

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

VICTOR RENDON HIDALGO

USO DE MODELOS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DE GENÉTICA BÁSICA

Rio Branco

2016

VICTOR RENDON HIDALGO

USO DE MODELOS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DE GENÉTICA BÁSICA

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Acre, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. ILMAR BERNARDO GRAEBNER

Rio Branco

2016

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

H632u Hidalgo, Victor Rendon, 1977 -
Uso de modelos didáticos para o ensino de genética básica / Victor Rendon Hidalgo. Rio Branco, 2016.
96 f.; Il., 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática. Rio Branco, 2016.

Incluem referências bibliográficas e apêndices.
Orientador: Prof. Dr. Ilmar Bernardo Graebner.

1. Ensino de biologia 2. Genética 3. Biologia – ensino e aprendizagem
I. Título.

CDD: 570.4

VICTOR RENDON HIDALGO

USO DE MODELOS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DE GENÉTICA BÁSICA

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Acre, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovado em: 14/03/2016

Banca Examinadora

Prof. Dr. Ilmar Bernardo Graebner
Universidade Federal do Acre
Orientador

Prof. Dr. Yuri Karaccas de Carvalho
Universidade Federal do Acre
Membro Interno

Prof. Dra. Margarida Lima Carvalho
Universidade Federal do Acre
Membro Externo

Rio Branco

2016

DEDICATÓRIA

Ao meu Pai

Era um final de tarde, ao fim do expediente do primeiro dia, do meu primeiro emprego. Voltava para casa feliz quando avistei na varanda a figura robusta do Sr. Carlos, seus olhos miúdos brilhavam e seus lábios esboçavam um leve sorriso à medida que me aproximava, apesar do sorriso e da pouca luz do ambiente pude notar certo ar de preocupação em seu semblante. Deu-me um abraço e disse meio desajeitadamente “*é isso aí filho... mas*” por alguns segundos nos olhamos antes dele concluir “*gostaria que não parasse de estudar*” sorriu, me abraçou novamente e me conduziu para dentro de casa. Se alguém perguntar quais as boas lembranças dos meus dezesseis anos, bem... eu só consigo lembrar esse final de tarde.

AGRADECIMENTO

A Deus, por absolutamente tudo;

A dona Esther, minha mãe, por compreender minha ausência e me incentivar;

A Madeleyne e Hugo, que na ausência dos meus pais, acreditaram no potencial de um adolescente teimoso e o conduziram como a um filho;

A Maíra, minha esposa, por estar ao meu lado e por colaborar ativamente com algumas etapas deste trabalho, por ser literalmente minha parceira;

Ao meu orientador, Ilmar, por aceitar o desafio deste trabalho e pelas intervenções pontuais e precisas durante todo o processo;

Aos professores do ensino médio que me abriram as suas salas de aula;

Aos professores do mestrado, cujos ensinamentos nortearam a proposta deste trabalho.

EPÍGRAFE

É isso aí filho... Mas gostaria que não parasse de estudar.

Sr. Carlos.

RESUMO

Esta pesquisa destaca alguns aspectos relacionados às possibilidades de práticas educativas no ensino de biologia, tendo como abordagem o conteúdo de Genética: Princípios básicos da hereditariedade e primeira lei de Mendel. Entre os vários recursos que possam ser utilizados para conseguir envolver os alunos e tornar a aprendizagem mais significativa, a elaboração de modelos didáticos, mais especificamente: avatar com características herdáveis, estruturas de dupla hélice do DNA, modelos para a síntese de proteínas e quadro de Punnett para cruzamentos genéticos, foram propostos para possibilitar, nos alunos, a construção de seus saberes agregando teoria e prática. Para tanto, os professores participantes da pesquisa frequentaram, previamente, uma série de oficinas a fim de adequar e consolidar o material didático usados em suas salas de aula. Esses professores foram observados em seu próprio núcleo de trabalho, desenvolvendo um papel ativo no processo teórico-prático da atividade planejada. Dessa forma, a metodologia desta pesquisa, também procurou promover no professor, a reflexão de suas práticas, passando pelas suas condições de trabalho e rotina no ambiente escolar. O uso dos modelos didáticos mostrou-se eficiente no aprendizado das noções básicas da hereditariedade e da primeira lei de Mendel. Diante dos resultados, acredita-se que alguns dos principais aspectos positivos da utilização desses modelos é que eles facilitem a realização de aulas práticas, sem a necessidade exclusiva de laboratórios. O desenvolvimento das aulas mostrou aos professores que foi importantíssima a etapa de planejamento, pois permitiu assegurar as devidas adaptações e/ou modificações e a pertinência da proposta antes de ir para a sala de aula. Nesse sentido, fica evidente que a viabilidade dos modelos aqui trabalhados fora assegurada não apenas no momento de sua concepção, mas principalmente, no momento do seu planejamento.

Palavras-chave: Modelização, avatar, hereditariedade, planejamento, expressão gênica.

ABSTRACT

This research highlights some aspects related to the possibilities of educational practices about teaching biology, with Genetics content approach: basic principles of heredity and Mendel's first law. Among the various resources that can be used to be able to engage students and make learning more meaningful, the elaboration of didactic models, more specifically: avatar with inheritable characteristics, the DNA double helix structures, templates for the synthesis of proteins and frame Punnett for genetic crosses, have been proposed to allow in students, building their knowledge adding theory and practice. To this end, the survey participants teachers attended previously, a series of workshops in order to adapt and consolidate the teaching materials used in their classrooms. These teachers were observed in their own core work, developing an active role in the theoretical and practical process of the planned activity. Thus, the methodology of this research also sought to promote the teacher, the reflection of their practices, through the working conditions and routine in the school environment. The use of didactic models proved to be efficient in learning the basics of heredity and Mendel's first law. From the results, it is believed that some of the key positive aspects of the use of such models is that they facilitate the realization of practical classes, without the need for exclusive laboratories. The development of the classes showed to the teachers that it was important the planning stage, it has ensured the necessary adaptations or modifications and the relevance of the proposal before going to the classroom. In that sense, it is clear that the viability of the models here worked out guaranteed not only in the moment of conception, but mainly at the time of planning.

Keywords: modeling, avatar, heredity, planning, gene expression.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Tabela 1 - Objetivos e conteúdos selecionados para o trabalho em sala de aula	28
Fig.1 - Capa para o caderno do aluno	30
Fig.2 - Peças para montagem do avatar feminino	30
Fig.3 - Peças para montagem do avatar masculino	30
Fig.4 - DNA de origami.....	31
Fig.5 - Fragmento de um duplo filamento de DNA	31
Fig.6 - Fragmento de um filamento de RNA mensageiro	32
Fig.7 - Moléculas de RNA transportador	32
Fig.8 - Moléculas de aminoácidos.....	32
Fig.9 - Quadro de Punnett com peças móveis	32
Fig.10 - Questão diagnóstica sobre o conhecimento de expressão gênica	33
Tabela 2 - Resultado do diagnóstico sobre o conhecimento da expressão gênica	34
Fig.11 - Montagem do avatar na capa do caderno do aluno.....	35
Fig.12 - Montagem do DNA de origami	37
Fig.13 - Cruzamento com o quadro de Punnett.....	39
Tabela 3 - Índice de acertos e erros nos conceitos básicos de genética.....	40
Tabela 4 - Índice de acertos e erros com a expressão gênica	40
Tabela 5 - Índice de acertos com a herança monogênica de acordo à complexidade das questões	41
Tabela 6 - Índice de acertos com a herança monogênica de acordo ao quantitativo das questões	42

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 O Ensino de Ciências na educação básica	10
1.2 A genética no ensino médio	16
1.3 Fundamentação teórica	21
1.3.1 O construtivismo de Vygotsky	21
1.3.2 A experimentação em biologia	23
1.3.3 A modelização	24
2. OBJETIVO	26
3. METODOLOGIA	27
3.1 Oficina 1 – Apresentação da proposta do projeto de pesquisa e definição de conceitos contemplados para a sala de aula	27
3.2 Oficina 2 – Apropriação do plano de aula	29
3.3 Oficina 3 – Os modelos didáticos	29
3.4 Oficina 4 – Construção do caderno do aluno	32
3.5 Oficina 5 – Apresentação do material didático	33
4. RESSULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 O diagnóstico	34
4.2 A montagem dos avatares	35
4.3 A montagem do DNA de origami	36
4.4 A expressão gênica	37
4.5 O quadro de Punnett e a herança monogênica	38
4.6 A avaliação	39
5. CONCLUSÃO / CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
6. PRODUTO EDUCACIONAL	43
7. REFERÊNCIAS	44
8. APÊNDICES	49
APÊNDICE A – Caderno do Aluno	49
APÊNDICE B – Sequência didática do professor	69
APÊNDICE C – Crachás para a expressão gênica	79
APÊNDICE D – Quadro de Punnett	96

1. INTRODUÇÃO

1.1 O Ensino de Ciências na educação básica

Nos anos 50, as políticas científicas e tecnológicas passaram por um intenso processo de institucionalização, no anseio de promover o crescimento e o progresso do país. Um aspecto marcante desse período foi a maneira mecanicista de analisar as interferências da ciência e da tecnologia sobre a sociedade, que deixava de considerar os interesses e hábitos de diferentes atores sociais em suas múltiplas relações, constituindo uma debilidade importante do pensamento dessa época. No final dessa década a atividade científica focalizava principalmente os interesses da comunidade internacional e estava alheia à realidade brasileira, caracterizando-se como uma ciência endogerada, mas exodirigida, o que certamente não atendia às necessidades do país (NASCIMENTO et al., 2010).

A partir dos anos 60, as propostas educativas para o Ensino de Ciências sofreram grande influência de projetos de renovação curricular desenvolvidos, principalmente, nos Estados Unidos. De acordo com Krasilchik (2000),

[...] os Estados Unidos, para vencer a batalha espacial, fizeram investimentos de recursos humanos e financeiros sem paralelo na história da educação, para produzir os hoje chamados projetos de 1ª geração do ensino de Física, Química, Biologia e Matemática para o ensino médio. A justificativa desse empreendimento baseava-se na ideia de que a formação de uma elite que garantisse a hegemonia norte-americana na conquista do espaço dependia, em boa parte, de uma escola em que os cursos das Ciências identificassem e incentivassem jovens talentos a seguir carreiras científicas.

Nesse mesmo período surge no Brasil um programa oficial para o Ensino de Ciências, estabelecido pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC), a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN nº 4024/61), que descentralizou as decisões curriculares que estavam sob a responsabilidade do MEC e ampliou bastante a participação das ciências no currículo escolar, que passaram a figurar desde o 1º ano do ensino fundamental. No ensino médio, houve também substancial aumento da carga horária de Física, Química e Biologia (KRASILCHIK, 2000).

A mais significativa busca por melhorias no Ensino de Ciências em âmbito nacional foi a iniciativa de um grupo de docentes da Universidade de São Paulo, sediados no Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), que se dedicou à elaboração de materiais didáticos e experimentais para professores e cidadãos interessados em assuntos científicos. O IBECC, também fez adaptações de projetos estrangeiros para as escolas brasileiras, entretanto, o pequeno impacto de suas propostas educativas deveu-se principalmente à resistência dos professores, que não receberam treinamento adequado, e ao descuido com algumas traduções. Um dos manuais, por exemplo, sugeria que os estudantes levassem “um

pouco de neve” para a sala de aula para a realização de determinadas atividades experimentais (CHASSOT apud NASCIMENTO et al., 2010).

Até a década de 70, segundo Araman e Batista (2005), o Ensino de Ciências acompanhou a tendência mundial da industrialização, na qual as propostas para o ensino calcavam-se na necessidade de acompanhar o desenvolvimento tecnológico da época. Com o advento da Escola Nova, o papel do professor oscilou entre transmissor do conhecimento e formador de cientistas técnicos. A grande preocupação do Ensino de Ciências nessa época passou a ser o de dar condições para que o aluno identificasse problemas a partir de observações sobre um fato, levantar suas hipóteses, testá-las, refutá-las e abandoná-las quando fosse o caso, trabalhando de forma a tirar conclusões autonomamente.

Assim, o ensino passou a ter como objetivos essenciais levar os estudantes à aquisição de conhecimentos científicos atualizados e representativos do desenvolvimento científico e tecnológico e vivenciar os processos de investigação científica. As atividades educativas tinham por finalidade motivá-los e auxiliá-los na compreensão de fatos e conceitos científicos, facilitando-lhes a apropriação dos produtos da ciência. Fundamentadas no pressuposto do aprender-fazendo, tais atividades deveriam ser desenvolvidas segundo uma racionalidade derivada da atividade científica e tinham a finalidade de contribuir com a formação de futuros cientistas (KRASILCHIK, 2000).

O projeto nacional do Governo Militar, da década de 70, preconizava modernizar e desenvolver o país num curto período de tempo. O Ensino de Ciências era considerado um importante componente na preparação de trabalhadores qualificados, conforme estabelecido na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN nº 5692/71). No entanto, ao mesmo tempo em que a legislação valorizava as disciplinas científicas, na prática elas foram bastante prejudicadas pela criação de disciplinas que pretendiam possibilitar aos estudantes o ingresso no mundo do trabalho. Prejudicou-se a formação básica sem que houvesse benefício para a profissionalização (NASCIMENTO et al., 2010).

Uma severa crise econômica marcou o final dos anos 70, e foram os diversos movimentos populares que passaram a exigir a redemocratização do país. Com a crise e a crescente industrialização, problemas ambientais, que antes eram presentes no primeiro mundo, começaram a fazer parte da realidade brasileira. Para o Ensino de Ciências, esse fato se refletiu com a inclusão de temas relativos à saúde e ao ambiente nos seus currículos (ARAMAN e BATISTA, 2005).

Como podemos verificar, o contexto social dessas décadas passou por uma série de mudanças e era papel da escola tentar acompanhá-las. Entretanto, segundo Ataíde e Silva (2011), a escola, neste período, vivia um momento fortemente impregnado por uma tendência tecnicista, amparada em uma filosofia de ensino tradicionalista, na qual o professor era o centro do processo de ensino-aprendizagem e o aluno um ser passivo, onde o seu papel, nessa história, era de servir de receptáculo das informações do mestre. O que despertou uma grande preocupação em relação ao ensino e à aprendizagem dos conteúdos científicos, bem como ao desenvolvimento de habilidades científicas pelos estudantes, visto que o país necessitava enfrentar a “guerra tecnológica” travada pelas grandes potências econômicas. Preconizava-se uma urgente reformulação do sistema educacional brasileiro, de modo a garantir que as escolas oferecessem conhecimentos básicos aos cidadãos e colaborassem com a formação de uma elite intelectual que pudesse enfrentar - com maior possibilidade de êxito - os desafios impostos pelo desenvolvimento (NASCIMENTO et al., 2010).

Nessa perspectiva contextual, a década de 80, foi marcada pela contestação do modelo tradicionalista de ensino-aprendizagem, abrindo espaço para o modelo construtivista, que surgiu como antagônico ao modelo tradicionalista e seria empregado na inovação e construção de várias metodologias influenciando significativamente o Ensino de Ciências (ATAIDE e SILVA, 2011).

Essa tendência pedagógica foi caracterizada como construtivista porque se orientava na interação "professor, estudante e conhecimento" resultando em novas aprendizagens docentes e discentes. O professor deveria atuar como “mediador da aprendizagem” e a prática educativa pautava-se a partir das ideias prévias dos estudantes. Muito embora o construtivismo no processo ensino-aprendizagem da ciência já estava em discussão desde o final dos anos 60, tendo como base a teoria de Jean Piaget (GUERRA, 2010).

Diante dessa nova compreensão mais profunda da ciência (alfabetização), vislumbrou-se o elemento fundamental de promoção da prosperidade de uma nação. A Alfabetização em Ciências constitui-se, portanto, numa providência para enfrentar a realidade da modernização. Na sociedade democrática esta meta vem normalmente acompanhada do argumento sobre a necessidade de resgate da cidadania. A questão da cidadania é considerada, cada vez mais, um espaço crucial na luta política e ideológica, imprescindível para a consolidação de uma efetiva transformação democrática. Nesta perspectiva, Alfabetização em Ciências não significa uma simples distribuição do conhecimento acumulado pela ciência (PIAN, 1992), mas de acordo com Bolívar (2015), a Alfabetização Científica promove a consciência do indivíduo como

parte integrante de um grupo, de tal forma que ele seja capaz de se integrar nos debates da sociedade, nas tomadas de decisões sociais e políticas que envolvam questões técnicas e científicas do desenvolvimento. Então, o papel do Ensino de Ciências deixou de ser o de preparar cientistas para formar cidadãos capazes de lidar com o dia a dia, sabendo interpretar e entender situações como a que ocorreu em 1987, em Goiânia, onde um aparelho de radioterapia encontrado no lixão foi vendido a um ferro velho, causando o acidente com césio-137, divulgado no mundo inteiro. O brilho azulado do pó de cloreto de césio chamou a atenção do dono do ferro velho, que o levou para casa, distribuiu o pó para parentes e amigos causando a morte de quatro pessoas no período de um mês, inclusive a de uma criança, além de contaminar 250 pessoas (BOLÍVAR, 2015).

A partir de meados dos anos 80 e durante a década de 90, o Ensino de Ciências passou a incorporar o discurso da formação do cidadão crítico, consciente e participativo uma vez que as propostas educativas enfatizavam a necessidade de levar os estudantes a desenvolverem o pensamento reflexivo e crítico; a questionarem as relações existentes entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente e a se apropriarem de conhecimentos de relevância científica, social e cultural (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1990).

Para Krasilchik (2000), um aspecto importante desse período foi a incorporação das ideias de Vygotsky na orientação dos processos educativos, principalmente em relação à construção do pensamento pelos sujeitos a partir de suas interações com o contexto sociocultural. Desse modo, no Ensino de Ciências seria pertinente possibilitar não apenas o contato dos estudantes com os materiais de ensino-aprendizagem, mas também com os esquemas conceituais apresentados pelo professor.

Assim, tornou-se explícita a necessidade de analisar a articulação existente entre Ciência, Tecnologia e Sociedade – CT&S, o que possibilitou o surgimento de um panorama muito mais complexo e de incertezas a respeito da produção científica e tecnológica, mas deixando evidente a falta de relação dessa produção com as necessidades da maioria da população brasileira. Considerando os problemas sociais e ambientais causados pelo progresso científico e tecnológico, se faz necessário abrir a ciência ao conhecimento público, desmistificar sua tradicional imagem essencialista e filantrópica, e questionar sua aplicação como atividade inevitável e benfeitora em última instância (VEIGA, 2002).

É nesse âmbito que Carvalho e Gil-Perez (1992), consideram que reside a importância do oferecimento de uma educação científica de qualidade para todos os cidadãos brasileiros. De modo a superar as estratégias de ensino baseadas essencialmente na apropriação dos

produtos da ciência, as atividades educativas preconizavam possibilitar aos estudantes a construção de conhecimentos científicos segundo os pressupostos educativos da abordagem construtivista do ensino e da aprendizagem. As atividades didáticas pressupunham que, com o auxílio do professor e a partir das hipóteses e conhecimentos anteriores, os estudantes poderiam construir conhecimentos sobre os fenômenos naturais e relacioná-los com suas próprias maneiras de interpretar o mundo.

O momento histórico aqui evidenciado toma a Ciência e a Tecnologia como conhecimentos produzidos pelos seres humanos que interferem no contexto de vida da humanidade, portanto todo cidadão tem o direito de receber esclarecimentos sobre como as novas tecnologias vão afetar a sua vida. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) de 1996, regulamentada em 1998 pelas Diretrizes do Conselho Nacional de Educação e pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, em termos da lei, direciona a que o aluno seja preparado para a vida, qualificado para a cidadania e capacitado para o aprendizado permanente. Assim, as sugestões e estratégias para abordagens de temas que podem ser privilegiadas no ensino médio deixam de ser, simplesmente, um elo preparatório para o ensino superior ou estritamente profissionalizante (BRASIL, 1996).

Mas a dinâmica do Ensino de Ciências, pela sua própria natureza, está longe de estagnar. O século XXI nos apresenta a Revolução do Conhecimento e com ela, uma infinidade de informações que é preciso saber processar. Assim, a era do Conhecimento exige habilidades específicas da ciência, afinal, dela depende a compreensão e o enfrentamento de questões relevantes da atualidade, entre elas novas doenças, desafios para resolução de mudanças climáticas e inclusive, novas ameaças mundiais com uso sofisticado de armas de destruição em massa. Mesmo a comunicação interpessoal e o lazer dependem do domínio científico relativo às novas tecnologias: computadores, aparelhos digitais, softwares, aplicativos, redes, comunidades virtuais etc. (WAISELFISZ, 2009).

Sem dúvida, estamos vivendo um contexto educacional sem precedentes, que nos levam a desenvolver, por consequente, novas características de ser, de fazer, de compreender e interagir na sociedade atual. Esse fenômeno vem impactando e demandando processos de ensino e aprendizagens pertinentes, da escola e do professor. Cujas práticas educacionais perpassem a dimensão social do educando tornando-o participativo e capaz de mobilizar seus conhecimentos científicos adquiridos de forma competente em situações cotidianas. Contudo, o indivíduo não se torna competente para agir em determinada situação do dia para a noite. Ocorre por meio de inúmeras experiências de aprendizagem em que ações vão sendo vividas,

refletidas e revividas. O desafio docente é justamente esse, desenvolver habilidades e competências no estudante para sua vida cidadã, que lhe permita ler e compreender o mundo atual, sobretudo, fazer uso social da leitura e da escrita de que se apropria ao longo da sua história de vida e sua formação escolar, nas várias áreas do conhecimento (FRAIHA-MARTINS e GONÇALVES, 2015).

Essa dimensão atual está presente nos Referenciais Curriculares do Estado do Acre, adotado em toda a rede estadual de ensino desde o ano de 2009, e requer do professor uma postura didática que assegure a compreensão dos conceitos fundamentais e desafie os estudantes a questionar, argumentar de forma fundamentada, perceber contradições, construir coletivamente conhecimentos e valorizá-los. Assim como nas demais áreas, o Ensino de Ciências é tratado nesse documento considerando-se a identidade do Ensino Médio (como finalização da educação básica) e sua atribuição de formar alunos preparados para dar continuidade aos estudos, se inserir no mundo do trabalho e participar plenamente da vida social (ACRE, 2009).

Nesse contexto, fica explícito, que as práticas pedagógicas devem desenvolver atividades de ensino-aprendizagem para possibilitar ao aluno uma visão significativa dos conteúdos estudados. Rompendo com o modelo de aula centrado no discurso do professor, na passividade do aluno e na simples observância de atividades realizadas a partir de receitas que “comprovam” alguns dos princípios teóricos abordados em aula (ACRE, 2009).

A realidade escolar do Estado do Acre evidencia, de fato, o esforço por parte do Estado em subsidiar suas escolas com instrumentos laboratoriais nas áreas de ciências da natureza, com o intuito de garantir materiais didáticos ao alcance do professor na perspectiva do novo referencial curricular. Entretanto, O acompanhamento técnico-pedagógico da Secretaria de Educação em suas escolas também revela que estes materiais não possuem o alcance suficiente para todos os conteúdos abordados, que possam ter ou ser-lhes atribuído caráter prático. Tomando como referencia a cidade de Rio Branco, todas as escolas de ensino médio possuem o espaço do Laboratório de Ciências, que atendem as disciplinas de biologia, química e física. Uns mais equipados que outros; alguns funcionais e muitos outros, que pelo desuso e falta de manutenção, viraram depósitos de diversos materiais que não os laboratoriais. E mesmo com o esforço do professor, em usar os laboratórios e seus equipamentos disponíveis na rotina de suas atividades, as suas propostas pedagógicas, para o tratamento dos conteúdos ainda são expositivo-demonstrativas. Isto porque esses materiais

são frágeis e no momento de seu uso é pouco manuseado pelo aluno, seja pelo zelo para com o material, seja pelo quantitativo de alunos por sala de aula.

Nesta perspectiva, esta pesquisa destaca alguns aspectos relacionados às possibilidades de práticas educativas no ensino de biologia, tendo como abordagem o conteúdo de Genética: Princípios básicos da hereditariedade, expressão gênica e Primeira lei de Mendel (herança monogênica). Entre os vários recursos que possam ser utilizados para conseguir envolver os alunos e tornar a aprendizagem mais significativa, a elaboração de modelos didáticos, mais especificamente: avatar com características herdáveis, estruturas de dupla hélice do DNA, modelos para a expressão gênica e quadro de Punnett para cruzamentos genéticos podem contribuir para o entendimento dos mecanismos da hereditariedade, e podem ser atividades didático-pedagógicas mais adequadas ao professor na organização dos conhecimentos relativos a esta temática de forma mais articulada, onde os alunos possam construir seus saberes agregando teoria e prática, possibilitando-lhes uma interpretação crítica do mundo em que vivem a partir do desenvolvimento de uma maneira científica de pensar e de agir sobre distintas situações e realidades.

1.2 A genética no ensino médio

O emprego da biotecnologia na vida cotidiana vem de tempos remotos, como por exemplo, na produção da *caisuma*, bebida indígena a base de mandioca em que microrganismos promovem sua fermentação. Historicamente a agricultura e a pecuária são as atividades humanas mais antigas a desenvolverem biotecnologia, na seleção de espécies de melhor cultivo/criação, o que chamamos “melhoramento genético” e, atualmente, além da seleção por meio de cruzamentos, o ser humano consegue modificar as características de um indivíduo alterando diretamente seus genes.

Tecnologicamente, nos últimos séculos sucederam grandes avanços nas pesquisas em genética. Desde a publicação dos resultados dos experimentos de Mendel, passando pela clonagem da ovelha Dolly, o Projeto Genoma até os tratamentos promissores com células-tronco. Notadamente houve o esforço de cientistas de diversas áreas do conhecimento para o grande conhecimento que se obteve sobre as características da molécula de DNA e os mecanismos que levam à transmissão das informações genéticas contidas nela.

Conforme Moreno (2007), as pesquisas na área da genética tiveram seu início no século XIX, mostram-se recentes quando comparadas a outras áreas de pesquisa em ciências biológicas. No ano de 1865, o monge Johan Gregor Mendel daria um grande passo para

responder a indagação que há tantos anos incomodava os cientistas: como ocorria a transmissão das características parentais entre os seus descendentes?

Em 1869, quando ainda não havia antibióticos e as infecções hospitalares eram muito comuns, o suíço Friedrich Miescher, que era médico, fisiólogo e químico orgânico, ao trabalhar com células purulentas, extraiu uma substância que hoje conhecemos como sendo o DNA, e chamou-a de nucleína. A síntese desse seu trabalho com DNA foi publicada em 1871. Contudo, Miescher, nunca considerou a nucleína como uma partícula portadora de informação genética, e seu trabalho foi pouco relevante no meio científico da época, que via as proteínas como as únicas moléculas com a complexidade estrutural necessária ao material genético (SCHEID et al., 2005).

O fim do século XIX e início do século XX foram marcados pela tentativa de se descobrir quais partículas seriam responsáveis pela transmissão das características hereditárias. De acordo com Scheid et al. (2005) nesse período, Albrecht Kossel comprova a existência das bases nitrogenadas citosina, guanina, adenina e timina na nucleína e sua natureza ácida, dando-lhe o nome de ácido nucléico. Porém, mesmo com esses resultados, o DNA ainda era visto como uma molécula relativamente simples.

Em 1882, Walter Fleming, analisando o núcleo de células, descobriu corpos com formato de bastão, aos quais chamou de cromossomos. No início do século XX, Walter Sutton e Theodor Boveri sugeriram que as partículas da hereditariedade estariam dentro dos cromossomos descobertos por Fleming. O caminho para a resposta do enigma das partículas da hereditariedade passaria a ser mais fortemente delineado, e o século XX traria as respostas tão esperadas pela comunidade científica (MORENO, 2007).

Em 1905, o naturalista inglês William Bateson deixou importantes contribuições para a genética clássica. Ele introduziu o trabalho de Mendel (1865) aos povos de língua inglesa e batizou a nova ciência que começava a se desenvolver de “genética” partindo de uma palavra grega que significa “gerar”. Além de cunhar os termos “homozigoto” e “heterozigoto”, desenvolveu o programa de Pesquisa Mendeliano onde experimentou por mais de duas décadas se os princípios mendelianos se aplicavam ao maior número possível de organismos (MARTINS, 2012).

O termo “fenótipo”, segundo Justina (2010), foi publicado pela primeira vez em 1909 por Wilhelm Johannsen, é derivado da palavra grega *phainen* (mostrar ou aparecer) e *typos* (tipo). Este mesmo pesquisador propôs o termo “gene” da palavra grega *genos* (referente a raças) para descrever as unidades mendelianas da hereditariedade. Porém, o mais complicado

dos termos criados por Johannsen foi o de “genótipo”, como contrapartida para a palavra fenótipo, que seria definido, de formas diferentes, em publicações subsequentes até 1926. A partir desta etapa, as pesquisas já mostravam que para ser descoberta a molécula da hereditariedade era só uma questão de inter-relacionar os conhecimentos já obtidos. Porém, mesmo com todos esses avanços, ainda era difícil de admitir o DNA como a molécula da hereditariedade, pois o senso comum destacava as proteínas como responsáveis por este mecanismo.

Somente em 1928 esta hipótese seria efetivamente contestada, a partir dos resultados de experiências realizadas pelo inglês Frederick Griffith com bactérias da espécie *Streptococcus pneumoniae*, visando desenvolver uma vacina específica contra esta bactéria, que causava pneumonia em mamíferos. Em seu experimento, Griffith inoculou cocos virulentos mortos por aquecimento em um grupo de ratos, cocos não virulentos em outro grupo, e ainda uma mistura de cocos virulentos mortos por aquecimento e avirulentos vivos em um terceiro grupo. Os dois primeiros grupos não foram afetados pelas inoculações, porém o terceiro grupo de ratos adquiriu a doença. A conclusão a que Griffith chegou seria a de que células avirulentas adquiriram das células virulentas mortas, por aquecimento, a capacidade de sintetizarem a cápsula de polissacarídeo, transformando-se em virulentas. Este fenômeno foi chamado de “transformação” e forneceu uma evidência de que o material genético era uma substância química, embora não revelasse ainda a sua natureza (MORENO, 2007).

A primeira evidência direta de que o DNA é o possuidor da informação genética de um ser vivo, apareceu em 1943 através de experimento com bactérias pneumococos realizado por Oswald T. Avery, Coli MacLeod e Maclyn McCarty, no Instituto Rockefeller. Avery e seus colegas concluíram que o DNA destas bactérias transportava a mensagem genética herdável da virulência e que esta se tornava permanentemente incorporada no DNA das células não virulentas receptoras. A partir destes importantes experimentos iniciais e de muitas outras linhas de evidência desenvolvidas desde então, está hoje completamente estabelecido que o DNA é o material cromossômico possuidor da informação genética das células vivas (LEHNINGER, 1984).

Góes (2003), ainda enfatiza que o próximo passo, agora, era descobrir a estrutura da molécula de DNA, para se entender o mecanismo de transmissão da informação genética. Onze anos depois, em 1953, Watson, Crick e Wilkins propuseram um **modelo** em dupla hélice, após analisar imagens de difração da molécula por raios X realizados em pesquisas de Rosalind Franklin. Watson, Crick e Wilkins foram agraciados com o Prêmio Nobel de

Medicina e Fisiologia em 1962, pelo grande feito científico. Todo este conhecimento sobre a notável molécula da hereditariedade abriria as portas para a possibilidade de manipulação de sua informação genética, marcando o início dos trabalhos em biotecnologia.

Assim os avanços nas pesquisas em Genética a tornaram uma ciência de interesse social com grande influência no nosso dia a dia e sua abordagem tem sido apontado como uma necessidade na formação de jovens conscientes e capazes de tomar decisões em relação à sua própria vida, contribuindo também para a compreensão das diferenças individuais. A aprendizagem da Genética é complexa, pois envolve uma rede de conceitos que o estudante precisa consolidar para construir significativamente seus conhecimentos. Um conceito mal concebido pode ser fator decisivo para o não sucesso do aprendiz na tarefa de resolver um problema. Para tanto, é necessário que o professor assuma o papel de identificar fragilidades na construção de conceitos no ensino de Genética, partindo das suas ideias prévias, bem como proporcionar estratégias e situações de aprendizagem que contemplem a construção do conhecimento biológico (BARNI, 2010).

Justina et al. (2008) aponta que, uma das maiores dificuldades na compreensão desses conceitos está no fato dos estudantes apresentarem um entendimento limitado acerca de estruturas básicas, como por exemplo, sobre o que é um gene e onde está localizado. A genética se caracteriza por ser uma ciência composta por muitos termos abstratos e de difícil terminologia. Compreender como estes termos: DNA, cromossomos, genes, genoma, etc. se inter-relacionam é fundamental para o entendimento dos fenômenos biológicos em que participam, e a sua não compreensão de suas conexões leva a sérias dificuldades na aprendizagem de genética como um todo. Outro problema apontado por Freitas e Silva (2005), se relaciona às aulas descontextualizadas, afastadas da realidade dos alunos, que não estimulam a participação e o envolvimento dos mesmos, levando ao desinteresse pela genética. Com isso, os alunos tendem a construir uma visão distante da genética, afastando-a da realidade em que vivem.

Durante os acompanhamentos pedagógicos feitos nas escolas públicas de ensino médio do Acre, pelas equipes técnicas de ensino da Secretaria de Estado de Educação e Esporte – SEE pode-se perceber que muitas vezes, o ensino de genética é desinteressante e se baseia na lógica da transmissão de informações pelo professor, mediado, na maioria das vezes, pelo livro didático, gerando uma relação de dependência tanto por parte do professor, como também dos estudantes. Percebeu-se também que este mesmo livro didático é usado como justificativa para um conflito gerado entre os professores de biologia.

Segundo o referencial curricular da SEE, genética é um conteúdo pertinente à 1ª série do ensino médio e não coincide com a distribuição do livro didático adotado pelas escolas cujo conteúdo de genética está no volume 3 que, por sua vez, é distribuído aos alunos da 3ª série. Outro agravante é que a genética, hierarquicamente, é o último conteúdo a ser tratado pelo professor na 1ª série, e sem a devida distribuição antecipada da carga horária entre os conteúdos da série, a genética fica comprometida pelas poucas horas que lhe são dedicadas no momento de sua abordagem. Existe ainda uma parcela de professores que julga os alunos da 1ª série como “imaturos” para lidarem com a complexidade dos conceitos em genética e transferem esse conteúdo para a 3ª série.

Nesse sentido, é necessário reorientar o ensino de genética promovendo novas abordagens metodológicas e tornando possível a aprendizagem significativa de seus conceitos. Sendo assim, além de utilizar a estratégia mais adequada para o tratamento da genética, é importante que o professor incorpore em seu planejamento os recursos didáticos que serão usados e o tempo que irá dedicar a cada tema e/ou conteúdo, e de acordo com Melo e Carmo (2009) a utilização de ferramentas para tornar o processo de aprendizagem dinâmico pode contribuir para o melhor aprendizado dos estudantes, tanto quando se proporciona o maior envolvimento dos alunos quanto na reestruturação da prática em fuga ao tradicionalismo, este muitas vezes exacerbado, que pode contribuir negativamente no aprendizado dos alunos.

O ensino de genética neste nível representa uma oportunidade para se trabalhar visando à formação proposta pela LDB. É necessário que os alunos saibam que exercendo a cidadania, como por exemplo, através de votos, de referendos, de participações em organizações e até mesmo manifestações populares, estes devem decidir sobre o uso de tecnologias, que possam afetar diretamente suas vidas e, assim, se tornem participantes efetivos das decisões da sociedade em que vivem. É nesta etapa, que conceitos como genoma, transmissão de caracteres hereditários, clonagem, transgênicos, terapia com células-tronco, entre outros, são trabalhados de forma mais aprofundada dentro da genética. Assuntos relacionados à biotecnologia são, por natureza, carregados de temas geradores de discussões sobre os princípios éticos do uso destas tecnologias e suas consequências para o futuro da espécie humana e da natureza (MORENO, 2007).

Considerando o contexto escolar e suas estruturas, qual seria a melhor estratégia metodológica para o ensino de genética? Em que os alunos possam superar o estado passivo e tornarem-se ativos no processo de ensino-aprendizagem.

Seria a *modelização* o processo didático-pedagógico capaz de contribuir para esta superação? Ou seja, *Seria o uso de modelos biológicos uma prática que promova um ensino mais efetivo sobre a transmissão das características hereditárias?*

1.3 Fundamentação teórica

1.3.1 O construtivismo de Vygotsky

Vygotsky foi o primeiro psicólogo moderno a sugerir os mecanismos pelos quais a cultura torna-se parte da natureza de cada pessoa ao afirmar que as funções psicológicas são um produto de atividade cerebral. Conseguiu explicar a transformação dos processos psicológicos elementares em processos complexos dentro da história humana e de como se desenvolvem durante a vida de um indivíduo, assim, deu fortes contribuições sobre a natureza das relações entre o uso de instrumentos e o desenvolvimento da linguagem, por exemplo.

Para Vygotsky era inconcebível de que a experiência social de uma criança se resumisse a processos de imitação do uso ou manipulação de instrumentos por um adulto, e assegurar de que ela estaria dominando o verdadeiro princípio envolvido numa atividade particular. O auge do desenvolvimento intelectual da criança, que dão origens às formas humanas de sua inteligência, ocorre quando a fala e sua atividade prática convergem. Dessa forma, Vygotsky (1991), considera que,

A relação entre fala e ação é dinâmica no decorrer do desenvolvimento das crianças [...] A mudança crucial ocorre da seguinte maneira: num primeiro estágio, a fala acompanha as ações da criança e reflete as vicissitudes do processo de solução do problema de uma forma dispersa e caótica. Num estágio posterior, a fala desloca-se cada vez mais em direção ao início desse processo, de modo a, com o tempo, preceder a ação. Ela funciona, então, como um auxiliar de um plano já concebido, mas não realizado, ainda, a nível comportamental. Uma analogia interessante pode ser encontrada na fala das crianças enquanto desenham.

Mais tarde, a percepção verbalizada da criança adquire uma função sintetizadora, a qual, por sua vez, é instrumental para se atingirem formas mais complexas da percepção cognitiva. E sua percepção é apenas parte de um sistema dinâmico de comportamento dado pela interação do sujeito com o meio. Assim, considera-se o sujeito como um ser interativo, pois este adquire conhecimentos a partir de relações intra e interpessoais e de troca com o meio, a partir de um processo denominado *mediação* (RABELLO e PASSOS, 2011).

Vygotsky considera que a relação entre o desenvolvimento e a aprendizagem está atrelada ao fato de o ser humano viver em meio social, sendo este a alavanca para estes dois processos. Isso quer dizer que os processos caminham juntos, ainda que não em paralelo. Ou seja, para Vygotsky, não é suficiente ter todo o aparato biológico da espécie para realizar uma

tarafa se o indivíduo não participa de ambientes e práticas específicas que propiciem esta aprendizagem. Não podemos admitir que a criança irá se desenvolver com o tempo, pois esta não tem, por si só, instrumentos para percorrer sozinha o caminho do desenvolvimento, que dependerá das suas aprendizagens mediante as experiências a que foi exposta (RABELLO e PASSOS, 2011).

Essa interação e sua relação com a imbricação entre os processos de ensino e aprendizagem podem ser melhor compreendidos quando nos remetemos ao conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal. O ponto de partida é o fato de que o aprendizado das crianças começa muito antes delas frequentarem a escola, qualquer situação de aprendizado com a qual a criança se defronta na escola tem sempre uma história prévia. Para Vygotsky (1991),

[...] um fato empiricamente estabelecido e bem conhecido é que o aprendizado deve ser combinado de alguma maneira com o nível de desenvolvimento da criança. Entretanto, se o que queremos é descobrir as relações reais entre o processo de desenvolvimento e a capacidade de aprendizado, temos que determinar pelo menos dois níveis de desenvolvimento. O primeiro nível pode ser chamado de nível de desenvolvimento real, isto é, o nível de desenvolvimento das funções mentais da criança que se estabeleceram como resultado de certos ciclos de desenvolvimento já completados. Num segundo nível, a Zona de Desenvolvimento Proximal é a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes.

É justamente nesta zona de desenvolvimento proximal que a aprendizagem vai ocorrer, pois fazem com que a criança se desenvolva ainda mais, isto é, o desenvolvimento com aprendizagem na ZDP leva a mais desenvolvimento, tais processos são indissociáveis. Nesse sentido, a função do professor, por exemplo, seria, a de favorecer esta aprendizagem, servindo de mediador entre a criança e o mundo. É assim que as crianças, possuindo *habilidades parciais*, as desenvolvem com a ajuda de parceiros mais habilitados (mediadores) até que tais habilidades passem de *parciais* a *totais* (RABELLO e PASSOS, 2011).

Portanto, é necessário que o professor tenha clareza sobre a força da mediação na aprendizagem e, por conseguinte, no desenvolvimento esperado dos alunos. Uma vez que a ação pedagógica interfere diretamente na formação dos processos superiores, principalmente quando empreendida com propósitos conscientes em seu planejamento. Daí a necessidade de que o professor fique atento à linguagem, aos conteúdos que permeiam as relações em sala de aula, bem como às atividades propostas. É da qualidade da mediação entre professor/conhecimento/aluno que depende, em boa medida, a qualidade das capacidades que se formam neste último (SGUAREZI e PALANGANA, 2014).

Na perspectiva Vygotskiana, a ajuda do professor, como mediador do processo ensino-aprendizagem, desempenha um papel importantíssimo na construção do conhecimento pelo aluno. A esse encontro, o uso de modelos pedagógicos pretende ser um facilitador na construção de conceitos científicos, mais especificamente sobre a genética, permitindo aproximar os modelos científicos do contexto escolar para que o aluno possa atribuir significância aos conteúdos que lhe são apresentados.

1.3.2 A experimentação em biologia

Vivemos numa sociedade moderna e exigente que detém o poder de oportunizar às pessoas um amplo leque de informações, através dos mais variados meios. Nesse contexto, segundo Lins et al. (2014) a escola e educadores devem adotar estratégias e didáticas de ensino diversificadas, para que se possa proporcionar um ensino de qualidade através de uma aprendizagem crítica, dinâmica e integradora, sendo a prática experimental uma maneira de vislumbrar um ensino de ciências mais significativo e estimulante para os educandos de uma forma geral.

O ensino de biologia através da experimentação, segundo Diniz (1992), propicia aos estudantes mecanismos de ensino concretos, sendo fundamentais para a formação de significados e, conseqüentemente, elementos para o exercício da cidadania na medida em que possibilitam a aprendizagem e a participação crítica e criativa.

Nos anos 90, a discussão sobre a experimentação no ensino de ciências vivenciou diferentes momentos. Volta-se a estabelecer importância à atividade experimental, cujo espaço vinha sendo dividido com outros enfoques metodológicos, pois, à medida que as escolas não se aparelhavam para a execução de atividades experimentais e também os professores se sentiam despreparados para desenvolvê-las, tais atividades iam sendo deixadas de lado. Na atualidade, a experimentação é direcionada de forma diferente. Os procedimentos puramente quantitativos saem de foco para dar ênfase aos diferentes aspectos presentes e possíveis de serem observados no fenômeno em estudo, buscando-se relacionar as experiências e conhecimentos prévios dos alunos com as observações realizadas nos experimentos didáticos (OLIVEIRA et al., 2010).

É consensual entre os professores a importância da experimentação no processo ensino-aprendizagem. Eles também acreditam ser ela uma forma de motivar e estimular os alunos a assistirem as aulas, como também ser uma maneira mais fácil e prática deles

relacionarem os conceitos vistos em sala de aula com as situações do seu dia a dia (LIMA, 2004).

No modelo construtivista, a experimentação, valoriza a investigação científica e as atividades experimentais como elemento didático metodológico. O objetivo maior da atividade de experimentação é, sem dúvida, possibilitar a construção de estruturas mentais pela progressiva estruturação das noções de tempo, espaço e causalidade (AMARAL e PEREIRA, 2005).

No entanto, como apontam Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010) geralmente as atividades de laboratório são orientadas por roteiros pré-determinados, sendo que para a realização dos experimentos os alunos devem seguir uma sequência linear, passo a passo, na qual o docente ou o texto/roteiro determinam o que e como fazer. A maioria dos alunos tem dificuldades para utilizar o conteúdo trabalhado, nessas aulas experimentais, em situações extraídas do cotidiano porque as realizam em um contexto não significativo.

Além disso, segundo Lima, Siqueira e Costa (2013) as dificuldades comumente mencionadas pelos professores para a realização de aulas práticas costumam ser, a insuficiência de tempo para a preparação do material a ser utilizado durante a atividade, a ausência de segurança em manter os alunos organizados, limitação de conhecimento para organizar experiências, além da inexistência de equipamentos e instalações adequadas para o desenvolvimento da aula.

Diante do exposto, é preciso ressaltar que a experimentação é uma prática que não se limita ao ambiente laboratorial, podendo ser realizada com materiais acessíveis e de baixo custo. Além da experimentação, outra proposta metodológica no mesmo sentido procedimental e atitudinal que pode auxiliar o ensino de ciências é a utilização de Modelos Didáticos, o qual é apresentado como uma ferramenta inovadora que atrelada ao ensino de ciências, auxilia o professor a estabelecer vínculo entre o modelo mental do aluno e o modelo científico (SANTIAGO et al., 2015).

1.3.3 A modelização

Segundo Costa et al. (2013), modelos são as principais ferramentas usadas pelos cientistas para produzir conhecimento e um dos principais produtos da ciência. Através de modelos, os cientistas formulam questões acerca do mundo, descrevem, interpretam e explicam fenômenos. Estas seriam razões suficientes para justificar o papel de modelos no ensino e na aprendizagem de ciências.

Os modelos, segundo Bunge (apud OLIVEIRA et al., 2003, p. 2), são abordados na medida em que se procuram relações entre as teorias e os dados empíricos. Estes são os intermediários entre duas instâncias limítrofes do fazer científico: conceito e medidas. Ressalta que os dados empíricos, apesar de bem próximos da realidade, não podem ser inseridos em sistemas lógicos e gerar conhecimento. Desta aparente dicotomia entre teórico e empírico, a modelização pode se constituir em uma instância mediadora onde o professor passa a fazer uso de maquetes, esquemas, gráficos, etc. para fortalecer suas explicações de um determinado conceito, proporcionando uma maior compreensão da realidade por parte dos alunos. Portanto, se para Bunge os modelos são a essência do próprio trabalho científico, também concordamos com Pietrocola (1999: 224) quando afirma que:

Ao construirmos modelos exercita-se a capacidade criativa com objetivos que transcendem o próprio universo escolar. A busca de construir não apenas modelos, mas modelos que incrementem nossas formas de construir a realidade, acrescentem uma mudança de qualidade ao conhecimento científico escolar.

Pietrocola 1999, afirma que o professor, ao fazer uso de modelos e trabalhando modelização com seus alunos, busca a melhoria da qualidade do ensino de ciências. Ou seja, melhorar a "*qualidade do conhecimento científico escolar*" ensinado, assegurando assim, uma melhor relação com o mundo em que vivemos. Pietrocola enfatiza que modelos e o processo de modelização podem ser um meio de transformação dos conteúdos de ensino, pois:

- I. Se modeliza visando apreender o real;
- II. Todo modelo científico se traduz como um incremento à compreensão da realidade do mundo;
- III. Assim como na ciência, a construção de modelos é resultado de um processo criativo mediado pelos/e entre os homens pela ação da razão;
- IV. A sala de aula deveria conter atividades de onde se passasse de um real imediato (forjado pelo senso comum) a um real idealizado pela ciência.

Nesse processo, é fundamental o papel do professor em planejar as necessárias situações de interação e em fazer construir ou solicitar aos alunos ferramentas mais adequadas. Um exemplo de modelização, na área de genética, foi em 1953 quando James Watson, Francis Crick, Maurice Wilkins e Rosalind Franklin sugeriram uma representação tridimensional para explicar a estrutura da dupla hélice da molécula de DNA, o que certamente contribuiu para a aceitação, pela comunidade científica da época, da teoria formulada pelos mesmos. Hoje podemos representar tal estrutura através de modelos didáticos na sala de aula (JUSTINA e FERLA, 2006).

Desse modo, Justina e Ferla (2006) afirmam que diversos pesquisadores como Brandão, Acedo, Giordan e Vecchi defendem a utilização de modelos didáticos no ensino de

genética como facilitadores da compreensão da genética. Afirmam que um modelo é uma construção, uma estrutura que pode ser utilizada como referência, uma imagem analógica que permite materializar uma ideia ou um conceito, tornados assim, diretamente assimiláveis. Nesse mesmo sentido para Silva (2009), o modelo didático é um objeto descritivo que evidencia as proporções das dimensões ensináveis, e também enfatiza que a sua construção é apenas uma das etapas para uma proposta mais ampla sobre o trabalho docente. Assim, ao escolher modelos como aporte pedagógico, o professor, tem a possibilidade de trabalhar a interatividade e raciocínio dos estudantes exercitando a mente como uma forma lúdica de assimilar novos conhecimentos.

Os modelos didáticos, segundo Cavalcante e Silva (2008), permitem a experimentação, o que, por sua vez, conduzem os estudantes a relacionar teoria e a prática (trabalhos experimentais). Isto lhes propiciará condições para a compreensão dos conceitos, do desenvolvimento de habilidades, competências e atitudes, contribuindo, também, para reflexões sobre o mundo em que vivem. Por outro lado, Orlando et al. (2009), pondera que a utilização de práticas inovadoras para o ensino de biologia, ainda é vista por muitos professores como uma barreira para a evolução da aprendizagem, pois às vezes não condizem com sua formação, conceitos e atitudes ou condições ofertadas no espaço de trabalho. Entretanto, mudanças significativas são perceptíveis quando se utiliza de uma aula dinâmica com maior participação do aluno, aguçando os sentidos, tornando real o que só pode ser visto por figuras em livros didáticos.

Lorenzini e Anjos (apud JUSTINA e FERLA, 2006), apontam que o uso adequado de modelos, a efetiva abordagem construtivista, o aporte epistemológico e a seleção de conteúdos programáticos estão entrelaçados e são referenciais norteadores no Ensino de Ciências, numa perspectiva de construção efetiva do conhecimento científico escolar. Sendo assim, propomos a elaboração (com materiais de baixo custo) e utilização de modelos didáticos no ensino de genética que permitam conhecer e compreender os processos de herança genética.

2. OBJETIVO

O objetivo da pesquisa é inserir uma metodologia problematizadora na prática pedagógica de professores de Biologia que possibilite a compreensão da genética básica, superando a sua abordagem fragmentada e descontextualizada, fazendo uso de modelos didáticos que proporcionem a participação e construção de conhecimento pelos alunos.

3. METODOLOGIA

A metodologia procurou estimular a participação dos professores envolvidos na reflexão de suas práticas, passando pelas suas condições de trabalho e rotina no ambiente escolar. Sendo assim, esta pesquisa teve caráter de pesquisa-ação, uma vez que, de acordo com Engel (2000), procura-se unir a pesquisa à ação ou prática, isto é, desenvolver o conhecimento e a compreensão como parte da prática. Dessa forma, o participante é conduzido à produção do próprio conhecimento e se torna o sujeito dessa produção, ou seja, trata-se de uma metodologia constituída de ação educativa que promove a tomada de consciência e a capacidade de iniciativa transformadora dos grupos com quem se trabalha (MELO NETO, 2003).

Participaram da pesquisa, por adesão voluntária, dois professores de biologia do turno da manhã e turno da tarde do Colégio Estadual Glória Perez no município de Rio Branco. Estes professores frequentaram, previamente, uma série de oficinas a fim de adequar e consolidar o material didático (produto) usados em suas salas de aula. Cada um deles dispôs uma turma da 1ª série do ensino médio para o teste e validação do produto.

A discussão, apreciação e confecção de todo o material didático necessário foi realizada, junto aos professores, através de Oficinas Pedagógicas. Pois em acordo com Paviani e Fontana (2009), a oficina é uma forma de construir conhecimento, com ênfase na ação, sem perder de vista a base teórica. Sendo assim, entendemos a oficina como um espaço e tempo que oportuniza vivenciar situações concretas e significativas permitindo a apropriação, construção e produção de conhecimentos teóricos e práticos, de forma ativa e reflexiva.

3.1 Oficina 1 – Apresentação da proposta do projeto de pesquisa e definição de conceitos contemplados para a sala de aula

Os professores participantes foram convidados para o laboratório de ciências da própria escola com o objetivo de conhecerem alguns modelos didáticos e suas propostas de abordagem ao conteúdo de Genética Básica: Princípios básicos da hereditariedade, expressão gênica e herança monogênica (1ª lei de Mendel). Ambos participantes ficaram entusiasmados com a proposta, mas fizeram ressalvas quanto às dificuldades de elaborar os modelos didáticos, como expressam as falas registradas:

“gente... será que vou conseguir fazer tudo isso?” (M. J.)

“você vai nos orientar na elaboração desses modelos né? tipo... preciso fazer isso (referindo-se a um dos modelos) umas vinte vezes para pegar o jeito.” (A. B.)

Quando apresentados ao cronograma de trabalho ficaram mais tranquilos em saber que seriam acompanhados em todo o processo. E como parte de nossa primeira atividade em grupo, tivemos que definir quais os conceitos contemplados no trabalho. Os professores propuseram acrescentar o conteúdo de síntese de proteínas, embora já o tivessem trabalhado, mas consideram um conteúdo importante por facilitar a construção do conhecimento em torno da concepção do Código Genético, e reconheceram que seria interessante retomar esse conteúdo numa abordagem metodológica diferente ao que eles fizeram. Foram adotados os recursos que eles mesmos dispõem em seu ambiente de trabalho, no caso, o referencial curricular estadual da disciplina de biologia e o livro didático adotado pela escola. Assim, diante desses suportes de planejamento ficou definido o objetivo e conteúdos de aula, que nortearam a organização do material didático.

Tabela 1 - Objetivos e conteúdos selecionados para o trabalho em sala de aula

Objetivos	Conteúdos
<p>Interpretar e utilizar modelos para explicar determinados processos biológicos, como a organização do código genético, a transcrição do RNA e a síntese de proteínas.</p> <p>Aplicar conhecimentos estatísticos e de probabilidade aos fenômenos biológicos de caráter aleatório, ou que envolvem um universo grande, para solucionar problemas tais como prever a probabilidade de transmissão de certas características hereditárias.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecimento da existência de uma linguagem codificada da vida, que se perpetua pela duplicação das moléculas de DNA e que determina as características hereditárias por meio do controle das atividades celulares. • Noções sobre a estrutura química do DNA, modelo molecular, e compreensão da maneira pela qual ela armazena informação genética. • Identificação e utilização dos códigos usados para representar as características genéticas em estudo. • Compreensão dos fundamentos da variabilidade genética e da hereditariedade: <ul style="list-style-type: none"> - conceito de genótipo, fenótipo e a relação entre eles; - conceito e inter-relações entre: genes alelos, loco gênico, genoma, célula haplóide, célula diplóide e cromossomos homólogos; - conceitos de alelo dominante, alelo recessivo, indivíduo homocigoto, indivíduo heterocigoto. • Conhecimentos sobre o código genético e expressão gênica: compreensão do processo de transcrição e o papel de cada um dos principais tipos de RNA (RNA mensageiro, RNA transportador e RNA ribossômico) no processo de tradução (síntese de proteínas). • Utilização de uma tabela de código genético para prever, a partir da sequência de base de um DNA ou de um RNA, a composição de aminoácidos no polipeptídeo produzido. • Identificação, a partir de resultados de cruzamentos, dos princípios básicos que regem a transmissão de características hereditárias e sua aplicação para interpretar o surgimento de determinadas características. • Concepções mendelianas sobre hereditariedade e a fundamentação para a 1ª lei de Mendel. • Conceito de alelos múltiplos: Noções gerais sobre o sistema de grupos sanguíneos ABO, bem como dos princípios envolvidos na incompatibilidade entre certos tipos sanguíneos. • Conceito de antígenos e anticorpos. • Aplicação de conhecimentos relativos à segregação de um par de alelos e à probabilidade, na resolução de problemas envolvendo cruzamentos genéticos. • Utilização de noções básicas de probabilidade para prever resultados de cruzamentos e para resolver problemas envolvendo características genéticas diversas. • Identificação e utilização dos códigos usados para representar as características genéticas em estudo na construção de um heredograma. • Conhecimentos sobre a determinação genética do sistema de grupos sanguíneos Rh.

Fonte: Referencial Curricular de Biologia – SEE/ACRE.

3.2 Oficina 2 – Apropriação do plano de aula

Diante dos objetivos e conteúdos já definidos, propomos aos professores uma sequência didática com as intervenções didático-pedagógicas que levam em consideração os modelos didáticos e todos os pressupostos teóricos já discutidos.

Contudo, consideramos essencial que não seja uma proposta fechada, pois correríamos o risco do professor não sentir pertinência por tal plano. Desse modo, os professores participantes são elementos importantes para a adequação do plano, haja visto, que são eles os conhecedores do grupo de alunos a quem se dirigem as propostas de aula. Foram orientados a rever as propostas de aula, sua abordagem metodológica e os recursos utilizados e no mesmo momento fazíamos as alterações coletivamente.

Este exercício de planejamento foi bem aceito pelos professores, conforme algumas falas registradas:

“Estou conseguindo colocar minha cara nesse plano...” (M. J.)

“Nossos planejamentos aqui na escola deveriam ser assim, em grupo, a gente consegue ter muitas ideias boas” (A. B.)

Essa oficina em particular, também teve o objetivo de fazer com que o professor percebesse a importância do planejamento no próprio ato de planejar. Pois concordamos com Gomes (2011) quando afirma que, para ter uma boa atuação no ambiente escolar, o docente sabe que deve participar, elaborar e organizar os planos de aula para atender o nível de seus alunos bem como o objetivo almejado. Não é possível planejar ignorando onde se deseja chegar, o que se quer ensinar e o que o aluno deverá aprender.

Durante essa etapa de (re)planejamento algumas alterações foram inseridas e definidas quantos e quais modelos didáticos fariam parte das 10 horas/aulas, que na visão dos professores, atenderia os objetivos de aula propostos para o conteúdo de genética básica.

3.3 Oficina 3 – Os modelos didáticos

Para o desenvolvimento e apropriação dos modelos tridimensionais e semiplanos, foram utilizados materiais acessíveis e de baixo custo (papel A4, cartolina, lápis de cor, tesouras, cola e barbante). Esta oficina teve o objetivo de habilitar os professores com o manuseio dos modelos propostos, tais como:

- Montagem de um Avatar com características herdáveis,
- Montagem de um DNA em origami,
- Montagem de peças em cartolina (crachás) para o processo de expressão gênica,

- Montagem do Quadro de Punnett com peças móveis para cruzamentos com características monogênicas.

Para a montagem do avatar com características herdáveis foi construída uma capa para o caderno do aluno. Essa capa imita um perfil de rede social, onde o aluno monta seu avatar escolhendo algumas características que representem as suas próprias.

Fig.1 - Capa para o caderno do aluno

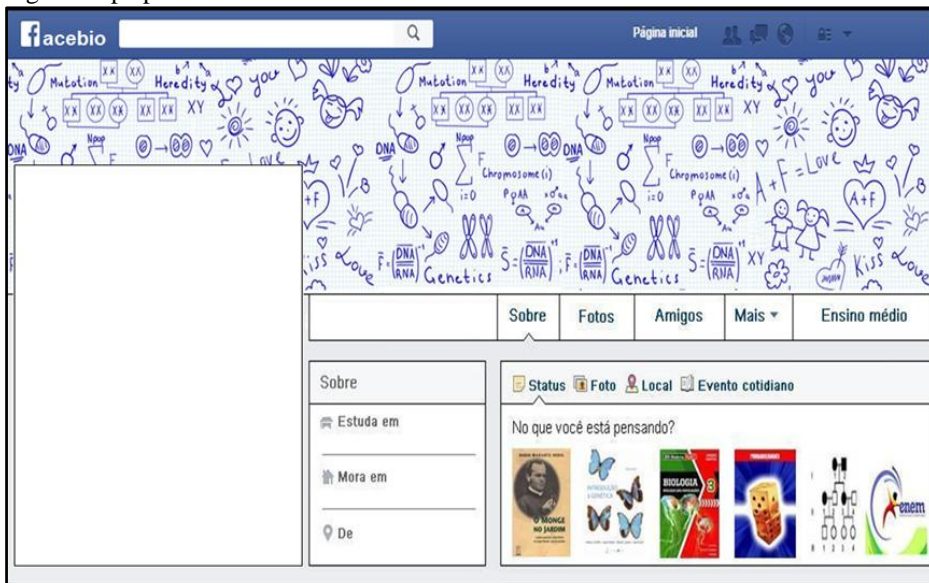


Fig.2 - Peças para montagem do avatar feminino

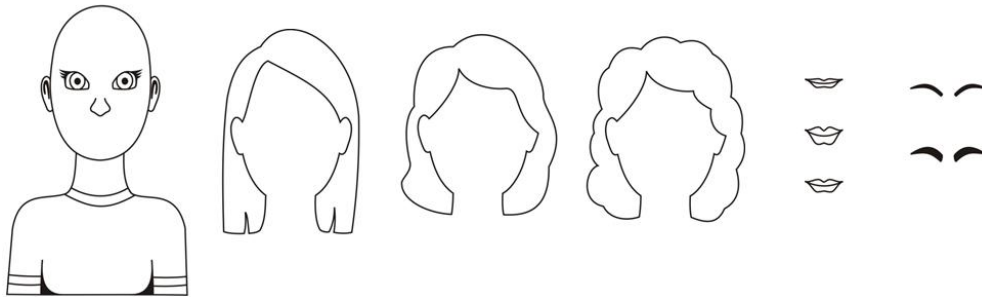
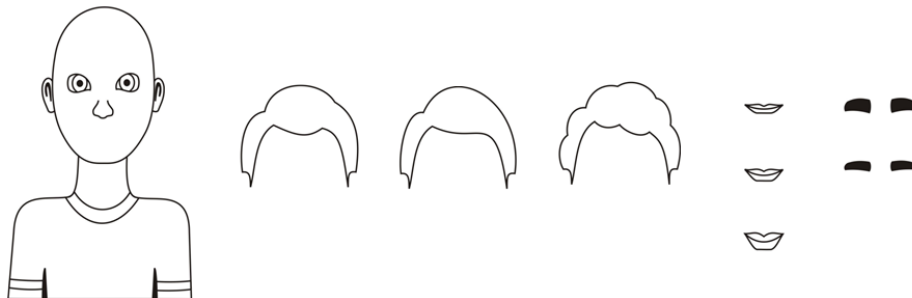


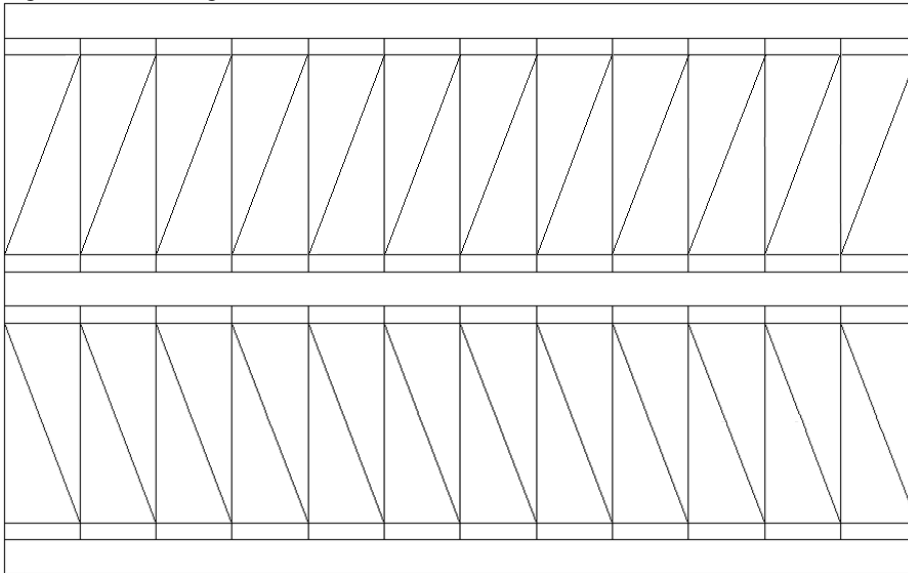
Fig.3 - Peças para montagem do avatar masculino



Os professores realizaram a montagem dos avatares para verificar a viabilidade de seu manuseio, ao que prontamente sugeriram aumentar o tamanho das figuras, pois, sentiram muita dificuldade ao recortar e colar, principalmente, os tipos de lábios e sobrancelhas.

Com relação ao DNA de origami foi utilizado um modelo já estruturado e de domínio público em ambiente virtual. Esse modelo foi adotado pela praticidade de sua confecção em papel A4, tornando-o de baixo custo, e por possuir alto poder de cópia. Na oficina os professores participantes procederam com sua montagem para familiarizar-se com o material, fazer adaptações e evidenciar o potencial de uso em sala de aula com seus alunos.

Fig.4 - DNA de origami



Fonte: UNICAMP – Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia do Sangue.

Para o trabalho com a expressão gênica apresentamos aos professores os modelos construídos em cartolina, que representam esse processo. Também sugeriram algumas mudanças para facilitar sua manipulação durante as aulas.

Fig.5 - Fragmento de um duplo filamento de DNA

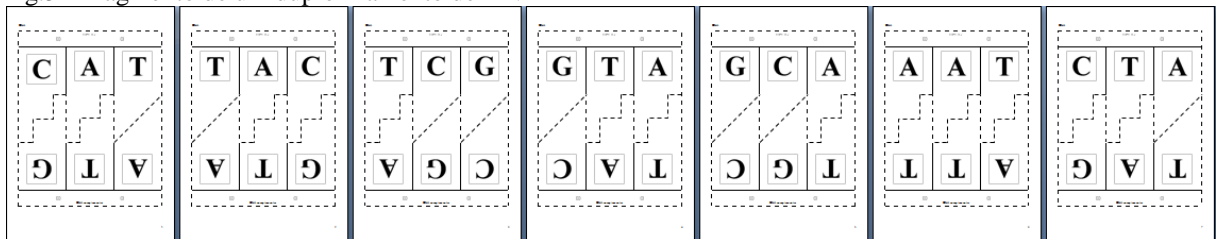


Fig.6 - Fragmento de um filamento de RNA mensageiro

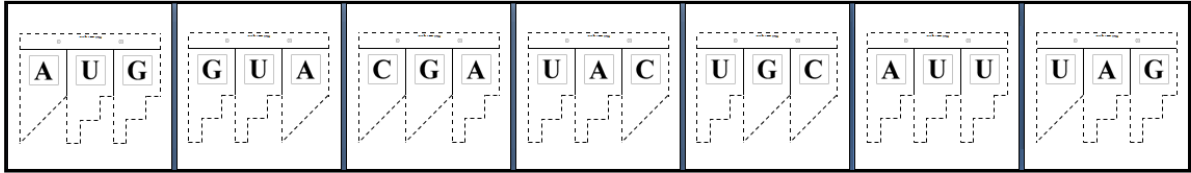


Fig.7 - Moléculas de RNA transportador

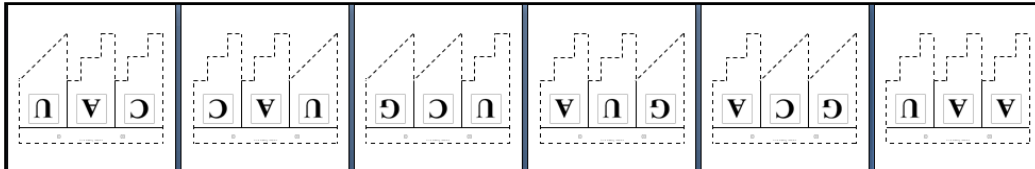
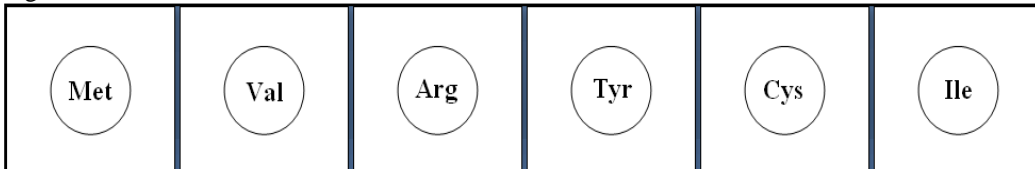
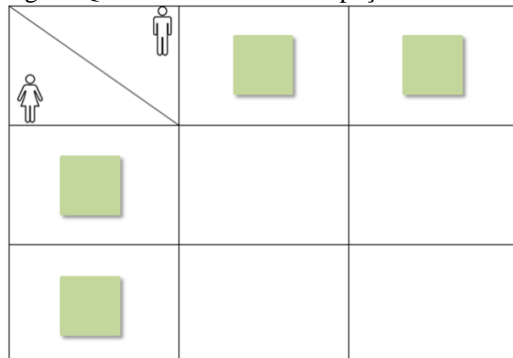


Fig.8 - Moléculas de aminoácidos



Para a abordagem dos cruzamentos e cálculos probabilísticos com a 1ª lei de Mendel, foi apresentado aos participantes o quadro de Punnett com peças móveis em papel A4 que permitem deslocar os gametas e seus genes nos exercícios de cruzamento.

Fig.9 - Quadro de Punnett com peças móveis



3.4 Oficina 4 – Construção do caderno do aluno

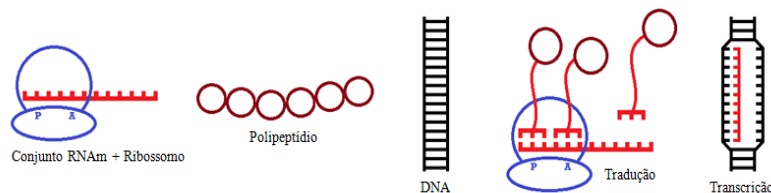
Nessa oficina os professores usaram o livro didático, adotado na escola, e a sequência didática para selecionar todos os conteúdos e conceitos que serão utilizados durante as 10 horas/aulas. Assim, foi estruturado um caderno para que o aluno possa acompanhar a dinâmica da abordagem dos conteúdos tanto teóricos como práticos. Portanto, alguns modelos de uso individual já foram incorporados ao caderno.

3.5 Oficina 5 – Apresentação do material didático

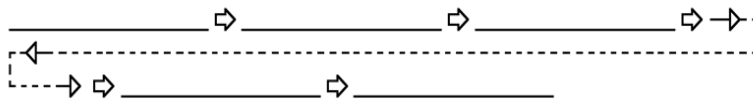
Nessa oficina apresentamos aos professores todo o material que seria usado, considerando os ajustes que foram identificados durante os encontros das oficinas. Da mesma forma, também apresentamos uma avaliação construída a partir dos próprios conteúdos abordados e um diagnóstico de entrada, que nos permitiria a noção do que o aluno já sabe do pré-requisito necessário à introdução da Genética Básica. Como os próprios participantes apontaram durante as oficinas, esse diagnóstico seria constituído de uma única questão onde os alunos reconheceriam os processos da expressão gênica.

Fig.10 – Questão diagnóstica sobre o conhecimento de expressão gênica

Observe os elementos representados a seguir:



Organize as figuras numa ordem sequencial, de acordo aos eventos na síntese de proteínas.



Para cada turma, exatamente com 35 alunos cada uma, reproduzimos um caderno por aluno, totalizando 70 cópias. Para cada professor reproduzimos um caderno, uma sequência didática e cinco cópias sobressalentes para confeccionar os modelos didáticos.

De posse de todo o material necessário organizamos um cronograma com os horários de aula em cada turma, de modo a facilitar nosso acompanhamento para as 10 horas/aulas planejadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi interessante constatar que desde o primeiro momento em sala de aula os professores seguiram a risca com o planejado na sequência didática, apresentaram o caderno do aluno, seus textos, atividades e comentaram sobre os modelos que seriam usados durante o decorrer das aulas.

4.1 O diagnóstico

Antes de iniciar propriamente com as aulas planejadas os alunos foram convidados a realizar um pequeno diagnóstico, receberam uma folha A4 com cinco figuras representativas das fases no processo de síntese de proteínas (expressão gênica). Estas figuras didáticas foram identificadas com legendas e estavam dispostas sem ordem sequencial do processo de síntese. Ao que foi solicitada sua reorganização para posterior análise, uma vez que, com a compreensão desse conteúdo o aluno tem noção clara sobre a organização do código genético e de como as características hereditárias se manifestam no organismo.

É preciso destacar que esse conteúdo já fora trabalho pelos professores, mas foi reintroduzido por considerarem importante para o estudo da genética e principalmente, porque viram na modelização uma forma diferente de ensinar os conteúdos. Como explicitam algumas falas a seguir:

“Já dei aula desse conteúdo, mas confesso que não sei se os alunos aprenderam”.
(A. B.)

“É... pode ser que eles não se lembrem de nada, seria bom se usássemos algum modelo para resgatar esse conteúdo”. (M. J.)

No turno da manhã (turma A), no momento do diagnóstico, 34 alunos estavam presentes e no turno da tarde (turma B) 35 alunos responderam ao diagnóstico. Suas respostas foram apresentadas da seguinte forma:

Tabela 2 - Resultado do diagnóstico sobre o conhecimento da expressão gênica

Nº de alunos	DNA	Transcrição	RNA _m + ribossomo	Tradução	Polipeptídeo
Turma A – 34	16 (47%)	4 (9%)	2 (5%)	1 (3%)	1 (3%)
Turma B – 35	9 (26%)	7 (20%)	2 (6%)	2 (6%)	2 (6%)

16 alunos (47% da turma A) e nove alunos (26% da turma B) iniciaram a reorganização pelo DNA, demonstrando que reconhecem esta estrutura como a “molécula mestra da vida”, uma definição amplamente usada em salas de aula para garantir o entendimento de que “tudo” nos seres vivos se organiza a partir das “receitas” contidas nela.

Desses alunos, quatro (9% da turma A) e sete (20% da turma B) identificaram a transcrição como o evento subsequente, estes alunos reconhecem que o DNA transcreve seus “comandos” na estruturação de um RNA.

Dois dos quatro alunos da turma A (5%) e dois dos sete alunos da turma B (6%), identificam ao conjunto RNA_m + Ribossomo como o próximo evento. Mas apenas um (3%)

da turma A e dois (6%) da turma B, identifica a tradução e o polipeptídio como eventos subsequentes nessa ordem.

Assim, podemos afirmar que 53% dos alunos da turma A e 74% da turma B não apresentaram noção alguma sobre a molécula de DNA e expressão gênica. Estes dados corroboram com a preocupação dos professores em retomar tal conteúdo, mas também são indicativos de que as metodologias usadas por eles, até então, não tem contribuído com o aprendizado dos seus alunos.

4.2 A montagem dos avatares

Seguidamente os alunos foram orientados a personalizar a capa do caderno, para isso o aluno tinha em seu caderno o busto dos avatares sem cabelo e sem os detalhes do rosto, permitindo a montagem a partir de suas características, podendo escolher entre o tipo de cabelo, sobrancelhas e boca (Fig. 2 e Fig. 3). Foram orientados e acompanhados pelo professor no decorrer do processo.

Esta atividade mexeu com a turma inteira, tanto na turma A como na turma B, os comportamentos foram muito semelhantes, todos se esforçaram na montagem, coloração e inclusive agregaram alguns elementos ao avatar para deixá-lo mais representativo do aluno.

Fig.11 - Montagem do avatar na capa do caderno do aluno



Os professores chamaram a atenção dos alunos a respeito das características escolhidas para montar o próprio avatar, os fizeram perceber que todos escolheram características que se assemelham às suas feições reais e que essas características foram

transmitidas pelos seus pais. Os professores lançaram um questionamento para motivar uma discussão nas salas: Como são transmitidas estas características? Por consequente, estabeleceu-se nas turmas um bate papo interessante sobre hereditariedade, os alunos reconheceram características, neles, que julgavam ser do pai ou da mãe, alguns inclusive, observaram que certas características suas eram mais próximas dos avôs. Foi um momento produtivo para os professores, pois perceberam que mesmo os alunos não tendo o domínio de conceitos científicos sabiam conversar sobre herança genética e tinham noção de sua transmissão entre as gerações de pais a filhos.

“Não fazia ideia que eles compreendessem sobre hereditariedade [...] fiquei entusiasmada com o conhecimento prévio deles.” (M. J.)

“Creio que agora entendi o que é explorar o contexto do aluno dentro de um conteúdo.” (A. B.)

Na próxima aula os professores consolidaram alguns conceitos retomando conteúdos como a fecundação, no sentido de resgatar o entendimento de que os gametas são as células que transferem as características do pai e da mãe ao novo ser e que, estas características, estão contidas no DNA dessas células. O objetivo dos professores foi de que os alunos percebam a importância do DNA no mecanismo da hereditariedade.

“Então o DNA é responsável por tudo no organismo da pessoa?” (aluno)

“Sim, toda a estrutura anatômica e fisiológica do indivíduo já está definida no DNA.” (A. B.)

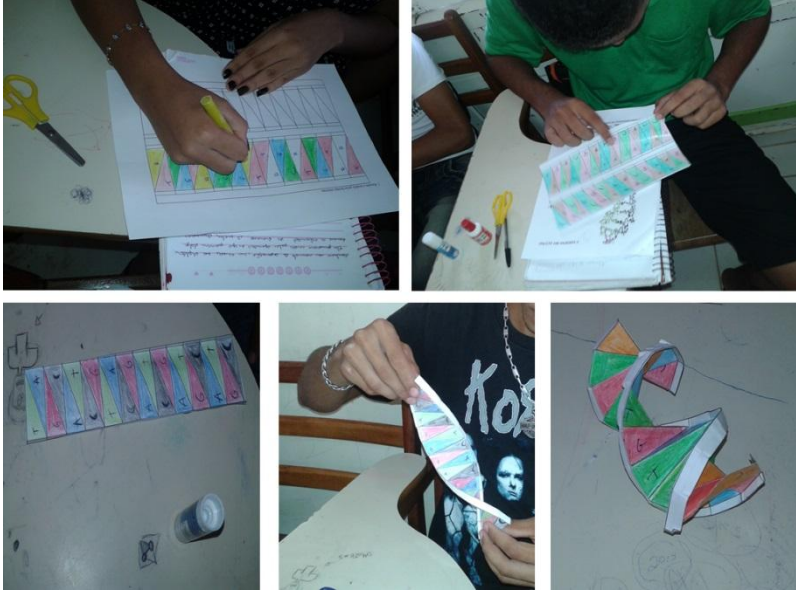
Nesse ponto, os alunos são novamente instigados pelo professor: Vocês conseguem imaginar como essas “características” estão organizadas no DNA?

4.3 A montagem do DNA de origami

Os professores iniciaram fazendo um breve histórico sobre os trabalhos de Watson e Crick para representar a estrutura do DNA, assim, de forma análoga, os alunos fariam algo parecido para reconhecerem a estrutura do DNA e como estão “contidas” nelas as características hereditárias. Os professores passaram os comandos e acompanharam de perto a confecção do DNA de origami.

Durante a montagem do DNA os professores foram trabalhando alguns conceitos como bases nitrogenadas e suas ligações correspondentes entre os filamentos da molécula, assim como o conceito de *gene*. Desse modo, com o DNA já montado foi convencionado, analogicamente, um gene a cada trinca de bases nitrogenadas.

Fig.12 - Montagem do DNA de origami



O DNA dos alunos continha três *genes* responsáveis por três características distintas, e uma quarta trinca que representaria todo segmento de DNA que não codifica nenhuma característica. Assim os alunos atribuíram a cada *gene* as mesmas características usadas para montar o seu avatar. Em cada *gene* eles identificaram tal característica: tipo de cabelo, tipo de lábios e tipo de sobrancelhas. Alguns alunos, de pose do seu DNA, foram convidados para fazerem a leitura do seu próprio código genético.

“eu sou a R. M. e tenho cabelos ondulados, lábios médios e sobrancelhas finas, isso está no meu DNA gente.” (aluna)

Os alunos foram conduzidos a entender que um *gene* corresponde a uma região particular do DNA e é responsável por certa característica. O desafio para os alunos agora é entender como o *gene* manifesta sua característica no organismo.

4.4 A expressão gênica

Nessa atividade os alunos receberam em formato de “crachá” as trincas do duplo filamento de DNA como ilustrado na Fig. 5. Penduradas ao pescoço, a extremidade das trincas são em formato de encaixe, de modo que os alunos procuravam os colegas portadores da trinca correspondente à sua. Assim ficaram duas fileiras de alunos, um frente ao outro representando uma molécula de DNA.

Outro grupo de alunos recebeu os “crachás” de RNA (Fig. 6), os filamentos de DNA afastaram-se sinalizando a ruptura das pontes de hidrogênio, cada RNA foi procurando seu encaixe correspondente na fita molde do DNA e quando pareados o professor solicitou que os

RNA's fossem de mão dadas e saíssem do DNA em fila. Esse filamento único foi designado de RNAm, que se deslocou até uma mesa com duas cadeiras identificadas como sítio A e sítio P, esse conjunto representou para os alunos o Ribossomo. O primeiro aluno com sua trinca de RNAm sentou na cadeira identificada como sítio A.

Um terceiro grupo de alunos recebeu os “crachás” do RNA transportador (Fig. 7), cada RNAt (de uso a tabela de códons e aminoácidos) identificou qual aminoácido transportar (Fig. 8). O professor orientou que o RNAt pareasse com a sequência correspondente à trinca de RNAm que ocupava o sítio A, em seguida ambos se deslocaram para o sítio P e a trinca seguinte de RNAm passou a ocupar o sítio A, este por sua vez também foi pareado por um RNAt e em seguida se deslocaram para o sítio P. A primeira trinca de códon e anticódon ficou fora do ribossomo e repassou seu aminoácido aos que agora ocupavam o sítio P, essa dinâmica se repetiu até o último códon de RNAm que não codificava aminoácidos, por tanto sinalizava o fim da síntese. No sítio P ficou um agregado de aminoácidos, esse conjunto formou uma cadeia polipeptídica, a proteína, organizada numa sequência que obedecia a sequência organizativa do *gene* na molécula de DNA.

Os professores aproveitaram para firmar alguns conceitos correspondentes a esse conteúdo e explicaram, por exemplo, que a proteína produzida nesse processo poderia ser a melanina que agora se deslocaria ao redor dos núcleos das células da pele para protegê-las da radiação solar e que de acordo à quantidade de sua concentração dão distintas tonalidades de cor à pele.

Nessa atividade percebemos o uso de alguns nomes conceituais nas falas dos alunos enquanto faziam perguntas e tiravam suas próprias conclusões:

“Então quer dizer que uma proteína se diferencia da outra porque os seus aminoácidos estão organizados em sequências diferentes?”

“Mas, quantas combinações são possíveis a partir desses 20 aminoácidos?”

“O gene é como um comando para fabricar um tipo específico de proteína?”

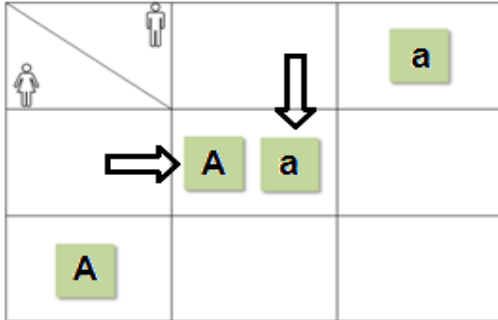
“Então, se meu gene faz com que meu corpo... nessa síntese e tal... produza muita melanina, e eu passar pro meu filho, vai fazer a mesma coisa no corpo dele né?”

4.5 O quadro de Punnett e a herança monogênica

Com o uso do quadro de Punnett (Fig. 9) os professores evidenciaram aos alunos que é possível quantificar as possibilidades ou chances que uma determinada característica tem para se manifestar no indivíduo. Para isso usaram inicialmente um cruzamento entre um indivíduo de cabelo liso e um de cabelo crespo. O par de *genes* foi distribuído separadamente no quadro

em peças móveis, cada *gene* separado representa para o aluno um gameta (n) masculino ou feminino, que se encontrarão na fecundação formando um zigoto (2n).

Fig.13 - Cruzamento com o quadro de Punnett



Este quadro apresenta quatro possíveis cruzamentos que representam o universo de 100% das possibilidades em estudo, tendo portando, cada cruzamento um valor de 25% de possibilidades. Com esse exercício os professores aproveitaram para afirmar as convenções da genética como: *genes* dominantes e recessivos, indivíduos homozigotos ou heterozigotos entre outros. Após os cruzamentos os professores fizeram um breve histórico sobre Mendel e seus trabalhos com ervilhas que fundamentaram a genética. Ao reproduzirem os cruzamentos de Mendel com as ervilhas verdes e amarelas os alunos conseguiam interagir rapidamente, fazendo cálculos probabilísticos com os possíveis cruzamentos a partir de genótipos diferentes das ervilhas.

O quadro de Punnett também foi usado com os cruzamentos do sistema ABO e o fator Rh do sangue. Foi possível observar em ambas as turmas, que os alunos conseguiam realizar as atividades seguindo a mesma lógica de cruzamento, o seu desafio era perceber o tipo de dominância, da característica em questão, para determinar as probabilidades de sua manifestação nos descendentes.

4.6 A avaliação

A avaliação consistiu em sete questões divididas em três blocos. O primeiro bloco abordou os conceitos básicos da genética (duas questões), o segundo sobre a expressão gênica (uma questão) e o terceiro sobre cálculos com herança monogênica (quatro questões). A avaliação valia 10 pontos, um ponto para cada questão, sendo que três pontos ficaram pela participação do aluno em todas as atividades realizadas.

Assim, os resultados nos mostram o quanto o aluno conseguiu assimilar dos conteúdos trabalhados. Na turma A foram avaliados 32 alunos e na turma B 34 alunos.

Tabela 3 - Índice de acertos e erros nos conceitos básicos de genética

Turma	A	B	Questões
Acertaram	30	34	Qual das alternativas melhor define um gene ?
Erraram	2	-	a) O mesmo que cromossomo. b) Qualquer segmento de molécula de DNA. c) O conjunto de moléculas de DNA de uma espécie d) Um segmento de molécula de DNA que transcreve um RNA.
Acertaram	30	33	Em um experimento, preparou-se um conjunto de plantas por técnica de clonagem a partir de uma planta original que apresentava folhas verdes. Esse conjunto foi dividido em dois grupos, que foram tratados de maneira idêntica, com exceção das condições de iluminação, sendo um grupo exposto a ciclos de iluminação solar natural e outro mantido no escuro. Após alguns dias, observou-se que o grupo exposto à luz apresentava folhas verdes como a planta original e o grupo cultivado no escuro apresentava folhas amareladas. Ao final do experimento, os dois grupos de plantas apresentaram
Erraram	2	1	a) Os genótipos e os fenótipos idênticos. b) Os genótipos idênticos e os fenótipos diferentes. c) Diferenças nos genótipos e fenótipos. d) O mesmo fenótipo e apenas dois genótipos diferentes. e) O mesmo fenótipo e grande variedade de genótipos.

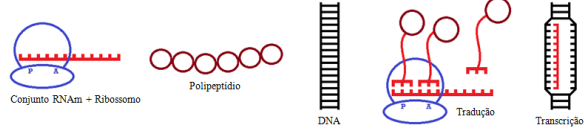
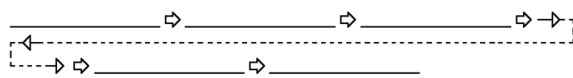
Depois de corrigidas, as provas foram socializadas com os alunos e coletamos algumas informações sobre o que eles mobilizaram para responder às questões.

Para este bloco de questões, 97% dos alunos conseguiram se apropriar dos conceitos básicos da genética. É possível que o trabalho com o DNA de origami tenha contribuído significativamente para isso. Assim como o avatar foi fundamental para estabelecer relações entre fenótipo e genótipo.

“Na hora eu só me lembrei do meu DNA de papel.” (aluno)

“meu fenótipo é cabelo liso, mas meu genótipo é cabelo ondulado... lembrei disso porque eu escolhi cabelo liso pro meu avatar.” (aluna)

Tabela 4 - Índice de acertos e erros com a expressão gênica

Turma	A	B	Questão
Acertaram	32	34	<p>Observe os elementos representados a seguir:</p> 
Erraram	-	-	<p>Organize as figuras numa ordem sequencial, de acordo aos eventos na síntese de proteínas.</p> 

O trabalho com os modelos em forma de crachá foi excepcional para a resolução dessa questão, mas é preciso ponderar duas coisas: primeiro, sim, trata-se da mesma questão usada

no diagnóstico e segundo, após o diagnóstico não houve discussão com os alunos sobre o que eles acertaram ou erraram, muito menos sobre qual era a ordem correta dos eventos. Por isso, atribuímos ao modelo explorado nesse conteúdo o 100% dos acertos, pois relacionaram corretamente a atividade com as imagens da questão.

“gente essa questão era tudo o que fizemos com os crachás!” (aluna)

“Se não fossem as figurinhas não teria lembrado de toda a sequência correta.” (aluno)

“Estou muito surpreso, na hora da atividade foi aquela agitação, os meninos correndo de um lado pro outro procurando seus pares... mas deu certo viu.” (A. B.)

As questões para a herança monogênica foram organizadas por ordem de complexidade crescente. Na prova do aluno foi disponibilizada uma tabela com os genótipos e fenótipos do sistema ABO. A primeira questão apresentada nesse bloco é considerada fácil porque requer do aluno a interpretação explícita dos dados para montar o genótipo do casal. A segunda e terceira questões são consideradas de média complexidade, porque mobilizam do aluno a interpretação implícita de dados e o uso de heredograma para montar o genótipo do casal. A quarta questão é tida como de alta complexidade, porque além de mobilizar a abstração de dados implícitos e o uso de heredograma, o aluno precisa justificar os resultados do seu cruzamento em vista da situação problema na questão.

Tabela 5 - Índice de acertos com a herança monogênica de acordo à complexidade das questões

Turma	A	B	Questões
Acertaram	25	34	Num casal, o homem e a mulher têm o sangue do mesmo tipo (AB). Se esse casal tiver filhos, qual a probabilidade de todos eles serem portadores do grupo sanguíneo AB ?
Erraram	7	-	
Acertaram	25	30	Uma mulher de sangue tipo A , casada com um homem de sangue tipo B , teve um filho de sangue tipo O . Se o casal tiver mais filhos, qual a probabilidade de todos eles terem sangue tipo O ?
Erraram	7	4	
Acertaram	25	31	A herança do sistema Rh é determinada por um par de genes alelos, sendo R dominante sobre r . Qual a probabilidade de um casal, heterozigotos para esta característica, terem filhos com o fator Rh negativo?
Erraram	7	3	
Acertaram	24	27	Um homem foi acusado de ser o pai de uma criança. Os exames de sangue revelaram que a mãe era do grupo B , a criança do grupo A e o suposto pai do grupo O . Qual a probabilidade deste homem ser o pai da criança? Justifique sua resposta.
Erraram	8	7	

Na turma A 78% dos alunos resolveram as questões de fácil e média complexidade, quanto à questão de alta complexidade 75% dos alunos conseguiram resolver o problema.

Na turma B 100% dos alunos resolveram a questão tida como fácil, 89% resolveram às duas questões de média complexidade e 79% resolveram a questão de alta complexidade.

Tabela 6 - Índice de acertos com a herança monogênica de acordo ao quantitativo das questões

Questões resolvidas	Turma A	Turma B
4	17	20
3	4	7
2	10	5
1	1	2

Quanto ao percentual de acertos pelo quantitativo das questões, na turma A 53% dos alunos acertaram a todas as questões, 12% acertaram a três das questões, 32% dos alunos acertaram duas questões e 3% acertaram apenas uma das quatro questões.

Quanto ao percentual de acertos pelo quantitativo das questões, na turma B, 60% dos alunos acertaram todas as questões, 20% dos alunos resolveram apenas três questões, 16% responderam a duas questões e 4% dos alunos conseguiu resolver apenas uma única questão.

Essas duas leituras são entusiasmantes, evidenciam de fato que houve um aproveitamento extraordinário com os trabalhos de herança monogênica. Na avaliação como um todo, os alunos corresponderam às nossas expectativas, o trabalho com cada um dos modelos didáticos mostrou-se eficiente no aprendizado das noções básicas da genética.

5. CONCLUSÃO / CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados, acredita-se que alguns dos principais aspectos positivos da utilização desses modelos é que eles facilitem a realização de aulas práticas, sem a necessidade exclusiva de laboratório e equipamentos sofisticados. Pois conforme afirmam Gilbert e Boulter (1998), os modelos são mais acessíveis à percepção que as teorias e ainda permitem mais facilmente que as consequências das teorias possam ser deduzidas e testadas experimentalmente. Ou seja, modelos servem como base para a construção de conhecimentos em situações experimentais vivenciadas pelos alunos.

O desenvolver das aulas mostraram aos professores que foi importantíssimo a etapa de planejamento que permitiu assegurar as devidas adaptações e/ou modificações e a pertinência da proposta antes de ir para a sala de aula. Nesse sentido, fica evidente que a viabilidade dos modelos aqui trabalhados fora assegurada não apenas no momento de sua concepção, mas principalmente, no momento do seu planejamento.

De acordo com Morais (2009), um modelo didático deve ser construído observando-se o conhecimento prévio dos alunos e as habilidades que eles possuem para lidar com entidades concretas e abstratas. Assim, os modelos não foram apresentados de forma desconexa aos estudantes, considerou-se explorar o conhecimento prévio do aluno na montagem do avatar. Que por sua vez foi o contexto para inseri-lo ao entendimento da organização do código

genético com o uso do DNA de origami, essa atividade permitiu conduzir o aluno para o entendimento da expressão gênica por meio dos modelos de “crachás”, assim, facilitou-se a concepção da complexidade que é reconhecer a manifestação dos genes no organismo. E finalmente, foi possível ensinar aos alunos a fazer previsões dessas manifestações com uso do quadro de Punnett ao realizar cruzamentos genéticos com a herança monogênica.

Esperamos que com esta experiência, outros professores explorem o produto resultante deste processo, considerando que os modelos, por si sós, assim como outros métodos e/ou matérias de ensino, não modificam ou potencializam a didática docente. É necessário mergulhar na intencionalidade do que se propõe como objetivo de ensino para ter a noção clara de como conduzir os alunos de um nível de conhecimento para outro mais complexo.

6. PRODUTO EDUCACIONAL

1 – Sequência Didática: Genética: Princípios básicos da hereditariedade e 1ª lei de Mendel

Possui as orientações didáticas para o trabalho dos conteúdos com uso dos modelos

Prof. Dr. Ilmar Bernardo Graebner

Prof. Mestrando Victor Rendon Hidalgo

Este material é destinado a professores de biologia do ensino médio

2 – Caderno do Aluno: Genética: Princípios básicos da hereditariedade e 1ª lei de Mendel

Possui todos os conteúdos propostos para estudo dos princípios básicos da hereditariedade e da 1ª lei de Mendel

Prof. Dr. Ilmar Bernardo Graebner

Prof. Mestrando Victor Rendon Hidalgo

Este material é destinado a professores de biologia do ensino médio

3 – Modelos Didáticos: Avatar, DNA de origami, Crachás para a síntese de proteínas, Quadro de Punnett para cruzamentos genéticos

Estes modelos didáticos são uma analogia às estruturas reais

Prof. Dr. Ilmar Bernardo Graebner

Prof. Mestrando Victor Rendon Hidalgo

Este material é destinado a professores de biologia do ensino médio

7. REFERÊNCIAS

ACRE. SEE. **Orientações Curriculares de Biologia**. Instituto Abaporu, 2009.

AMARAL, A. D. A. S. e PEREIRA, N. M. B. **A atividade de experimentação no contexto da sala de aula: os saberes da docência em questão**. 2005. Disponível em: <http://perquirere.unipam.edu.br/documents/23700/27819/artigo_ana_daniela.pdf> Acesso em: 25 abr. 2015.

ARAMAN, E. M. de O. e BATISTA, I. L. A formação de professores de ciências para as séries iniciais: uma integração de referenciais. In. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, Bauru, jun. 2005. **Atas**. Bauru: UNESP, 2006. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/venpec/conteudo/artigos/1/pdf/p149.pdf>> Acesso em: 15 jun. 2015.

ATAIDE, M. C. E. S. e SILVA, B. V. C. **As metodologias de ensino de ciências: contribuições da experimentação e da história e filosofia da ciência**. 2011. HOLOS, Ano 27, vol 4. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/viewFile/620/472>> Acesso em: 20 mai. 2015.

BARNI, G. S. **A importância e o sentido de estudar genética para estudantes do terceiro ano do ensino médio em uma escola da rede estadual de ensino em Gaspar – SC**. Universidade Regional de Blumenau – FURB. 2010.

BOLIVAR, D. M. et al. **Ciências naturais**. Disponível em: <http://www.vitoria.es.gov.br/arquivos/20100218_ens_fund_dir_ciencias_nat.pdf> Acesso em: 25 mai. 2015.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei número 9394, 20 de dezembro de 1996.

CARVALHO, A. M. P. e GIL-PEREZ, D. **Construção do conhecimento e ensino de ciências**. Em Aberto. Brasília, 55, 61-67, 1992.

CAVALCANTE, D. D. e SILVA, A. F. A. Modelos didáticos de professores: concepções de ensino-aprendizagem e experimentação. In. ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 14, Curitiba, 21-24 jul. 2008. **Anais**. Curitiba: UFPR, 2008.

COSTA, N. L. et al. O desenvolvimento de modelos como prática pedagógica nas licenciaturas em ciências. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 9, Girona – Espanha, 9-12 set. 2013. **Actas**. Girona, p. 2490-2495.

DELIZOICOV, D. e ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1990.

DINIZ, R. E. S. **A experimentação e o ensino de Ciências: analisando a experimentoteca de 7ª série**. São Carlos, SP. 1992. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos, 227 p.

ENGEL, G. I. Pesquisa-ação. **Educar**. Curitiba, n. 16, p. 181-191. Editora da UFPR. 2000.

FERREIRA, L. H., HARTWIG, D. R. e OLIVEIRA R. C. **Ensino Experimental de Química: Uma abordagem investigativa contextualizada**. Química na Escola. v. 32, n° 2, mai 2010.

FRAIHA-MARTINS. F.; GONÇALVES, T. V. O. Por uma Formação Científica Interdisciplinar para a Docência nos Primeiros Anos Escolares. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10, Águas de Lindóia, 24-27 nov. 2015. **Anais**. São Paulo: ENPEC, 2015.

FREITAS, D. S. e SILVA, G.B. A genética numa perspectiva cultural. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 1, e ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 3, Rio de Janeiro, 9-12 ago. 2005. **Anais**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2005. p. 194.

GILBERT, J. K.; BOULTER, C. J. Aprendendo ciências através de modelos e modelagem. In: COLINVAUX, Dominique (Org.). **Modelos e educação em ciências**. Rio de Janeiro: Ravil, 1998.

GÓES, A. C. S. **Tipagem por DNA: otimização de condições para análises postmortem/ Construção de banco de dados de alelos STR**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciências, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2003.

GUERRA, R. A. T. **Metodologia e instrumentação para o ensino de ciências naturais**. Cadernos CB Virtual 5. UFPB. Ed Universitária, 422p. João Pessoa, 2010.

GOMES, E. M. F. **A importância do planejamento para o sucesso escolar**. Trabalho de conclusão de Curso (Especialização em Coordenação Pedagógica). Universidade Federal de Tocantins. 2011. Disponível em:
<file:///C:/Users/Pc/Downloads/Edula_corrigido_ULTIMA_VERSAAO.pdf> Acesso em: 15 set. 2015.

JUSTINA, L. A. D. e FERLA M. R. **A utilização de modelos didáticos no ensino de Genética: exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto**. ArqMudi. 2006, 10(2): 35-40.

JUSTINA, L.A.D., SOARES, M.A.M., FERLA, M.R. e SANTOS, N.A. **Proposição de modelo pedagógico de molécula de DNA**. ArqMudi. 2008, 12(2): 69-72.

JUSTINA, L. A. D. **A herança genotípica proposta por Wilhelm Ludwig Johannsen**. Filosofia e História da Biologia, São Paulo, 5, p. 55-77, 2010.

KRASILCHIK, M. **Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências**. São Paulo em Perspectiva, 14(1) 2000.

LEHNINGER, A. L. **Princípios de Bioquímica**. São Paulo: Sarvier, 1984.

LIMA, J. H., SIQUEIRA, A. P. P. e COSTA, S. A utilização de aulas práticas no ensino de ciências: um desafio para os professores. In: SIMPÓSIO DE INTEGRAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO SUL CATARINENSE, 2, 2013.

LIMA, V. A. **Atividades Experimentais no ensino médio: reflexão de um grupo de professores a partir do tema eletroquímica**. Dissertação (Mestrado) USP: São Paulo. 2004.

LINS, B. O. **A experimentação no ensino de biologia: o que fazem/dizem os professores em uma escola pública de Ourilândia do Norte (PA)**. Educação Unisinos. 18(1): 77-85, jan/abr 2014.

MARTINS, L. A. P. **Um representante do estilo de pensamento científico “compreensivo”, William Bateson (1861- 1926): ciência, política e arte**. Filosofia e História da Biologia, v. 7, n. 1, p. 55-69, 2012.

MELO, J. R. e CARMO, E. M. **Investigações sobre o ensino de genética e biologia molecular no ensino médio brasileiro: reflexões sobre as publicações científicas**. Ciência e Educação. v. 15, n. 3, p. 593-611, 2009.

MELO NETO, J. F. **Pesquisa-Ação (aspectos práticos da pesquisa-ação nos movimentos sociais populares e em extensão popular)**. In: RICHARDSON, R. J. (Org.). Pesquisa-Ação: princípios e métodos. I ed. João Pessoa – PB: Editora da Universidade Federal da Paraíba, 2003, v. 1, p. 183-197.

MORENO, A. B. **Genética no ensino médio: dos Parâmetros Curriculares Nacionais à sala de aula**. UERJ – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. 2007.

MORAIS, W. R. **Imagens tridimensionais virtuais no ensino de ciências: o modelo analógico do olho humano**. Belo Horizonte, MG. 2009. Dissertação (mestrado). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 154 p.

NASCIMENTO, F. et al. **O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais.** Revista HISTEDBR On-line, Campinas, n.39, p. 225-249, set.2010.

OLIVEIRA, C. B. et al. A experimentação no ensino de biologia: um estudo exploratório no ensino superior. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 15, Belo Horizonte, 20-23 abr. 2010. **Anais.** Belo Horizonte: UFMG, 2010.

OLIVEIRA, V. L. B. et al. Cadeia alimentar: modelos e modelizações no ensino de ciências naturais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4, Bauru, 25-29 nov. 2003. **Atas.** Bauru, 2003. p. 12.

ORLANDO, T. C. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de biologia celular e molecular no ensino médio por graduandos de ciências biológicas. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**, Minas Gerais, v.1, n.1, p 1-17, 2009.

PAVIANI, N. M. S. e FONTANA, N. M. **Oficinas pedagógicas: relato de uma experiência.** Conjectura, Caxias do Sul, v. 14, n. 2, p. 77-88, maio/ago. 2009.

PIETROCOLA, M. **Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos.** 2001. Revista Investigação em ensino de ciências. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino>> Acesso em: 12 jul. 2014.

PIAN, M. C. C. **O ensino de ciência e cidadania.** Em Aberto, Brasília, ano 11, nº 55, jul./set.1992. Disponível em: <<http://rbep.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/viewFile/818/736>> Acesso em: 20 mai. 2015.

RABELLO, E. T. e PASSOS, J. S. **Vygotsky e o desenvolvimento humano.** Disponível em: <<http://www.josesilveira.com>> Acesso em: 14 jul. 2014.

SANTIAGO, J. C. C. et al. **A experimentação e o uso de modelos didáticos tridimensionais no ensino do sentido químico da gustação.** Rev. ARETÉ. Manaus, v.8, n.17, p. 01-11, jul-dez 2015.

SILVA, C. B. et al. **Aplicação de modelo didático para o ensino de anatomia vegetal.** Instituto Federal Farroupilha – Campus Alegrete.

SCHEID, N. M. J., FERRARI, N., e DELIZOICOV, D. **A construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA.** Ciência & educação, Bauru, v. 11, n. 2, p. 223-233, 2005.

SGUAREZI, S. M. F. D. e PALANGANA, I. C. **Ensino médio: que teorias para qual prática pedagógica?** UEM, 2004. Disponível em:

<http://www.portalanpedsul.com.br/admin/uploads/2004/Poster/Poster/05_21_14_ENSINO_MEDIO_QUE_TEORIAS_PARA_QUAL_PRATICA_PEDAGOGICA.pdf> Acessado em: 15 nov. 2015.

UNICAMP. **Como montar seu DNA de origami.** Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia do Sangue. Disponível em: <www.inctsangue.net.br/area-do-professor?download=10> Acesso em: 10 mai. 2014.

VEIGA, M. L. **Formar para um conhecimento emancipatório pela via da educação em ciências.** Revista Portuguesa de Formação de Professores. 2, 49-62, 2002.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente.** Martins Fontes. 4 ed. São Paulo: Martins Fontes. 1991.

WASELFISZ, J. J. **O ensino das ciências no Brasil e o Pisa.** Sangari do Brasil. 1 ed. São Paulo. 2009.

8. APÊNDICES

APÊNDICE A – Caderno do Aluno

Caderno do Aluno

GENÉTICA: Princípios básicos da hereditariedade e primeira lei de Mendel



Victor Rendon Hidalgo

facebook
Página inicial

Sobre

Estuda em

Mora em

De

Status

Foto

Local

Evento cotidiano

Sobre

Fotos

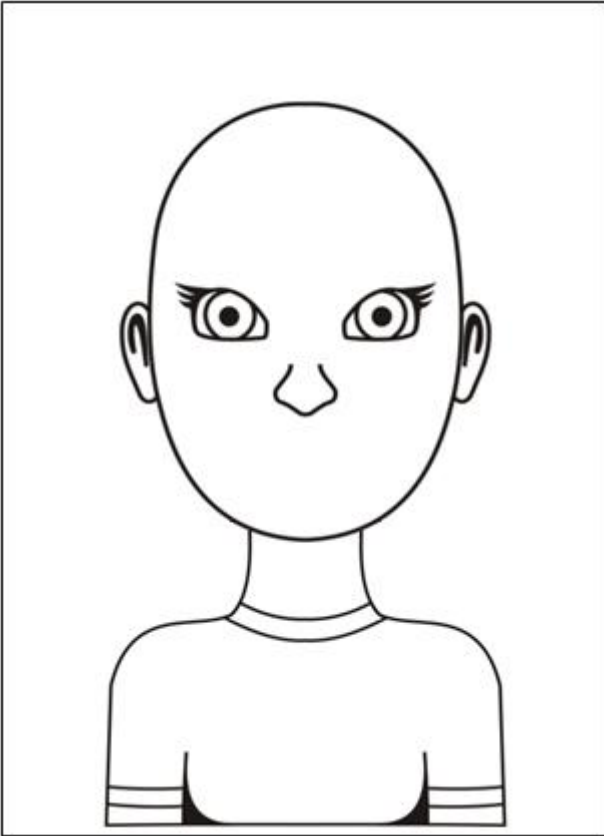





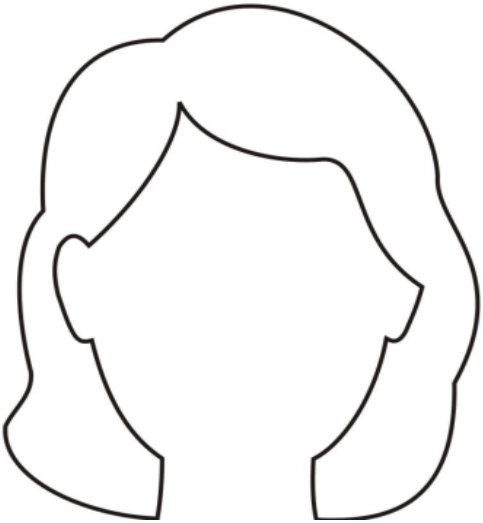


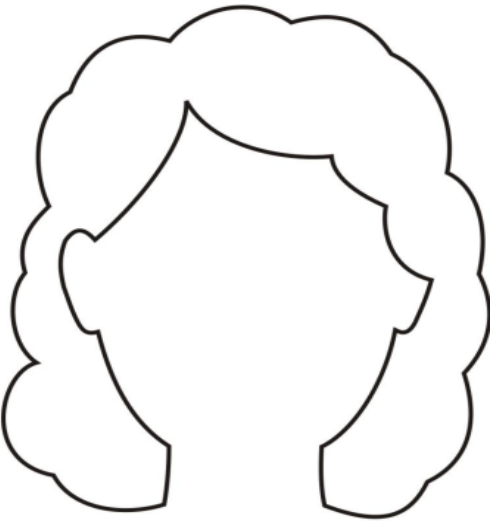
Amigos

Mais

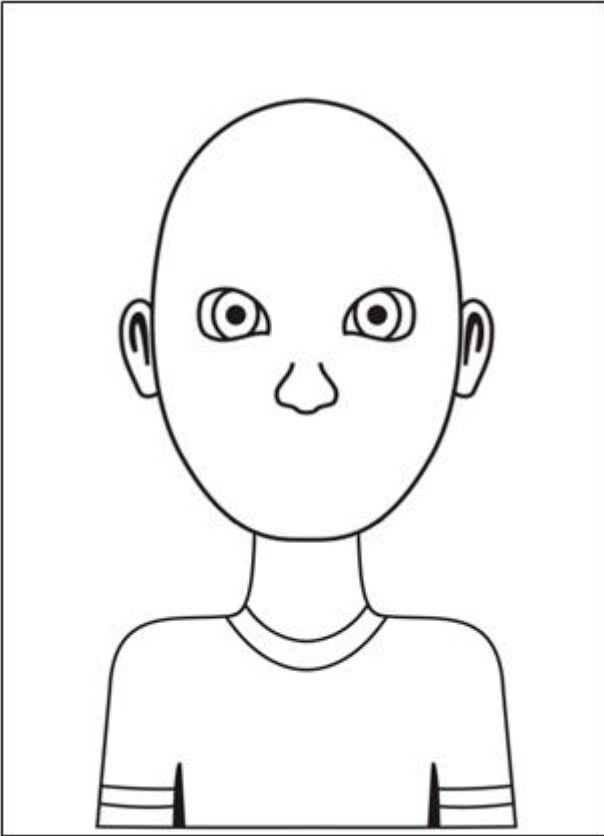

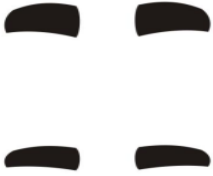

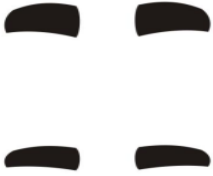


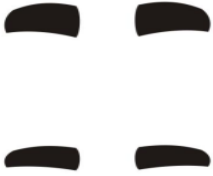


Ensino médio

No que você está pensando?

Avatar feminino – Escolha as características mais próximas de você.

			
<table border="1"><tbody><tr><td data-bbox="209 1467 539 2058"></td><td data-bbox="539 1467 863 2058"></td></tr></tbody></table>			
			
			

Avatar masculino – Escolha as características mais próximas de você.

			
<table border="1"><tbody><tr><td data-bbox="209 1467 539 2060"></td><td data-bbox="539 1467 863 2060"></td></tr></tbody></table>			
			
			

Herança biológica

Genética é a área da biologia que estuda a herança biológica, ou **hereditariedade**, que é a transmissão de características de pais para filhos, ao longo das gerações. Apesar de a herança biológica desafiar a curiosidade das pessoas desde a pré-história, a genética desenvolveu-se de maneira expressiva apenas no século XX.

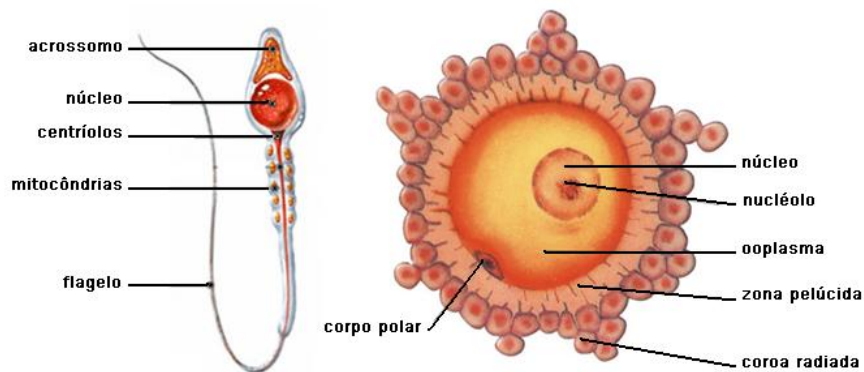
Já percebeu como os filhotes de todos os animais se parecem com seus pais? Um filhote de cachorro, por exemplo, pode ter uma mancha no focinho igualzinha à do pai e ter os pêlos do corpo da mesma cor que os da mãe. Você deve conhecer as expressões "tal pai, tal filho" ou "cara de um focinho do outro". Pois bem, em seres humanos ocorrem os mesmos fenômenos de herança biológica, tente lembrar-se de características (cor dos olhos, formato do queixo e nariz, tipo de cabelo...) presentes em você que se parecem muito com seus pais. Escreva abaixo essas características:

a) Características iguais às do pai:

b) Características iguais às da mãe:

Como são transmitidas as características dos pais aos filhos?

A partir dos conhecimentos sobre a fecundação foi possível avançar na compreensão sobre a hereditariedade. Se os gametas (óvulo e espermatozoide) são a única ligação física entre as gerações, então eles devem conter toda a informação hereditária para originar um novo organismo. E essa informação hereditária está contida em que lugar dos gametas?

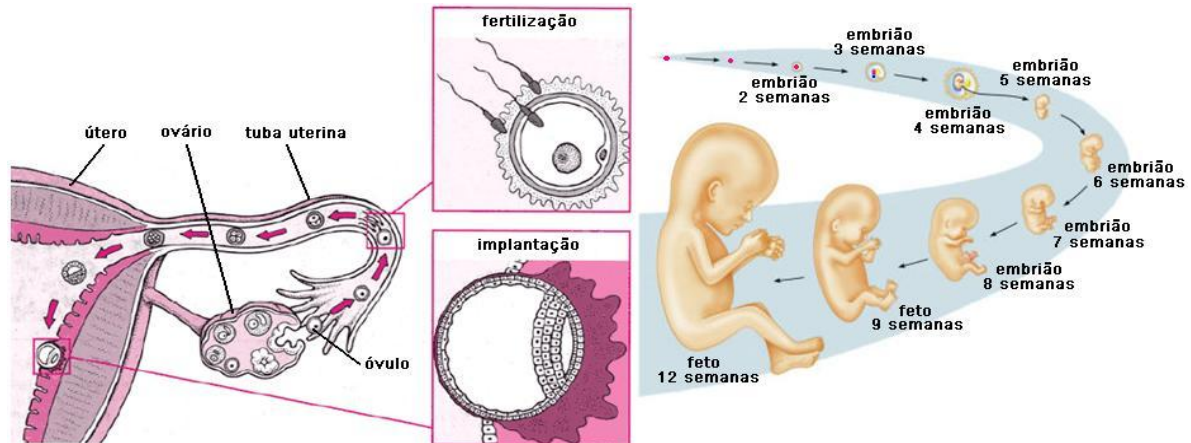


Fecundação

É a fusão de um par de gametas, com formação do zigoto. Na espécie humana a fecundação ocorre no terço inicial do oviduto (tuba uterina) e, em geral, nas primeiras 24 horas após a ovulação. Na espécie humana, o que denominamos óvulo é, na verdade, um ovócito secundário revestido por uma grossa camada de glicoproteínas aderidas à membrana plasmática ovular, denominada envelope vitelínico ou **zona pelúcida**. Por sua vez, esse envoltório, é recoberto por camadas de células foliculares ovarianas, que nutriram o ovócito

durante seu desenvolvimento no folículo. Esses envoltórios exigem que o espermatozoide seja dotado de um sistema perfurador (acrossomo) capaz de vencer os obstáculos à fecundação.

A penetração do espermatozoide induz o ovócito a completar a segunda divisão meiótica. Cerca de 15 horas após a penetração do espermatozoide no óvulo, os pró-núcleos masculino e feminino ficam próximos um do outro e seus cromossomos iniciam o processo de condensação, preparando-se para a primeira divisão celular do zigoto.

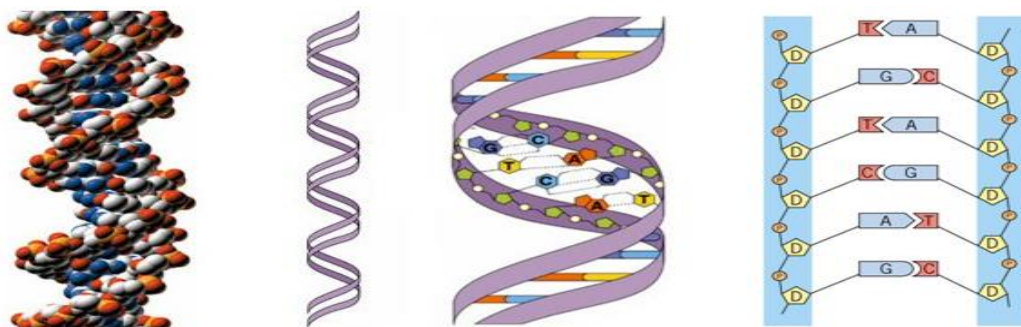


Nos mamíferos, os pró-núcleos não se fundem; eles permanecem próximos e, em determinado momento, suas cariotecas degeneram, liberando cromossomos maternos e paternos no citoplasma do zigoto. Os cromossomos ligam-se às fibras do fuso e ocorre a separação das cromátides-irmãs para polos opostos. Cada polo do fuso recebe um lote de 23 cromossomos maternos e 23 cromossomos paternos. Após a mitose se completar, as duas primeiras células embrionárias apresentam 46 cromossomos, 23 de origem materna e 23 de origem paterna.



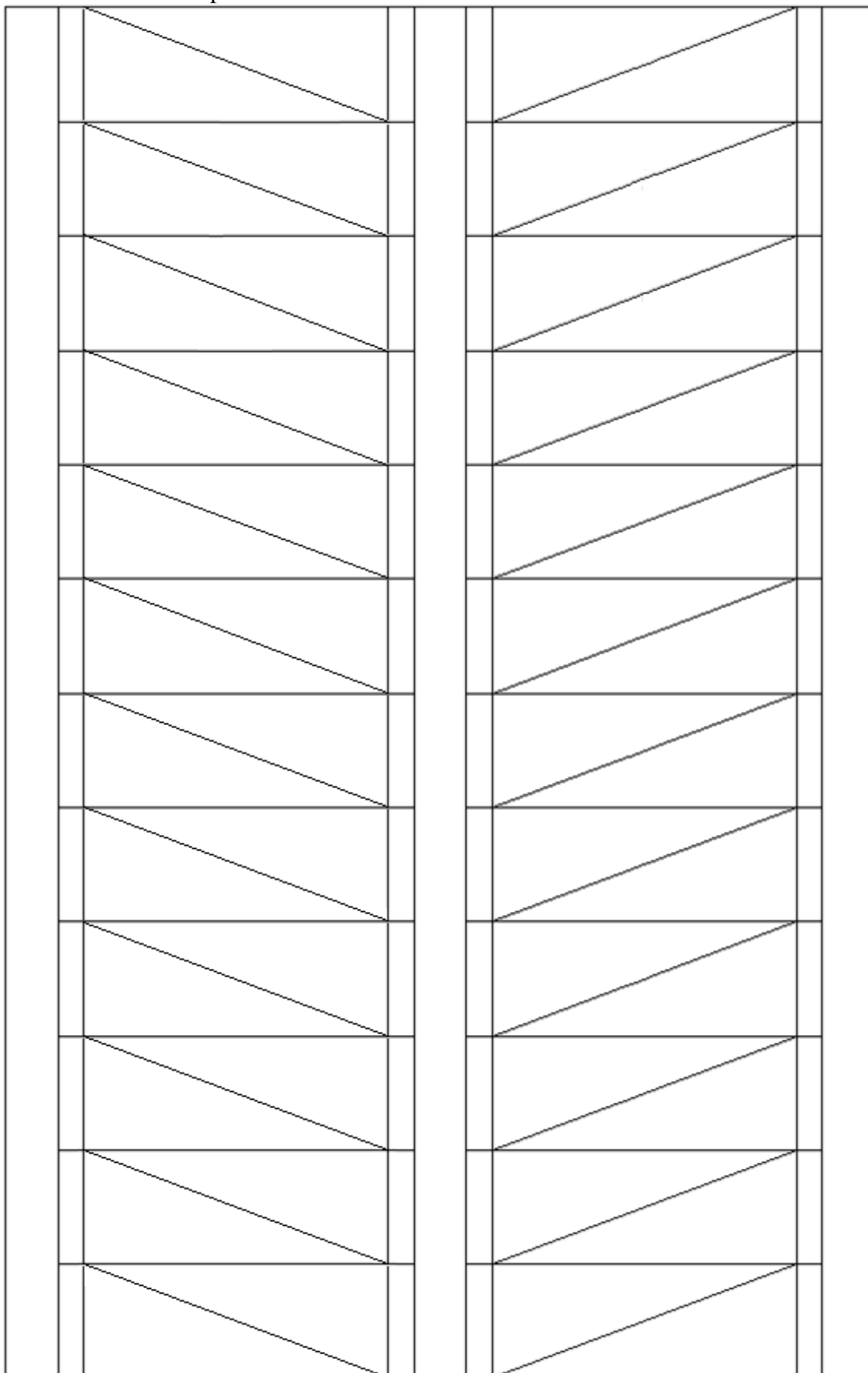
DNA – molécula mestra da vida

Todas as formas de vida em nosso planeta, exceto alguns vírus, têm suas informações genéticas codificadas na sequência de bases nitrogenadas do DNA. Na figura a seguir podem-se observar as diferentes representações da molécula de DNA.

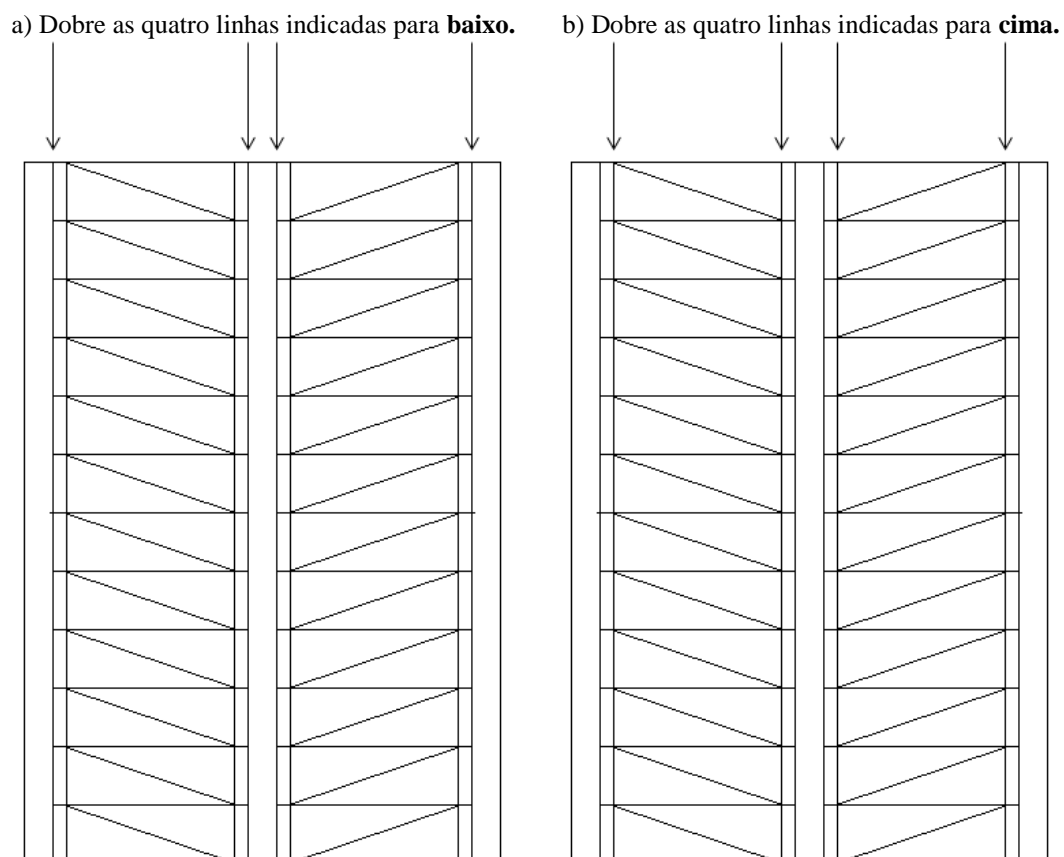


Vamos confeccionar uma molécula de DNA em origami, veja as instruções a seguir:

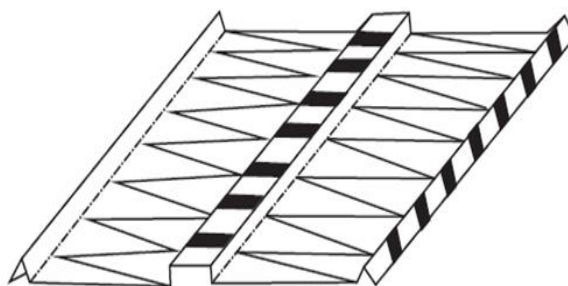
1. Recorte o modelo pelas bordas externas.



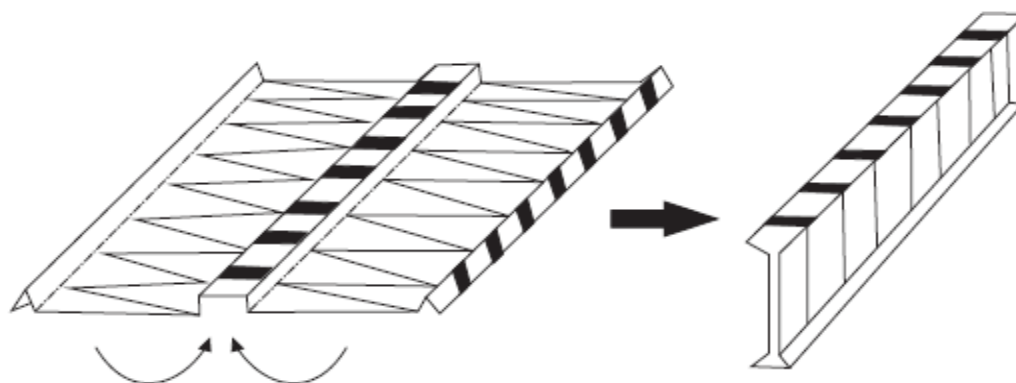
2. Inicie a dobradura de acordo com as instruções abaixo:



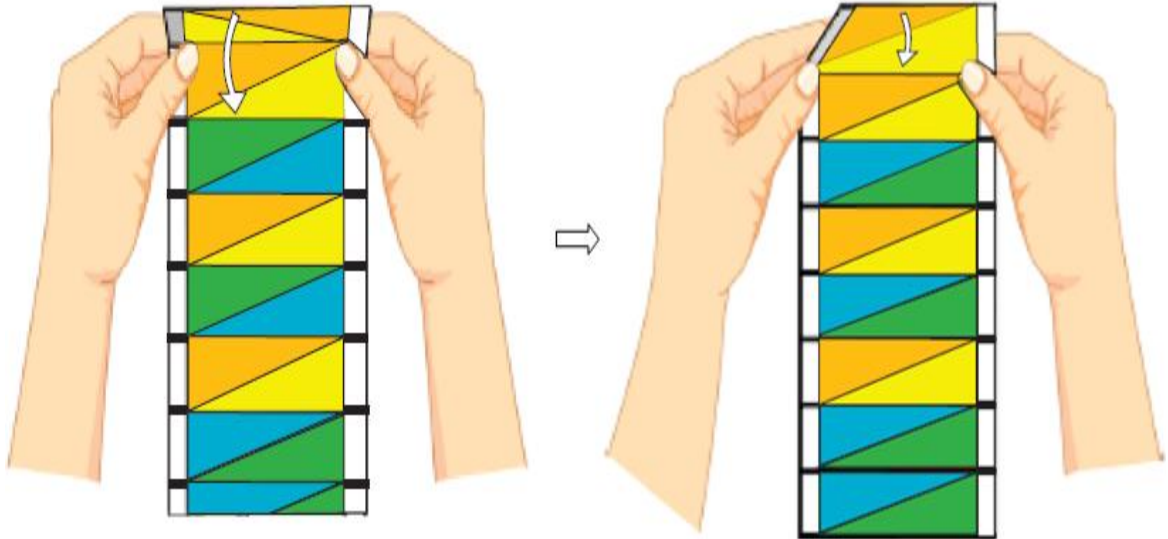
O papel após a dobradura ficará com o formato de um trilho de trem.



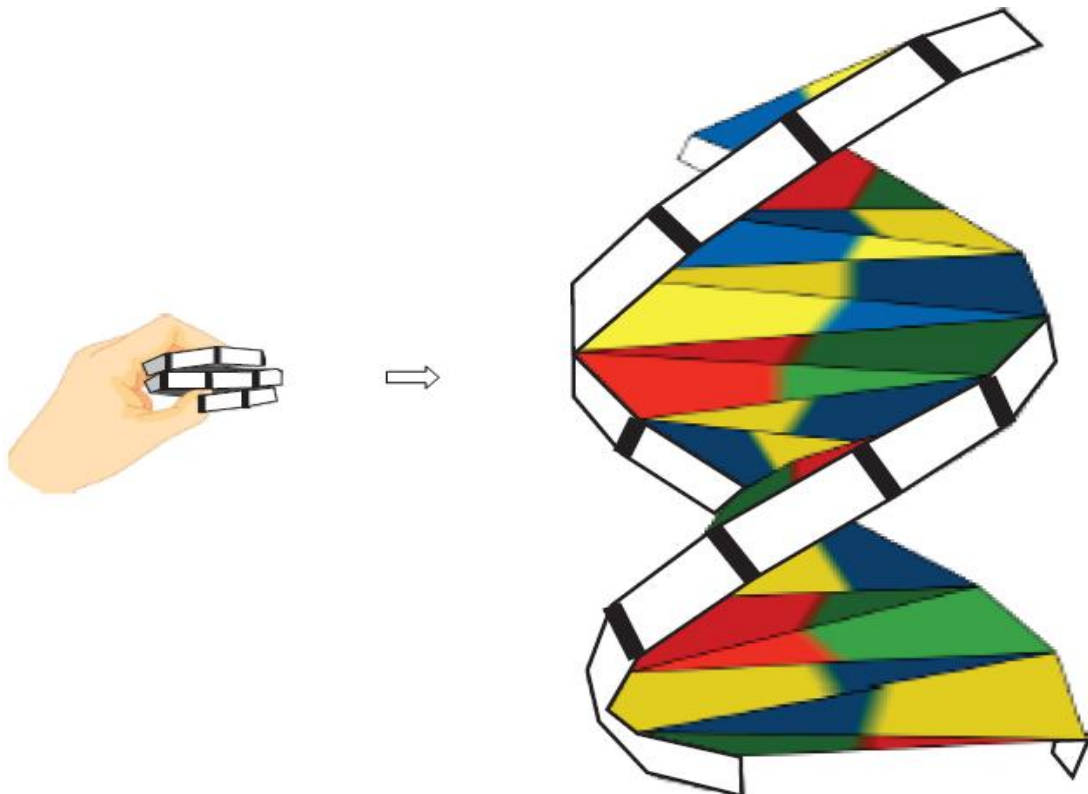
3. Dobre ao meio juntando ambas as partes para que a dobradura lembre uma escada.



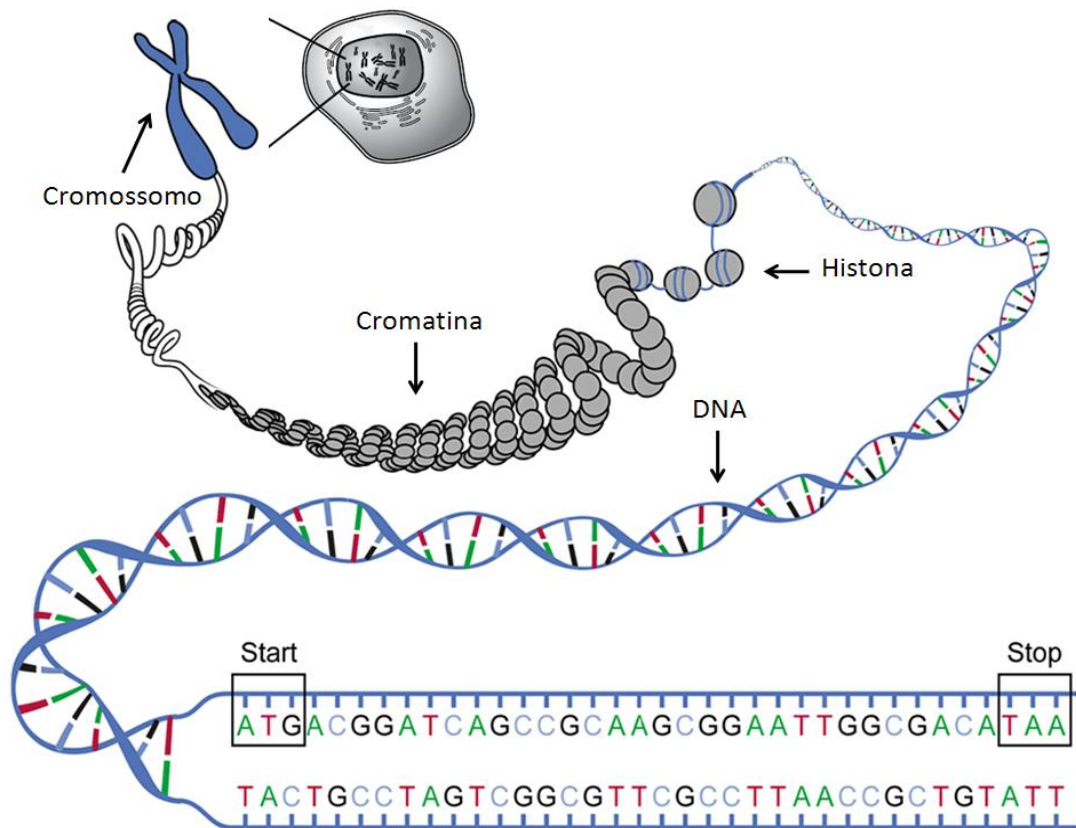
4. Segure o modelo com uma face voltada para você e dobre as linhas horizontais de cada triângulo para baixo e desdobre. Siga dobrando e desdobrando até o último da sequência. Vire o papel (para o lado oposto da dobradura inicial) e, dobre as linhas diagonais para baixo. As dobras devem ser feitas apenas com a intenção de marcar o papel, por isso deve-se dobrar e desdobrar.



5. Dobre todos os vincos diagonais e horizontais, juntos, nas direções das dobras feitas nas etapas anteriores. Seu modelo vai dobrar como um acordeão. Enquanto você dobra, segure o meio do modelo para manter as dobras juntas, gerando uma forma cilíndrica. Solte o modelo. Você deverá ver a forma de uma dupla hélice. Endireite os lados do DNA modelo de modo que fiquem perpendiculares aos vincos do meio. Cuidado para não desfazer a espiral.



Do DNA ao Cromossomo



Convenções da genética

Toda e qualquer ciência utiliza certos termos de estudo científico para informar e esclarecer significados e/ou conceitos.

- **Gene:** Segmento de DNA com informações para a síntese de uma proteína, responsável por alguma característica.
- **Lócus:** Local específico no cromossomo onde fica o gene.
- **Alelos:** Genes que ocupam o mesmo lócus em cromossomos homólogos.
- **Gene dominante:** Alelo que, em dose simples, determina o caráter. É representado por letra maiúscula.
- **Gene recessivo:** Alelo que só determina o caráter quando ocorre em dose dupla. É representado por letra minúscula.
- **Genótipo:** É o conjunto de genes que um indivíduo recebe e transmite hereditariamente. É o patrimônio genético do organismo.
- **Fenótipo:** É o aspecto externo de um indivíduo. O conjunto de suas características biológicas aparentes.
- **Fenocópia:** Dá-se esse nome a um fenótipo, produzido por ação ambiental, que simula os efeitos de determinado gene.
- **Genoma:** Conjunto de genes existentes em todos os cromossomos de uma espécie.
- **Homozigoto:** É o indivíduo que apresenta genes iguais, formando o par de alelos para a característica em estudo: **BB** e **bb**.
- **Heterozigoto:** É o indivíduo que apresenta genes diferentes, formando o par de alelos para a característica em estudo: **Bb**.

Como os genes manifestam suas características nos seres vivos?

Proteínas são substâncias essenciais à estrutura das células vivas; além disso, elas atuam como enzimas, comandando praticamente todos os processos vitais.

Tradução gênica

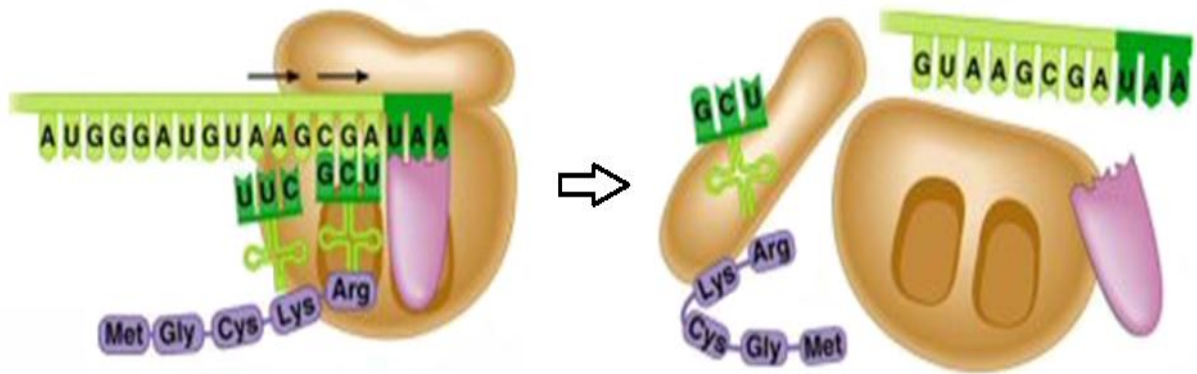
A síntese de uma proteína (cadeia polipeptídica) consiste em unir aminoácidos de acordo com a sequência de códons do RNAm. Como essa sequência é determinada pelas bases do DNA (gene) que serviu de molde ao RNAm, a síntese de proteínas representa, portanto, a “tradução” da informação do gene.

A síntese de um polipeptídeo tem início com a associação entre um ribossomo, um RNAm e o RNAt que transporta o aminoácido metionina. Esse RNAt, cujo anticódon é UAC, emparelha-se com o códon AUG presente perto da extremidade inicial da molécula do RNAm. O códon AUG constitui o chamado “códon de início de tradução”, pois é ele que determina o local da molécula de RNAm em que tem início a informação para a cadeia polipeptídica. Esta sempre é iniciada pelo aminoácido metionina.

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

Tabela do código genético.

O último estágio da síntese de um polipeptídeo ocorre quando o ribossomo chega a um “códon de parada”, ou seja, um dos três códons para os quais não há aminoácido correspondente. Quando isso ocorre, o sítio A do ribossomo é ocupado por uma proteína denominada “fator de liberação” e todos os participantes do processo se separam, liberando a cadeia polipeptídica formada.



O processo de síntese das proteínas é rigorosamente ordenado, o que garante que os tipos e as sequência de aminoácidos de uma cadeia polipeptídica sejam determinado, com precisão, pela sequência de códon do RNAm. Como este é produzido pela transcrição exata da sequência de bases do DNA, ou seja, pelos genes, concluímos que, ao controlar a produção das proteínas, os genes exercem o controle das características e das atividades celulares.

Alguns exemplos genéricos da ação dos genes

Genótipos	Fenótipo
Cabelo: Crespo AA Ondulado Aa Liso aa	
Sobrancelha: Grossa AA, Aa Fina aa	
Lábios: Grossos AA Médios Aa Finos aa	
Orelha de lobo: Descolado AA, Aa Colado aa	

Atribua uma das características (da tabela anterior) ao casal e descubra as probabilidades de sua manifestação nos filhos.



Fenótipo escolhido: _____

Genótipo: Homem _____ x _____ Mulher

Faça o cruzamento usando a tabela de Punnett. Quais os resultados encontrados?

♀	♂		

Histórico:

Realizando cruzamentos com ervilhas-de-cheiro (*Pisum sativum*) durante cerca de oito anos Gregor Johann Mendel (1822-1884) teve seu trabalho desprezado pelo mundo científico da época que não soube avaliar a importância de seus experimentos. Apenas no início do século XX o trabalho de Mendel foi redescoberto e devidamente reconhecido. Nos experimentos com ervilhas, Mendel constatou que os caracteres estudados manifestavam-se nas ervilhas descendentes, segundo regras que ele formulou matematicamente. Tais regras são conhecidas até hoje como as Leis de Mendel e constituem o alicerce da genética moderna.

Primeira Lei de Mendel

Cada característica é formada por um par de fatores ou elementos. Estes separam ou segregam entre si durante a formação dos gametas, indo apenas um fator para cada gameta. Ocorrida a união dos gametas, esses fatores (genes) voltam a se juntar, reconstituindo o par.

Genes Co-dominantes

O Sistema ABO

Os trabalhos de determinação dos tipos sanguíneos, do sistema **ABO**, foram desenvolvidos pelo patologista Austríaco Karl Landsteiner em 1900. Ele identificou os grupos **A**, **B** e **O**. O grupo **AB** foi identificado por Stuali e Von de Castelo, dois colaboradores de Landsteiner, em 1902.

Landsteiner pode identificar os tipos sanguíneos depois que descobriu nas hemácias do sangue humano dois tipos de Aglutinogênios, aos quais designou **A** e **B**. No plasma sanguíneo existem dois tipos de aglutininas, Anti-A e Anti-B, essas aglutininas não podem coexistir com seus Aglutinogênios correspondentes, pois nesse caso ocorreria a aglutinação de hemácias.

OBS:

Aglutinogênios e Aglutininas

Dá-se o nome de “antígenos” a substâncias capazes de provocar a formação de “anticorpos”. Estes são imunoglobulinas, proteínas produzidas por linfócitos e plasmócitos. Os anticorpos são capazes de reagir especificamente aos antígenos que provocam sua formação, neutralizando-os.

*Aglutinogênios: são antígenos encontrados nas hemácias humanas.

*Aglutininas: são anticorpos dissolvidos no plasma sanguíneo.

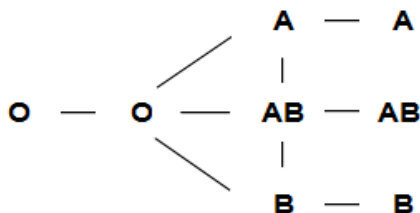
A reação entre Aglutinogênio e aglutininas é chamada de “aglutinação”, porque provoca aderência entre célula ou sua destruição.

Tipo de sangue	Aglutinogênio (hemácias)	Aglutinina (plasma)
A	A	Anti-B
B	B	Anti-A
AB	A e B	-
O	-	Anti-A e Anti-B

Transfusões de sangue

O esquema mostra as possibilidades de transfusão de sangue, pelo sistema **ABO**. Note-se que os indivíduos do grupo **AB**, por não possuírem aglutininas, podem receber todos os tipos de sangue, daí serem chamados receptores universais. Situação inversa ocorre com os indivíduos de grupo **O**, possuem os dois tipos de aglutinina no plasma e só podem receber sangue de doadores também do grupo **O**. Entretanto, as hemácias de indivíduos do grupo **O** não possuem aglutinogênios, daí não ser possível aglutiná-las, por isso o sangue do tipo **O** pode ser doado a qualquer tipo de receptor, sendo os indivíduos desse grupo chamados de doadores universais.

Complete a relação de transfusão entre os grupos sanguíneos



Alelos Múltiplos

As características mendelianas são determinadas por um par de genes, havendo para uma delas dois alelos, geralmente um deles dominante e o outro recessivo. Entretanto, a ocorrência de dois diferentes alelos para um mesmo locus cromossômico não pode ser

generalizada. De fato há heranças nas quais se verifica a existência de mais de dois alelos para um mesmo locus. Esse padrão de herança, conhecido como polialelia ou alelos múltiplos, se aplica aos grupos sanguíneos do sistema **ABO** humano e outros caracteres como, por exemplo, a cor da pelagem em coelhos.

A polialelia está de acordo com a primeira lei de Mendel, porque, embora existam vários alelos para um mesmo locus, apenas dois deles determinam certa característica fenotípica nos indivíduos.

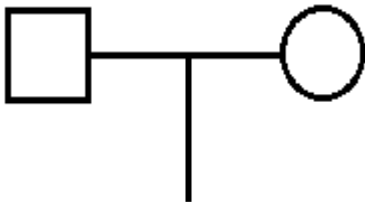
*Alelos múltiplos são séries de genes localizados no mesmo locus em cromossomos homólogos, onde ocorrem dois a dois, determinando um mesmo caráter.

Cada indivíduo da espécie humana possui um destes tipos sanguíneos: **A**, **B**, **AB**, e **O**. Esses quatro fenótipos são determinados por uma série de três genes alelos, identificado pelos símbolos I^A , I^B e i .

Os fenótipos e genótipos possíveis para os grupos sanguíneos do sistema **ABO** são:

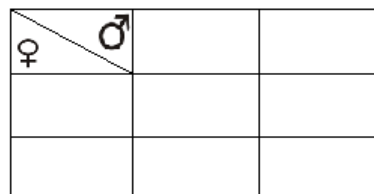
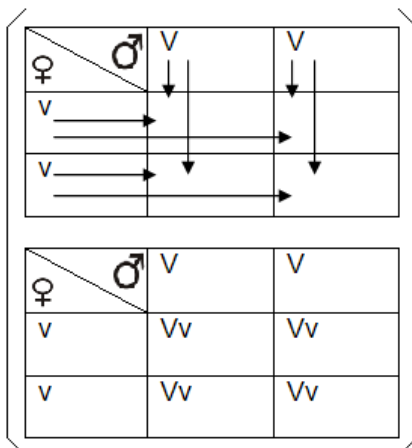
Fenótipo	Genótipo	
Grupo A	$I^A I^A$	$I^A i$
Grupo B	$I^B I^B$	$I^B i$
Grupo AB	$I^A I^B$	
Grupo O	ii	

Monte um heredograma com o sistema ABO de seus pais e você (veja instruções de montagem na página 16)



Monte o quadro de Punnett com os seus dados

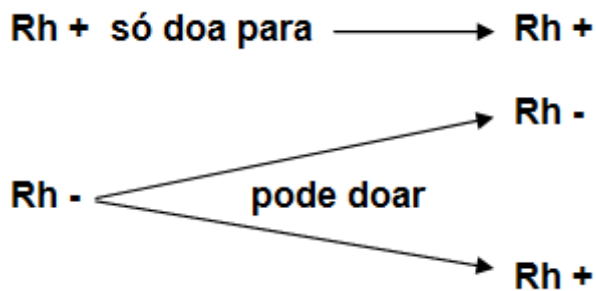
Exemplo



O Sistema Rh

O fator “**Rh**” do sangue foi descoberto, em 1940, por Landsteiner e A. S. Weiner ao injetarem sangue de macacos *Rhesus* em coelhos. Esses pesquisadores verificaram que os coelhos produziam anticorpos anti-Rh, que aglutinavam as hemácias do macaco, o que só levou a inferir que nas hemácias aglutinadas devia existir um antígeno, a que chamaram de Rh. Posteriormente verificaram que um grande número de pessoas tinha sangue com antígeno Rh.

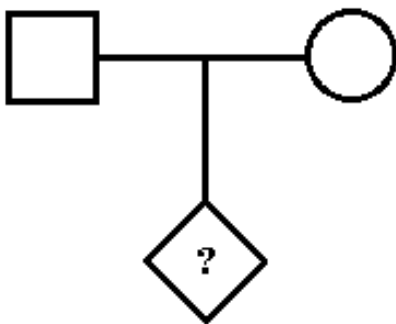
Esses indivíduos foram chamados de Rh positivos, porque suas hemácias reagiam com os anticorpos Rh; aqueles cujas hemácias não reagiam foram chamados de Rh negativos.



A herança do sistema Rh é determinada por um par de genes alelos, **R** e **r**. o gene **R**, dominante sobre o **r**, determina a presença do antígeno Rh nas hemácias e, portanto, é responsável pelo Fenótipo Rh positivo.

Fenótipo	Genótipo
Rh +	RR, Rr
Rh -	rr

Monte aleatoriamente um casal com os genótipos para o fator Rh



Faça o cruzamento usando a tabela de Punnett

♀ \ ♂		

Quais os resultados encontrados?

Fenótipo Rh + ___% ou ____ (de forma fracionada)

Fenótipo Rh - ___% ou ____

Genótipo **RR** ___% ou ____

Genótipo **Rr** ___% ou ____

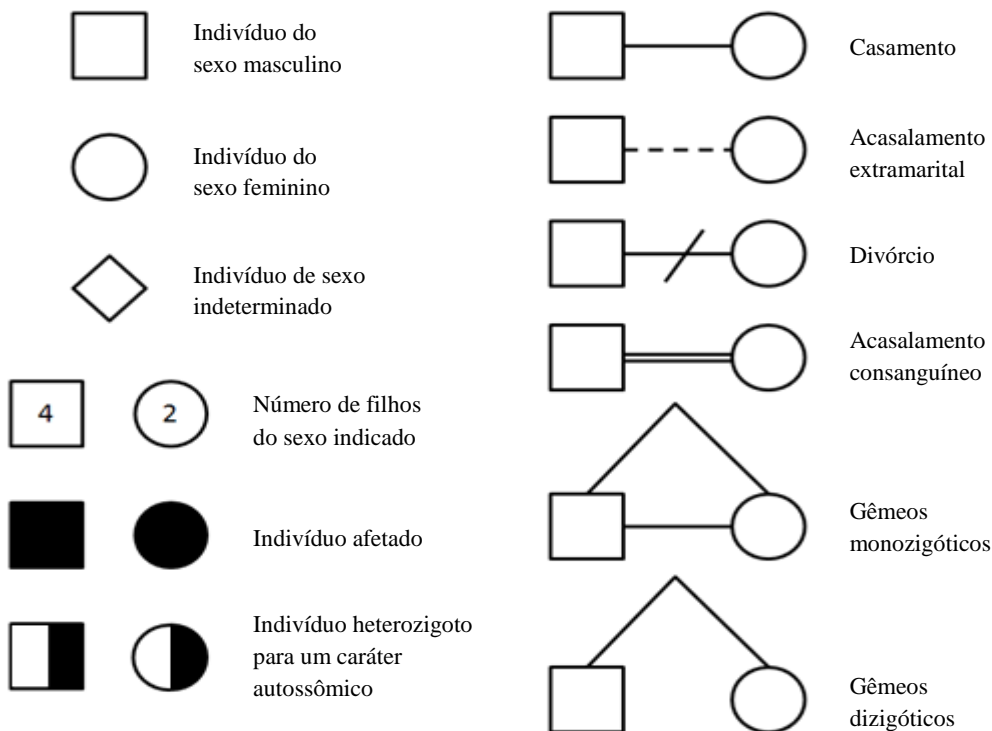
Genótipo **rr** ___% ou ____

Heredograma

Construir um heredograma consiste em representar, usando símbolos, as relações de parentesco entre os indivíduos de uma família. Cada indivíduo é representado por um símbolo que indica as suas características particulares e sua relação de parentesco com os demais.

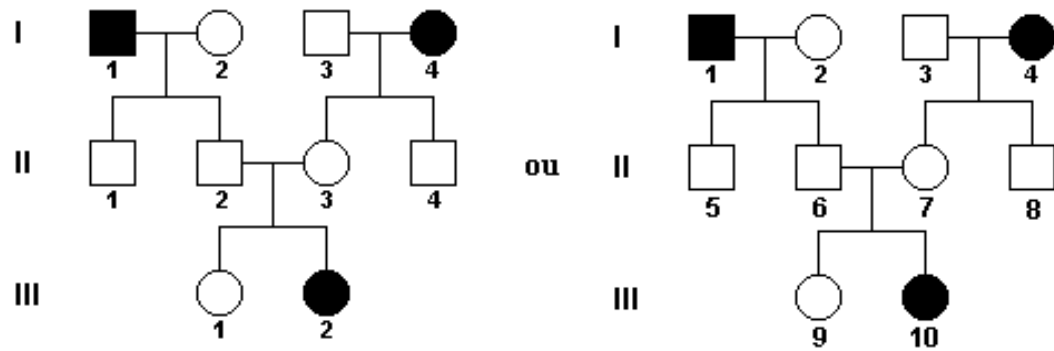
Indivíduos do sexo masculino são representados por um quadrado, e os do sexo feminino, por um círculo. O casamento, no sentido biológico de procriação, é indicado por um traço horizontal que une os dois membros do casal. Os filhos de um casamento são representados por traços verticais unidos ao traço horizontal do casal.

Principais símbolos do heredograma



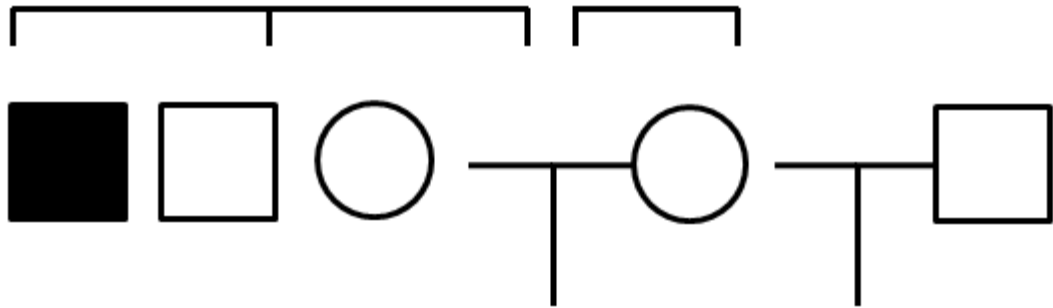
Regras que devem ser observadas para a montagem do heredograma

- Em cada casal, o homem deve ser colocado à esquerda, e a mulher à direita, sempre que for possível.
- Os filhos devem ser colocados em ordem de nascimento, da esquerda para a direita.
- Cada geração que se sucede é indicada por algarismos romanos (I, II, III, etc.). Dentro de cada geração, os indivíduos são indicados por algarismos arábicos, da esquerda para a direita. Outra possibilidade é se indicar todos os indivíduos de um heredograma por algarismos arábicos, começando-se pelo primeiro da esquerda, da primeira geração.

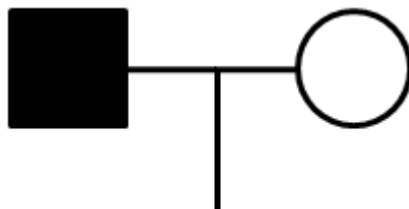


Exercício de construção de heredograma

Leia com atenção a historinha e selecione os símbolos corretos para construir o heredograma



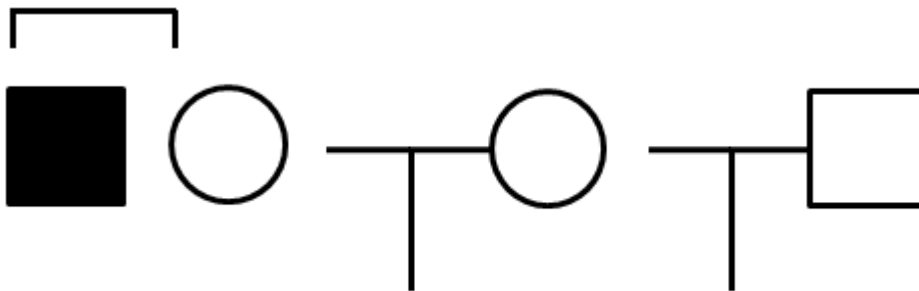
Meu avô é afetado por um distúrbio genético, já minha avó, é normal. Minhas duas tias e meu pai, que é o filho mais novo, são normais.



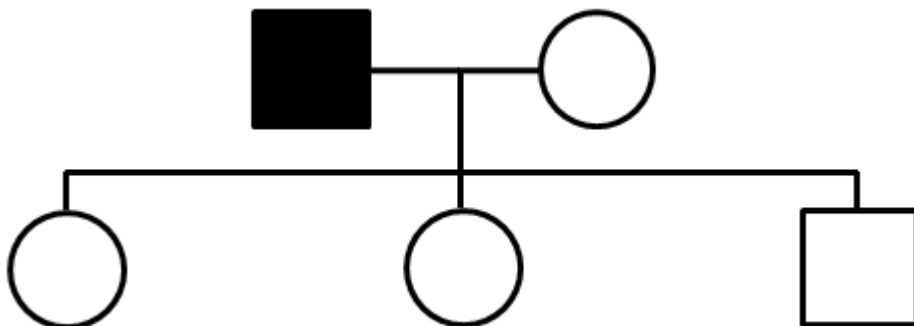


Minha primeira tia se casou com um homem normal e teve uma filha normal e um filho afetado. Minha segunda tia também se casou com um homem normal e teve uma filha normal. Apesar de o meu avô materno ser afetado, minha mãe é normal. Eu sou afetado pela mesma doença do meu avô, mas minha irmã mais nova é normal.

Símbolos para escolher

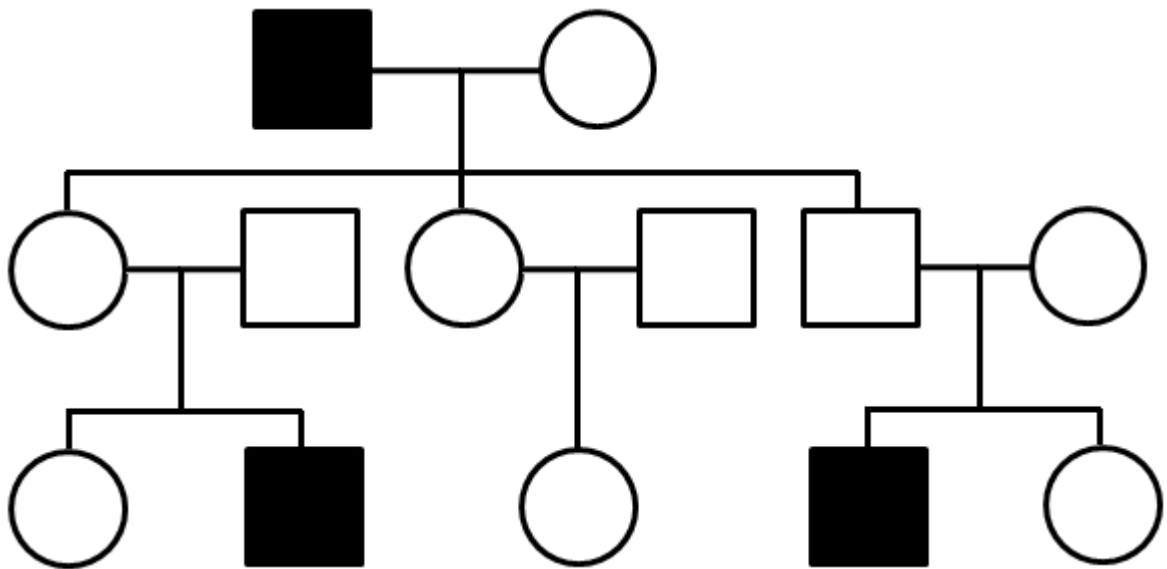


Montagem





Muito bem! Vamos ver se você consegue identificar um indivíduo específico neste heredograma. Circule o indivíduo II. 2.



Observe o heredograma e assinale a resposta correta:
O indivíduo III. 2 é afetado?

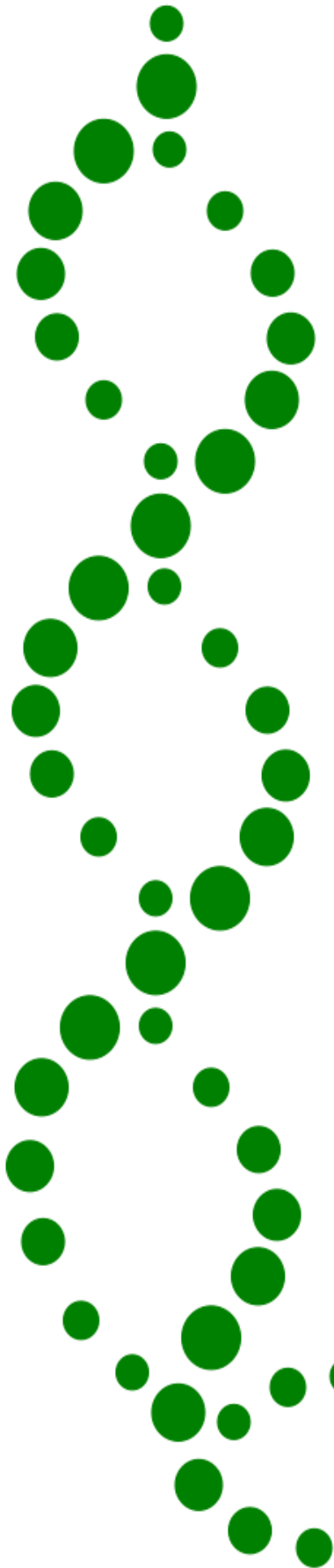
Sim

Não

APENDICE B – Sequência didática do professor

Sequência Didática

GENÉTICA: Princípios básicos da hereditariedade e primeira lei de Mendel



Victor Rendon Hidalgo

GENÉTICA: Princípios básicos da hereditariedade e 1ª lei de Mendel	
Unidade de Ensino	
Professor (a)	
Carga horária	

Objetivos
Interpretar e utilizar modelos para explicar determinados processos biológicos, como a organização do código genético, a transcrição do RNA e a síntese de proteínas.
Aplicar conhecimentos estatísticos e de probabilidade aos fenômenos biológicos de caráter aleatório, ou que envolvem um universo grande, para solucionar problemas tais como prever a probabilidade de transmissão de certas características hereditárias.

Conteúdos	Propostas de atividades	Formas de avaliação
<p>Reconhecimento da existência de uma linguagem codificada da vida, que se perpetua pela duplicação das moléculas de DNA e que determina as características hereditárias por meio do controle das atividades celulares.</p> <p>Noções sobre a estrutura química do DNA, modelo molecular, e compreensão da maneira pela qual ela armazena informação genética.</p> <p>Identificação e utilização dos códigos usados para representar as características genéticas</p>	<p>SITUAÇÃO 1</p> <p>Acolher os alunos, em seguida distribuir os respectivos materiais a serem utilizados durante a aula de genética. Apresentar o Caderno do aluno destacando sua organização, textos de ajuda e exercícios de atividade.</p> <p>No Caderno, a capa lembra um perfil de rede social o qual possui espaços para a identificação do aluno e uma área em branco para inserir seu avatar. Na folha seguinte existem dois perfis, masculino e feminino, para que o aluno construa seu próprio avatar. Os avatares estão sem cabelo e sem os detalhes do rosto, permitindo que o aluno, a partir de suas características, escolha o tipo de cabelo, sobrancelhas e boca.</p> <p>Orientar os alunos a recortar cuidadosamente as características que mais se assemelham a eles, começando pelo tipo de cabelo, depois colar cuidadosamente por cima da cabeça do perfil que escolheram (este perfil, masculino ou feminino só será recortado ao final da montagem do avatar), em seguida, escolher o tipo de sobrancelha e tipo de boca.</p> <p>Com o avatar montado, peça que seus alunos o recortem cuidadosamente e o cole no espaço reservado da capa. Pronto! Agora o caderno do aluno está devidamente personalizado.</p> <p>Chamar a atenção dos alunos a respeito das características escolhidas para montar o próprio avatar (caricatura), todos escolheram características que se assemelham às suas feições reais, estas</p>	<p>Acompanhamento dos trabalhos dos alunos durante as atividades.</p> <p>Atividade de reconhecimento, em representações (modelos, desenhos) e/ou microfotografias, do núcleo e sua estrutura, da molécula de DNA, dos diferentes tipos de RNAs e da síntese de proteínas.</p> <p>Verificação da aquisição de nomenclatura específica da disciplina no discurso oral e produção escrita dos estudantes.</p>

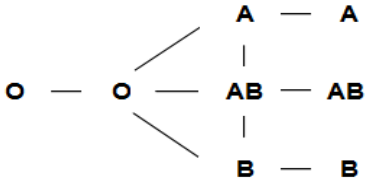
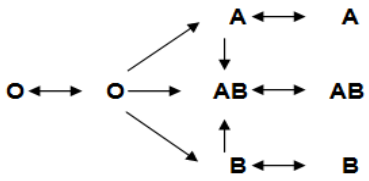
<p>emestudo.</p>	<p>características foram transmitidas pelos seus pais. Pedir que reconheçam e registrem em seu caderno o quê deles é semelhante ao pai ou à mãe. E para dar continuidade à próxima aula lançar o seguinte questionamento aos alunos: Como são transmitidas estas características?</p> <p>OBS. solicitar com antecedência os materiais necessários para esta e as outras aulas como: tesoura, lápis de cor, cola, fita adesiva, etc.</p>	
	<p>SITUAÇÃO 2</p> <p>Retomemos o questionamento anterior. Como são transmitidas as características dos pais aos filhos? Relembremos da turma os processos da fecundação: quais as células envolvidas? Se os gametas são essas células, onde eles devem conter toda a informação transmitida dos pais aos filhos? Então o DNA é a grande molécula mestra da vida? Use o esquema das páginas 3 e 4 para rever o processo de fecundação. Direcione a retomada dos conteúdos mencionados de modo que a turma chegue ao consenso sobre a importância do DNA no mecanismo da hereditariedade. Lance a seguinte pergunta como elo da próxima atividade: Vocês conseguem imaginar como essas “características” estão organizadas no DNA?</p>	
	<p>SITUAÇÃO 3</p> <p>É importante conhecer algumas convenções nominais sobre a molécula de DNA e sobre a genética como ciência. Para tanto, faça um breve histórico dos trabalhos de Watson e Crick que contribuíram para evidenciar ao mundo a estrutura do DNA. Em seguida proponha aos alunos refazer esse caminho (de forma análoga). Peça que destaquem a página indicada para a confecção de um DNA de origami. Esta atividade nos ajudará a recordar da estrutura em dupla hélice, as ligações entre as bases nitrogenadas, entre outros conceitos básicos. Peça aos alunos que recortem a folha no local indicado, feito isso será possível observar que esta molécula de DNA contém 12 desoxirribonucleotídeos em cada filamento, convencionemos, didaticamente, um gene a cada trinca de bases nitrogenadas. Ao todo, nosso DNA de origami conterà 3 genes responsáveis por 3 características distintas, a quarta trinca irá representar todo segmento de DNA que não codifica</p>	

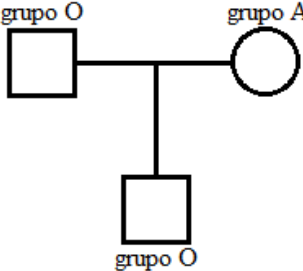
	<p>nenhuma característica. Estas três características são as mesmas usadas na montagem do avatar dos alunos (tipo de cabelo, tipo de sobrancelha e forma dos lábios). Na página 10 do caderno do aluno consta uma tabela com estas características indicando se elas são de caráter dominante ou recessivo.</p> <p>Antes de proceder com o origami peça que seus alunos combinem aleatoriamente as bases nitrogenadas, claro que dentro do convencional, adenina com timina (e vice-versa) e citosina com guanina (e vice-versa). Cuidado para as sequências não serem as mesmas entre os genes, cada gene deve conter uma sequência diferente da outra. Uma vez terminada o pareamento proceda com a coloração, o aluno deve escolher quatro cores diferentes e determinar uma para cada base nitrogenada. Uma vez colorido é hora de proceder com as dobras do origami (as instruções estão no caderno do aluno das páginas 6 e 7), oriente as dobras por etapas, de modo que todos iniciem e terminem juntos. Quando terminado, peça que seja marcado o intervalo de cada gene, começando da direita para a esquerda, convençionemos ao primeiro gene como responsável pela característica dos cabelos; ao segundo, como responsável pela característica da sobrancelha; ao terceiro, como responsável pela característica da boca. Peça que cada aluno observe o DNA que confeccionou e que reconheça nele as suas informações contidas nos genes.</p> <p>Escolha aleatoriamente um aluno e peça que ele leia essas informações/instruções genéticas, por exemplo: eu tenho cabelos crespos, sobrancelhas grossas e boca com lábios médios.</p> <p>Aproveite este momento para sanar algumas dúvidas e fixar alguns conceitos sobre o DNA. Peça que os alunos tragam o origami de DNA para a próxima aula.</p>	
<p>Compreensão dos fundamentos da variabilidade genética e da hereditariedade:</p> <ul style="list-style-type: none"> o conceito de genótipo, fenótipo e a relação entre eles; o conceito e inter-relações entre: genes 	<p>SITUAÇÃO 4</p> <p>Solicitar para os alunos que coloquem o DNA de origami sobre a mesa com o gene do tipo de cabelo para cima (lembramos que na aula anterior os genes foram marcados e identificados como responsáveis por certa característica). Com ajuda do esquema na página 8 do caderno do aluno, iremos consolidar os conceitos de DNA, Cromatina e Cromossomo, muitos alunos confundem e não concebem que são aspectos morfológicos distintos da mesma estrutura. Da mesma forma, aproveitaremos para reconhecer mais convenções utilizadas na genética como, por</p>	<p>Observação, registro e análise:</p> <ul style="list-style-type: none"> o dos conhecimentos que o aluno já possui sobre fenômenos hereditários e genética; o de como o aluno procede enquanto

<p>alelos, loco gênico, genoma, célula haplóide, célula diplóide e cromossomos homólogos;</p> <p>o conceitos de alelo dominante, alelo recessivo, indivíduo homozigoto, indivíduo heterozigoto.</p>	<p>exemplo:</p> <p>Gene (mostre os segmentos identificados em cada DNA, no caso, há quatro genes responsáveis por certas características);</p> <p>Lócus (cada segmento de gene ocupa um lugar no DNA, conseqüentemente no cromossomo, esse local é denominado lócus);</p> <p>Alelo (são genes responsáveis pela mesma característica que ocupam a mesmo lócus em cromossomos homólogos);</p> <p>Gene dominante (gene que, em dose simples, expressa sua característica, é representado por letra maiúscula);</p> <p>Gene recessivo (gene que, em dose dupla, expressa um caráter recessivo, é representado por letra minúscula);</p> <p>Genótipo (é o conjunto de genes que um indivíduo recebe e transmite hereditariamente);</p> <p>Fenótipo (é a expressão aparente dos genes);</p> <p>Fenocópia (fenótipo produzido por ação ambiental, que simula os efeitos de determinado gene);</p> <p>Genoma (Conjunto de genes existentes em todos os cromossomos de uma espécie);</p> <p>Homozigoto (é o indivíduo que apresenta genes iguais, formando o par de alelos para a característica em estudo: BB e bb);</p> <p>Heterozigoto (é o indivíduo que apresenta genes diferentes, formando o par de alelos para a característica em estudo: Bb).</p>	<p>realiza as atividades de estudo.</p>
<p>Conhecimentos sobre o código genético e fabricação de proteínas.</p> <p>Conhecimentos sobre o código genético e expressão gênica: compreensão do processo de transcrição e o papel de cada um dos principais tipos de RNA (RNA mensageiro, RNA transportador e RNA ribossômico) no</p>	<p>SITUAÇÃO 5</p> <p>A turma já entendeu que um Gene corresponde a uma região particular do DNA e é responsável por certa característica. A questão agora é entender como o Gene manifesta sua característica no organismo. Para isso a proposta desta atividade pretende fazer um resgate “dinâmico” da Expressão Gênica.</p> <p>Mexa com os alunos, forme duas fileiras de 7 alunos, na mesma fila os alunos devem ficar lado a lado, e em relação à outra fila os alunos devem ficar frente a frente. Distribua as trincas de bases nitrogenadas para os sete pares de alunos, ao primeiro par entregue a trinca TAC e seu correspondente ATG (estas trincas podem ser confeccionadas conforme modelo em anexo). Em cada trinca devem estar adicionadas as bases A, T, C, ou G (sempre aos pares). Cole um barbante à trinca e pendure-o ao pescoço dos alunos</p>	<p>Atividade de utilização de tabela de código genético para prever, a partir da sequência de base de um DNA ou de um RNA, a composição de aminoácidos no polipeptídeo produzidos.</p> <p>Elaboração de modelo didático para representar a síntese de proteínas.</p> <p>Avaliação da participação e</p>

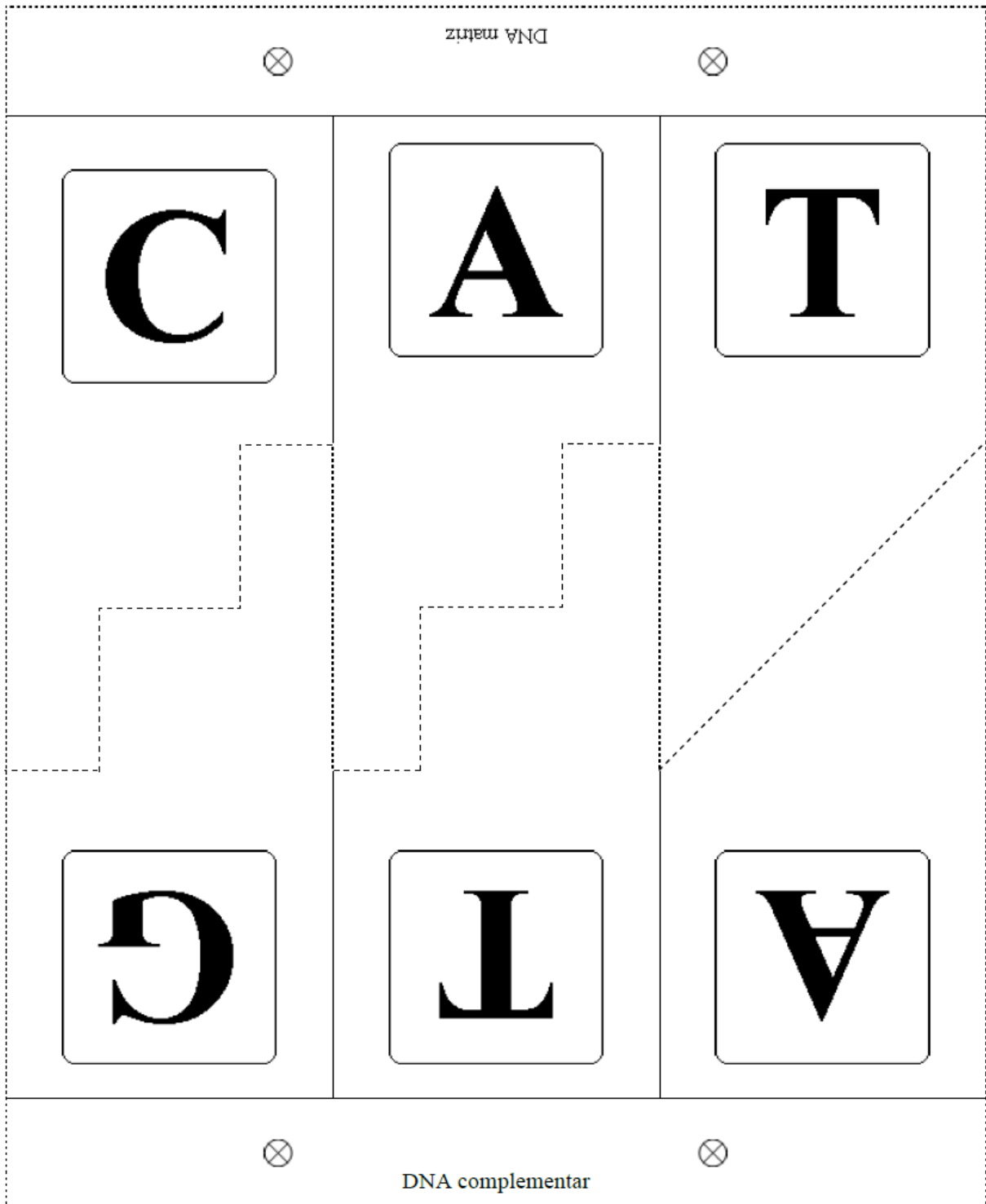
<p>processo de tradução (síntese de proteínas).</p> <p>Utilização de uma tabela de código genético para prever, a partir da sequência de base de um DNA ou de um RNA, a composição de aminoácidos no polipeptídeo produzido.</p>	<p>como um grande crachá, essa será a identidade de cada trinca. Agora peça que os alunos se reorganizem de modo que cada trinca, numa fila, fique com seu correspondente de frente na outra fila. Explicar aos alunos que eles representam o gene numa molécula de DNA e que este gene irá passar os comandos para a produção de uma proteína.</p> <p>Convide mais sete alunos e distribua entre eles seis trincas de RNAt (anticódons) e a proteína “fator de liberação”. Cada aluno com RNAt deve reconhecer a trinca de códon onde irá parear e com a ajuda da tabela presente na página 8 do seu caderno, deve identificar o aminoácido que irá transportar. O aluno com o fator de liberação deve identificar o códon de parada.</p> <p>Posicione uma mesa no centro da sala e explique que o mesmo fará o papel do ribossomo, coloque duas cadeiras por trás da mesa que farão a vez do sitio A e sitio P. convide ao primeiro códon do RNAm a sentar-se no sitio A (os alunos do RNAm devem permanecer de mãos dadas), o RNAt cujo anticódon for correspondente deve parear com o códon que está no sitio A (tratando-se do primeiro, este RNAt deve ser o que carrega o aminoácido metionina), em seguida o primeiro códon se desloca para o sitio P (juntamente com o RNAt) e o códon seguinte senta-se no sitio A, da mesma forma o RNAt correspondente com o aminoácido certo faz o pareamento no códon que ocupa o sitio A. O códon que estava no sitio P avança para fora, o que estava no sitio A se desloca para o sitio P e o códon subsequente ocupa o sitio A (os alunos do RNAm continuam de mãos dadas), o RNAt que está pareado com o primeiro códon de RNAm passa seu aminoácido para o RNAt que agora ocupa o sitio P e o prende junto ao outro aminoácido com o pregador de roupa. Dessa maneira ocorre o mesmo processo até o ultimo códon que, não codifica aminoácidos. Quando esse códon de parada ocupa o sitio A do ribossomo, o aluno com o fator de liberação também ocupa o sitio A e todos os participantes do processo se separam, inclusive as duas subunidades do ribossomo, liberando a cadeia polipeptídicas</p>	<p>disposição do aluno nas diferentes atividades realizadas.</p>
--	---	--

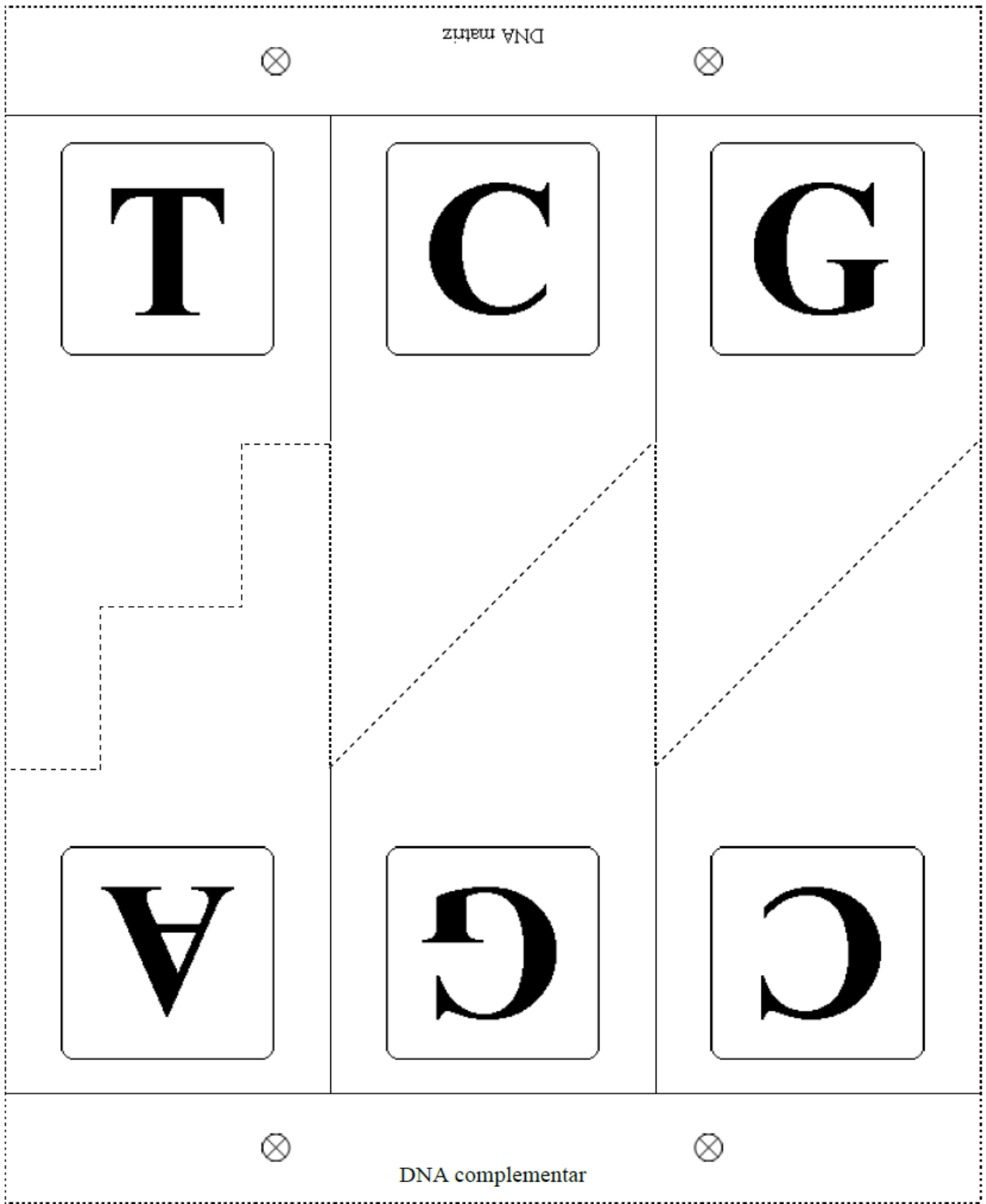
	<p>formada e, assim, sinaliza-se o final da Síntese Protéica.</p> <p>Uma vez formada a proteína sane as possíveis dúvidas sobre a Expressão Gênica e explique resumidamente a importância funcional das proteínas no organismo.</p>	
<p>Identificação, a partir de resultados de cruzamentos, dos princípios básicos que regem a transmissão de características hereditárias e sua aplicação para interpretar o surgimento de determinadas características.</p> <p>Concepções mendelianas sobre hereditariedade e a fundamentação para a primeira lei de Mendel.</p>	<p>SITUAÇÃO 6</p> <p>Peça aos seus alunos que utilizem a tabela da página 10 que contém as mesmas características genotípicas usadas na montagem do avatar, nessa tabela tais características estão identificadas com par de genes homocigotos ou heterocigotos. Peça que eles montem um casal usando aleatoriamente uma das características, faça o mesmo no quadro. Explique que fará um cruzamento e verificar quais características e em que proporções elas podem aparecer nos descendentes, com o uso do quadro de Punnett (modelo em anexo) vá explicando passo a passo sua montagem, para tanto, peça que eles identifiquem cada uma das 4 fichas com um gene sejam dominantes e/ou recessivos. Orientá-los a pôr as fichas na primeira linha (referente ao par paterno) uma em cada quadro e um par na primeira coluna (referente ao par materno), ensine-os a fazer os cruzamentos de modo que eles percebam como cada gene se desloca para formar um par nos descendentes. Discuta os resultados do cruzamento. Agora é a vez dos alunos, eles devem usar o casal com as características que escolheram para verificar como será a descendência e em que proporções podem aparecer as características observadas. Assim, use tais cruzamentos para definir a primeira Lei de Mendel, da mesma forma faça um breve resumo da biografia de Mendel e a importância do seu trabalho para a genética moderna.</p>	<p>Registros e relatórios das atividades investigativas elaborados individualmente e em grupo, considerando: adequação conceitual e do uso da linguagem científica, organização das informações.</p> <p>Elaboração de esquemas e modelos para explicar a transmissão de genes e suas características. Questões-problema que envolvam a transposição de fatos, conceitos e processos para situações reais ou simuladas.</p>
<p>Noções gerais sobre o sistema de grupos sanguíneos ABO, bem como dos princípios envolvidos na incompatibilidade entre certos tipos sanguíneos.</p> <p>Conceito de</p>	<p>SITUAÇÃO 7</p> <p>Nesta aula trataremos sobre os grupos sanguíneos do sistema ABO. Inicialmente use a tabela da página 12 que correlaciona a presença de aglutinogênios e aglutininas nas hemácias e no plasma sanguíneo. É importante que os alunos entendam que no plasma sanguíneo existem dois tipos de aglutininas, Anti-A e Anti-B, essas aglutininas não podem coexistir com seus Aglutinogênios correspondentes, pois nesse caso ocorreria a aglutinação de hemácias. Uma vez compreendida essa relação (aglutinas e</p>	<p>Verificação da aquisição de nomenclatura específica da disciplina no discurso oral e produção escrita dos estudantes.</p>

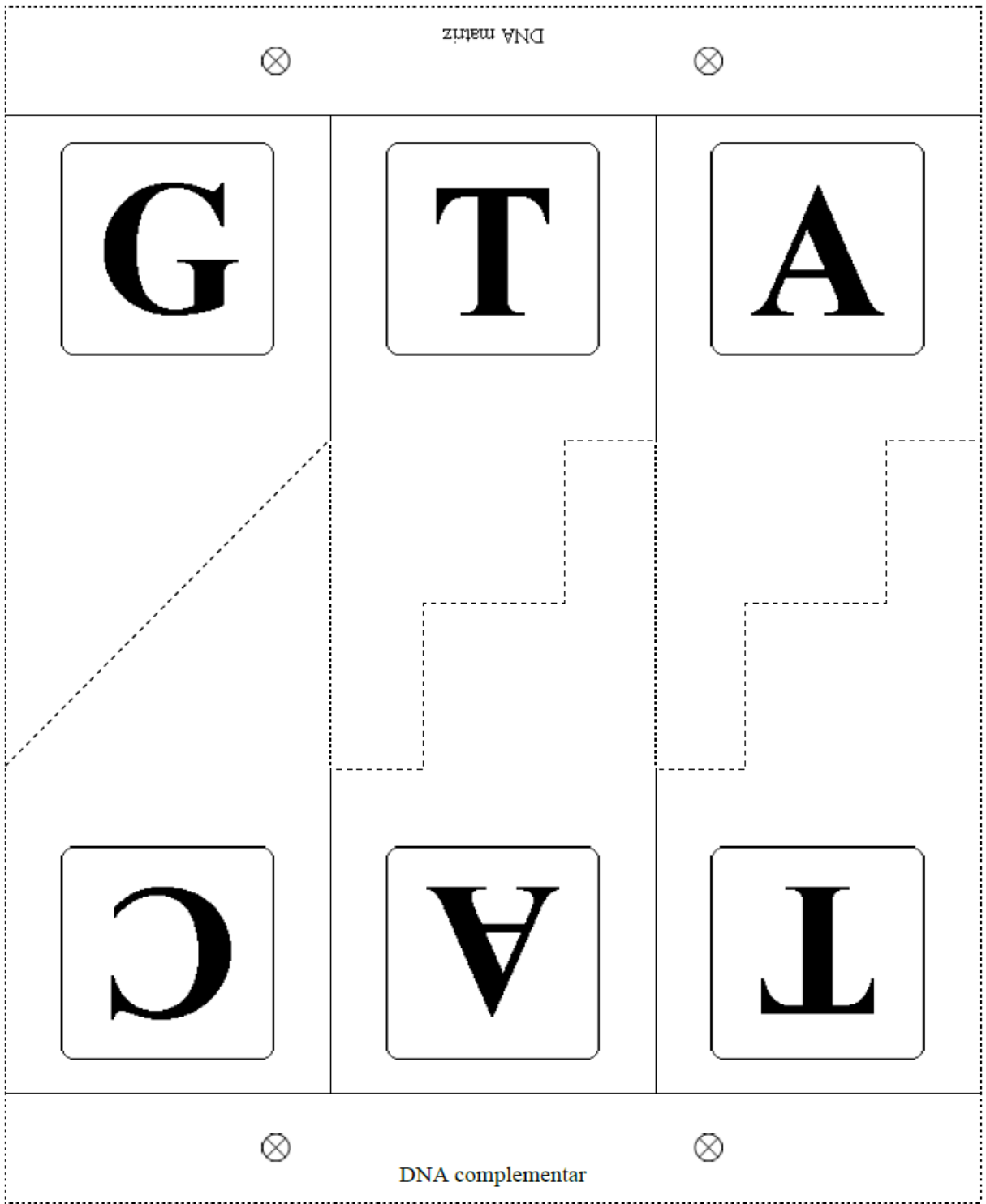
<p>antígenos e anticorpos.</p>	<p>aglutinogênios) e de uso da tabela anterior, lance o desafio para a turma de organizar um esquema com os grupos sanguíneos do sistema ABO onde se possa verificar a relação de doação e recepção sanguínea, para tanto, recomende o uso de setas em sentido único (\rightarrow) ou sentido duplo (\leftrightarrow) para estabelecer tais relações. Permita que os alunos transitem pela sala e façam consultas uns com os outros de modo a que eles mesmos tirem suas dúvidas e construam corretamente seu esquema. Quando terminarem (tempo máximo de 10 minutos), apresente o seguinte esquema no quadro ou slide:</p>  <p>Explique que não há problema se os alunos fizeram esquemas em ordem diferente à que você está apresentando, o importante é verificar as relações existentes entre os grupos. Vá acrescentando a direção das setas, com ajuda dos alunos. Os que por ventura tiverem feito relações diferentes devem corrigir, mas assegure-se de sanar as dúvidas, de modo que, ao final todos os esquemas apresentem as mesmas relações entre os grupos sanguíneos, como o exemplo a seguir:</p> 	
<p>Aplicação de conhecimentos relativos à segregação de um par de alelos e à probabilidade, na resolução de problemas envolvendo cruzamentos genéticos.</p> <p>Conceito de alelos múltiplos.</p> <p>Utilização de noções básicas de probabilidade para prever</p>	<p>SITUAÇÃO 8</p> <p>Assegure-se de que os alunos entenderam que herança monogênica é determinada por um par de genes, havendo para uma delas dois alelos, geralmente um deles dominante e o outro recessivo. Entretanto, nesta aula, entenderemos que a ocorrência de dois diferentes alelos para um mesmo locus cromossômico não pode ser generalizada. De fato há heranças nas quais se verifica a existência de mais de dois alelos para um mesmo locus. Esse padrão de herança, conhecido como polialelia ou alelos múltiplos, se aplica aos grupos sanguíneos do sistema ABO humano e outros caracteres como, por exemplo, a cor da pelagem em coelhos.</p> <p>Explique o conceito de polialelia que está de acordo com a primeira lei de Mendel, porque, embora existam vários alelos para um mesmo locus, apenas dois deles determinam certa característica fenotípica</p>	

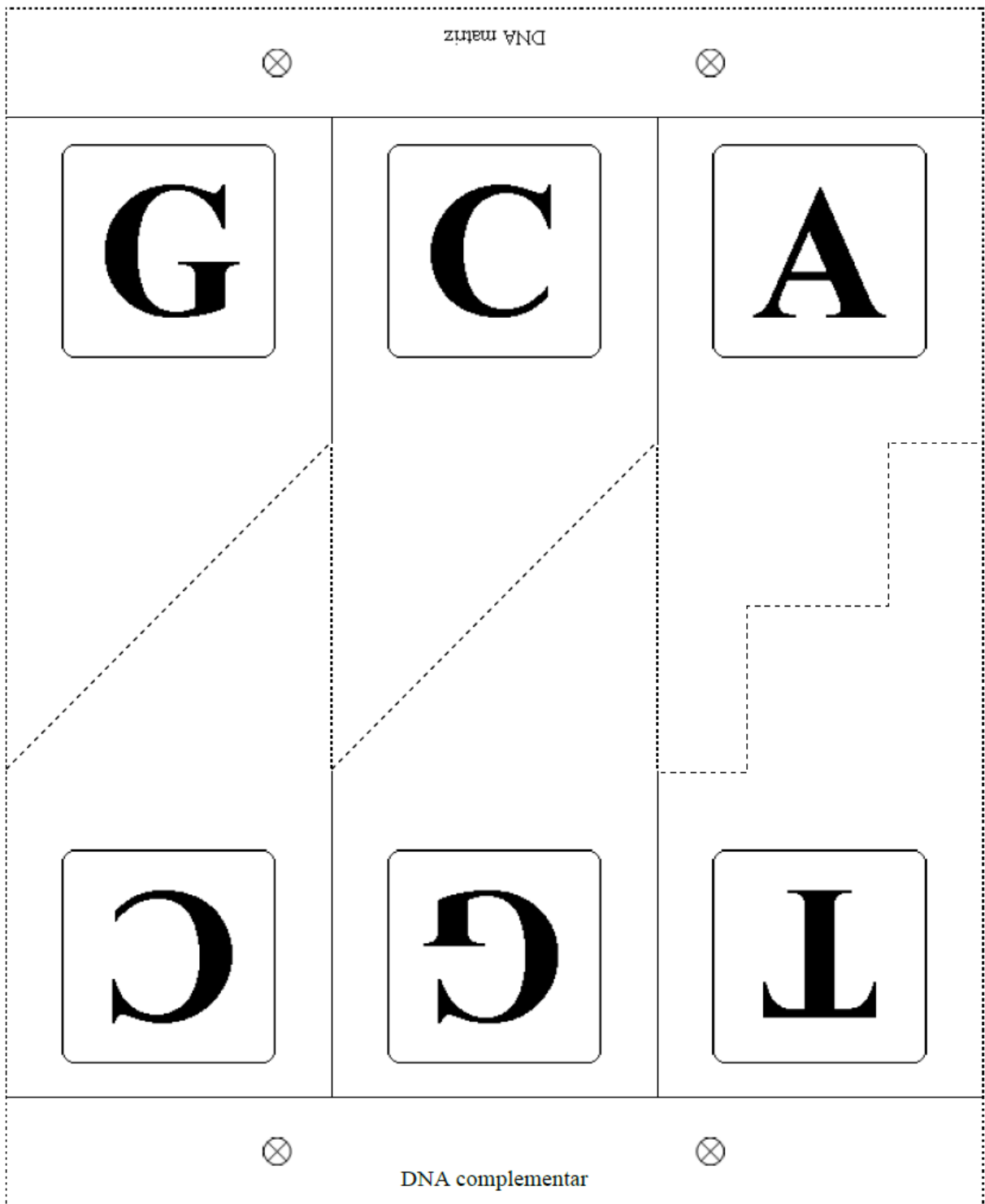
<p>resultados de cruzamentos e para resolver problemas envolvendo características genéticas diversas.</p> <p>Identificação e utilização dos códigos usados para representar as características genéticas em estudo na construção de um heredograma.</p> <p>Identificação e utilização dos códigos usados para representar as características genéticas em estudo.</p> <p>Conhecimentos sobre a determinação genética do sistema de grupos sanguíneos Rh.</p>	<p>nos indivíduos.</p> <p>Dessa forma apresente a tabela de fenótipos e genótipos possíveis, para o sistema ABO, na pagina 13. Pergunte se algum aluno sabe o grupo sanguíneo dos pais e o dele, monte um heredograma com os dados coletados, por exemplo:</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="text-align: center; margin-right: 20px;"> <p>grupo O</p>  </div> <div style="margin-left: 20px;"> <p>Aproveite o heredograma para explicar o significado dos símbolos, de acordo ao conteúdo do caderno na pagina 15. Faça as explicações pertinentes para o esquema montado, considerando este exemplo, com ajuda da tabela já apresentada, é preciso que o aluno seja conduzido a fazer a leitura correta e interpretar as informações contidas no heredograma. Neste exemplo é possível afirmar que pai e filho possuem o genótipo ii, também é possível afirmar que a mãe é heterozigota para o grupo A, ou seja, I^Ai. Faça o aluno refletir a respeito do genótipo da mãe: se o filho possui o genótipo ii, logo um destes genes ele herdou do pai e o outro gene i só pode ser herança da mãe. Assim sabemos que um dos genes da mãe é i, se ela é do grupo A, e este grupo pode ser genotipicamente de duas formas (de acordo a tabela apresentada) I^AI^A ou I^Ai, concluímos que a mãe só pode ser I^Ai.</p> <p>Se no exemplo anterior, o filho fosse do grupo A, saberíamos que o genótipo dele seria I^Ai, não haveriam duvidas quanto ao genótipo do pai, porem, quanto ao genótipo da mãe teríamos dois casos possíveis I^AI^A ou I^Ai, não podemos afirmar qual é o genótipo certo da mãe sem dados adicionais como o tipo sanguíneo dos pais dela ou do tipo sanguíneo de outros filhos. Nesse caso, enquanto não há informações adicionais, podemos representar a mãe assim: I^A_</p> <p>Agora que o heredograma está com o genótipo completo peça que os alunos façam o devido cruzamento, com o uso do quadro de Punnett, e verifiquem quais os possíveis grupos sanguíneos e em que proporções podem ser os filhos do casal apresentado.</p> <p>O filho deste casal é do grupo O, de quanto por cento representa as chances dele ser desse grupo sanguíneo?</p> </div> </div>	
--	--	--

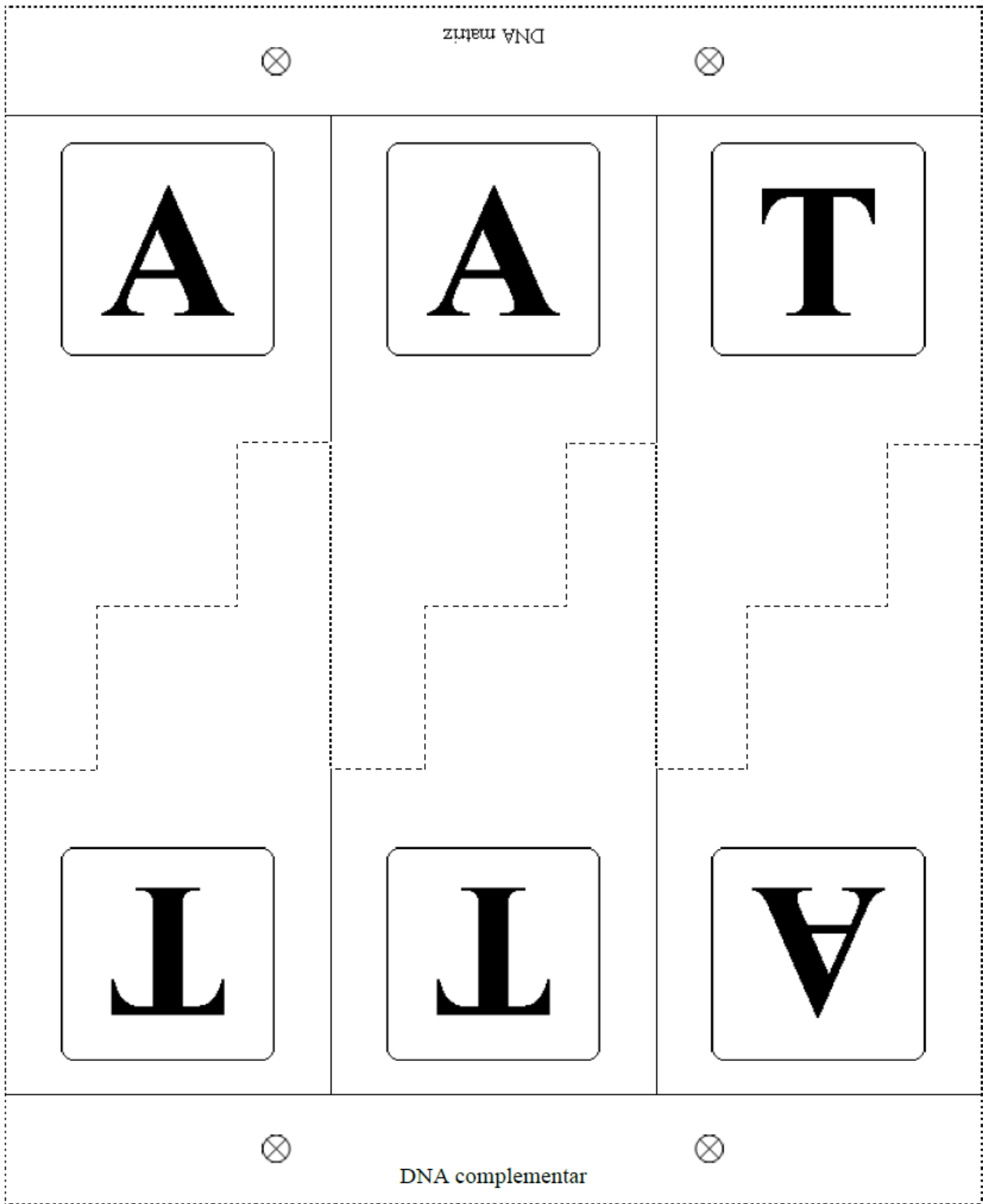
	<p>SITUAÇÃO 9</p> <p>Apresente o seguinte esquema:</p> <p>Rh + só doa para → Rh +</p> <p>Rh - → Rh -</p> <p>Rh - → Rh +</p> <p>pode doar</p> <p>E discorra para os alunos a relação de antígenos e anticorpos para o fator Rh o que determina a dinâmica de transfusões entre os grupos sanguíneos e seu respectivo fator Rh. Assim, explique que a herança do sistema Rh é determinada por um par de genes alelos, R e r. O gene R, dominante sobre o r, determina a presença do antígeno Rh nas hemácias e, portanto, é responsável pelo Fenótipo Rh positivo. Apresente a relação fenotípica e genotípica do fator Rh.</p> <p>Monte um heredograma com os dados de algum aluno, semelhante ao da aula anterior, com os dados do fator Rh. Lembre aos alunos que estamos tratando da primeira lei de Mendel, por tanto, estamos verificando uma característica de cada vez. Num momento adiante poderemos verificar a ocorrência de grupo sanguíneo e fator Rh, ao mesmo tempo, num mesmo indivíduo.</p> <p>Use o quadro de Punnett para os devidos cruzamentos, verifique os fenótipos, genótipos e suas proporções encontradas.</p>	
Avaliação.	<p>SITUAÇÃO 10</p> <p>Nesta aula verificaremos o quanto os alunos conseguiram interagir com os conteúdos apresentados.</p>	Avaliação escrita.

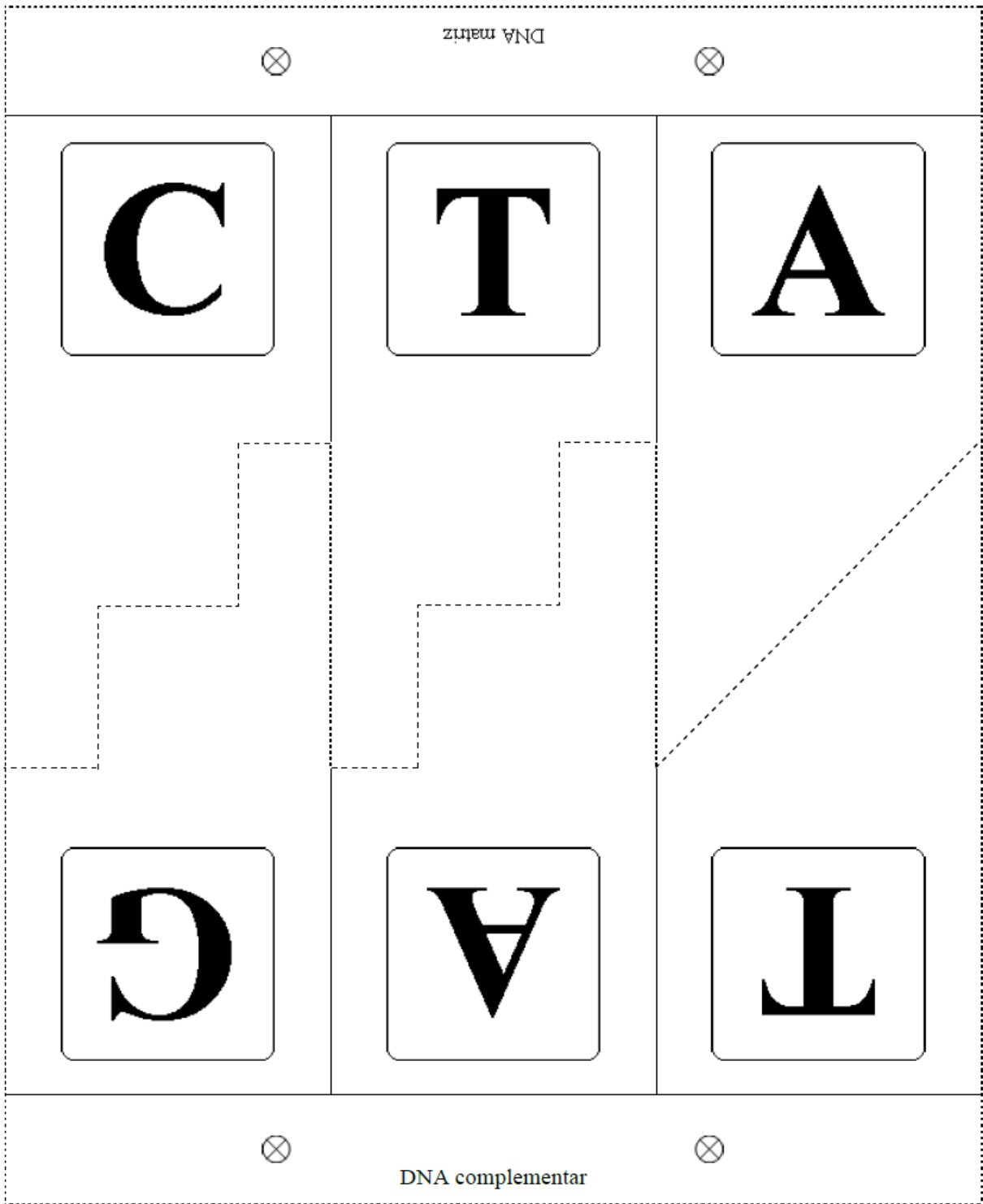
APENDICE C – Crachás para a expressão gênica**DNA**



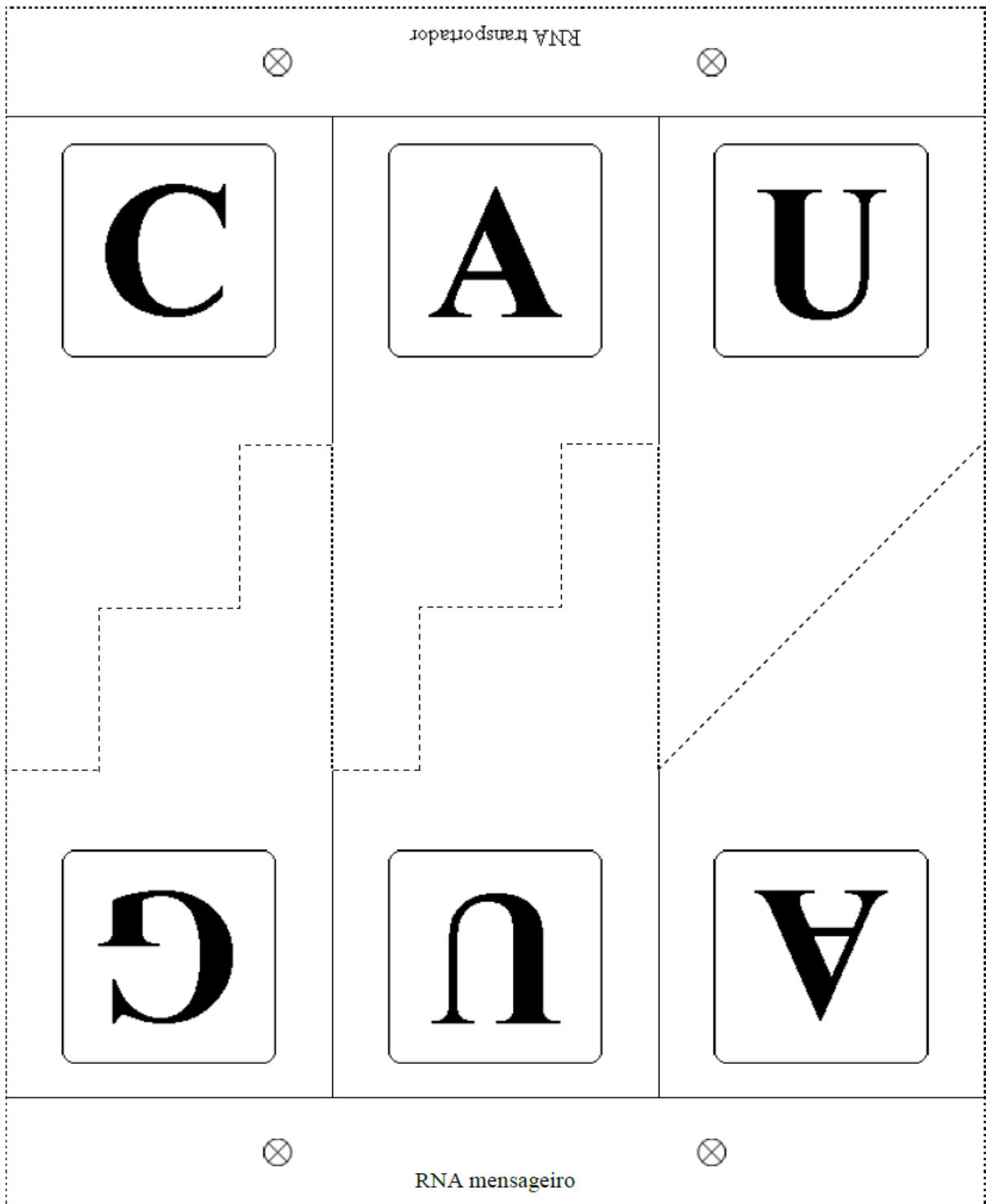


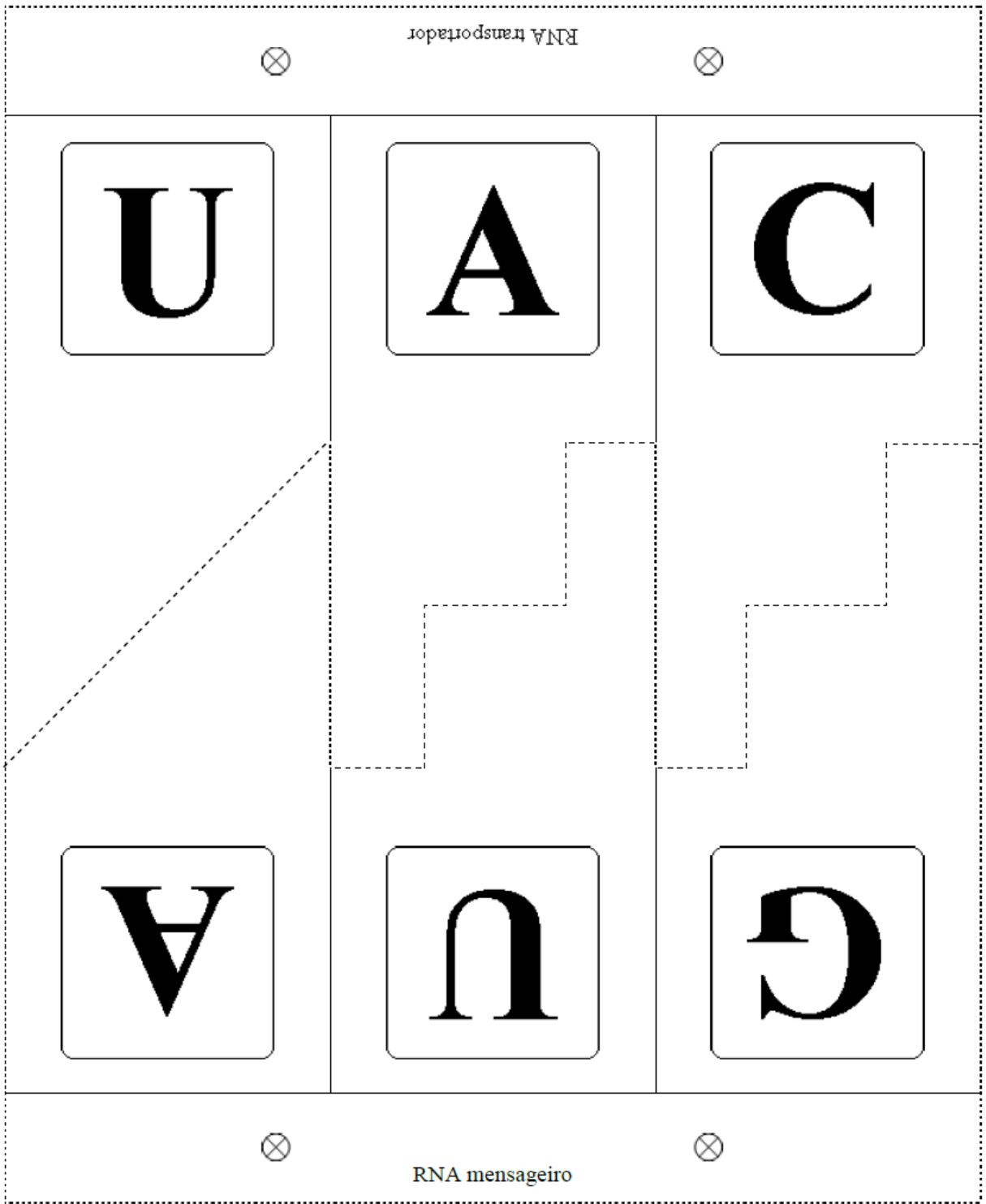


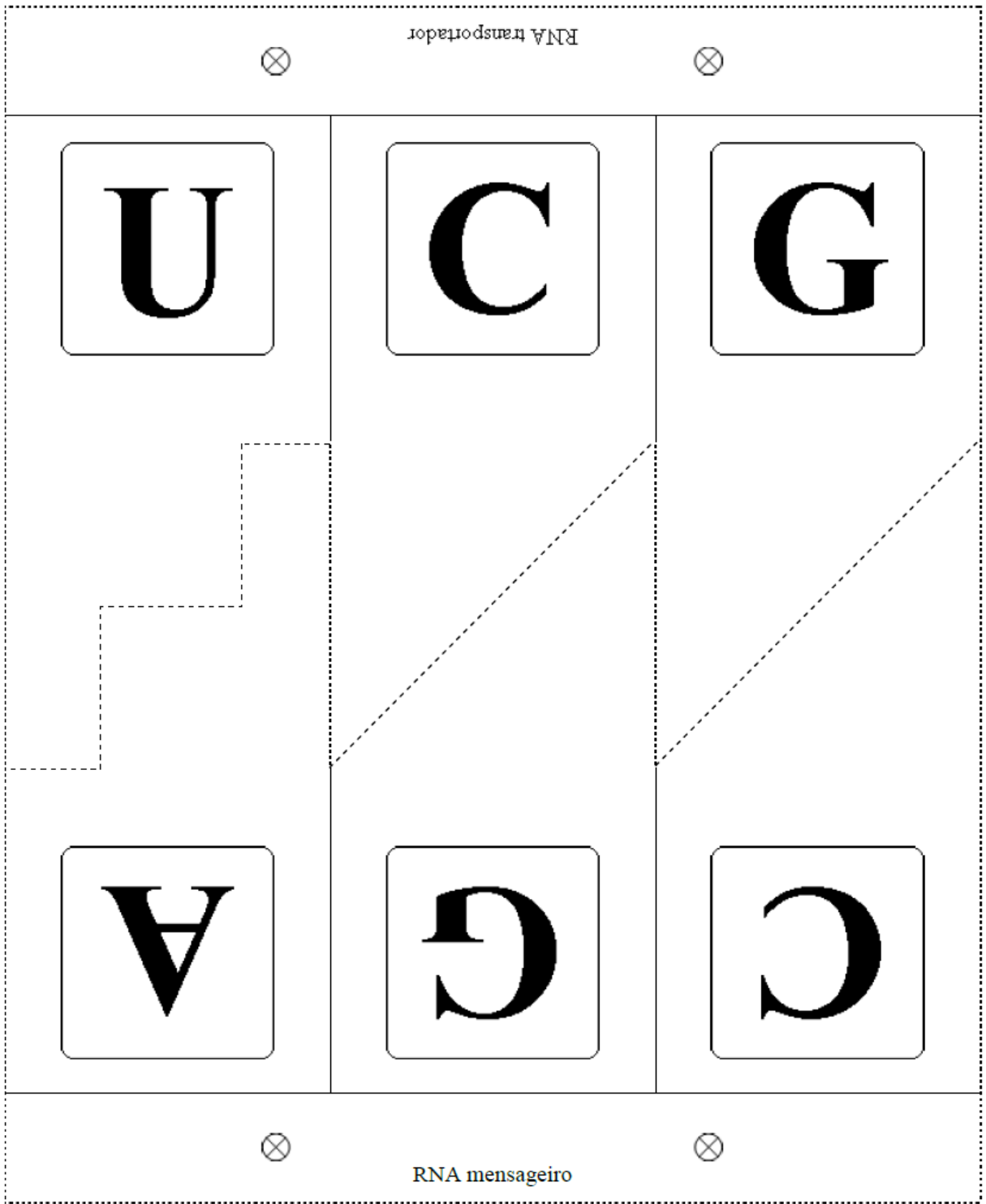


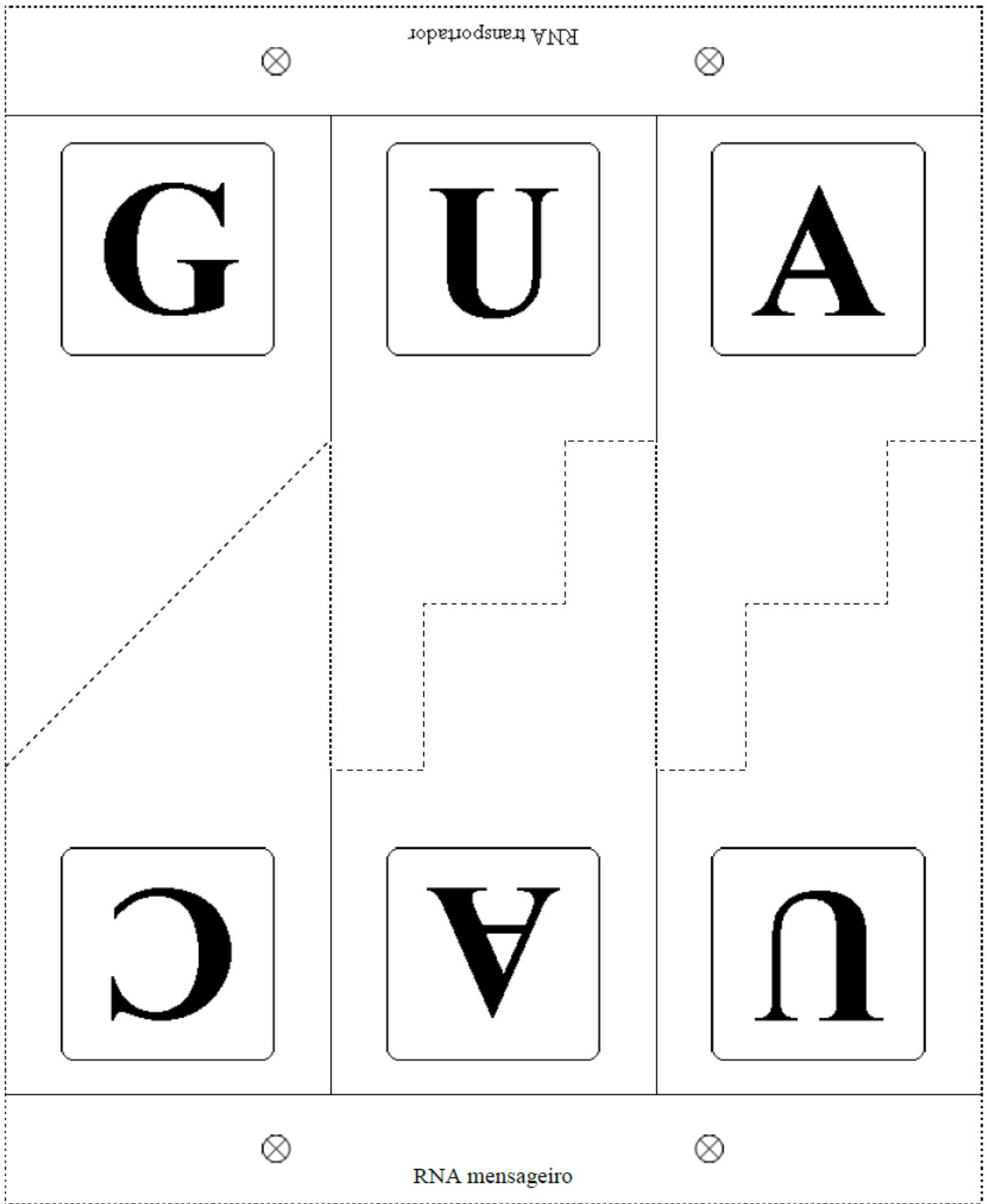


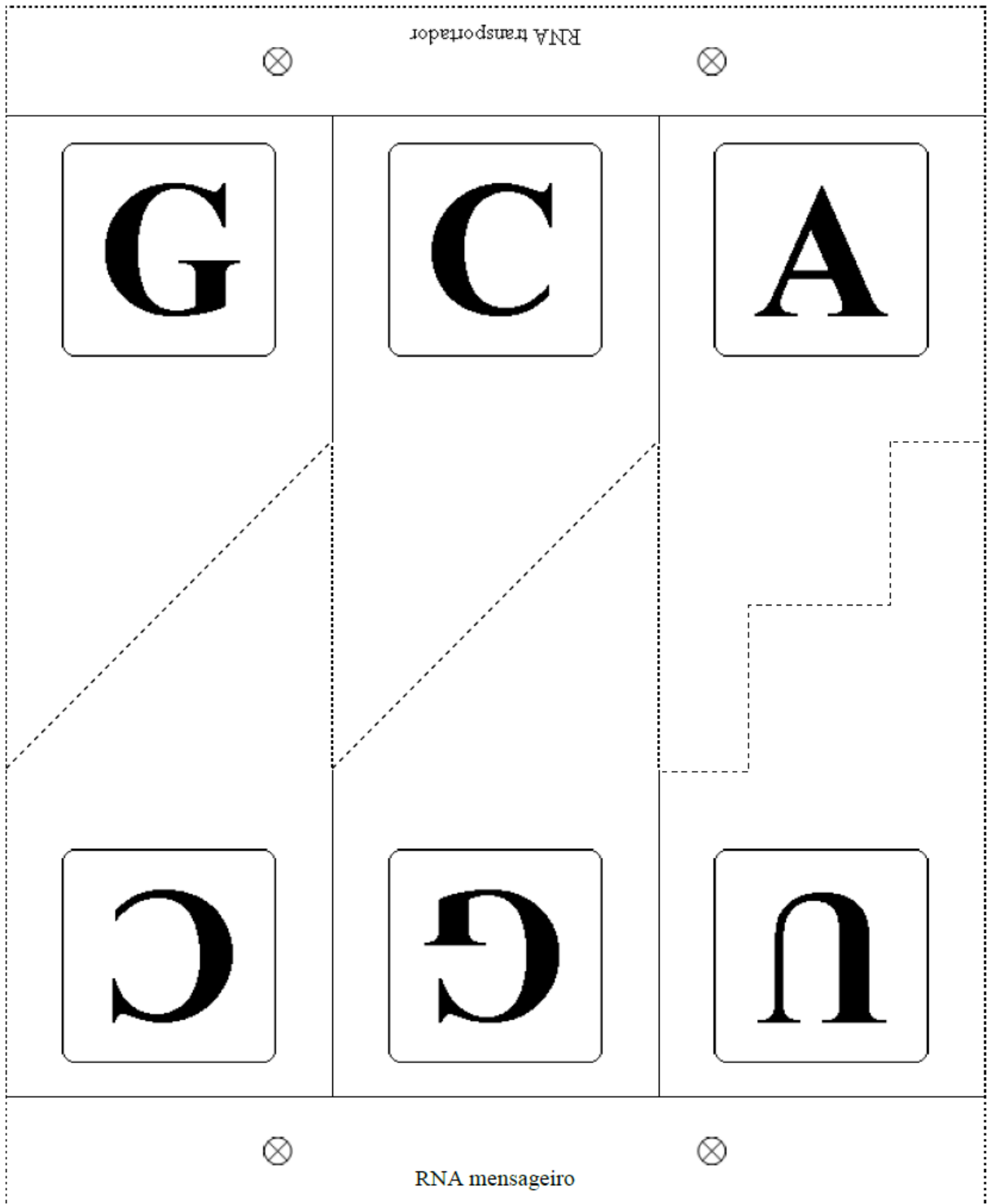
RNA

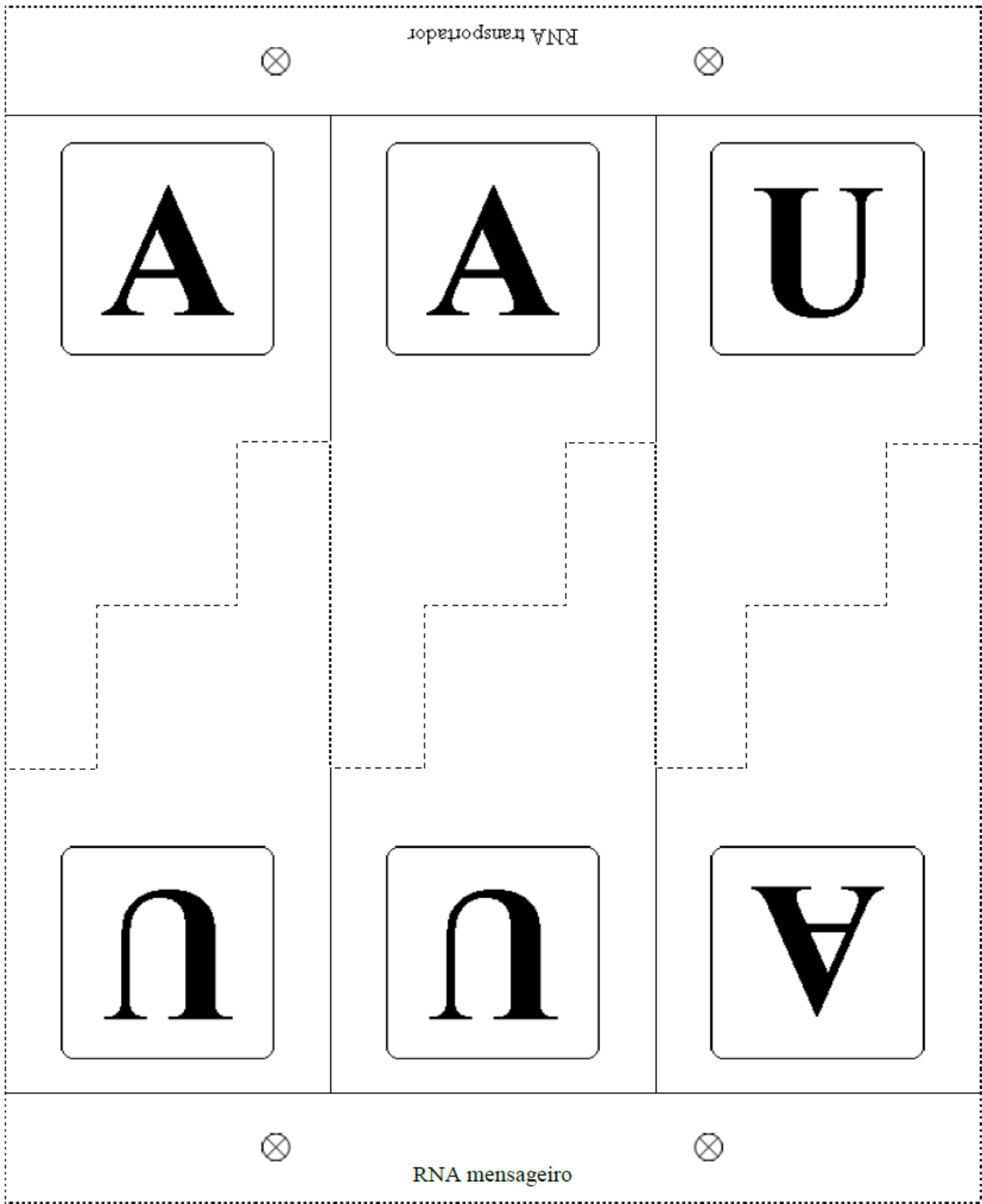


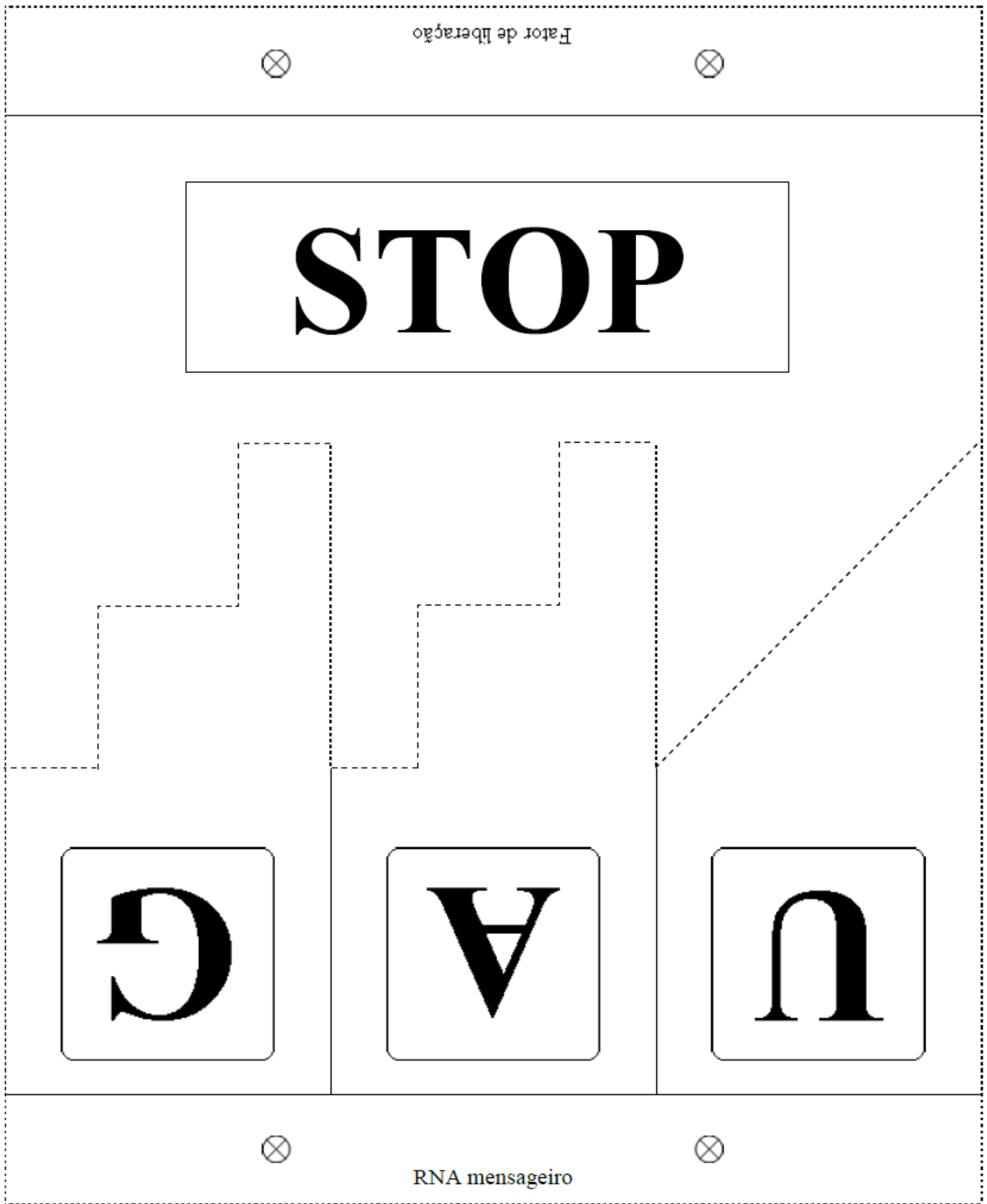












AMINOÁCIDOS



Met



Val



Arg



Tyr



Cys



Ile

APENDICE D – Quadro de Punnett

