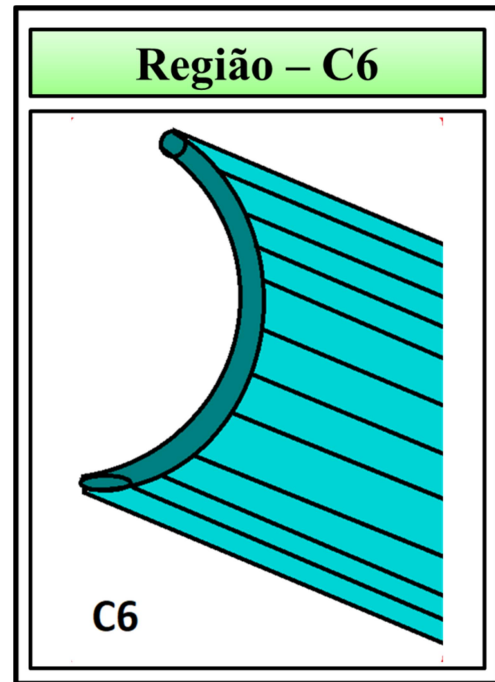
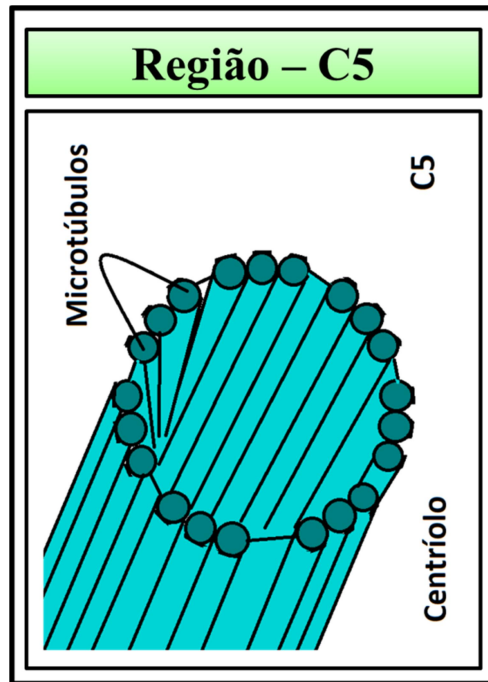


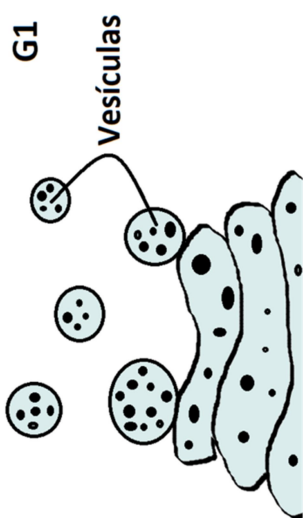
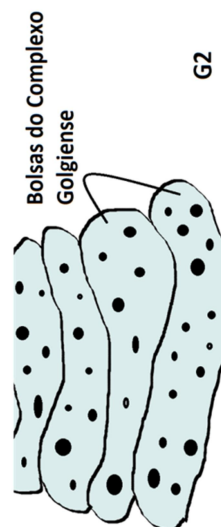
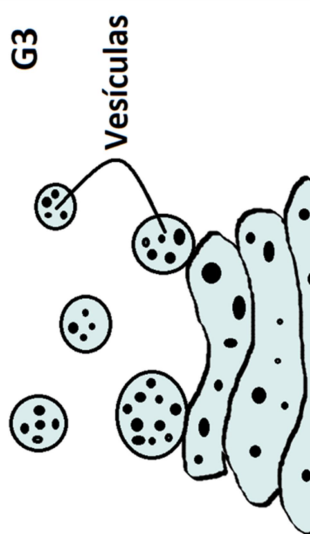
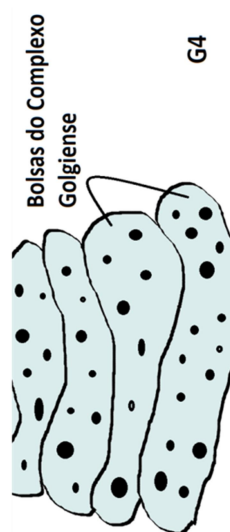
Centríolos

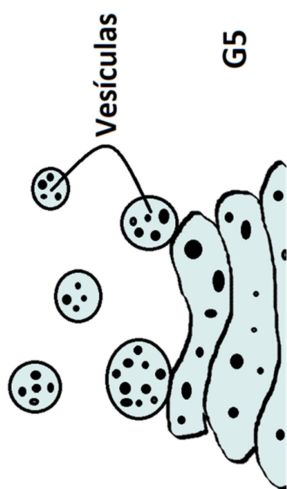
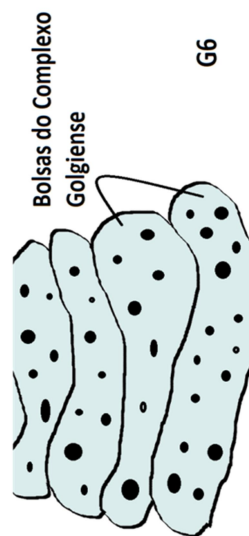
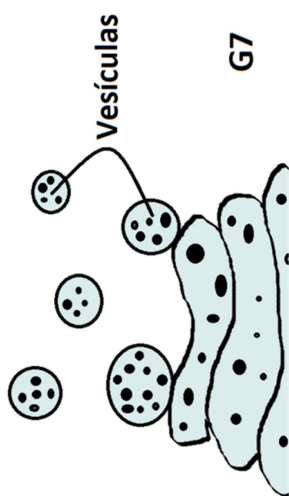
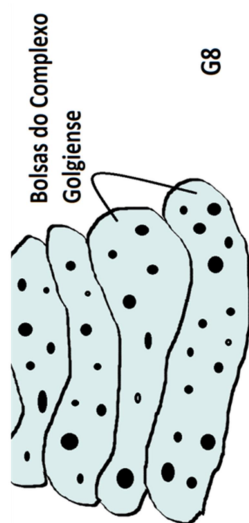


Cartas do jogo

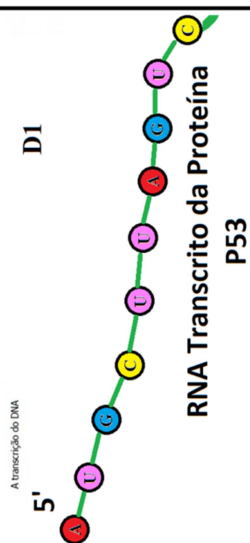




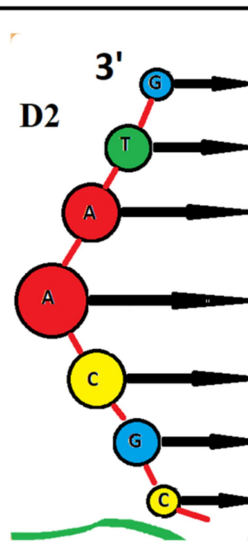
Região – G1**Região – G2****Região – G3****Região – G4**

Região – G5**Região – G6****Região – G7****Região – G8**

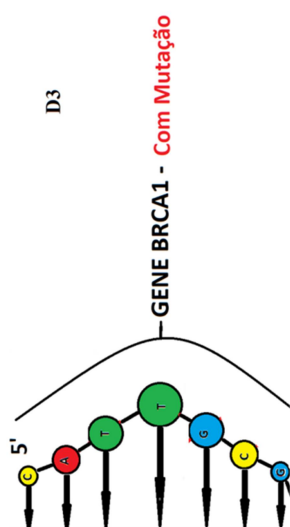
Região – D1



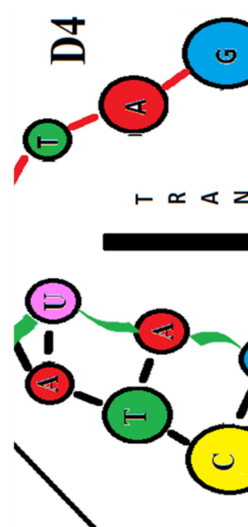
Região – D2



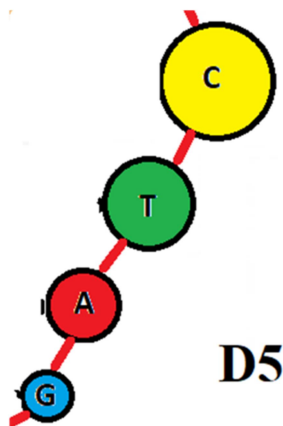
Região – D3



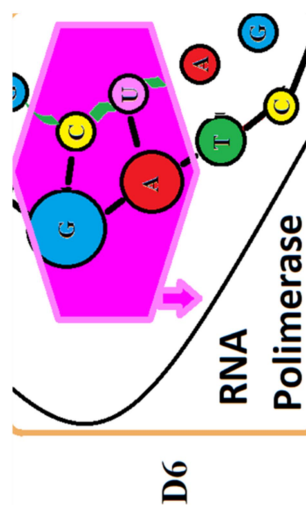
Região – D4



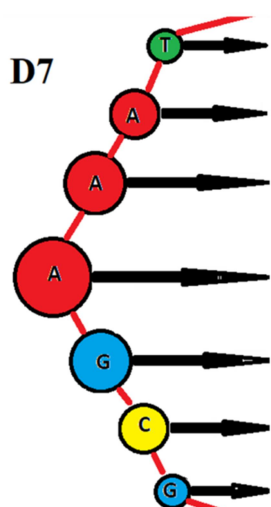
Região – D5



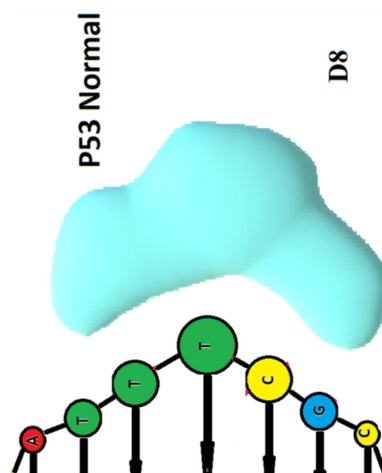
Região – D6



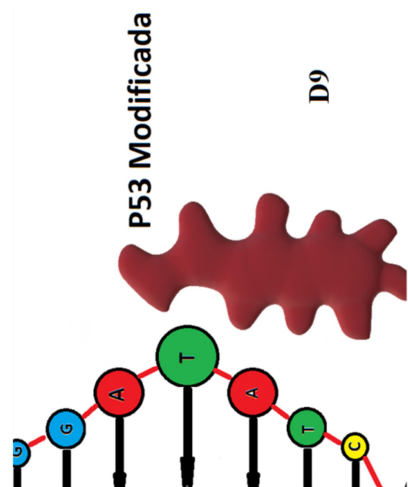
Região – D7



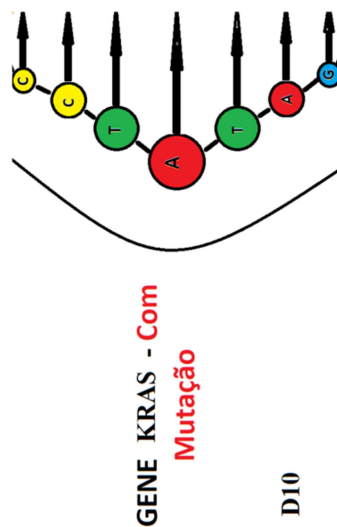
Região – D8



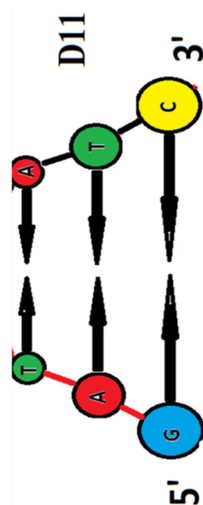
Região – D9



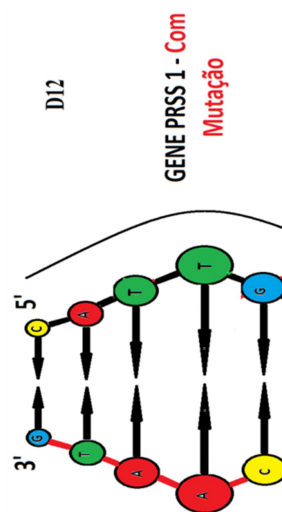
Região – D10



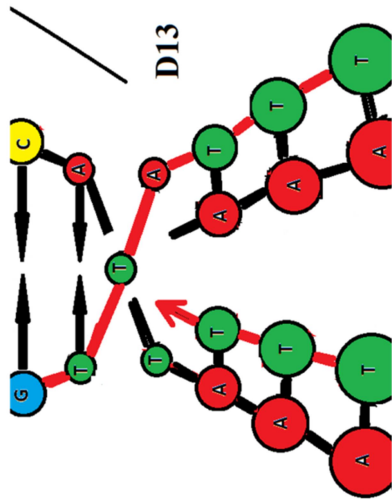
Região – D11



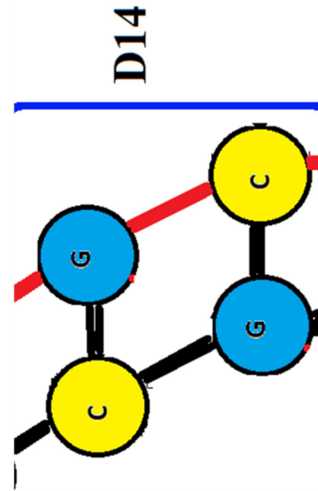
Região – D12



Região – D13



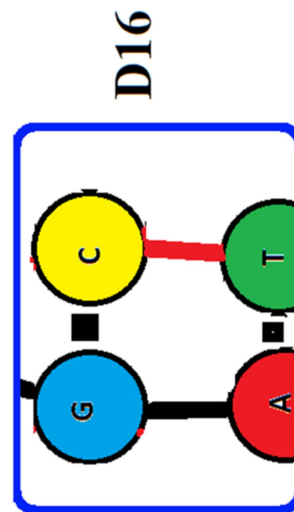
Região – D14



Região – D15



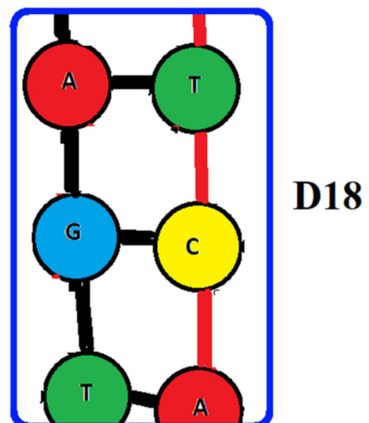
Região – D16



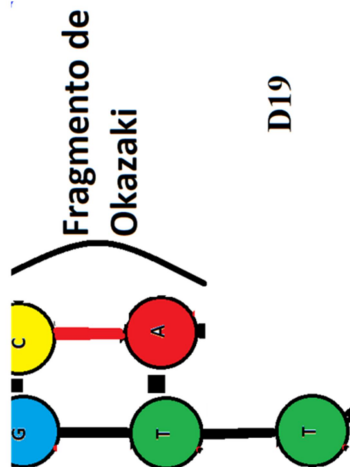
Região – D17



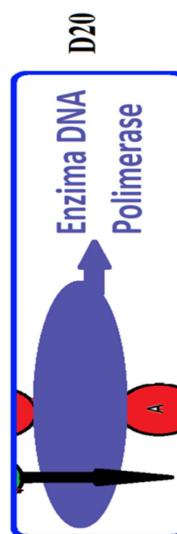
Região – D18



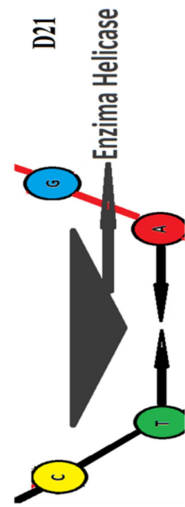
Região – D19



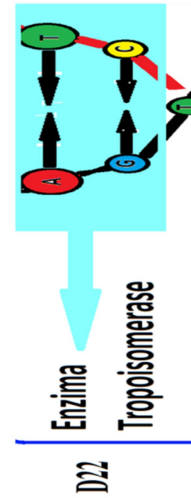
Região – D20



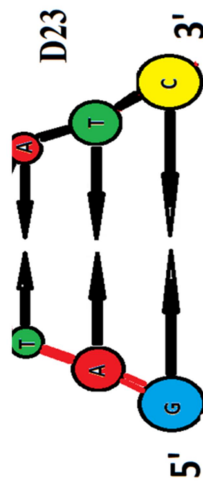
Região – D21



Região – D22



Região – D23

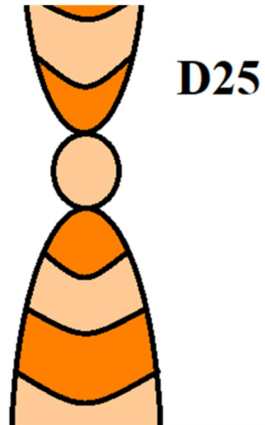
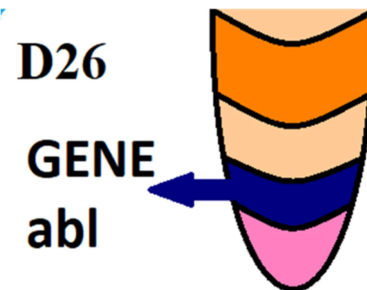


Região – D24

Cromossomo 9
normal



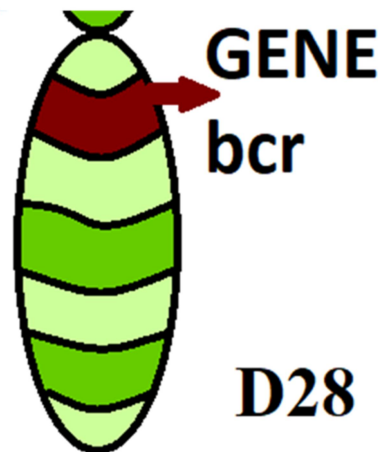
D24

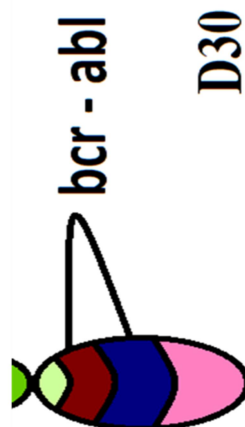
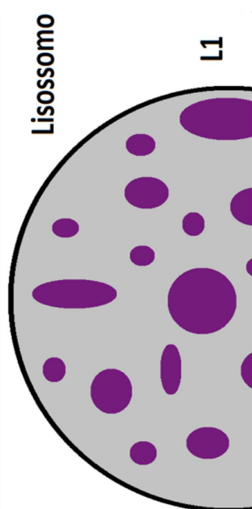
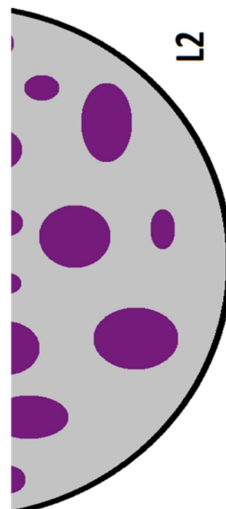
Região – D25**Região – D26****Região – D27**

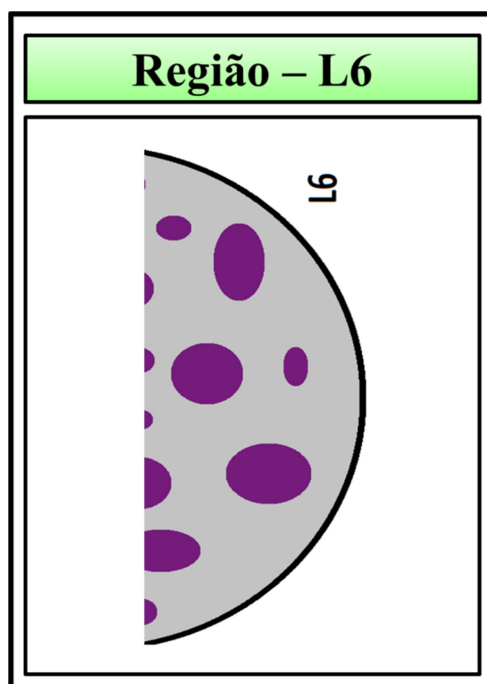
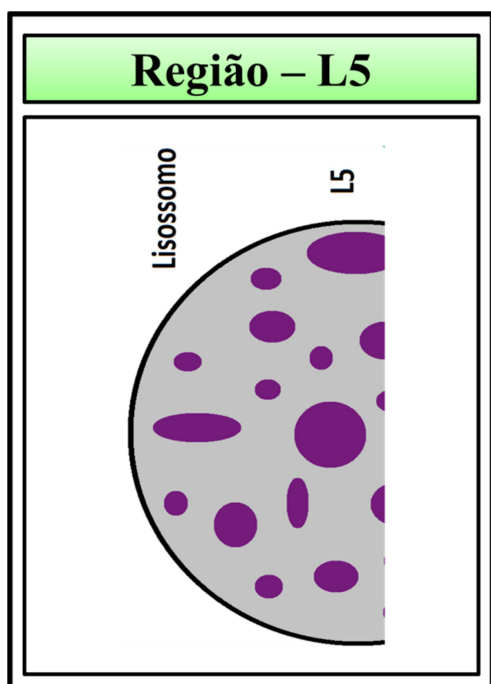
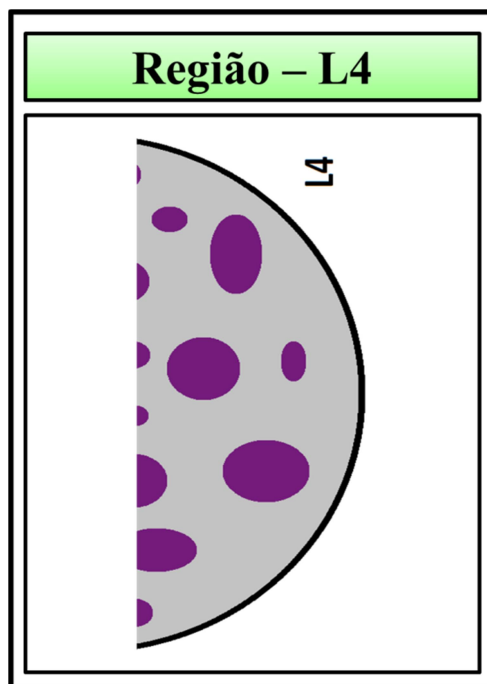
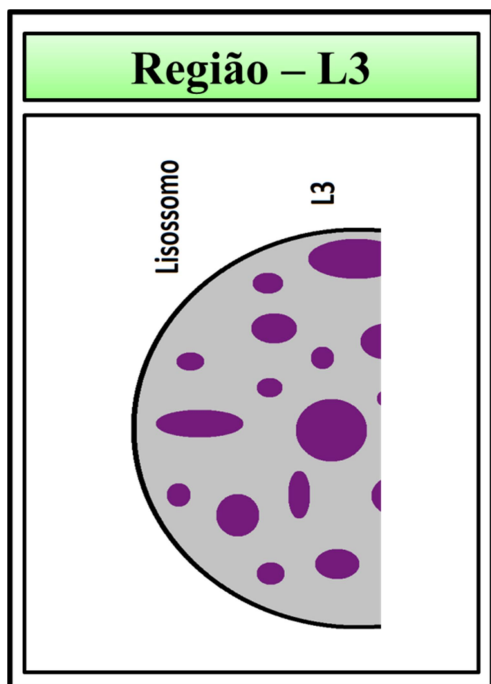
**Cromossomo 22
Normal**

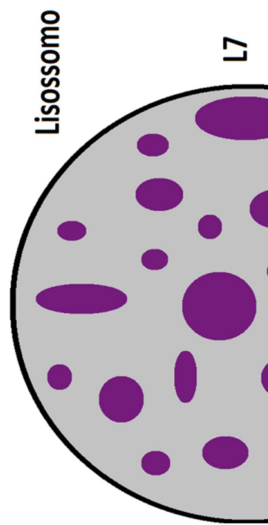
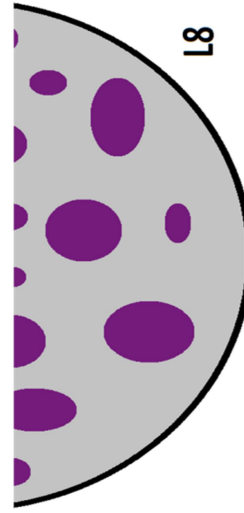
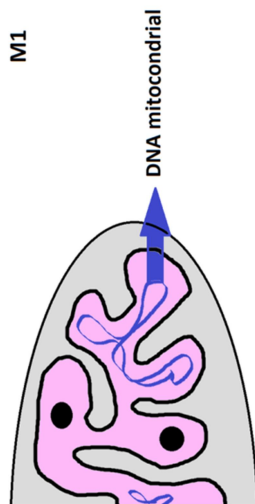
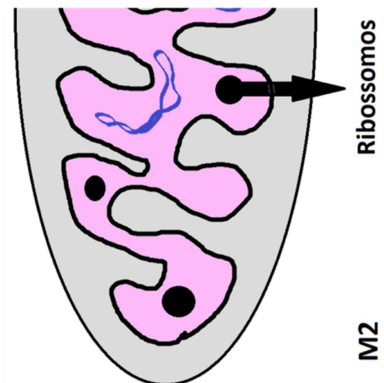


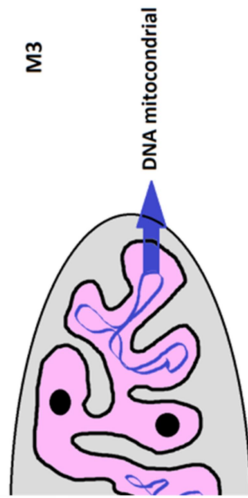
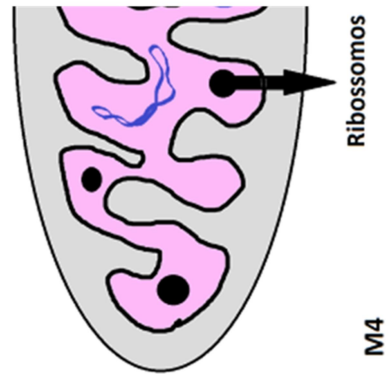
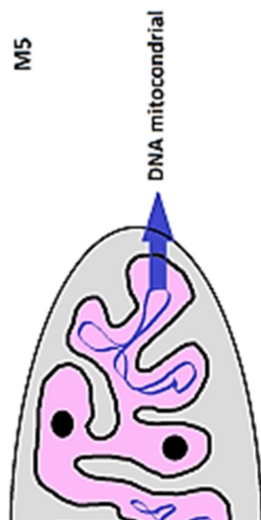
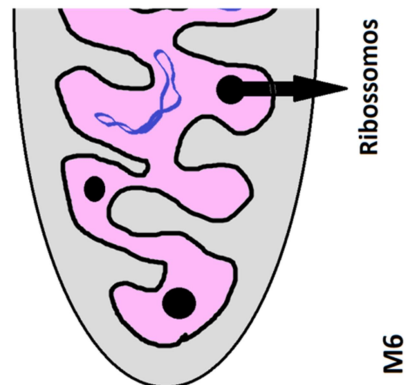
D27

Região – D28

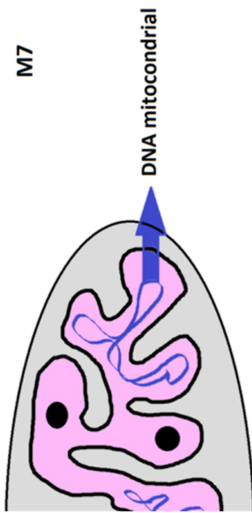
Região – D29**Região – D30****Região – L1****Região – L2**



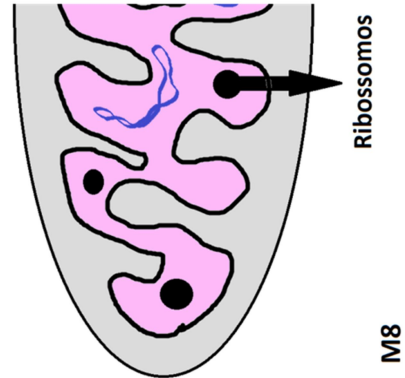
Região – L7**Região – L8****Região – M1****Região – M2**

Região – M3**Região – M4****Região – M5****Região – M6**

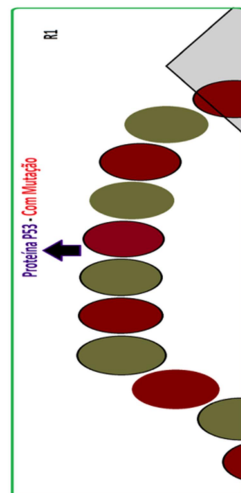
Região – M7



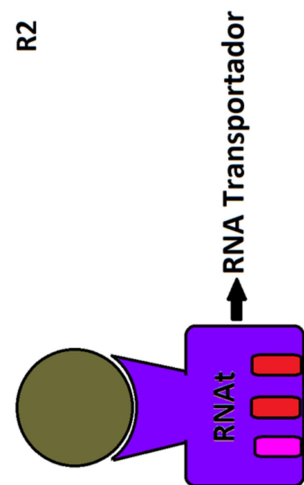
Região – M8



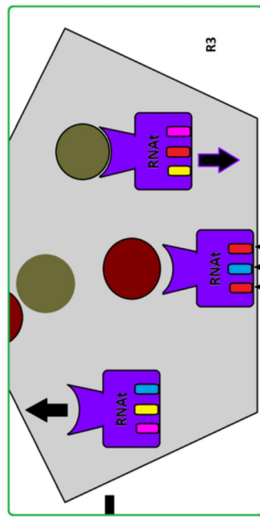
Região – R1



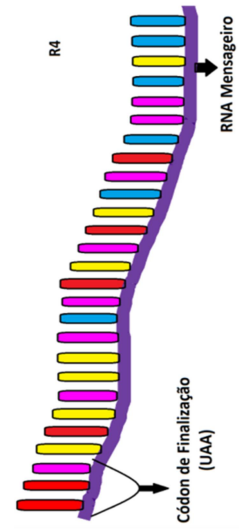
Região – R2



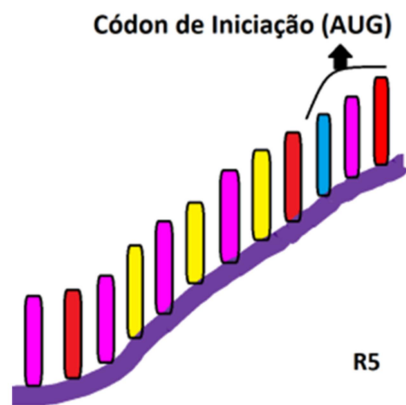
Região – R3



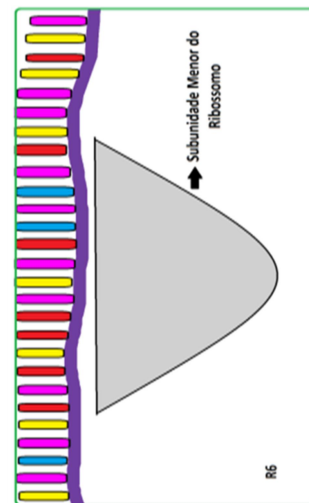
Região – R4



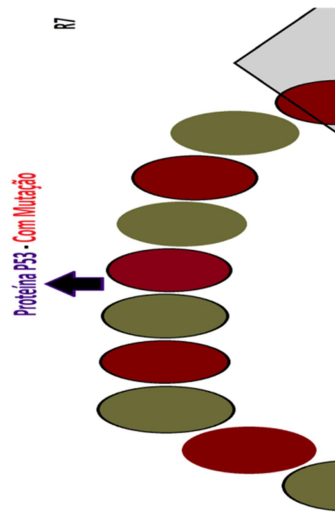
Região – R5



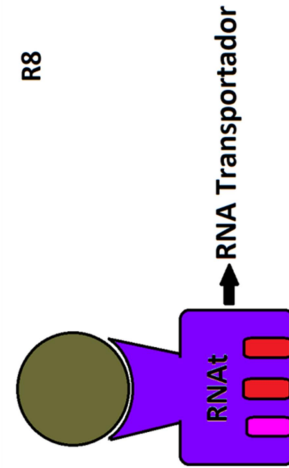
Região – R6



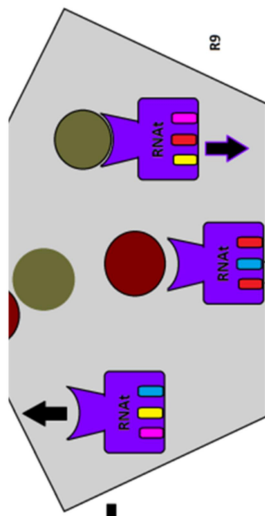
Região – R7



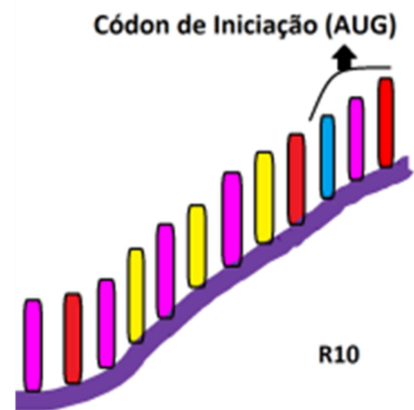
Região – R8



Região – R9



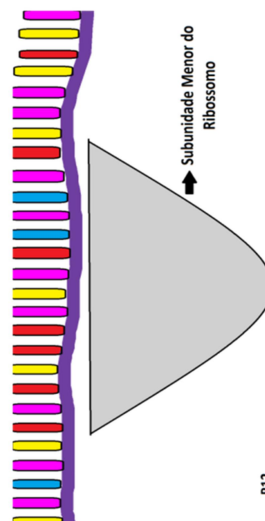
Região – R10



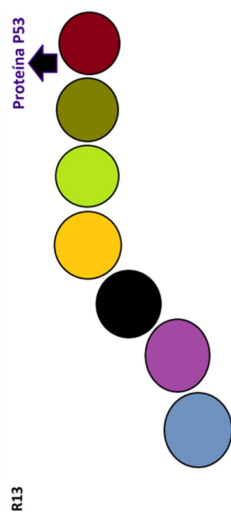
Região – R11



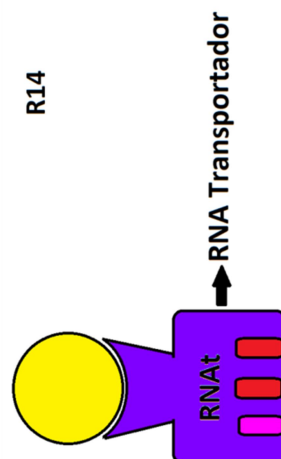
Região – R12

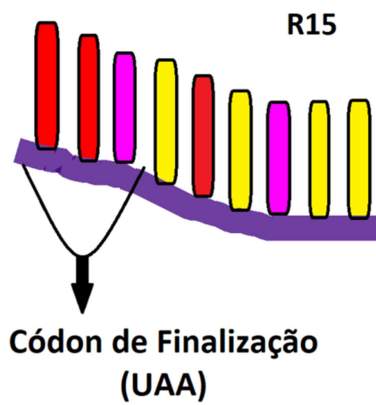
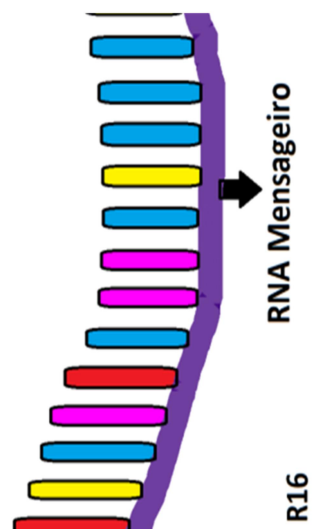
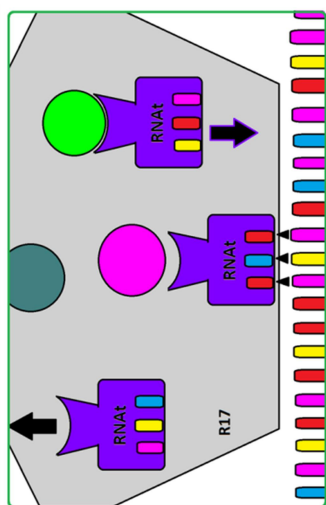
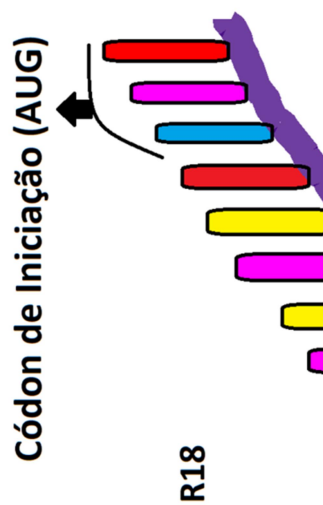


Região – R13

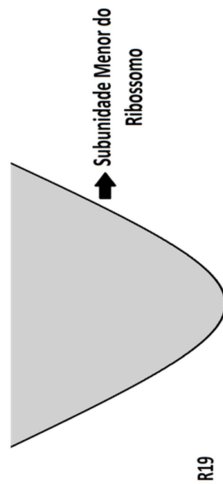


Região – R14



Região – R15**Região – R16****Região – R17****Região – R18**

Região – R19



Objetivo

Leucemia: o jogador deve conquistar os cromossomos 9 e 22 em sua totalidade e ainda conquistar um dos ribossomos que sintetiza a proteína P53 mutada.

Objetivo

Câncer de mama: o jogador deve conquistar o DNA que contém o gene BRCA1 em sua totalidade.

Objetivo

Câncer de próstata: o jogador deve conquistar o DNA que contém o gene BRCA1 em sua totalidade.

Objetivo

Câncer de colo do útero: o jogador deve conquistar totalmente o DNA onde está ocorrendo a duplicação do mesmo e conquistar a região onde se localiza o gene BRCA1.

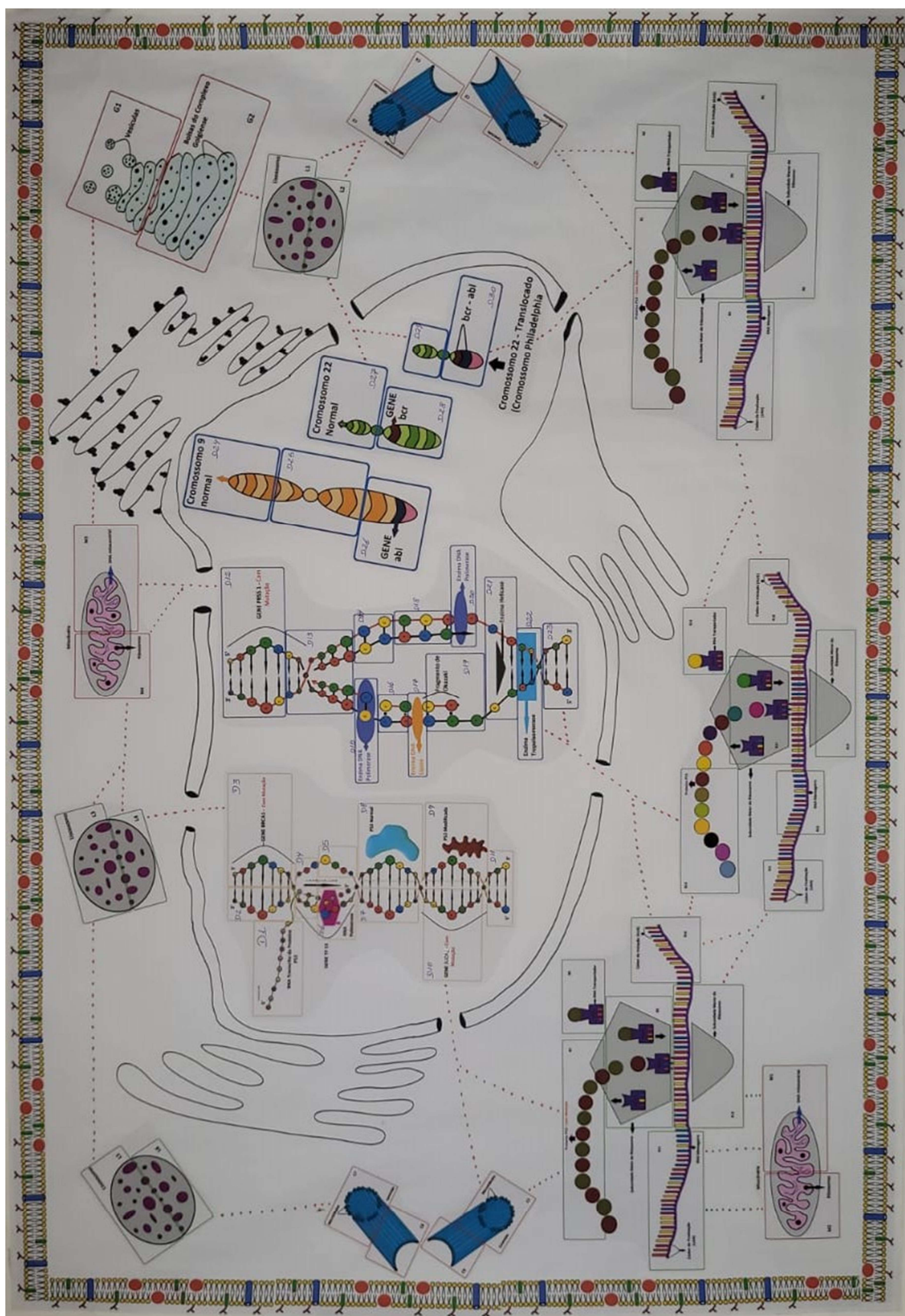
Objetivo

Câncer de pâncreas: o jogador deve conquistar as regiões do DNA onde se localizam os genes PRSS1 e KRAS, deve conquistar também um dos ribossomos que sintetiza a proteína P53 mutada.

Objetivo

Ribossomo: o jogador deve conquistar todas as regiões de dois ribossomos.

Tabuleiro Montado



ANEXO A: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PAIS OU RESPONSÁVEIS

Este convite faz referência ao projeto de pesquisa intitulado **Guerra Molecular: Proposta de jogo didático – pedagógico para o ensino de genética molecular abordando a oncogênese**, sob a responsabilidade dos pesquisadores Prof^o Renato dos Anjos Souza e Prof^o Dr. Renato Santos Rodarte.

Sua participação é muito importante, abaixo seguem informações referentes ao projeto:

1. Muitos estudantes apresentam dificuldade de entender conceitos relacionados a genética molecular e correlacioná-los com outros assuntos como, por exemplo, o câncer. Motivo que nos levar a pesquisar e estudar maneiras diferentes de ensinar esses assuntos.
2. Nesse estudo objetivamos desenvolver um jogo denominado “Guerra Molecular” com a participação dos alunos, como um instrumento didático-pedagógico nas aulas de biologia.
3. A coleta de dados será entre março e julho de 2021.
4. O estudo terá início em março de 2021 com a orientação sobre os temas que serão estudados e posterior pesquisa individual que os alunos farão em livros, revistas e na internet. Após esta etapa o estudante apresentará um seminário com as informações que coletou e em seguida, serão formados grupos que discutirão e planejarão um jogo de tabuleiro que contenha informações que eles pesquisaram. Durante as atividades do projeto serão feitos registros fotográficos e prints das conversas no grupo do WhatsApp ou em mensagens enviadas diretamente ao professor, esses registros são importantes como fonte de prova dos trabalhos realizados e para futuras análises dos pesquisadores envolvidos.
5. Os alunos serão acompanhados a todo momento pelo professor, na escola nas aulas de biologia e nas atividades assíncronas (em casa) pelo WhatsApp e Google sala de aula.
6. A produção do jogo enquanto objeto educacional será durante as aulas e, aos alunos que, por qualquer motivo, não participarem, será garantida outra atividade dentro da disciplina.
7. Como benefícios da pesquisa que envolve a participação dos estudantes em uma metodologia investigativa, está o seu desenvolvimento cognitivo e argumentativo. Possibilitando o aluno a compreender e correlacionar os fatores genéticos relacionados ao câncer. Além disso, a atividade será documentada possibilitando seu uso no futuro por outros pesquisadores. O jogo, fruto da pesquisa dos estudantes, ficará na biblioteca da escola e estará à disposição da comunidade escolar, servindo como material de apoio para outros professores e para os estudantes em geral.
8. A pesquisa busca utilizar critérios que protejam os estudantes de eventuais perigos, levando em consideração a segurança dos estudantes em primeiro lugar. Porém, no ambiente escolar não se amputam os riscos para os estudantes como cortar-se utilizando uma tesoura, levar um choque ao utilizar um computador durante a pesquisa bibliográfica, cair ao se deslocar na escola e apresentar uma crise alérgica caso possua alergia a algum elemento que entre em contato durante os trabalhos da pesquisa. Com relação aos riscos mentais, o estudante poderá ficar constrangido durante a apresentação dos seminários ou em expor suas ideias nos grupos de discussão da pesquisa (presencial ou remota – mensagens no grupo do WhatsApp). Há também o risco de vazamento das mensagens nos grupos de WhatsApp ou das fotografias feitas durante as apresentações dos seminários. Devido a esses riscos acima descritos, para

os estudantes, e a outras possibilidades de risco que venham a surgir, todos os trabalhos serão orientados e supervisionados pelo professor responsável pela pesquisa. Será de responsabilidade do professor levar o estudante ao hospital da cidade para os devidos procedimentos de socorro médico. O estudante que não sentir-se a vontade para apresentar o seminário para os demais colegas, poderá apresentar ao professor os resultados de seu trabalho em um outro momento, sem a presença dos colegas de turma. Os participantes da pesquisa terão o WhatsApp do professor e, caso não desejem compartilhar suas dúvidas ou questionamentos no grupo com todos os alunos, poderá enviar mensagem pelo mesmo aplicativo ao professor. Evitando algum possível constrangimento perante os demais estudantes. Para garantir aos estudantes o anonimato e a preservação de sua imagem, evitando o mau uso das fotográficas e dos prints do WhatsApp, todas as fotos e prints das conversas em que os estudantes estejam relacionados, receberão um tratamento computadorizado que impossibilite a sua identificação assim como seu número de telefone, serão inseridas tarjas pretas nas imagens das faces dos participantes da pesquisa e nos números de seus telefones.

9. Aceitando participar da pesquisa, você também autoriza o uso das imagens para fins de análise e pesquisa pelos pesquisadores.
10. Em hipótese alguma os alunos terão prejuízos de nota ou de conteúdo dentro da disciplina.
11. O estudante menor e você, pai ou responsável, serão informados (as) do resultado final do projeto e sempre que desejarem, estaremos a disposição para prestarmos esclarecimentos sobre cada uma das etapas do estudo.
12. A qualquer momento o estudante poderá se negar a continuar participando da pesquisa assim como, o pai ou responsável poderá retirar o estudante sem que haja qualquer penalidade.
13. Toda e qualquer informação adquirida, nesta pesquisa, sobre seu(ua) filho(a), não será divulgada, ficando apenas com a equipe da pesquisa, e que as divulgações das mencionadas informações serão restritas a pesquisadores da área após sua autorização.
14. O estudante não terá nenhuma despesa durante o projeto.
15. O senhor(a) receberá uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado por todos.
16. Você será indenizado (a) por qualquer dano que venha a sofrer com a sua participação na pesquisa (nexo causal).
17. Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante da pesquisa, você pode contatar Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP) da UFAL, pelo telefone: (82) 3214- 1041. O CEP trata-se de um grupo de indivíduos com conhecimento científicos que realizam a revisão ética inicial e continuada do estudo de pesquisa para mantê-lo seguro e proteger seus direitos. O CEP é responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. Este papel está baseado nas diretrizes éticas brasileiras (Res. CNS 466/12 e complementares).

Eu _____

responsável pelo menor _____ que foi convidado a participar da pesquisa, tendo compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a participação no mencionado estudo e estando consciente dos direitos, das responsabilidades, dos riscos e benefícios que a participação implica, concordo em autorizar a participação do menor e para isso eu DOU O MEU CONSENTIMENTO, SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO.

Instituição: Universidade Federal de Alagoas – UFAL.

AV. Lourival Mota, s/n. Bairro: Tabuleiro dos Martins. Maceió – AL.

CEP: 57.072 – 970.

Telefone:

Contrato de Urgência: Renato dos Anjos Souza.

Endereço: Rua jardim São Paulo, 979. Bairro: Magano.

Garanhuns – PE. CEP: 55.294 – 157

Telefone: (87) 9.9151 - 9909

Atenção: o comitê de Ética da UFAL analisou e aprovou este projeto de pesquisa. Para obter mais informações a respeito deste projeto de pesquisa, informar ocorrências irregulares ou danosas durante a sua participação no estudo, dirija-se ao:

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas:

Prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC), Térreo, Campus A. C. Simões, Cidade Universitária. Telefone: (82) 3214 – 1041. Horário de atendimento: 08:00 às 12:00 horas.

E-mail: comitedeeticaufal@gmail.com

Jupi, ____ de _____ de 2021.

Assinatura ou Impressão Datiloscópica do Responsável	Nome e Assinatura do Responsável pelo Estudo

ANEXO B: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA CRIANÇAS E ADOLESCENTES (MAIORES DE 6 ANOS E MENORES DE 18 ANOS)

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar do projeto de pesquisa: **Guerra Molecular: Proposta de jogo didático – pedagógico para o ensino de genética molecular abordando a oncogênese**. Seu responsável autorizou você a participar.

Gostaria de saber se você tem interesse em participar do desenvolvimento de um jogo de tabuleiro que divirta e ao mesmo tempo ensine sobre genética molecular e oncogênese. Esse jogo servirá para as aulas de biologia e ajudará outros estudantes a entender melhor sobre esses assuntos. Além do jogo, você ajudará na criação de um manual de uso do jogo. Durante o trabalho de pesquisa você fará investigações sobre os assuntos em questão e depois compartilhará suas descobertas com a turma.

Você não tem obrigação de participar e caso não tenha mais interesse, poderá desistir a qualquer momento sem nenhum problema.

O estudante não terá nenhuma despesa durante o projeto.

Como benefícios da pesquisa que envolve a participação dos estudantes em uma metodologia investigativa, está o seu desenvolvimento cognitivo e argumentativo. Possibilitando o aluno a compreender e correlacionar os fatores genéticos relacionados ao câncer. Além disso, a atividade será documentada possibilitando seu uso no futuro por outros pesquisadores. O jogo, fruto da pesquisa dos estudantes, ficará na biblioteca da escola e estará à disposição da comunidade escolar, servindo como material de apoio para outros professores e para os estudantes em geral.

As atividades ocorrerão na escola e em sua casa (atividade assíncrona) através de tarefas pelo Google sala de aula. Durante as atividades do projeto serão feitos registros fotográficos e prints das conversas no grupo do WhatsApp ou em mensagens enviadas diretamente ao professor, esses registros são importantes como fonte de prova dos trabalhos realizados e para futuras análises dos pesquisadores envolvidos.

A pesquisa busca utilizar critérios que protejam os estudantes de eventuais perigos, levando em consideração a segurança dos estudantes em primeiro lugar. Porém, no ambiente escolar não se amputam os riscos para os estudantes como cortar-se utilizando uma tesoura, levar um choque ao utilizar um computador durante a pesquisa bibliográfica, cair ao se deslocar na escola e apresentar uma crise alérgica caso possua alergia a algum elemento que entre em contato durante os trabalhos da pesquisa. Com relação aos riscos mentais, o estudante poderá ficar constrangido durante a apresentação dos seminários ou em expor suas ideias nos grupos de discussão da pesquisa (presencial ou remota – mensagens no grupo do WhatsApp). Há também o risco de vazamento das mensagens nos grupos de WhatsApp ou das fotografias feitas durante as apresentações dos seminários. Devido a esses riscos acima descritos, para os estudantes, e a outras possibilidades de risco que venham a surgir, todos os trabalhos serão orientados e supervisionados pelo professor responsável pela pesquisa. Será de responsabilidade do professor levar o estudante ao hospital da cidade para os devidos procedimentos de socorro médico. O estudante que não sentir-se a vontade para apresentar o seminário para os demais colegas, poderá apresentar ao professor os resultados de seu trabalho em um outro momento, sem a presença dos colegas de turma. Os participantes da

pesquisa terão o WhatsApp do professor e, caso não desejem compartilhar suas dúvidas ou questionamentos no grupo com todos os alunos, poderá enviar mensagem pelo mesmo aplicativo ao professor. Evitando algum possível constrangimento perante os demais estudantes. Para garantir aos estudantes o anonimato e a preservação de sua imagem, evitando o mau uso das fotográficas e dos prints do WhatsApp, todas as fotos e prints das conversas em que os estudantes estejam relacionados, receberão um tratamento computadorizado que impossibilite a sua identificação assim como seu número de telefone, serão inseridas tarjas pretas nas imagens das faces dos participantes da pesquisa e nos números de seus telefones.

Aceitando participar da pesquisa, você também autoriza o uso das imagens para fins de análise e pesquisa pelos pesquisadores.

Todas as informações relacionadas ao início da pesquisa serão passadas com antecedência. Acontecendo algo estarei à disposição no telefone (87) 9.9151 – 9909, Prof^o Renato dos Anjos Souza.

Ninguém saberá sobre suas informações na pesquisa, não será divulgado a estranhos, a exceção para pesquisadores da área. A publicação acontecerá sem a identificação do participante.

Tão somente a pesquisa seja concluída divulgaremos o resultado a todos os participantes.

Você será indenizado (a) por qualquer dano que venha a sofrer com a sua participação na pesquisa (nexo causal).

Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante da pesquisa, você pode contatar Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP) da UFAL, pelo telefone: (82) 3214-1041. O CEP trata-se de um grupo de indivíduos com conhecimento científicos que realizam a revisão ética inicial e continuada do estudo de pesquisa para mantê-lo seguro e proteger seus direitos. O CEP é responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. Este papel está baseado nas diretrizes éticas brasileiras (Res. CNS 466/12 e complementares).

Qualquer dúvida, que possa surgir, deixei registrado o meu contato para que você possa falar comigo.

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMADO

Eu _____ aceito participar da pesquisa **Guerra Molecular: Proposta de jogo didático – pedagógico para o ensino de genética molecular abordando a oncogênese.**

Entendi sobre o que de ruim pode ocorrer ao longo da pesquisa.

Entendi que meu sim, me autoriza a participar e que sou livre para desistir a qualquer momento.

Recebi uma cópia deste termo, li e concordei em participar da pesquisa.

Jupi, _____ de _____ de 2021.

Assinatura do menor

Assinatura do pesquisador

Instituição: Universidade Federal de Alagoas – UFAL.

AV. Lourival Mota, s/n. Bairro: Tabuleiro dos Martins. Maceió – AL.

CEP: 57.072 – 970.

Telefone:

Contrato de Urgência: Renato dos Anjos Souza.

Endereço: Rua jardim São Paulo, 979. Bairro: Magano.

Garanhuns – PE. CEP: 55.294 – 157

Telefone: (87) 9.9151 - 9909

Atenção: o comitê de Ética da UFAL analisou e aprovou este projeto de pesquisa. Para obter mais informações a respeito deste projeto de pesquisa, informar ocorrências irregulares ou danosas durante a sua participação no estudo, dirija-se ao:

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas:

Prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC), Térreo, Campus A. C. Simões, Cidade Universitária. Telefone: (82) 3214 – 1041. Horário de atendimento: 08:00 às 12:00 horas.

E-mail: comitedeeticaufal@gmail.com

Jupi, _____ de _____ de 2021.

Assinatura ou Impressão Datiloscópica do(a) Voluntário(a)	Nome e Assinatura do Responsável pelo Estudo

ANEXO C: QUESTIONÁRIO SEMIESTRUTURADO SOBRE GENÉTICA

EREM Sebastião Tiago de Oliveira – Jupi/PE.

Disciplina: Biologia.

Professor: Renato Souza.

Série/Turma: 2º ano A (); B (); C (); D (); E ().

Estudante: _____

Atividade de genética

Questão 1: (Enem) Nos dias de hoje, podemos dizer que praticamente todos os seres humanos já ouviram em algum momento falar sobre o DNA e seu papel na hereditariedade da maioria dos organismos. Porém, foi apenas em 1952, um ano antes da descrição do modelo do DNA em dupla hélice por Watson e Crick, que foi confirmado sem sombra de dúvidas que o DNA é material genético. No artigo em que Watson e Crick descreveram a molécula de DNA, eles sugeriram um modelo de como essa molécula deveria se replicar. Em 1958, Meselson e Stahl realizaram experimentos utilizando isótopos pesados de nitrogênio que foram incorporados às bases nitrogenadas para avaliar como se daria a replicação da molécula. A partir dos resultados, confirmaram o modelo sugerido por Watson e Crick, que tinha como premissa básica o rompimento das pontes de hidrogênio entre as bases nitrogenadas. GRIFFITHS, A. J. F. et al. Introdução à Genética. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

Considerando a estrutura da molécula de DNA e a posição das pontes de hidrogênio na mesma, os experimentos realizados por Meselson e Stahl a respeito da replicação dessa molécula levaram à conclusão de que:

- a) A replicação do DNA é conservativa, isto é, a fita dupla filha é recém-sintetizada e o filamento parental é conservado.
- b) A replicação de DNA é dispersiva, isto é, as fitas filhas contêm DNA recém-sintetizado e parentais em cada uma das fitas.
- c) A replicação é semiconservativa, isto é, as fitas filhas consistem de uma fita parental e um recém-sintetizada.
- d) A replicação do DNA é conservativa, isto é, as fitas filhas consistem de moléculas de DNA parental.

e) A replicação é semiconservativa, isto é, as fitas filhas consistem de uma fita molde e uma fita codificadora.

Questão 2: (ENEM) Define-se genoma como o conjunto de todo o material genético de uma espécie, que, na maioria dos casos, são as moléculas de DNA. Durante muito tempo, especulou-se sobre a possível relação entre o tamanho do genoma — medido pelo número de pares de bases (pb) —, o número de proteínas produzidas e a complexidade do organismo. As primeiras respostas começam a aparecer e já deixam claro que essa relação não existe. Internet: www.cbs.dtu.dk e <www.ncbi.nlm.nih.gov>.

De acordo com as informações acima,

- a) O conjunto de genes de um organismo define o seu DNA.
- b) A produção de proteínas não está vinculada à molécula de DNA.
- c) O tamanho do genoma não é diretamente proporcional ao número de proteínas produzidas pelo organismo.
- d) Quanto mais complexo o organismo, maior o tamanho de seu genoma.
- e) Genomas com mais de um bilhão de pares de bases são encontrados apenas nos seres vertebrados.

Questão 3: (UFN) "Nas diversas populações de uma espécie, os indivíduos apresentam diferentes combinações de alelos, que surgem por mutações ocorridas em sua história evolutiva". (Amabis & Martho, 2013, p.357).

Essa mutação é uma alteração no(a)_____ que pode resultar na síntese ou mudança de uma_____. Se uma mutação ocorre em uma célula_____, ela é herdável e pode ser transmitida de uma geração para outra.

Assinale a alternativa que completa, corretamente, as lacunas do texto.

- a) Gene - proteína – reprodutiva.
- b) Célula - enzima - reprodutiva.
- c) Cromossomo - proteína - somática.
- d) Gene - enzima - somática.
- e) Célula - proteína - reprodutiva.

Questão 4: (UPE) Diversas doenças que acometem os seres vivos são causadas por defeitos de origem genética. Por exemplo, o gene denominado CFTR é responsável pela fibrose cística, doença que degenera vários órgãos por acúmulo de muco denso. Sobre esse assunto, é CORRETO afirmar que um defeito na sequência de bases encontradas no DNA reflete-se na:

- a) Construção dos ácidos graxos presentes nos lipídios.
- b) Formação do RNAt transportador do aminoácido.
- c) Formação do DNAm mensageiro responsável pela tradução genética.
- d) Sequência de aminoácidos que formam a proteína.
- e) Construção dos monossacarídeos que formam um carboidrato.

Questão 5: (PUC-PR) Quase todos os tipos de células de um organismo podem gerar tumores. No organismo humano, existem mais de 200 tipos de células normais derivadas de uma única célula ovo ou zigoto. Da mesma forma, existem muitos tipos de células cancerosas produzindo vários tumores com diferentes graus de malignidade e de resposta a determinado tratamento.

Uma hipótese mais aceita para explicar o porquê determinadas células têm potencial de gerar tumores mais que às outras é:

- a) Menor capacidade de correção de mutações defeituosas associada a uma capacidade maior de divisão reducional.
- b) Maior possibilidade de mutações por falhas no processo de síntese da nova molécula de DNA e da reparação do DNA associado à incapacidade de realizar mitose.
- c) Grande potencial de divisão celular, associado a maior possibilidade de mutações e falhas no reparo do DNA defeituoso.
- d) Ausência da enzima telomerase que inibe a reconstituição dos telômeros possibilitando maior número de mutações no DNA.
- e) Número reduzido de microtúbulos provocando maior quantidade de mutações do DNA associado à presença da enzima telomerase.

Questão 6: (PUC-RS) Na síntese proteica, observam-se os seguintes eventos:

- I. O gene (segmento de DNA) é transcrito em RNA mensageiro;
- II. O RNA mensageiro combina-se com um complexo de ribossomo, RNAs transportadores e aminoácidos;
- III. A proteína é sintetizada.

Num experimento de laboratório hipotético, realizou-se uma síntese proteica utilizando-se: DNA de um gene humano, RNAs transportadores de ovelha e aminoácidos de coelho.

Ao final do experimento, obteve-se uma proteína:

- a) humana.
- b) de ovelha.
- c) de coelho.
- d) quimérica de homem e ovelha.
- e) híbrida de homem e coelho.

Questão 7: (Unifesp) Com relação à técnica de criação de organismos geneticamente modificados (transgênicos), o caderno Mais! do jornal Folha de S. Paulo (07.10.2001) afirmou:

“O que torna a técnica tão atrativa e produtora de ansiedade é que qualquer gene de qualquer espécie pode ser transferido para qualquer outra espécie”.

Essa afirmação:

- a) não é válida, se as espécies forem de filos diferentes.
- b) não é válida, se as espécies forem de classes diferentes.
- c) é válida, desde que as espécies sejam do mesmo reino.
- d) é válida, desde que as espécies sejam da mesma ordem.
- e) é válida para todas as espécies, independentemente de sua classificação.

Questão 8: As informações dos organismos são encontradas no seu DNA, a região desse DNA em que existem as informações para a síntese de uma proteína é denominada:

- a) genoma.
- b) cromossomo.
- c) cromátide.
- d) gene.
- e) centrômero.

Questão 9: (Enem – Com alterações) O formato das células de organismos pluricelulares é extremamente variado. Existem células discoides, como é o caso das hemácias, as que lembram uma estrela, como os neurônios, e ainda algumas alongadas, como as musculares. Analise as alternativas a seguir e assinale aquela que corresponde ao motivo que justifica a existência de várias células diferentes nos organismos pluricelulares.

- a) Em um mesmo organismo, a diferenciação dessas células ocorre por produzirem mutações específicas.
- b) Possuírem DNA mitocondrial diferentes.
- c) Apresentarem conjunto de genes distintos.
- d) Expressarem porções distintas do genoma.
- e) Terem um número distinto de cromossomos.

Questão 10: (UNICAMP) As mutações gênicas e as recombinações gênicas são os principais acontecimentos biológicos responsáveis pela variabilidade genética nas populações da maioria das espécies de seres vivos. As mutações gênicas responsáveis pela variabilidade genética são:

- a) Alterações do código de bases nitrogenadas provocadas apenas por radiação.
- b) Alterações causadas pela transformação de uma base nitrogenada em outra pois, sempre que isso ocorre, um aminoácido diferente vai fazer parte da proteína.
- c) Alterações de bases nitrogenadas que são transmitidas por reprodução aos seus descendentes.
- d) Alterações causadas principalmente por radiação, que afeta as pentoses ou as bases nitrogenadas da molécula de DNA.