

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL -
PROFBIO

Genilce Verdán dos Santos

Abordagem prática para o ensino da biologia: do DNA à proteína.

Juiz de Fora

2020

Genilce Verdan dos Santos

Abordagem prática para o ensino da biologia: do DNA à proteína.

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

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador: Dr. Carlos Alberto Mourão Junior

Coorientador: Dr. Rodrigo Hohl

Juiz de Fora

2020

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Santos , Genilce Verdan dos.
Abordagem prática para o ensino da biologia : do Dna à proteína.
/ Genilce Verdan dos Santos . -- 2020.
133 f. : il.

Orientador: Carlos Alberto Mourão Júnior
Coorientador: Rodrigo Hohl
Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional, 2020.

1. Ensino. 2. Genética. 3. Aprendizagem Significativa. 4. Sequência didática. 5. Relato de experiência. I. Mourão Júnior, Carlos Alberto , orient. II. Hohl, Rodrigo , coorient. III. Título.

Genilce Verdán dos Santos

Abordagem prática para o ensino da biologia: do DNA à proteína.

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

Área de concentração: Ensino de Biologia.

Aprovada em 31 de julho de 2020.

BANCA EXAMINADORA



Dr. Carlos Alberto Mourão Junior - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr^a Simone Moreira de Macêdo
Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr. Thiago Freitas de Souza
Universidade Iguçu

Dedico este trabalho aos meus filhos, fonte inesgotável de amor e incentivo para ser sempre um ser humano melhor.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus que sabe de todas as coisas. O mestrado foi um presente maravilhoso, na hora certa.

Ao meu marido José Robson pelo apoio incondicional, pelo incentivo e por estar sempre ao meu lado em todos os momentos.

Aos meus amados filhos, Pedro e Luísa, que me apoiaram e incentivaram o tempo todo. Muito orgulho de ser mãe de dois seres humanos tão maravilhosos.

A minha mãe, Gilcéa, sempre me apoiando e dando suporte nas horas difíceis.

Aos meus colegas do curso, em retribuição às trocas, alegrias e pelo quanto cresci estando junto a vocês, turma maravilhosa.

Ao querido grupo de amigos “Fungos”, pelas muitas risadas! Criamos o verbo Kalungar e tivemos várias discussões sobre onde iríamos almoçar.

Em especial aos colegas do PROFBIO/carona: Paulo, Maximiliano, Bianca e a incansável motorista Viviane. Vocês tornaram esta caminhada mais agradável.

Aos amigos Paulo Sérgio e Maximiliano, foi muito bom compartilhar um pouco de nossas vidas e sempre nos apoiar uns aos outros em nossas idas e vindas.

Aos amigos André Luís Mattos, Priscilla e Melina pelo suporte técnico.

Agradeço a professora Simone Moreira de Macêdo, por acreditar no Programa PROFBIO/JF e por ter aceito o desafio, coordená-lo no primeiro biênio.

Aos professores do PROFBIO - Juiz de Fora, pelo empenho e dedicação e por acreditar neste programa de mestrado profissional, voltado para o ensino.

Agradeço pela confiança, pelo apoio, pela orientação e incentivo ao meu professor e orientador, Mourão, que gentilmente me acolheu. Obrigada pela oportunidade única.

Ao Professor Rodrigo Hohl, que solicitamente aceitou ser coorientador, pelo seu profissionalismo e dedicação à nobre profissão de ser um docente. Obrigada por acreditar e apoiar este projeto.

Aos meus queridos alunos, aos meus colegas de profissão do CIEP 263 Lina Bo Bardi, aos meus queridos diretores, João Paulo de Oliveira Faria e Adilcilene Gomes da Rocha, por me incentivarem e apoiarem o meu trabalho.

Enfim, a todos que participaram desta conquista, meu muito obrigada!

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

“...A escola não transforma a realidade, mas pode ajudar a formar os sujeitos capazes de fazer a transformação, da sociedade, do mundo, de si mesmos...”

Paulo Freire

RESUMO

O presente trabalho reflete uma inquietação que surgiu a partir da observação da autora nos anos de prática docente na educação básica, a respeito da dificuldade dos alunos quanto à construção do conhecimento científico, que tende a ser descontextualizado e baseado na memorização, em especial, na unidade didática de genética. O conteúdo de genética é extenso e tem como antecedente a necessidade de que o aluno tenha pré-requisitos consolidados sobre a estrutura e a dinâmica dos ácidos nucleicos. Entretanto, infelizmente, nota-se que a maior parte não os possui. Pensar no ensino de biologia para a maioria das escolas públicas requer investir em métodos eficazes e de baixo custo, que facilitem o processo de aprendizagem, voltados, muitas vezes, para os conteúdos, em grande parte, subjetivos. Materializar processos e moléculas, que são basicamente conceituais, é uma dificuldade constante na área. Assim, este trabalho teve como objetivo propor alternativas, valendo-se da utilização de modelos didáticos confeccionados com materiais de baixo custo e/ou ressignificáveis como práticas viáveis, que possibilitem aos alunos se descobrirem como coautores na construção do seu conhecimento, oportunizando uma aprendizagem significativa. Esta, para que ocorra, deve oferecer duas condições básicas: o material deve ser significativo e o aluno deve estar predisposto a aprender. O trabalho foi realizado na unidade escolar CIEP 263 Lina Bo Bardi, situado em Itaperuna-RJ, com as turmas do 3º ano do Ensino Médio regular, no ano de 2019. Conclui-se que uma sequência didática bem planejada, com aulas teóricas e práticas intercaladas, conseguem abranger vários conceitos, oportunizando uma aprendizagem significativa e não fragmentando o conteúdo. Como resultado desta proposta de trabalho, foi elaborada uma sequência didática contendo materiais pautados numa proposta lúdica, que foi facilitadora no ensino da genética e o relato de experiência da mesma, tendo como base os mais de vinte anos de sala de aula da autora da proposta.

Palavras-chave: Ensino. Genética. Aprendizagem significativa. Sequência didática. Relato de experiência.

ABSTRACT

The present work reflects a concern that arose from the observation of the author in the years of teaching practice in basic education, regarding the students' difficulties concerning the construction of scientific knowledge, which tends to be decontextualized and based on memorization, especially in the unit didactics of genetics. The content of genetics is extensive and has as antecedent the need for the student to have consolidated requirements on the structure and dynamics of nucleic acids. However, unfortunately, it is noted that most do not have them. Thinking about teaching biology to most public schools requires investing in effective, low-cost methods that facilitate the learning process, often focused on largely subjective content. Materializing processes and molecules, which are basically conceptual, is a constant difficulty in the area. Thus, this work aimed to propose alternatives, making use of didactic models made with low-cost and/or resignifiable materials as viable practices, which enable students to discover themselves as co-authors in the construction of their knowledge, enabling significant learning. For this to occur, it must offer two basic conditions: the material must be meaningful and the student must be eager to learn. The work was carried out at the school CIEP 263 Lina Bo Bardi, located in Itaperuna-RJ, with the classes of the 3rd year of regular high school, in the year 2019. It is concluded that a well-planned didactic sequence, with interleaved theoretical and practical classes, can cover several. As a result of this work proposal, a didactic sequence was prepared containing guided materials in a playful proposal, which facilitated the teaching of genetics and the report of the experience, based on the more than twenty years of classroom experience of the author of the proposal.

Keywords: Teaching. Genetics. Meaningful learning. Didactic sequence. Experience report.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Fluxograma	17
Figura 2	– Fita dupla de DNA.....	22
Figura 3	– Cordão de DNA	23
Figura 4	– Histonas	23
Figura 5	– Empacotamento do DNA.....	23
Figura 6	– Classificação dos cromossomos	24
Figura 7	– Cromossomos homólogos	24
Figura 8	– Cromossomos duplicados	24
Figura 9	– Cariótipo feminino	25
Figura 10	– Cariótipo masculino.....	26
Figura 11	– Cariótipo confeccionado com hashi.....	27
Figura 12	– Cariótipo confeccionado com cartolina enrolada.....	27
Figura 13	– Cariótipo confeccionado com galhos de árvore.....	28
Figura 14	– Cariótipo confeccionado com palitos de churrasco	28
Figura 15	– Cariótipo confeccionado com balas fini	28
Figura 16	– Kit para oficina.....	30
Figura 17	– Esquema simplificado de uma célula eucariota.....	31
Figura 18	– Esquema da transcrição	32
Figura 19	– Esquema do processamento do RNAm.....	33
Figura 20	– Esquema da tradução	34
Figura 21	– Material para o modelo didático.....	40
Figura 22	– Dispositivo para dobra do RNAm.....	40
Figura 23	– RNAm	41
Figura 24	– RNAt A.....	41
Figura 25	– RNAt B.....	41
Figura 26	– Fixação das cartelas	42
Figura 27	– RNAt e os aminoácidos	42
Figura 28	– Tradução A.....	42
Figura 29	– Tradução B.....	43
Figura 30	– Tradução C.....	43
Figura 31	– Jogos produzidos pelos alunos.....	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	10
1.2	MODELOS DIDÁTICOS	12
1.3	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	14
2	OBJETIVOS	16
2.1	OBJETIVO PRIMÁRIO	16
2.2	OBJETIVOS SECUNDÁRIOS	16
3	DESENVOLVIMENTO	17
3.1	PRODUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	19
3.1.1	Aula 1.....	19
3.1.2	Aula 2	21
3.1.3	Aula 3.....	26
3.1.4	Aula 4	29
3.1.5	Aula 5.....	35
3.2	APRECIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	47
4	CONCLUSÃO	54
	REFERÊNCIAS	55
	APÊNDICE A – Relato da mestranda	57
	APÊNDICE B – Oficina: Transcrevendo e traduzindo	58
	APÊNDICE C – Modelo decifrando o código genético	62
	APÊNDICE D – Produto Educacional	68
	ANEXO A – Texto: Proteínas de onde vens? Para onde vais?	114
	ANEXO B – Texto: O núcleo	118
	ANEXO C – Roteiro :Montagem de cariótipo humano	122
	ANEXO D – Texto: Os genes	127

1 INTRODUÇÃO

1.1 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

No terceiro ano do ensino médio os alunos entram em contato com a genética mendeliana, cujos conceitos são, na maioria das vezes, abstratos. A abstração, neste caso, traz prejuízos ao processo de ensino e aprendizagem, pois em geral os alunos não conseguem visualizar o que está sendo proposto, e essa situação pode ser capaz de levá-los ao desânimo e ao distanciamento durante a aula.

É muito comum ouvir que na área das ciências e suas tecnologias há um número expressivo de notas baixas e reprovações, que muitos conteúdos são de difícil aprendizagem e que só servem para aquele que vai seguir nesta área, mas estes conteúdos fazem parte da vida comum de todos os cidadãos de forma direta e, na maioria das vezes, indireta, e eles próprios não percebem.

Isso se deve ao fato de o objetivo não ser, de forma alguma, torná-los cientistas, mas pessoas com um mínimo de conhecimento científico para que tenham condições de se posicionar de forma crítica diante da sociedade, conforme preconizam os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998).

De acordo com a publicação Formação de Professores do Ensino Médio,

Uma educação em Ciências da Natureza, que almeja a Alfabetização Científica, busca explicitar as contribuições dessa área para que o estudante amplie sua leitura de mundo e participe, de maneira engajada, nos embates da sociedade que envolvam aspectos científico-tecnológicos, tanto no seu âmbito técnico como nas relações deste com os âmbitos éticos, econômicos e ambientais (BRASIL, 2014, p.13).

Percebe-se que os alunos chegam ao ensino médio com déficit de conhecimento e de uma alfabetização científica básica, o que torna o desenvolvimento do trabalho docente ainda mais desafiador (SASSERON; CARVALHO, 2011). Assim, pode-se relacionar o conceito de alfabetização científica ao conceito de alfabetização proposto por Paulo Freire:

A alfabetização é mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes (...). Implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto (FREIRE, 1980, p. 111).

Em um mundo cada vez mais conectado, onde a informação é difundida rapidamente através de vários meios de comunicação e em grande quantidade, atingindo todas as classes, das sociais às econômicas, fica a dúvida se os discentes estão, de fato, compreendendo. Não se pode dizer que informação e conhecimento sejam exatamente a mesma coisa, o que implica a ideia de a população ser, talvez, leiga sobre os conceitos de genética, transgênicos, genoma, clones, genes, entre outros. O aluno chega à escola com uma carga de informações, que podem ser culturais, não formais ou mesmo de etapas escolares anteriores e o confronto destas informações enriquece a dinâmica da sala de aula (BOZZA, 2016).

Os professores têm à sua disposição uma variedade de metodologias que podem ser utilizadas, como aulas expositivas, debates, elaboração de projetos, jogos, sequências didáticas, modelos didáticos etc. No entanto, se veem diante de um impasse: o que escolher quando se tem turmas numerosas e heterogêneas que possa motivar os alunos desinteressados? A verdade é que, por mais que o professor se esforce, dificilmente será capaz de atingir a todos. Cabe a ele, professor, analisar cada turma e escolher uma estratégia que, provavelmente, se adeque ao perfil da turma (VINTURI et al., 2014).

Além disso, nota-se que o aluno, quando chega ao 3º ano do ensino médio, denota um conhecimento segmentado em relação ao tema Genética, o que é percebido depois de uma sondagem padrão antes do início de um novo tema. Verifica-se que alguns deles não fazem nenhuma ligação dos conteúdos, teoricamente já aprendidos, com a genética. Processos de transcrição, tradução e estrutura do DNA são alguns bons exemplos.

Como entender clonagem, biotecnologia, terapia gênica, hereditariedade, genética mendeliana, mutação e mesmo evolução se o aluno não consegue entender os conceitos mais básicos como a estrutura do DNA, o que é um gene, transcrição e tradução?

Para que estas concepções fiquem bem claras e consolidadas, possibilitando a partir delas o desenvolvimento de conceitos mais complexos, é preciso que o aluno avance dentro do processo de ensino e aprendizagem. Como acrescenta Justina:

Portanto, cabe ao professor fornecer uma base conceitual que permita ao aluno esta compreensão. Esta base conceitual deve contemplar conceitos da genética básica que possibilitem o efetivo entendimento do fluxo de informação genética, bem como dessas novas tecnologias. (JUSTINA, 2001, p. 57).

Outro fator desfavorável neste cenário, e que colabora para que o ensino de genética seja segmentado, é a falta de uma sequência adequada na maioria dos livros didáticos em relação a este conteúdo. A maioria dos livros de biologia do ensino médio apresenta a estrutura do DNA, transcrição e tradução e divisão celular no volume 1. Genética mendeliana, biotecnologia e clonagem no volume 3. Já o conteúdo de evolução ora está no volume 1, ora está no volume 3, dificultando um pouco mais o estudo de genética e, por conseguinte, a alfabetização científica.

Como alcançar uma alfabetização científica consistente se os alunos não conseguem compreender conceitos e processos, a ligação entre eles e onde ocorrem? Em geral, apenas reproduzem um conceito ou um processo de forma mecânica, são repetidores. Memorizam para a avaliação e, em grande parte das vezes, querem apenas os pontos. É um processo rápido e fácil para aprovação.

Para que ocorra, de fato, alfabetização científica em genética, é necessário que sejam ultrapassados os limitantes na atividade pedagógica, que são: a abordagem fragmentada e descontextualização dos tópicos, o livro didático como único recurso didático-metodológico e estudo da genética mendeliana em detrimento da genética moderna (JUSTINA, 2001, p. 96).

Ter a apropriação de conceitos básicos é primordial ao entendimento de novos conceitos e tecnologias. Dentre estes conceitos básicos estão: célula, núcleo, cromossomo, DNA, RNA, gene e proteína. Esta compreensão pode ser facilitada através de produção de modelos didáticos mesclados com a teoria (JUSTINA, 2006).

1.2 MODELOS DIDÁTICOS

Este cenário, rico em diversidades, pode auxiliar o professor na contextualização dos temas, buscando conhecer o que o aluno traz de conceitos percebidos sobre os assuntos a serem trabalhados. É muito apropriada a colocação feita no artigo da Revista Genética na Escola (“Divisão celular: representação com massa de modelar”) que diz: “[...] para tornar o processo de aprendizagem mais efetivo e dinâmico, é importante a utilização de ferramentas estratégicas, como aplicações de práticas prazerosas aos alunos” Ramalho *et al*(2006 apud DENTILLO, 2009, p.33). “Diferentes estratégias podem ser adotadas para facilitar o entendimento sobre genética devido às dificuldades de se ensinar conceitos apenas por meio de explicações orais” Martinez e Paiva (2008 apud DENTILLO, 2009, p.33).

Uma constante no ensino de biologia, particularmente no estudo de genética, é a falta de percepção que o aluno demonstra na ligação entre os conceitos que traz ou aprende na escola. Fica evidente sua dificuldade em analisar o todo. Um exemplo clássico é o de não ligar o gene à proteína e não identificar onde ocorre cada processo.

Outro inconveniente é a abstração. Trabalhar com modelos conceituais o tempo todo é um risco à aprendizagem. Os professores não têm garantia de que estes modelos estão sendo construídos acertadamente no consciente dos alunos, se realmente estão promovendo uma alfabetização científica eficiente e se a aprendizagem está sendo significativa.

Nesse contexto, a modelização é vista como uma abordagem prazerosa, divertida e eficiente para tratar de assuntos complexos, e invisíveis à vista desarmada, como a expressão gênica (BRANDÃO; ACEDO, 2000) e a organização estrutural de moléculas (JUSTINA; FERLA, 2005)(SILVA; FILHA; FREITAS, 2016, p.19).

De acordo com Camargo & Infante-Malachias (2007 apud DENTILLO, 2009, p.33),

[...] aulas com práticas em que haja efetiva participação dos alunos contribuem para que o processo de construção do conhecimento torne o ensino de genética mais interessante e mais próximo deles, impedindo a difusão de conceitos equivocados.

Em se tratando de equívocos, percebe-se a dificuldade da mídia leiga, impressa ou falada, em veicular conceitos corretos. Um deles é o uso do conceito de código genético como sinônimo de genoma. “O código genético é a correspondência entre uma determinada trinca de pares de nucleotídeos do DNA e um determinado aminoácido na proteína” (MORI *et al.*, 2009, p.25). Já o genoma é o “o conjunto de genes que constituem cada ser vivo. No ser humano, são aproximadamente três bilhões de pares de base de DNA, distribuídos em 23 pares de cromossomos, os quais contêm de 70 a 100 mil genes” Pina (2011 apud SOARES, 2018, p.508).

A construção de modelos didáticos em sala de aula, além de vincular os modelos abstratos aos concretos, permite, durante a produção do mesmo, uma aproximação entre os colegas e entre estes e o professor, visto que se encontram em um ambiente descontraído (MOREIRA; LAIA, 2008).

É possível contornar as dificuldades materiais apresentadas pelas escolas públicas usando a criatividade. A utilização de materiais de baixo custo, geralmente encontrados na própria escola, como massa de modelar, cartolinas, barbantes, palitos e outros ressignificáveis, consegue produzir bons modelos didáticos.

Os modelos didáticos permitem que os alunos visualizem e transportem o modelo teórico que conceberam em seu imaginário para um modelo concreto, o que, de certa forma, possibilita ao professor conferir se os objetivos pretendidos por ele foram alcançados ou não, facilitando a padronização e uniformização do modelo em questão.

É um desafio para o adolescente a compreensão do mundo micro, pois é muito mais fácil e perceptível para ele o entendimento do mundo macro, onde se pode ver, sentir, tocar e medir.

Ao mencionar bases nitrogenadas, RNAm, íntrons e aminoácidos, aborda-se apenas modelos teóricos, pois esses modelos são ideias e não estão acessíveis nem ao microscópio, em sua forma estrutural.

Quando o modelo é construído pelo próprio aluno, fica evidente o que foi concebido do conceito proposto e, neste momento, se necessário, o professor pode atuar como mediador, auxiliando-o no processo de construção. É uma oportunidade que se apresenta ao educador para estimular o aluno a refletir, a trazer para a vida dele algo que faça sentido, a ser crítico e a participar conscientemente de temas sociais que envolvam a genética.

1.3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

O professor tem o papel de ser mediador entre o conhecimento que o aluno traz consigo e os conhecimentos/conceitos ditados pelo conteúdo curricular da disciplina, evidenciando, desta forma, novos significados aos que eles já possuem, com intenção de favorecer a construção de uma aprendizagem significativa.

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é *não-litera*l e *não-arbitrária*. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva (MOREIRA, 2011, p.14).

De outro modo, é possível pensar que a aprendizagem é de fato significativa quando os conhecimentos que a pessoa traz, imbuídos de experiências pessoais e

significações próprias, servem de âncora, de arcabouço para um novo conhecimento, adquirindo um novo significado.

Segundo Ausubel (2000), significado é um produto “fenomenológico” do processo de aprendizagem, no qual o significado potencial, inerente aos símbolos, converte-se em conteúdo cognitivo, diferenciado para um determinado indivíduo.

Nesta oportunidade, científica-se a existência de certas condições a serem observadas para que a aprendizagem significativa aconteça: o material deve ser significativo e o aluno deve estar predisposto a aprender. De acordo com Moreira (2011, p. 25),

É importante enfatizar aqui que o material só pode ser potencialmente significativo, não significativo: não existe livro significativo, nem aula significativa, nem problema significativo, ..., pois o significado está nas pessoas, não nos materiais. [...] A segunda condição é talvez mais difícil de ser satisfeita do que a primeira: o aprendiz deve querer relacionar os novos conhecimentos, de forma não-arbitrária e não literal, a seus conhecimentos prévios. É isso que significa predisposição para aprender.

Tendo ciência que, geralmente, turmas do ensino médio de escolas públicas apresentam um elevado número de alunos por sala e que estes trazem consigo histórias de vida bem diferentes e com os mais diversos significados, além do fato da vida escolar ser muito dinâmica, durante todo o ano letivo, há alunos que vão embora e outros que chegam.

Neste cenário tão diversificado e dinâmico, cabe ao professor promover uma sondagem a respeito das concepções que os alunos trazem consigo acerca de temas a serem trabalhados, quaisquer que sejam. Tentar promover um alinhamento entre os diversos significados em uma classe é mais um obstáculo a ser vencido no processo de ensino e aprendizagem. Para auxiliar neste processo, pode-se utilizar os organizadores prévios de Ausubel, elucidados por Moreira (2012, p.105):

Para Ausubel, a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deveria saber a fim de que o novo material pudesse ser aprendido de forma significativa. Ou seja, organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como “pontes cognitivas”.

Desta forma, espera-se que, com a combinação de aulas teóricas, atividades práticas, discussões e trabalhos em grupo, ocorra uma conciliação entre o conhecimento que os alunos já possuem e o que está sendo apresentado, propiciando, supostamente, certo nivelamento do conhecimento individual e coletivo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO PRIMÁRIO

Elaborar uma sequência didática de aulas teóricas e práticas que traga contribuição para o ensino da genética.

2.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

- Produzir um manual de utilização da sequência didática com ações e estratégias didáticas que facilitem o uso do produto.
- Produzir modelos didáticos, com materiais alternativos e ressignificáveis de baixo custo, voltados para o ensino da genética.
- Realizar uma reflexão pessoal sobre a sequência aplicada, com considerações sobre a mesma, dando suporte para comparação de situações da vida profissional do observador através de um relato de experiência.

3 DESENVOLVIMENTO

FIGURA 1 - Fluxograma



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A realização deste trabalho teve como proposição um olhar atento sobre as fundamentações teóricas que surgem naturalmente na prática docente de sala de aula, sendo,

portanto, um relato de experiência do ponto de vista único e exclusivo do professor, destacando assim que não se trata de uma pesquisa.

Por conseguinte, o presente trabalho não se enquadra no Inciso VII do Art. 1º da Resolução nº 510 de 07/04/2016, não necessitando, desta forma, ser avaliado pelo CEP.

Este projeto foi realizado em dois momentos: o antes e o depois da experimentação, que foi uma sequência didática. Ele foi aplicado em cinco turmas da terceira série do ensino médio, em uma escola pública do Noroeste Fluminense, CIEP 263 Lina Bo Bardi, em Itaperuna-RJ, no segundo semestre de 2019. Foram turmas heterogêneas e com diferentes perfis.

Com mais de 20 anos de experiência em sala de aula no ensino médio, percebo que os alunos demonstram dificuldades com a abstração e conceitos fundamentais para iniciar a genética mendeliana e a maioria não tem uma noção mínima de molécula, gene e onde ocorrem alguns processos. É intrincado o trabalho com o mundo micro, e outro fator igualmente preocupante refere-se ao fato de o aluno não vincular o material genético, no caso, o gene à proteína.

No primeiro momento, foi realizado um levantamento através de análise observacional, feita em sala de aula durante a exposição do conteúdo, sobre o conhecimento prévio do aluno, construído no ensino fundamental e na educação não formal. Para tal, foi elaborado um texto com algo que, naquele momento, estava em evidência na mídia e circulando nas redes sociais: o uso de colágeno como suplemento.

O segundo momento do projeto foi a execução e conclusão da experimentação, com a confecção de modelos didáticos produzidos em parceria com os discentes numa sequência didática planejada. Esta sequência tinha como objetivo propiciar ao aluno uma visão do todo, do gene à proteína, e, durante a mesma, resgatar e inserir vários conceitos da genética moderna.

Durante a execução deste projeto, ocorreram muitos questionamentos por parte dos alunos e, neste momento, o professor teve a oportunidade de estimular o pensamento dos discentes, incentivando-os a se posicionarem diante de questões sociais e éticas e a serem críticos.

Sendo a avaliação um processo que se faz no dia a dia e de forma constante, as percepções e reflexões do professor, realizadas ao longo da aplicação da sequência didática, foram relatadas e comparadas com suas experiências anteriores. Observações sobre o

interesse, comprometimento do aluno, participação, execução de atividades, questionamentos e indagações são formas de avaliação importantes no processo de ensino e de aprendizagem.

Sempre que necessário, a sequência didática pode ser interrompida, e isso é um fato importante para os docentes, pois conhecem bem a dinâmica de uma escola. Pode ser que haja algum evento que seja responsável por tal interrupção, como projetos e avaliações externas e internas. Não há o que fazer, é preciso respeitar.

A matriz curricular do Estado do Rio de Janeiro determina duas aulas semanais da disciplina de biologia por série no ensino médio. Cada aula tem duração de 50 minutos e, na maioria das vezes, é geminada. Portanto, para sequência a didática proposta neste projeto, cada aula foi de 100 minutos, o que equivale às duas aulas semanais, e foi dividida em atividades.

Ao final de cada anexo, foi disponibilizada a fonte de pesquisa do material proposto.

3.1 PRODUÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA:

3.1.1 Aula 1

Atividade 1 – Resumo (30 minutos): Para iniciar a atividade, a turma foi disposta em grupos de quatro componentes. Foi proposta uma conversa informal sobre proteínas com o objetivo de introduzir o tema e captar dos alunos como entendiam a relação entre os conceitos de proteína e DNA, deixando claro que não havia o certo e nem o errado, e que o importante era participar para que se pudesse planejar o restante do conteúdo.

Foi escrita a palavra PROTEÍNA no quadro e solicitado aos alunos que dissessem o que sabiam sobre ela. Como se suspeitava, de longa experiência observacional, as primeiras participações citaram a proteína como fonte de energia.

As perguntas foram feitas sem ordem específica, de acordo com as respostas de cada turma a este primeiro exercício. Exemplos de perguntas feitas:

- ✓ Quais alimentos contêm?
- ✓ Vegetais têm proteínas?
- ✓ Por que temos que ingerir proteínas?
- ✓ A proteína que compõe o bife é a mesma que preciso no meu organismo?
- ✓ Proteína é nossa primeira fonte de energia?
- ✓ Quem é vegetariano ou vegano consome proteína?

- ✓ Qual a função da proteína no organismo?
- ✓ Para quem faz musculação, qual o objetivo da ingestão dos suplementos proteicos como *whey protein* ou albumina?

Via de regra, as respostas dos alunos não eram classificadas como certas ou erradas. A partir destas respostas, eram feitas outras perguntas para incentivar a reflexão a respeito do tema. Houve momentos de intervenção direta por parte do professor, visto que determinados discentes apresentavam conceitos muito distorcidos sobre o assunto discutido. Comprovadamente, não conheciam as funções que uma proteína exerce no organismo. Foram raros os alunos que responderam corretamente, isto é, que são compostas por aminoácidos. Diante da insistência do professor – “A proteína que você ingere é a mesma que você precisa, que você usa?” – eles negavam, mas não conseguiam explicar como o organismo conseguia as próprias proteínas, de onde elas surgiam ou como acontecia o processo.

Atividade 2 – Resumo (70 minutos): Foi apresentado um texto (Anexo A) relacionado à conversa já iniciada (10 minutos). Esperava-se que, após a disposição do texto, ocorreriam discussões entre os componentes dos grupos e que estes manifestariam suas concepções sobre o tema, produzindo hipóteses para o problema apresentado (30 minutos). Se necessário, haveria uma intervenção do professor com algumas questões motivadoras. Apresentação e sustentação das hipóteses elaboradas e fechamento da aula (30 min).

Foi preparado um texto reunindo informações básicas sobre as proteínas, sem expor que são determinadas pelo gene (DNA), curto e com linguagem acessível, girando em torno de um assunto muito veiculado na mídia, o uso do colágeno. Foram incluídos também depoimentos retirados da internet. Ao final da atividade existiu uma situação problematizadora, em que foi apresentado um dilema entre usar ou não usar suplemento de colágeno para formar colágeno no organismo, principalmente com o objetivo de melhorar a pele.

Os alunos efetuaram a leitura sozinhos e depois foi promovida uma leitura com a turma, salientando alguns conceitos básicos, como a constituição das proteínas, as diversas funções que exercem, alimentos ricos em proteínas e que os aminoácidos são matéria prima para formação desses componentes. Em seguida, foi permitido um tempo para o grupo discutir e chegar a uma conclusão a respeito da pergunta anteriormente feita. Cada grupo elaborou uma hipótese para defender ou condenar o que diz Dr. Mauro Fisberg ao afirmar que “tomar suplemento de colágeno hidrolisado simplesmente não resolve nada”, baseados nos conhecimentos que eles tinham e no texto de apoio.

A maioria dos alunos concordou com o Dr. Mauro Fisberg. Os que não concordaram, justificaram das seguintes formas: “tomar uma dose absurdamente grande pode resolver”; “o colágeno pode agir como um remédio para algumas pessoas com necessidades específicas”; e alguns estudantes mencionaram que ele o autor se contradiz ao afirmar que o uso de colágeno não tem valor, mas uma dose absurdamente grande pode funcionar.

Usando o texto como apoio, foram fechados os conceitos básicos, como as diversas funções das proteínas, a constituição, alimentos proteicos e que estes alimentos depois de ingeridos serão quebrados em aminoácidos, formando as proteínas. Assim, os alunos chegaram à conclusão ou confirmaram que não adianta tomar suplemento de colágeno para formação de colágeno.

Foi proposta a pergunta: “o que determina dentro do organismo humano que tipo de proteína vai ser sintetizada? ‘Quem’ manda sintetizar e qual o tipo de proteína?”. As respostas incluíram: cérebro, membrana plasmática, hormônios, núcleo, metabolismo, ribossomos e células. De todos os alunos que se manifestaram, três sinalizaram DNA.

3.1.2 Aula 2

Atividade 1 - Resumo (80 minutos): O núcleo celular

Aula expositiva com o objetivo de recordar ou apresentar aos alunos conceitos básicos de estruturação e do núcleo celular, conectando, se possível, com as informações adquiridas na aula 1. No anexo B, segue o modelo utilizado nesta sequência didática.

Antes de entregar o resumo com o conteúdo, foi efetuada uma breve recapitulação da aula anterior, onde houve a indagação acerca dos conceitos básicos:

- ✓ Proteínas são formadas de que?
- ✓ Adianta tomar colágeno para formar colágeno no organismo?
- ✓ Quais funções elas podem exercer?

Acerca das funções das proteínas, especificamente sobre a função hormonal, abordou-se superficialmente a questão do diabetes, algo próximo à realidade dos alunos, visto que muitos possuem familiares com a enfermidade. Apresentou-se a seguinte questão: por que a insulina é administrada na pele (subcutânea) e não via oral?

A maioria não fez a associação de que a insulina é uma proteína, e que, neste caso, será digerida e não irá exercer a sua função hormonal. A maior parte das respostas girou em torno de “chegar mais rápido”, e pouquíssimos estudantes responderam corretamente fazendo a associação entre proteína e digestão.

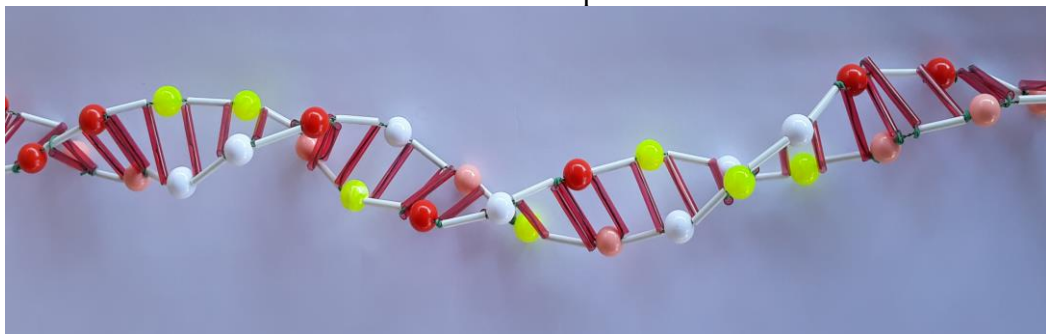
Foram recapitulados os conceitos, explorando o texto utilizado na última aula: “Se a insulina é uma proteína, o que acontece com ela quando ingerida?”. Somente a partir deste questionamento, a maioria percebeu a ligação entre proteínas, digestão e insulina. Logo em seguida, entregou-se o resumo e uma aula expositiva foi ministrada.

Para auxiliar neste processo, os alunos tiveram acesso a alguns modelos didáticos simples e eficazes. Os materiais foram encontrados em casa de festas e armarinhos. Estes modelos são opcionais, não estão incluídos na sequência programada, mas certamente ajudaram, e muito, a compreensão dos conceitos.

Foram confeccionados modelos com materiais de fácil aquisição e de baixo custo. Primeiro, foi construída uma molécula de DNA (figura 2) com a utilização de miçangas grandes, de quatro cores diferentes, para associação entre adenina-timina e citosina-guanina, arame artesanal, canudos para pirulitos em duas cores diferentes, com a cor branca simbolizando as ligações fosfodiéster entre os nucleotídeos, e a cor vermelha as ligações de hidrogênio entre as fitas. A segunda molécula (figura 3) foi confeccionada de miçangas e linha de silicone, e na figura 4 há bolas de isopor para simbolizar o empacotamento do DNA, com seus nucleossomos. Aos alunos, foi informado que estes protótipos eram apenas uma tentativa de facilitação da compreensão de modelos conceituais.

Ficou evidente que os estudantes não tinham o menor entendimento em relação ao conteúdo trabalhado. Parecia que nunca haviam trabalhado o tema, pois o vocabulário os deixava aterrorizados. Os modelos didáticos demonstraram um alívio nesta situação, um facilitador.

FIGURA 2 – Fita dupla de DNA



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

FIGURA 3 – Cordão de DNA



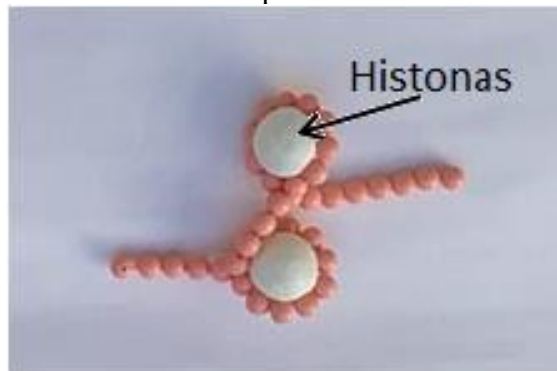
Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

FIGURA 4 – Histonas



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

FIGURA 5 – Empacotamento do DNA

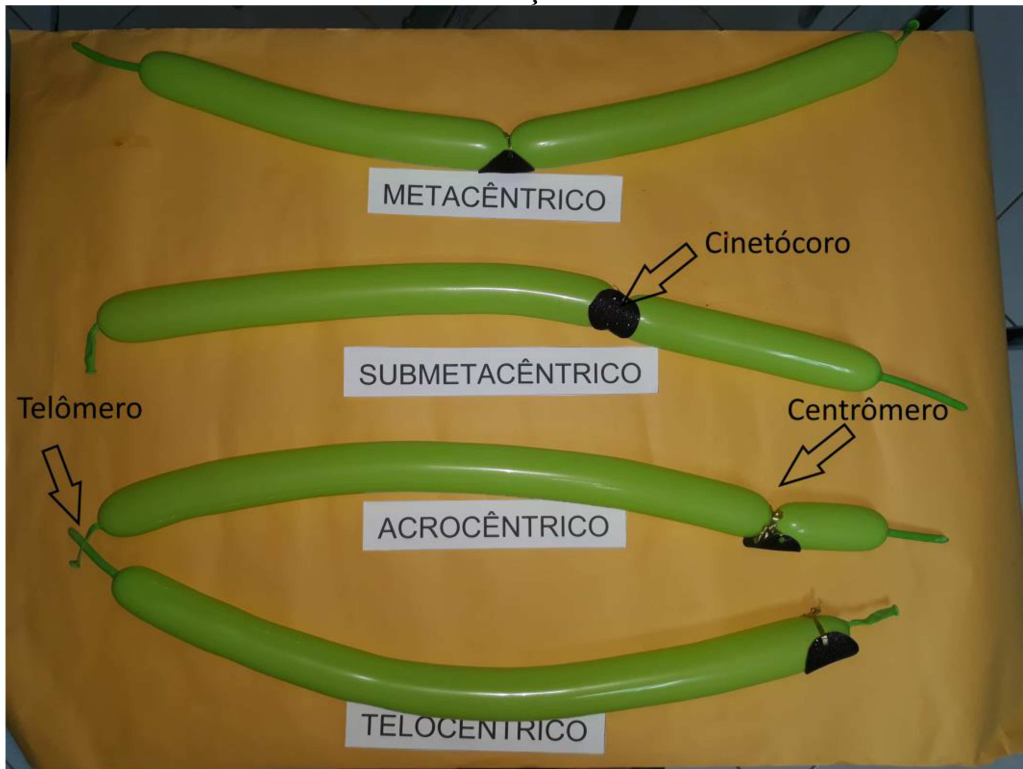


Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Para a confecção dos cromossomos, foram utilizados balões do tipo macarrão em duas cores (origem materna e paterna), circunferência de aproximadamente 4cm em EVA com dois furinhos em cada extremidade, feito com um furador, representando os centrômeros, e fitilhos para amarrar. Para encher as bolas foi utilizado uma bomba manual. Propositalmente, as bolas não foram cheias totalmente, deixando uma ponta representando os telômeros.

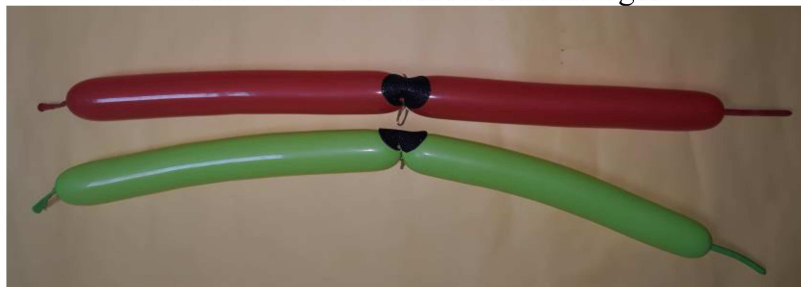
Alguns alunos auxiliaram, como voluntários, para segurarem os cromossomos.

FIGURA 6 – Classificação dos cromossomos



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

FIGURA 7 – Cromossomos homólogos



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

FIGURA 8 – Cromossomos duplicados



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

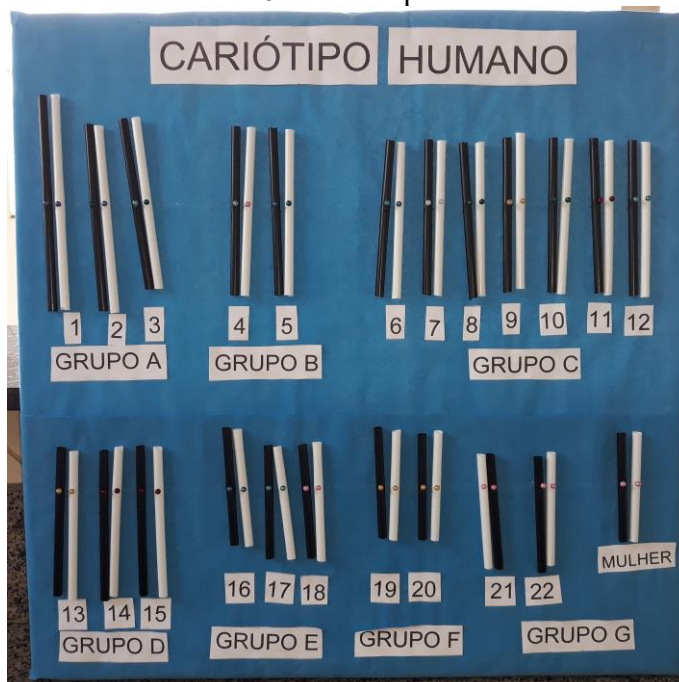
Atividade 2 – Resumo (20 minutos): Proposta de cariótipo humano

O modelo a ser apresentado aos alunos foi retirado e adaptado da revista *Genética na Escola*, Vol. 7, nº 2, 2012 (anexo C). O professor deveria trazer dois cariótipos já prontos e fornecer um roteiro às equipes. A proposta é que cada grupo pesquisasse e confeccionasse um dos cariótipos com alterações cromossômicas, como Síndrome de Down, Síndrome de Klinefelter, Síndrome de Turner, Síndrome de Patau ou Síndrome do Triplo X, em casa, utilizando outros materiais alternativos e de baixo custo, e o apresentasse na aula seguinte. Foi dada liberdade de criação às equipes para a construção do cariótipo com cromossomos duplicados ou não.

Foram produzidos dois modelos de cariótipos, com instrução mínima, tendo em vista que, usualmente, os estudantes demonstram dificuldades em montar somente a partir da instrução em protocolos ou pesquisa independente.

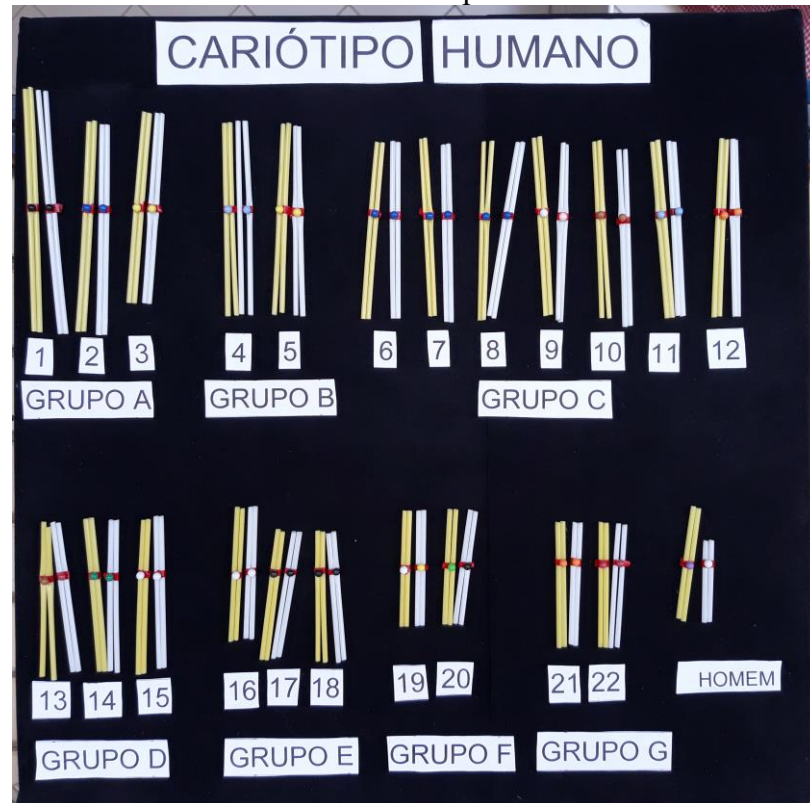
Cada um dos alunos recebeu uma apostila com o resumo da aula expositiva seguinte, contemplando a morfologia e os processos envolvendo a expressão gênica. Foi solicitado que realizassem uma leitura prévia, em casa, com o intuito de facilitar a compreensão, principalmente para quando fosse tratado o conteúdo no espaço da aula, sobretudo no que se refere ao vocabulário diferenciado e peculiar da biologia. A atividade foi solicitada sem a expectativa de sua realização.

FIGURA 9 – Cariótipo feminino



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

FIGURA 10: Cariótipo masculino



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

3.1.5 Aula 3

Atividade 1 - Resumo (40 minutos): Apresentação dos cariótipos e discussão.

Cada grupo teria em média 10 minutos para apresentar o resultado da análise sobre a síndrome pesquisada e representada pelo cariótipo.

Houve um predomínio positivo nos trabalhos. Os alunos pesquisaram e falaram sobre estáticas de nascimento, expectativa de vida, aparência dos portadores e cuidados. Algumas equipes conseguiram relacionar as síndromes com a divisão celular, mas apenas uma pequena parte dos estudantes. Uma das turmas abordou a questão da inclusão social, o que rendeu muitas reflexões positivas. Em outras duas houve a pergunta, direcionada ao professor, se o autismo estaria relacionado a estas alterações cromossômicas. Este tipo de indagação corrobora algo que é comumente discutido no meio docente: é mais fácil o aluno se interessar por coisas que conhece ou com as quais tem experiência, que faz parte de sua vida. Nos dois casos citados, os dois alunos possuem parentes muito próximos com autismo.

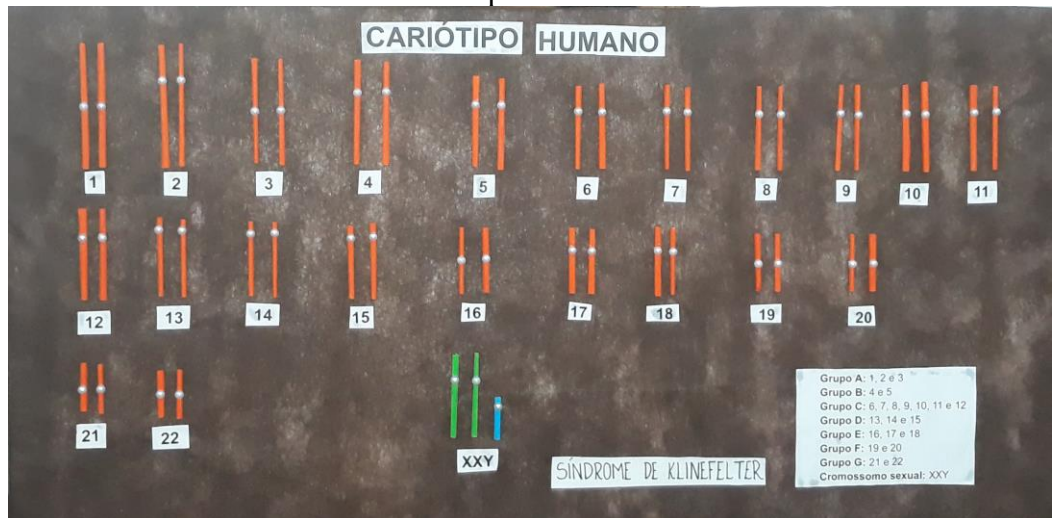
Mesmo com roteiro, com modelos que visualizaram e fotografaram como instrução mínima, alguns grupos confeccionaram os cariótipos com erros. Estes erros foram

identificados pelos próprios alunos, que se comprometeram em corrigir e apresentar na aula seguinte. Tais erros se referem ao fato de não separarem os cromossomos em grupos ou fazerem todos do mesmo tamanho.

A seguir, alguns exemplos de cariótipos produzidos pelos alunos.

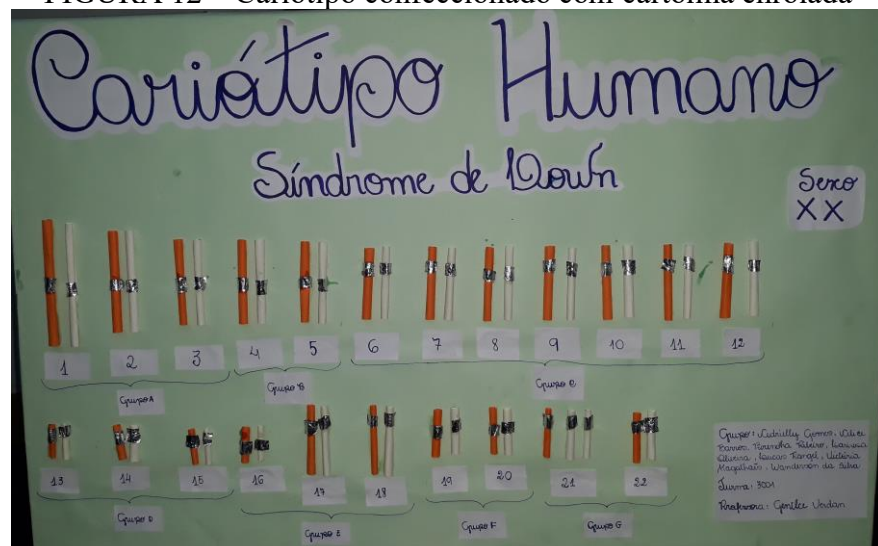
Não foi solicitada a entrega de trabalho escrito, só o modelo didático do cariótipo.

FIGURA 11 – Cariótipo confeccionado com hashi



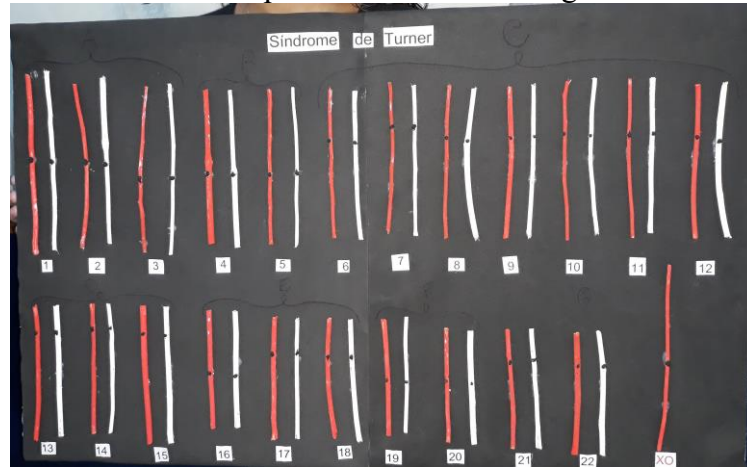
Fonte: Elaborado pelos alunos (2019).

FIGURA 12 – Cariótipo confeccionado com cartolina enrolada



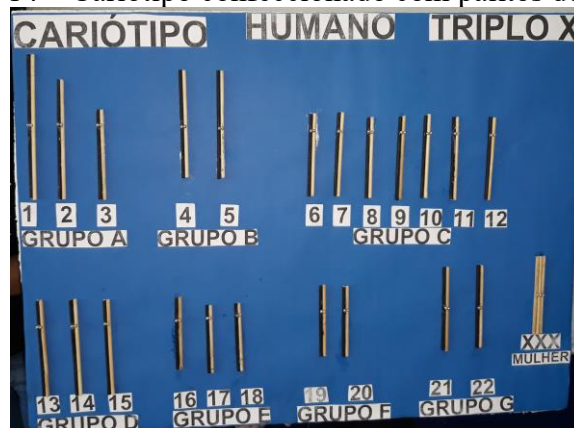
Fonte: Elaborado pelos alunos (2019).

FIGURA 13 – Cariótipo confeccionado com galhos de árvore



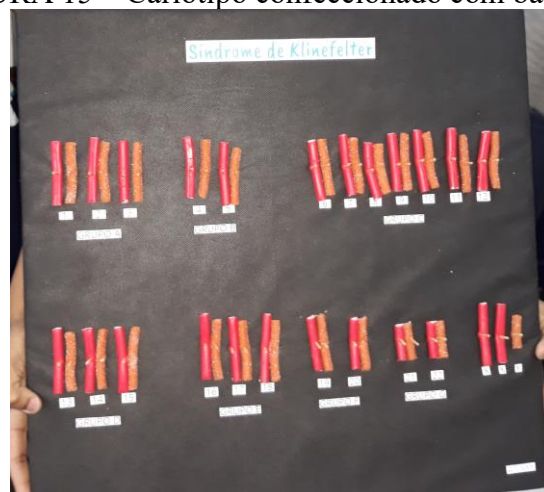
Fonte: Elaborado pelos alunos (2019).

FIGURA 14 – Cariótipo confeccionado com palitos de churrasco



Fonte: Elaborado pelos alunos (2019).

FIGURA 15 – Cariótipo confeccionado com balas fini



Fonte: Elaborado pelos alunos (2019).

Atividade 2 – Resumo (60 minutos): Os genes

Aula expositiva com a finalidade de lembrar ou apresentar conceitos básicos da morfologia e dinâmica dos ácidos nucleicos. Destaca-se que a aula foi expositiva-indagativa, aberta às interferências dos alunos, buscando observar o que conheciam sobre o tema. Para esta sequência foi utilizado um resumo (anexo D).

Antes de iniciar a aula, os alunos foram indagados se se recordavam de terem visto o conteúdo sobre ácidos nucleicos (DNA e RNA) no 1º ano. A maioria respondeu negativamente, afirmando que o professor havia falado apenas sobre a divisão celular, mitose e meiose, de forma superficial e que não se lembravam do conteúdo.

Pouquíssimos foram os alunos que leram o resumo em casa. Esta é uma dificuldade recorrente da prática docente: o aluno não gostar de ler, ainda mais quando é uma leitura didática, sem muito sentido para ele. Foram transmitidos todos os conceitos propostos e utilizou-se novamente o modelo da figura 2. Os conceitos apresentados e/ou reforçados foram:

- ✓ Estrutura do DNA e RNA, diferenças entre estas moléculas;
- ✓ Propriedades do DNA, replicação e transcrição;
- ✓ Localização na célula, de onde acontecem os processos;
- ✓ Tipos de RNAs e suas funções;
- ✓ Íntrons e éxons, splicing do RNA;
- ✓ Conceito de gene;
- ✓ Código genético;
- ✓ Tradução, códon e anticódon.

Ao término da aula, os alunos tomaram conhecimento da necessidade de estudarem o conteúdo, tendo em vista a proposta de uma atividade prática avaliativa, relacionada ao conteúdo.

3.1.7 Aula 4

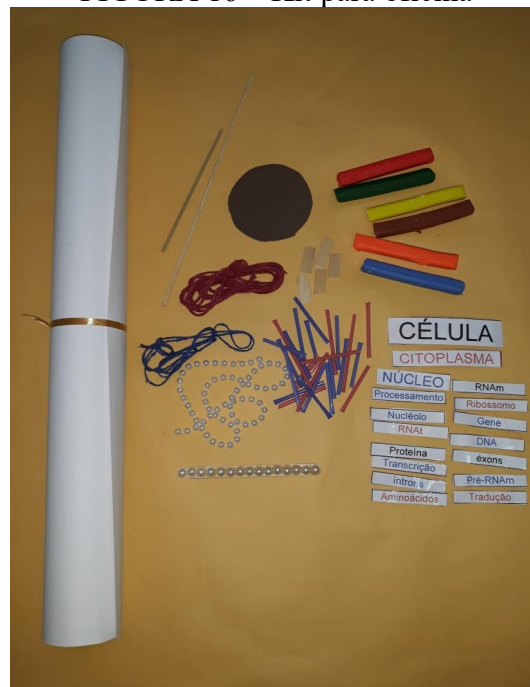
Atividade 1 – Resumo (100 minutos): Oficina - Transcrevendo e traduzindo

Para dar início a esta oficina, a turma foi dividida em grupos de 4 componentes. Cada grupo recebeu o roteiro e um kit do material para realização da atividade (Apêndice B). Após receberem o kit, foi efetuada a conferência do material.

O material de baixo custo é encontrado em papelarias e armazéns. A proposta teve como objetivo fixar os conceitos apresentados na aula anterior. Os alunos montaram o esquema de uma célula eucariota e realizaram os processos de transcrição e tradução e comprovaram a relação entre o gene (DNA) e a proteína e compreenderam a universalidade do código genético. Foi uma prática que favoreceu a compreensão e fixação dos assuntos apresentados na aula teórica e, principalmente, uma visão mais ampla do conteúdo.

Após cada etapa concluída, o professor monitorou cada grupo individualmente para conferir a execução das tarefas. Quando havia alguma dificuldade, era solicitado aos alunos que reavaliassem ou pesquisassem no material de apoio, que foram os textos anteriormente trabalhados, para chegarem a uma conclusão.

FIGURA 16 – Kit para oficina



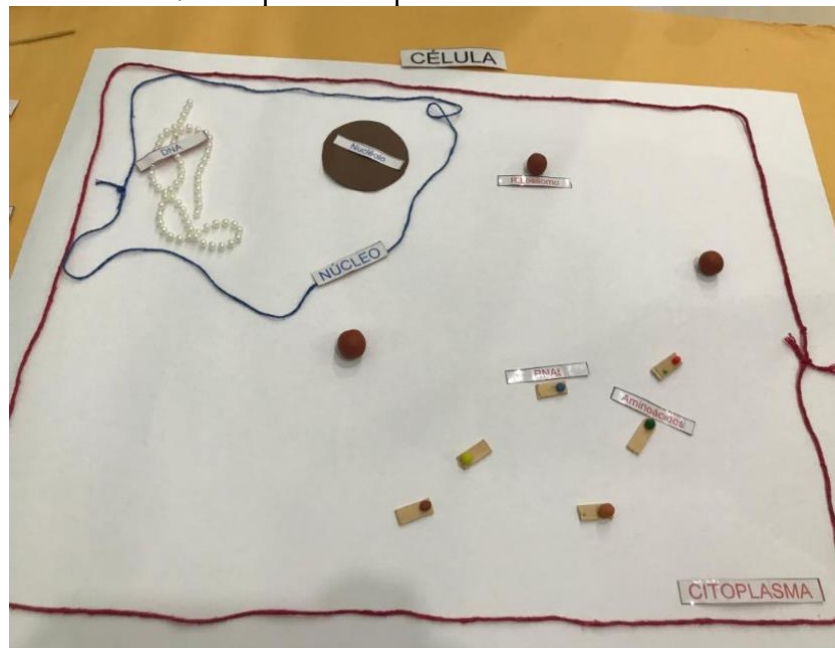
Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Antes de iniciar, foi pedido aos alunos que colocassem papel pardo sobre as mesas, que estavam agrupadas (4 mesas), para não sujarem as mesmas. Por cima, a cartolina branca onde aconteceria a produção da oficina e solicitado, ainda, que organizassem o restante do material ao lado da cartolina e conferissem para averiguar se não faltava nenhum item.

Na primeira etapa, foi solicitado que montassem o esquema de uma célula eucariota, com alguns componentes identificados por nomes. As instruções foram: 1. Delimitem a célula e o núcleo, identificando-os; 2. Posicionem o DNA e o nucléolo; 3. Façam

bolinhas com a massinha (conforme orientação), pois serão os ribossomos, e as coloquem na célula. Identifique; 4. Os RNAt serão representados pelos palitos de picolé cortados; 5. Perguntou-se “O que eles transportam?”. A maior parte respondeu corretamente, a saber, aminoácidos. A partir disso, foi solicitado que fizessem uma bolinha de massinha de cores diferentes para cada RNAt e posicionassem na célula, identificando-os.

FIGURA 17 – Esquema simplificado de uma célula eucariota.



Fonte: Produzido pelos alunos (2019).

Efetuiu-se uma conferência dos esquemas montados pelos grupos. Também foi solicitado que tirassem fotos do trabalho e enviassem para o professor. Foi permitido aos alunos ficar com uma cópia para servir como uma fonte de estudos. Poucos grupos confundiram o lugar dos RNAts e dos ribossomos, posicionando-os no núcleo.

Foi iniciada a etapa seguinte com a inserção do gene. Os alunos foram questionados: onde fica o gene? Em que parte da célula? O gene faz parte de qual molécula? A maioria respondeu corretamente. Então, foi solicitado que o identificassem dentre os materiais disponíveis e todos acertaram.

O gene foi representado pelo palito de picolé com as meias pérolas coladas (maior rigidez para o manuseio), com indicação de inserção do mesmo junto ao DNA. Em seguida, foi solicitado aos alunos que fizessem, com uma das massinhas, um cilindro, de modo a cobrir todo o palito com pérolas, e, após, que pressionassem a massinha sobre o gene para que esta “copiasse” as pérolas. Depois deveriam retirar a massinha e virar, identificando como

transcrição, bem como a identificação do pré-RNAm. Com isto, demonstrou-se que a informação está no gene e que o RNAm apenas copia a mensagem, faz a transcrição do DNA para o RNAm.

FIGURA 18 – Esquema da transcrição



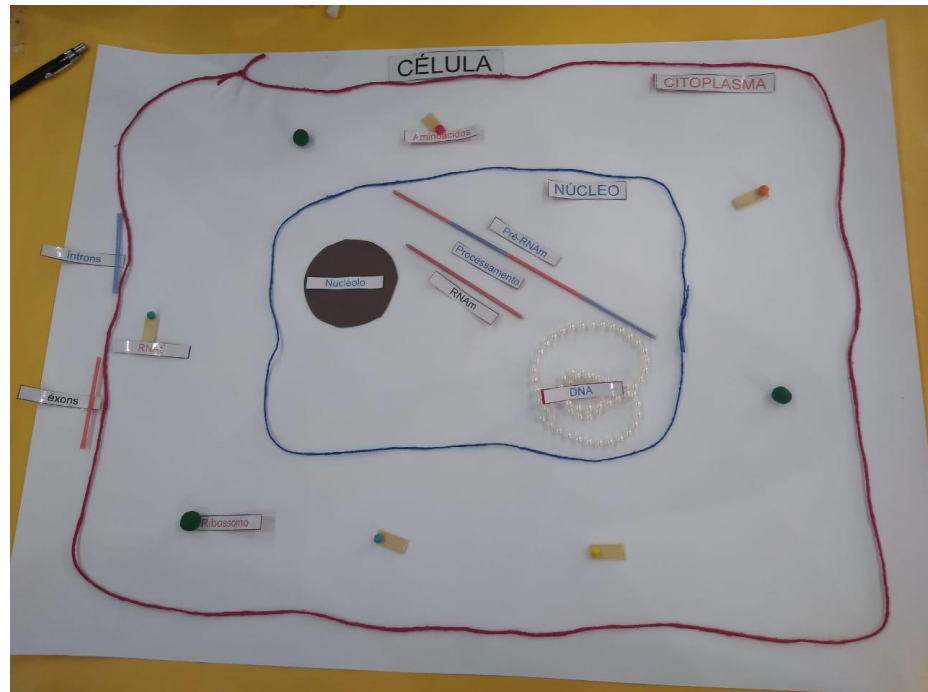
Fonte: Produzido pelos alunos (2019).

Em seguida, foi iniciada a etapa do processamento do pré-RNAm, guiada pela pergunta “Onde será que acontece o processamento do pré-RNAm?”. Neste momento os alunos hesitaram nas respostas, demonstrando claramente que existiam dúvidas relativas ao tema. Alguns acharam que o processamento aconteceria no núcleo e outros no citoplasma, mas foi esclarecido que este processo acontece no núcleo.

Em seguida, foi efetuada a troca de materiais. A massinha do pré-RNAm foi substituída pelo palito de churrasco inteiro, encapado com os canudinhos com as cores alternadas. O gene foi retirado. Foi solicitado aos grupos que escolhessem entre as duas cores dos canudinhos qual representaria os íntrons e qual os éxons e os posicionassem fora da célula, como se fosse uma legenda. Os alunos foram instruídos para que colocassem a palavra “processamento” perto do pré-RNAm e encapassem o palito de churrasco menor com os canudinhos representativos dos éxons e o inserissem perto da palavra, e logo abaixo a

identificação com o RNAm. Assim como a anterior, esta foi uma etapa executada com facilidade.

FIGURA 19 – Esquema do processamento do RNAm



Fonte: Produzido pelos alunos (2019).

A última parte desta aula foi o processo de tradução. Foi pedido aos alunos que reorganizassem a célula para a próxima etapa, deixando no núcleo somente o DNA e o nucléolo. A atividade foi guiada pelas seguintes perguntas:

- Em que parte da célula acontece a tradução?
- Qual a organela responsável pela tradução?
- Traduzir o quê? Em quê?

Poucos hesitaram em responder a duas primeiras perguntas, e a maior parte das respostas estava correta. Somente a última pergunta gerou dificuldade para os estudantes e poucos responderam. Supõe-se que eles não gostam de participar oralmente por vergonha do erro diante dos colegas.

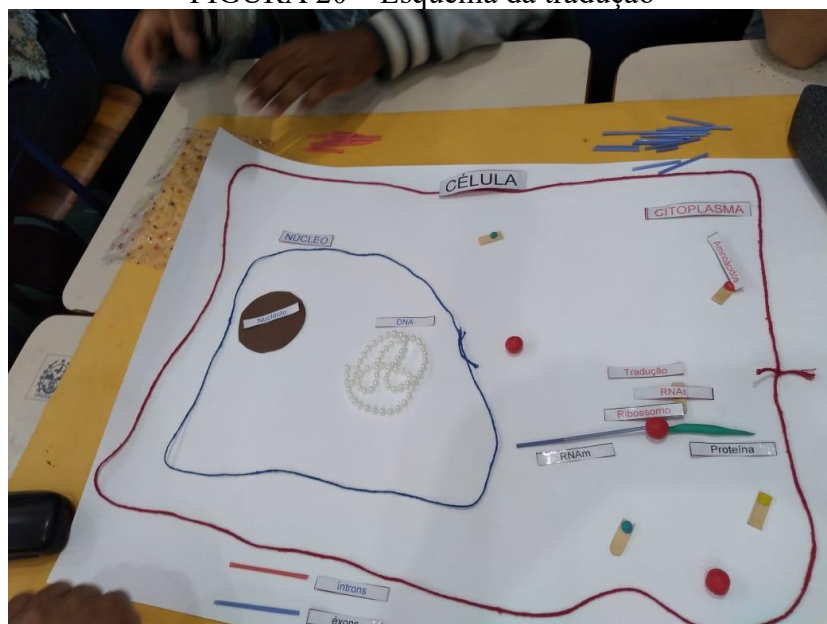
Foi orientado que colocassem o RNAm perto do ribossomo, reforçando-se sempre as palavras e processos.

- O ribossomo é responsável pela síntese de proteínas, fazendo a tradução de nucleotídeos para aminoácidos, de 3 nucleotídeos para 1 aminoácido.

- Para isso, o ribossomo precisa que os aminoácidos cheguem a ele, e esta tarefa fica a cargo dos RNAt.
- Se existe uma relação entre 3 nucleotídeos do RNAm para 1 aminoácido da proteína, a proteína será maior ou menor que o RNAm?

Posteriormente, solicitou-se a aproximação do RNAt do ribossomo e a confecção de um cilindro de massinha, que representaria a proteína sintetizada, e que os alunos o colocassem do lado oposto ao RNAm.

FIGURA 20 – Esquema da tradução



Fonte: Produzido pelos alunos (2019).

Ao final da aula, cada grupo foi questionado sobre a eficácia daquela prática na compreensão dos processos. As respostas foram positivas, apontando um resultado satisfatório da atividade. Alguns comentários mostram como os alunos avaliaram a aula:

“Estava confuso, ficou claro”.

“Encaixou os conceitos”.

“Era muita informação e na prática ficou mais fácil”.

“Facilitou a interação entre os processos”.

“Mais fácil para gravar”.

“Estava vendo acontecer”.

“Interessante, a forma como o RNAm saiu do núcleo e vai dar origem a proteína”.

“Eu achava que gene tinha no RNA e no DNA, tinha nos dois”.

“Eu achava que o processamento era fora do núcleo”.

“Eu não tinha entendido a formação do pré-RNAm e do processamento”.

“Eu tinha colocado o RNAt dentro do núcleo”.

“Eu achava que os ribossomos ficavam dentro do núcleo”.

Diante disso, foi elaborada a seguinte pergunta para a classe: “Seria possível realizar esta prática sem antes ter acontecido a aula teoria?”. A resposta unânime foi: “Não”. Ficou claro que a prática ajudou consideravelmente o processo de aprendizagem. Os alunos foram instruídos a enviar por e-mail para o professor um relato resumido sobre a aula prática que realizaram e se a mesma havia contribuído para a aprendizagem, isto é, registrarem por escrito o que havia sido expresso verbalmente.

3.1.8 Aula 5

Atividade 1 – Resumo (100 minutos): aula prática - Decifrando o código

Levar um modelo didático pronto e de fácil visualização (Apêndice C). Pedir para todos os alunos pegarem a tabela de conversão do código genético para acompanharem a prática.

A ideia é que todos participem das discussões. O momento é oportuno para questionamentos e reflexões, como:

- O que pode acontecer se uma base do RNAm for trocada?
- E se uma base for deletada ou acrescentada?
- E se um códon for deletado ou acrescentado?
- Estas possíveis alterações acontecem em que parte dos processos, na duplicação do DNA ou na transcrição?
- E se a leitura iniciar num lugar errado?

Em primeiro lugar, reforçou-se que estas alterações, chamadas de mutações, ocorrem durante o processo de replicação do DNA. Foi montada uma fita simples do DNA no quadro, representando o gene, para que os alunos copiassem. Logo em seguida, foi efetuado o processo de transcrição, deixando claro que, neste caso, não haveria processamento do mesmo. Após, solicitou-se que os alunos montassem a proteína usando a tabela de conversão. Ressaltou-se ainda a importância da sequência correta dos aminoácidos, seguindo a estrutura primária, pois as estruturas secundárias e terciárias dependem destas características para que ocorram as ligações químicas. A proteína só executará a sua função se estiver em sua forma correta.

TAC ACA TGA TAA GTT TTA ACG GGG GAT CCT ATT → DNA

AUG UGU ACU AUU CAA AAU UGC CCC CUA GGA UAA → RNAm

Metionina – cisteína – treonina – isoleucina – glutamina – asparagina – cisteína – prolina – leucina – glicina – stop.

Este foi o modelo utilizado como base. A partir dele foram efetuadas as intervenções. A primeira alteração foi uma troca na terceira base nitrogenada do quarto trio de letras do DNA (adenina por guanina). A pergunta foi: considerando sempre que as alterações acontecem no DNA, como vai ficar a proteína?

TAC ACA TGA TAA GTT TTA ACG GGG GAT CCT ATT → DNA

TAC ACA TGA TAG GTT TTA ACG GGG GAT CCT ATT → DNA

AUG UGU ACU AUC CAA AAU UGC CCC CUA GGA UAA → RNAm

Metionina – cisteína – treonina – **isoleucina** – glutamina – asparagina – cisteína – prolina – leucina – glicina – stop.

Os alunos perceberam que não houve alteração com a molécula final de proteína. Foi explicado que, às vezes, ocorrem mutações que não são percebidas devido ao fato de o código genético ser degenerado, ou seja, um aminoácido pode ser transportado por mais de um códon, e que existem aminoácidos sendo transportados por até 6 códons diferentes, como a leucina e arginina, por exemplos.

A segunda alteração proposta foi uma troca na terceira base nitrogenada do sexto trio de letras do DNA (adenina por uma timina).

TAC ACA TGA TAA GTT TTA ACG GGG GAT CCT ATT → DNA

TAC ACA TGA TAA GTT TTT ACG GGG GAT CCT ATT → DNA

AUG UGU ACU AUU CAA AAA UGC CCC CUA GGA UAA → RNAm

Metionina – cisteína – treonina – isoleucina – glutamina – **lisina** – cisteína – prolina – leucina – glicina – stop.

Os estudantes notaram que houve a alteração do aminoácido e, por conseguinte, a proteína. O momento foi aproveitado para reforçar a importância da forma que a proteína deve ter para executar a sua função. Na oportunidade, foi explicado que esta se dá pelas

características dos aminoácidos, básicos, ácidos, polares etc., concluindo que a mudança de um aminoácido poderá alterar a proteína.

A terceira alteração foi a inserção de uma base nitrogenada, por exemplo, a timina, após a primeira base do sétimo trio de letras do DNA.

TAC ACA TGA TAA GTT TTA ACG GGG GAT CCT ATT → DNA
 TAC ACA TGA TAA GTT TTA ATC GGG GGA TCC TAT T → DNA
 AUG UGU ACU AUU CAA AAU UAG CCC CCU AGG AUA A → RNAm
 Metionina – cisteína – treonina – isoleucina – glutamina – asparagina – stop.

Os alunos perceberam que, com a inserção de um nucleotídeo, toda a molécula ficaria comprometida e não seria viável. No caso do exemplo, a molécula foi reduzida.

A quarta alteração: apagar uma base nitrogenada, por exemplo, a Timina, do terceiro trio de letras do DNA.

TAC ACA TGA TAA GTT TTA ACG GGG GAT CCT ATT → DNA
 TAC ACA TGA TAA GTT TTA ACG GGG GAT CCT ATT → DNA
 TAC ACA GAT AAG TTT TAA CGG GGG ATC CTA TT → DNA
 AUG UGU CUA UUC AAA AUU GCC CCC UAG GAU AA → RNAm
 Metionina – cisteína – leucina – fenilalanina – lisina – isoleucina – alanina – prolina – stop.

Identificou-se que com a deleção de uma base também ocorreu uma mudança grave na proteína e que a mesma não seria viável. Assim, os estudantes chegaram à conclusão de que as mutações que ocorrem no DNA podem ser graves ou imperceptíveis, e que em inserção ou deleção de bases nitrogenadas a mutação é grave.

Forneceu-se como exemplo a anemia falciforme, em que a mutação se dá pela alteração de um único aminoácido. A doença ocorre pela troca da base nitrogenada (T) timina pela (A) adenina, da cadeia beta, do gene, reforçando que a mutação ocorre no DNA e, como consequência, a troca do aminoácido ácido glutâmico por uma valina, aminoácidos estes com características químicas bem diferentes.

Para ilustrar o processo de tradução, com os detalhes dos códons e anticódons, foi apresentado um modelo pronto. O processo de montagem está no apêndice C.

O modelo pode ser confeccionado a partir dos materiais listados a seguir ou outros alternativos:

- 3 Cartelas de ovos (papelão ou isopor);
- 36 Bolinhas de isopor com 4cm de diâmetro;
- Pincel nº 8 para pintar as bolinhas de isopor e a cartela;
- Embalagens de eletrodomésticos de isopor ou similar (podem ser substituídas por uma folha grossa de isopor) cortar em cubos de 2 cm de aresta (aminoácidos);
- Várias cores de tinta guache para pintar os aminoácidos e os nucleotídeos;
- 1 rolinho de arame de artesanato, mais fino;
- 1 rolinho de arame de artesanato, mais grosso;
- Palitos de churrasco cortados com 15 cm;
- Pistola de cola quente;
- Canudos para drinks;
- Percevejos;
- Um pedaço de arame de aproximadamente 20cm (pode ser substituído por um clipe grande, aberto);
- Uma embalagem transparente sem o fundo, formando um tubo (15 cm), cortada longitudinalmente para que possa “deslizar” pelo RNAm (ribossomo). Utilizou-se neste modelo uma embalagem de doces, adquirida gratuitamente em lojas de doces/biscoitos ou mesmo lanchonetes. A garrafa pet, depois de cortada, não mantém a forma.
- Caneta para retroprojeter;
- Em uma marcenaria, solicitar a fabricação de uma estrutura de madeira com as seguintes medidas: duas fitas de madeira com 85 cm x 4,5 cm x 1,5 cm unidas por uma dobradiça e nas pontas um pé com 4,5 cm de altura.

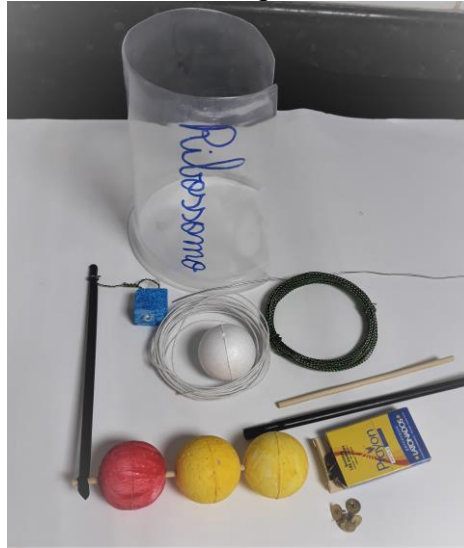
O material foi confeccionado da seguinte maneira:

- Cortar as fileiras da cartela de ovos;
- Escolher uma cor para cada uma das quatro bases. Neste trabalho foram utilizados: amarelo para adenina, vermelha para uracila, azul para guanina e verde para citosina;
- Pintar cada uma das cavidades da embalagem, que representarão os nucleotídeos do RNAm. A sugestão é escrever na parte externa da embalagem as letras correspondentes às bases nitrogenadas (A, U, C, G);

- Prendê-las na madeira, uma após a outra, com os percevejos, formando uma fileira (RNAm);
- Pintar as bolinhas de isopor com as cores correspondentes aos códons (as três bases nitrogenadas) formados no RNAm;
- Pintar os aminoácidos de isopor com as cores correspondentes aos seus códons e passar por ele o arame para facilitar a passagem do arame artesanal, que é muito flexível;
- Cortar o arame fino em pedaços de 6 cm e passar pelos aminoácidos, fazendo um “gancho” nas pontas que ficaram sobrando, com a finalidade de ligar uns aos outros;
- Aquecer a extremidade de uma das pontas do arame, segurar a outra ponta com alguma proteção para evitar queimaduras (com um alicate, por exemplo). Quando começar a ruborizar, perfurar as bolinhas de isopor, para facilitar a entrada dos palitos de churrasco;
- Passar o palito de churrasco unindo 3 bolinhas (anticódon), prendendo com uma gota de cola quente uma extremidade e a outra será presa com o canudo. Passar as bolinhas de acordo com a cor e dar o espaçamento para o encaixe nas embalagens de ovo. Ter atenção na montagem para seguir a ordem das cores correspondentes ao códon. Pode-se utilizar o mesmo procedimento (aquecer o arame) para perfurar os canudos;
- Simular a tradução, passando o ribossomo pelo RNAm, e ir encaixando os RNAs correspondentes, códon e anticódon, e, logo depois, prender um aminoácido ao outro.

Nesta demonstração será necessária a ajuda de pelo menos um aluno, visto que o modelo tem pouca estabilidade em virtude da leveza dos materiais utilizados.

FIGURA 21 – Material para modelo didático



Fonte: Produzido pelo autor (2019).

FIGURA 22 – Dispositivo para dobra do RNAm



Fonte: Produzido pelo autor (2019).

FIGURA 23 – RNAm



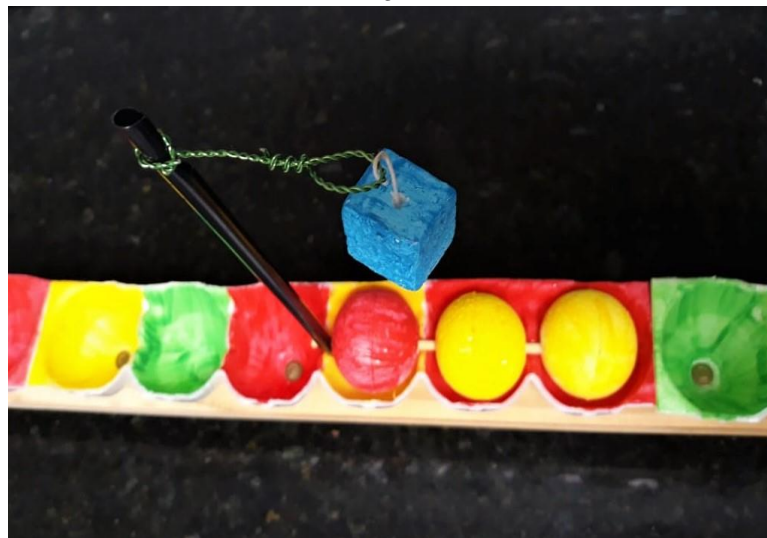
Fonte: Produzido pelo autor (2019).

FIGURA 24 – RNAt A



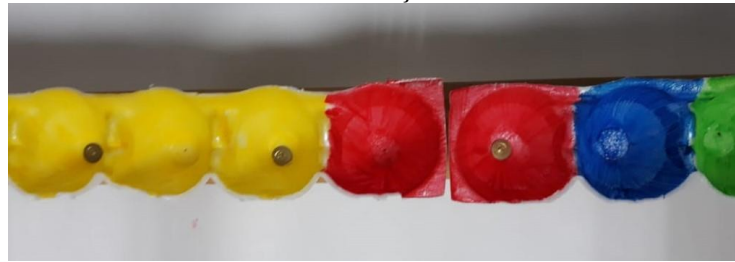
Fonte: Produzido pelo autor (2019).

FIGURA 25 – RNAt B



Fonte: Produzido pelo autor (2019).

FIGURA 26 – Fixação das cartelas



Fonte: Produzido pelo autor (2019).

FIGURA 27 – RNAt e os aminoácidos



Fonte: Produzido pelo autor (2019).

FIGURA 28 – Tradução A



Fonte: Produzido pelo autor (2019).

FIGURA 29 – Tradução B



Fonte: Produzido pelo autor (2019).

FIGURA 30 – Tradução C



Fonte: Produzido pelo autor (2019).

Com este modelo, foi demonstrada a sequência didática proposta. Ela teve o objetivo de demonstrar a concretude da dinâmica do processo de tradução, e o professor acredita ter atingido o objetivo, dada a interação com os alunos. O *feedback* da classe mostra que, a partir da atividade, houve mais facilidade no processo de aprendizagem, principalmente no que diz respeito à dinâmica e encaixes de códons e anticódons.

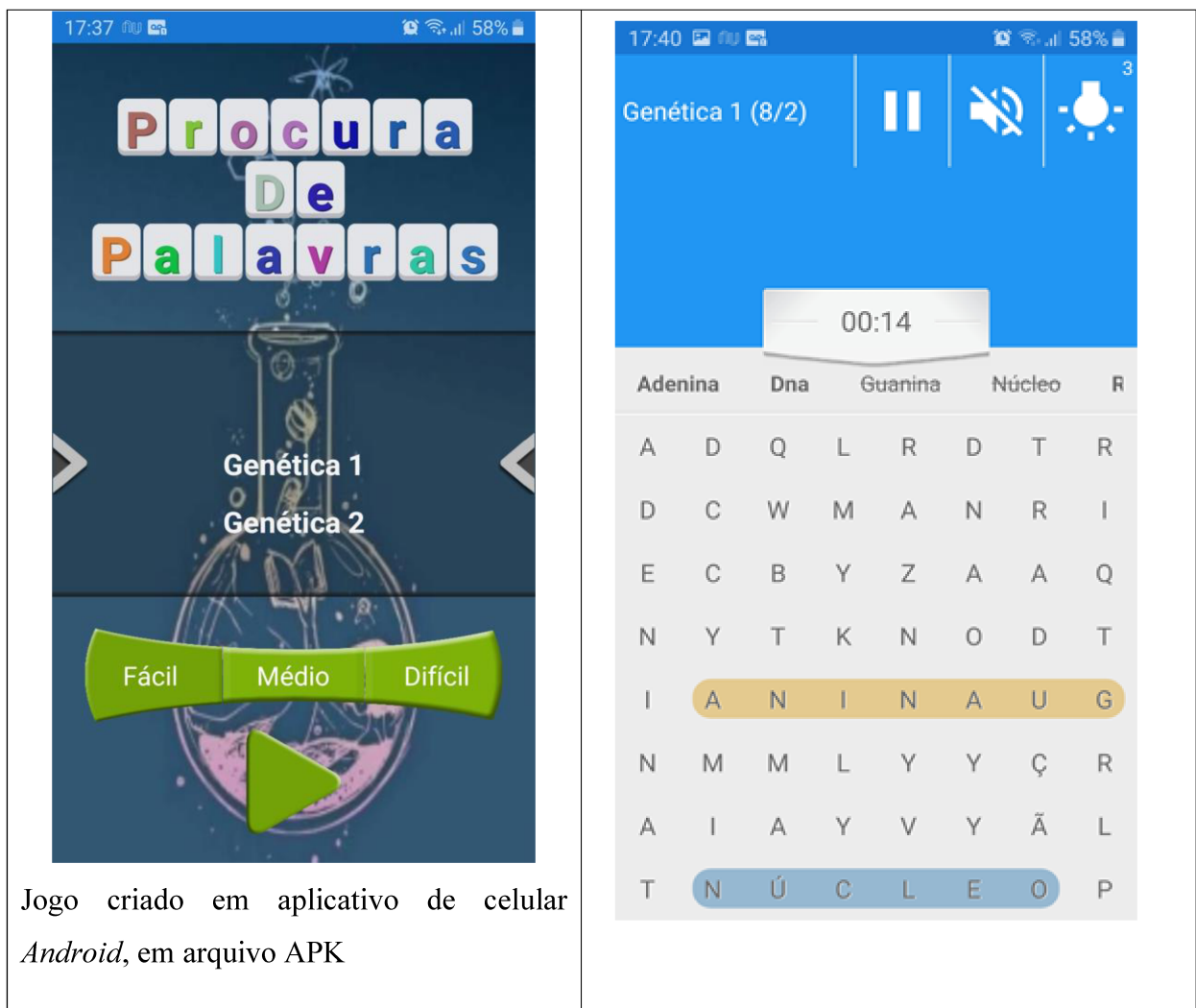
Aproveitando a oportunidade, foi solicitado aos alunos que formassem grupos de 5 a 6 integrantes e que, num prazo de quinze dias, elaborassem e trouxessem jogos baseados

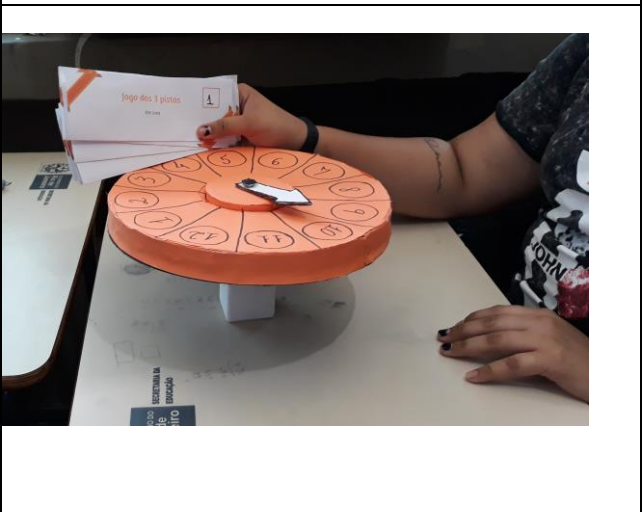
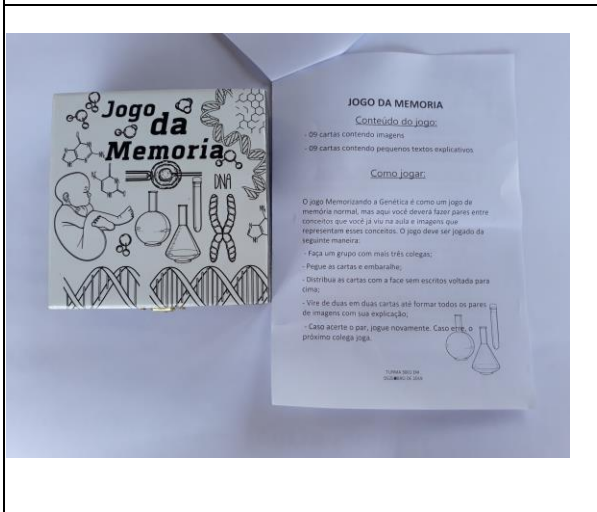
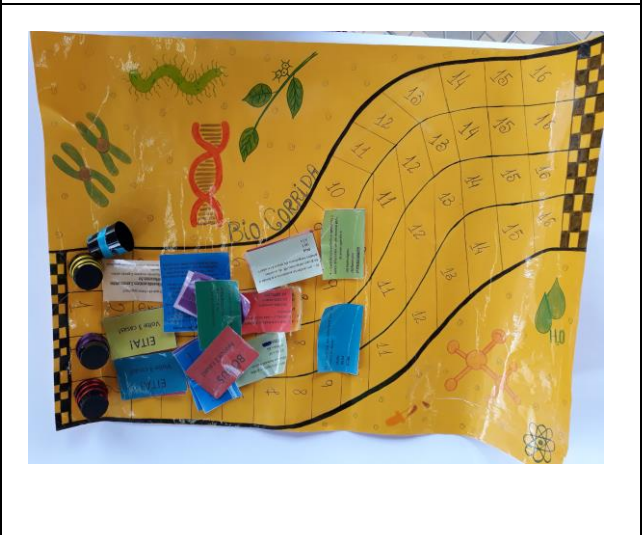
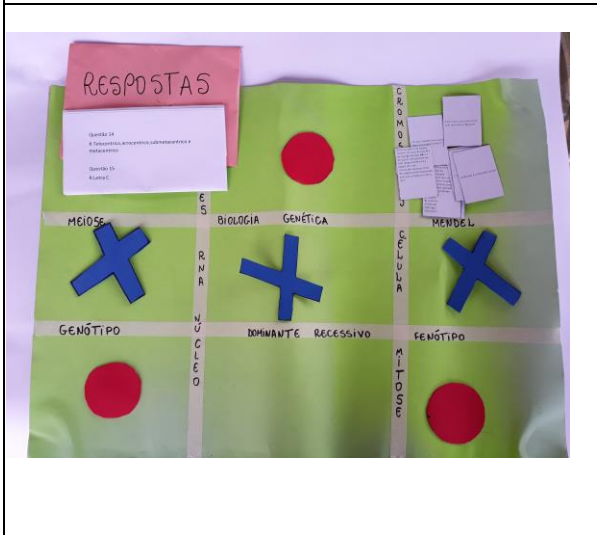
em todo o conteúdo trabalhado. Esta foi uma forma de fixar melhor os conteúdos e o vocabulário. Durante este tempo, o professor ficou à disposição para auxiliá-los caso surgisse alguma dúvida. A maioria participou com interesse. Foi sugerido que utilizassem materiais de baixo custo ou ressignificáveis. Foram feitos trabalhos considerados muito bons, mas não houve tempo hábil para fazer uso dos jogos mais de uma vez.

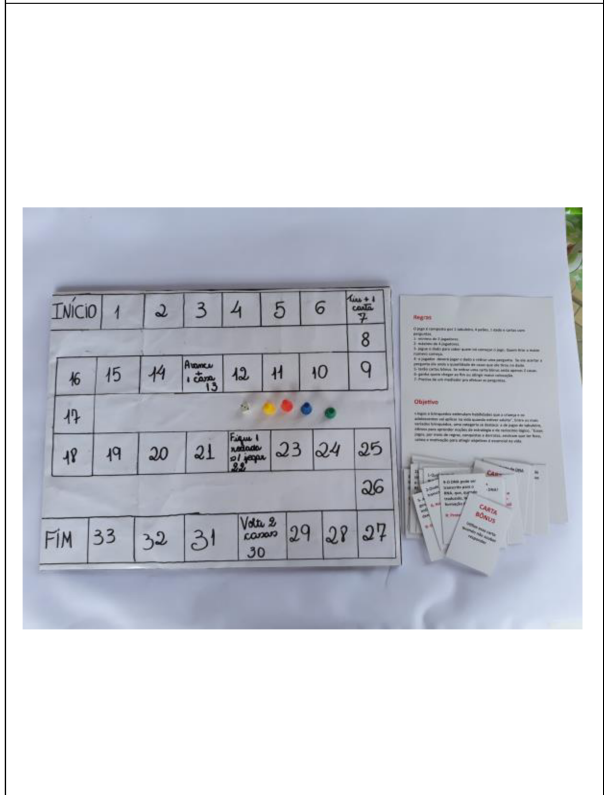
A troca dos jogos entre os grupos deu-se da seguinte forma: um componente da equipe A foi para equipe B. Com o jogo, ele explicaria e seria o mediador caso fosse necessário. O mesmo aconteceu com a equipe B, um componente foi para equipe C, e assim por diante.

Criou-se jogos de diversos tipos, como jogos de tabuleiro, memória, jogo da velha com perguntas, e uma equipe criou um “caça-palavras” para o sistema *Android*. A maior parte dos jogos era acompanhada por instruções descrevendo a composição, o objetivo e as regras.

FIGURA 31 - Jogos produzidos pelos alunos







Fonte: Elaborado pelos alunos (2019)

3.2 APRECIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Destaca-se que este trabalho é um relato do professor, com a percepção única e exclusiva do seu ponto de vista, tendo como base as experiências vividas em sala de aula ao longo de mais de 20 anos. Fica externada a realidade da sala de aula, a dinâmica de uma escola, neste caso a pública, com o intuito de contribuir no entendimento deste relato e sequência didática.

Em primeiro lugar, faz-se necessário salientar que é humanamente impossível um professor conseguir trabalhar todo o conteúdo de biologia, quer seja em uma única série, quer seja nas três séries, neste caso, quando o professor acompanha a turma. É um conteúdo amplo, generalista e muitas vezes fragmentado nos livros didáticos, como a genética, por exemplo.

Assim, é certo que o professor opte por determinados conteúdos, em detrimento de outros. Muitas vezes, sua atenção se volta para aqueles cobrados em avaliações externas, ENEM, ou temas relacionados ao dia a dia do aluno, mais próximos da sua realidade.

E por que não é possível trabalhar todo o conteúdo? Quando o professor avança neste quesito, são aulas superficiais e muitas vezes sem significado para a maioria dos alunos, que apenas repetem conceitos, com um nível muito baixo de compreensão por parte dos estudantes. Fazendo-se uma estimativa: são 80 aulas anuais, em torno de 20 por bimestre tomando por base o estado do Rio de Janeiro. O professor é obrigado, por lei, a aplicar no mínimo três instrumentos de avaliação, e oferecer recuperação para cada um deles. No mínimo, o professor usará 2 aulas para um instrumento, 2 para o simulado ou prova, 2 para recuperação, desconsiderando as participações em sala de aula como terceiro instrumento.

Considere-se a dinâmica da escola com projetos que muitas vezes necessitam usar aulas de vários professores. Somado a isto, existem ainda as avaliações externas que, ocasionalmente, caem no dia da aula. Se o dia da aula for entre feriados, a frequência costuma ser baixa.

É preciso, no entanto, olhar os pontos que podem ser aproveitados. O professor deve levar em consideração as 14 aulas por bimestre, excluindo as avaliações e recuperação. Desta forma, seriam 7 encontros com duas aulas.

O estado economiza ao não contratar mais professores e não investir na infraestrutura de escolas, mas ao mesmo tempo cobra educação de qualidade. As salas de aula de prédios, como o CIEP, por exemplo, têm em média 42 alunos. A escola de ensino médio atende a adolescentes de idades entre 15 a 18 anos. Neste cenário o professor, quando entra

em sala, deve realizar a chamada e pedir um pouco de silêncio para que possa ouvir as respostas, perdendo aproximadamente 20 minutos da aula.

Além disso, o professor – diante de uma turma numerosa e heterogênea – precisa disputar a atenção dos alunos com telefones celulares e o sono, considerando que muitos fazem uso extenso de redes sociais e jogos virtuais, ficando acordados até a madrugada. No meio docente comenta-se também que o número de alunos com problemas psicológicos, como depressão e carência afetiva, tem aumentado ao longo dos anos.

Observa-se com espanto a forma como mídia, sociedade em geral e órgãos públicos de educação se referem ao trabalho do professor em sala de aula, principalmente os do ensino fundamental. Isto cria uma expectativa de qualidade baseada em um cenário do que seria considerado ideal em educação, e cobra-se o professor por ele não dar conta da escolarização, dos conteúdos para o ENEM etc., sendo o professor frequentemente responsabilizado pelo fracasso escolar, sem que haja investimento adequado na estrutura educacional oferecida.

Some-se a isso a falta de interesse e de perspectivas de futuro de uma parcela importante dos estudantes e tem-se um retrato aproximado do cenário atual. No entanto, também é possível identificar que em cada turma há sempre alunos interessados, responsáveis e com vontade de aprender. Isto incentiva e estimula o professor a buscar melhores formas de transmitir o conteúdo.

Nos últimos seis anos trabalhei principalmente com o terceiro ano do ensino médio, além de eventuais turmas de segundo ano para completar a carga horária. Na unidade escolar em que foi aplicada a sequência didática existem quatro turmas de terceiro ano, que são menores do que as das séries anteriores (24 alunos) por ficarem em salas adaptadas, por falta de salas de aulas apropriadas no prédio. Durante o estudo não houve distinção entre as turmas e o relato foi efetuado levando em consideração o terceiro ano como um todo.

Ao longo destes anos, observo que a maioria dos alunos não possuía maturidade para abstração no primeiro ano. Depois de implantada a obrigatoriedade do Currículo Mínimo no Estado do Rio de Janeiro, no segundo bimestre deveria ser trabalhado, nesta série, o tema transmissão da vida (Currículo Mínimo - RJ).

-Identificar os mecanismos de transmissão da vida, reconhecendo a relação entre reprodução sexuada, hereditariedade, identidade e diversidade dos seres vivos.

- Associar a reprodução celular à transformação do zigoto em adulto e ao desenvolvimento de processos patológicos.
- Relacionar síntese de proteínas à ação dos genes, identificando, de modo geral, como ocorre a regulação da expressão gênica.
- Correlacionar genética, evolução e manutenção da vida na Terra.

Conhecendo a realidade descrita anteriormente, o professor de biologia reconhece ser desafiador equilibrar tamanha variedade de conteúdo com um meio tão heterogêneo. No primeiro bimestre, deveria ser trabalhado o tema origem da vida; no terceiro, a evolução das espécies; no quarto, as diversidades dos seres vivos. Percebe-se que o tempo hábil não é suficiente para cobrir adequadamente todo o conteúdo.

Existe, também, cobrança por aulas investigativas, diferenciadas, com o uso de metodologias ativas. No entanto, faz-se necessário pontuar que muitas destas aulas não são realizáveis neste contexto. É certo que muitos professores gostariam de variar mais, porém isto não é possível com o conteúdo que se tem disponível.

Quando o aluno chega ao terceiro ano, já não recorda muito sobre moléculas, DNA, genes, proteínas. O mais comum é reter algum conhecimento sobre divisão celular, mitose e meiose, possivelmente por estes temas serem mais comumente escolhidos pelo professor para reforço. Entende-se que os professores das séries anteriores fazem o possível para trabalhar a maior parte do conteúdo da melhor forma possível.

Outro ponto de destaque negativo é o fato de o aluno não conseguir ligar o gene à proteína. Para o estudante, geralmente são duas coisas completamente distintas e sem qualquer ligação. Observa-se que a visão mais comum sobre proteína está relacionada ao aumento muscular e fornecimento de energia, e que há grande desconhecimento sobre funções proteicas importantes. Falta, por exemplo, a percepção de que a herança genética humana é basicamente formada de proteínas.

Com estas lacunas de conhecimento, entende-se ser difícil o posicionamento do aluno diante dos avanços na área científica, como biotecnologia, investigação criminal e de paternidade, Crispr, genoma humano, genoma de viral, vacinas e terapias genéticas, entre outras.

Assim sendo, esta sequência didática foi trabalhada como um resgate, uma oportunidade para que os alunos se apropriassem de conceitos importantes sobre a genética moderna e fundamentação para a genética mendeliana e a biotecnologia.

Na aula 1, foi iniciada uma conversa informal sobre proteínas com os alunos em que se constatou o que havia sido observado em anos anteriores: quando se fala no assunto, a

primeira associação é com energia e força muscular. Durante a aula, houve oportunidades para o professor esclarecer certos conceitos distorcidos. Por exemplo, um aluno mencionou que a proteína tinha fibras e que era boa para o intestino, confundindo fibras alimentares com fibras musculares; outro disse que “se ficar sem proteína, a pessoa fica com anemia”.

Comprovou-se que a maior parte dos alunos não conhecia as funções da proteína no organismo. Poucos responderam corretamente, a saber, que são compostas por aminoácidos. A questão apresentada pelo professor – “a proteína que você ingere é a mesma que você precisa, que você usa?” – gerou respostas negativas, porém sem as justificativas necessárias sobre como o organismo consegue as próprias proteínas. Esta experiência mostrou-se positiva, com resultado considerado satisfatório, visto que ao final da aula os estudantes concluíram que não é preciso tomar colágeno para se formar colágeno, e que o melhor a se fazer é ter uma boa alimentação.

No entanto, a principal dúvida se manteve: “como as proteínas são formadas?”. Dois alunos de turmas diferentes relacionaram a proteína ao material genético, um citando cromossomo e outro, DNA. Esta resposta foi validada para que houvesse posterior aprofundamento. A resposta a esta primeira aula foi positiva, com destaque à resposta dos estudantes ao texto e à dinâmica.

Antes de se iniciar a aula 2, foi efetuada uma retrospectiva da anterior. Destaca-se que três alunos testemunharam, a partir das atividades anteriores, que orientaram seus próprios familiares sobre o uso de suplementos de colágeno ser desnecessário.

Foi proposta uma pergunta-teste. Esperava-se que o resultado fosse melhor, isto é, que os alunos conseguissem se apropriar dos conceitos trabalhados na aula anterior. No entanto, estes não associaram a insulina ao processo digestivo e que, como uma proteína, seria degradada, não exercendo sua função. Poucos estudantes responderam corretamente. Esta foi uma oportunidade para alertá-los sobre a aplicabilidade de conceitos que já haviam aprendido, mas não interpretaram da maneira apropriada.

A aula expositiva sobre conceitos básicos demonstrou ser mais difícil para os alunos. O grande volume de informações, necessário para o cumprimento do cronograma, gerou dificuldades. Para melhor assimilação do que foi ensinado, era importante que os estudantes revissem a matéria em casa, porém sabe-se que isto não foi possível para muitos – a maior parte relatou não conhecer grande parte do conteúdo, lembrando apenas de conceitos como meiose e mitose, mas sem entender claramente o que cada uma representava de fato.

Como já mencionado, esta sequência didática pode ser interrompida sem provocar rupturas. Desta forma, a sequência foi descontinuada por duas semanas – a primeira, com avaliações externas; a segunda, com um projeto da escola. Neste ínterim, foram elaboradas atividades de fixação dos conteúdos do texto sobre núcleo. Ao final, foi efetuada uma revisão para a turma que não havia concluído a atividade a tempo por conta das discussões dos grupos.

Optou-se por manter as turmas no mesmo ponto da sequência didática, porém isto não é obrigatório para a aplicação da mesma em outros contextos, visto que cada turma possui características próprias.

Constatou-se, ainda, que os alunos respondem muito bem quando o professor distribui pontos, e isto é válido para todos os graus de escolarização. Na aula 3, notou-se um aumento do interesse das equipes na dinâmica, além da expectativa da pontuação, visto que todas as atividades eram avaliadas.

Incluiu-se nesta sequência didática a tentativa de construção de cariótipos, obtendo-se resultados mais satisfatórios do que os de anos anteriores, quando a mesma atividade não gerou os resultados esperados, por falta, talvez, de instrução mínima adequada, o que foi sanada este ano com a entrega de protocolo e o modelo didático.

A pesquisa da referida síndrome provou ser assertiva, visto que a atividade gerou interesse nos alunos sobre a mesma. Em algumas turmas, não foi possível concluir a segunda parte porque a participação dos estudantes foi além das expectativas iniciais. Em duas classes, o assunto migrou para a condição do autismo, visto que era uma realidade mais concreta para os participantes. Inclusão social também foi um dos tópicos que surgiu a partir da dinâmica. Observou-se que é mais fácil despertar o interesse e curiosidade da turma quando existe conexão próxima com algo que faça parte de seu cotidiano.

Para uma próxima sequência didática, percebe-se a importância de incluir uma aula exclusiva sobre divisão celular logo após a apresentação dos cariótipos, pois ficaram atordoados em relação a este processo. Algumas equipes mencionaram que estes tipos de síndromes aconteciam durante a divisão celular, mas não sabiam explicar e pediram ajuda do professor. Houve uma explicação rápida, pois o esclarecimento serviria para todos.

A experiência consiste em uma prática simples, já utilizada em anos anteriores, com os mesmos tipos de materiais de baixo custo. Nota-se mais facilidade de aprendizado quando o aluno observa e participa do processo (massinhas para cromossomos, barbantes para

carioteca, canudinhos para o fuso, macarrão *penne* ou *rigatoni* para os centríolos). A atividade deve ser realizada em grupos de 4 componentes, montando as fases da divisão celular.

Como a apresentação demorou mais que o esperado, o tempo da aula expositiva ficou comprometido. Estas são adequações normais da sala de aula, consideradas comuns, pois o professor deve aproveitar o interesse do aluno para a exploração do assunto. A aula foi iniciada com o tema Genes, com um conteúdo que já estava disponível para leitura – esta parte da atividade não foi concluída e foi necessária mais uma aula (dois tempos) para a conclusão.

O exercício foi interessante, pois os alunos não sabiam praticamente nada e houve mais tempo para explicar com tranquilidade, pois esta era a parte mais importante da atividade, abordando a transcrição e tradução. O vocabulário, como sempre, gerou inúmeras reclamações. Aproveitou-se a ocasião para dizer aos estudantes que parte da dificuldade que sentem vem do fato de não acatarem indicação da leitura antes da aula – esta primeira leitura já facilitaria muito com o vocabulário, até mesmo para fazer perguntas.

A prática foi o destaque desta sequência. Foi nítido o encantamento dos estudantes por estarem entendendo os processos. Os alunos disseram que antes não conseguiam formar todos os processos, mas ficaram felizes agora que conseguiram.

Percebeu-se que a maioria dos alunos compreendeu bem os conceitos trabalhados, e gostou da prática, tendo maturidade de reconhecer que a aula teórica foi importante na aprendizagem e conseguindo fazer a ligação entre gene e proteína a partir do primeiro texto que estudaram, respondendo com segurança sobre a ligação entre as duas moléculas.

Voltando a mencionar as particularidades das turmas, esperava-se que uma classe em particular fosse ter um desempenho acima da média, pois apresentava um perfil mais maduro e participativo, mas isso não se concretizou. No dia da prática, os alunos tiveram uma prova de história e muitos estavam com notas baixas nesta disciplina, não se concentrando como o esperado.

Estas são situações com as quais os professores convivem e em que conseguem perceber o perfil das turmas. Observou-se uma classe bem grande e muito falante, mas que produzia; outra era muito imatura, chegando a ser infantil; ainda outra era apática e difícil para um professor.

Durante a execução da prática foi observado que conceitos abstratos e modelos conceituais podem não atingir a compreensão de todos os alunos. Isto ficou evidente. Ao promover a aula teórica, esperava-se que a maioria dos alunos conseguiria acompanhar, mas

nem sempre isso ocorre. Não é fácil realizar atividades práticas – são cansativas, pois os estudantes ficam eufóricos com a novidade.

À medida que as etapas se realizavam, vários equívocos iam sendo ajustados. Fundamentos teoricamente simples, que são claros e básicos para os professores, não foram assimilados pelos alunos do terceiro ano. Constatou-se que alguns alunos não possuíam a noção básica dos componentes de uma célula.

A última prática foi interessante. Percebeu-se que a compreensão entre bases e aminoácidos ainda não estava bem consolidada, então este foi o momento propício para trabalhar a questão da mutação, de como ocorre e sua aleatoriedade, além da importância da degeneração do código genético.

Um conceito importante trabalhado com os alunos foi o de mutação. Entende-se não fazer sentido que o currículo mínimo do Estado do Rio de Janeiro coloque o tema Evolução no primeiro ano do ensino médio, sem que os alunos tenham uma base sólida para o mesmo. Muitas vezes o professor, por falta de tempo, não consegue aprofundar o tema. Torna-se difícil cumprir a matriz curricular na sua integridade e de forma eficiente.

Houve dificuldade no manuseio deste modelo por ser muito leve. Contudo, a prática foi realizada e cumpriu seu propósito. Para uma próxima sequência serão experimentados outros materiais.

Certamente é prazeroso para professores e alunos que se ofereça a oportunidade de uma aprendizagem significativa, que o conteúdo faça sentido para os estudantes, que estes compreendam todo o processo e não seja apenas a repetição de um amontado de palavras difíceis.

Cabe ressaltar o entusiasmo dos alunos, mesmo com a oferta de pontos. O uso dos jogos provou ser eficaz, uma estratégia que deve ser utilizada mais vezes. Percebe-se que os estudantes são capazes e talentosos. Foi surpreendente que um dos grupos tenha criado um aplicativo de caça-palavras. Seria interessante mais uma aula (2 tempos) só para os jogos.

Esta foi mais uma oportunidade para os alunos estudarem o conteúdo de forma leve, sem a pressão de ter que estudar para uma prova, não excluindo a importância desta.

4 CONCLUSÃO

Depois da aplicação da sequência didática, chegou o momento de confirmar concepções percebidas ao longo da prática docente. Primeiro, é importante efetuar uma revisão na distribuição dos conteúdos de biologia no ensino médio, tendo em vista a realidade trabalhada pelo professor e pela obrigatoriedade de seguir o currículo mínimo do Estado do Rio de Janeiro.

Foi observado que os alunos do 1º ano não possuem maturidade para absorver conceitos abstratos, principalmente os relacionados ao assunto Bioquímica. O tema Ecologia, por exemplo, considerado mais simples de ser aprendido, está no 3º ano.

Assim, faz-se necessário começar de forma mais geral, para, então, trabalhar de maneira mais específica, sem fragmentações. Sugere-se iniciar com ecologia no 1º ano e deixar para o 3º ano a parte das biomoléculas, núcleo, divisão celular, genética moderna e mendeliana e evolução. É importante seguir uma sequência mais lógica para o aluno.

Constata-se que aulas expositivas são importantes e necessárias para organizar, relacionar e consolidar os conteúdos complexos de alguns conteúdos.

Outro fator importante é o equilíbrio entre aulas teóricas e práticas, de acordo com observações dos próprios alunos. Com isto, importa esclarecer que a aula teórica não está condenada, como muitos apregoam, apesar ser evidente que este tipo de aula domina o cenário de sala de aula pelas circunstâncias impostas ao professor. Considera-se que seria mais fácil para o docente trabalhar somente com as aulas teóricas, pois exigem menos esforço e comprometimento.

Conclui-se que aulas práticas apesar de exigirem um planejamento mais cuidadoso, são recompensadoras e podem abranger vários conceitos, fato corroborado por depoimentos de ex-alunos. Assim, ao final desta sequência didática existe a convicção de que uma parcela dos alunos aproveitou a oportunidade de aprendizagem significativa, e não apenas memorização passageira, e que estão aptos a aprender.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, David P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000.
- BOZZA, E. C. **Ciências versus biologia: (des)encontro entre ensino fundamental e ensino médio**. 133 fl. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.
- BRANDÃO, R. L.; ACEDO, M. D. P. Modelos didáticos em genética: a regulação da expressão do Operon de lactose em bactérias. *Genetics and Molecular Biology*, v.23, n.3, p.179, 2000
- BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Formação de professores do ensino médio, Etapa II - Caderno III: Ciências da Natureza / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica**. Curitiba: UFPR/Setor de Educação, 2014, 13 p.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998. 174 p.
- DENTILLO, D. B. Divisão celular: representação com massa de modelar. **Revista Genética na Escola**. São Paulo, v. 1, n. 2, p. 33-36, 2009.
- FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. São Paulo: Paz e Terra, 1980.
- JUSTINA, Lourdes Aparecida Della. **Ensino de genética e história de conceitos relativos à hereditariedade**. 2001. Dissertação de Mestrado – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2001.
- JUSTINA, L.A.D; FERLA, M.R. **A utilização de modelos didáticos no ensino de Genética - exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto**. *Arq Mudi*. v.10, n. 2, p. 35-40, 2006.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, p. 14, 2011.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E.F.S. **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: p. 5, 1982.
- MOREIRA, M. A. **Organizadores prévios e aprendizagem significativa (resumo)**. Instituto de Física da UFRGS. Porto Alegre, RS.
- MOREIRA, L. M.; LAIA, M. L. Uma maneira interativa de ensinar genética no Ensino Fundamental baseada no resgate da História e na introdução lúdica de técnicas moleculares. **Revista Genética na Escola**. São Paulo, v. 3, n. 2, p. 51-67, 2008.

MORI, L.; ARIAS, M. C.; MIYAKI, C. Y.; DESSEN, E. M. B. Código genético: o código dos vinte. **Revista Genética na Escola**. São Paulo, v. 3, p. 25-32, 2009.

RIO DE JANEIRO. SEEDUC-RJ – Secretaria Estadual de Educação do Estado do Rio de Janeiro. **Currículo Mínimo – Ciências e Biologia**. Rio de Janeiro, 2012.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**. São Paulo, v. 6, n. 1, p. 59-77, 2011.

SILVA, A. A.; FILHA, R. T. S.; FREITAS, S.R.S. **Utilização de modelo didático como metodologia complementar ao ensino da anatomia celular**. Macapá, v. 6, n. 3, p. 17-21, 2016 Disponível em <http://periodicos.unifap.br/index.php/biota>. Aceito em 12 de julho de 2016.

SOARES, J. N.; SIMIONI, R.L. Direitos fundamentais, democracia e o Projeto Genoma Humano: bioética e biopolítica. **Revista Bioética**. Brasília, v. 24, n. 4, p. 506 - 513, 2018.

VINTURI, E.F.; VECCHI, R.O.; IGLESIAS, A.; LOPES, N.P.G. **Sequências didáticas para a promoção da alfabetização científica**: relato de experiência com alunos do ensino médio. *Experiências em Ensino de Ciências*, Santo André, v. 9, n.3, 2014.

APÊNDICE A – Relato da mestranda

Instituição: UFJF/JF

Mestranda: Genilce Verdan dos Santos

Título do TCM: Abordagem prática para o Ensino da Biologia. Do DNA à proteína.

Data da defesa: 31/07/2020

A possibilidade real de cursar um mestrado voltado para o ensino, tratando do espaço da sala de aula, local onde tudo acontece, concretizou um desejo antigo. Concretização essa que só foi possível, com a implementação do programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO.

Mesmo tendo muitos anos em prática de sala de aula e buscando estratégias que facilitem o aprendizado do aluno, sempre desejei aprimorar meus conhecimentos e trocar experiências com colegas da área.

O programa, como uma oportunidade ímpar, veio ao encontro desses anseios.

Durante todo o programa pude aprender, lembrar e principalmente trocar muitas experiências com os colegas, momentos extremamente enriquecedores. Foram várias aulas dinâmicas, estudos sobre metodologias ativas e muitos trabalhos em grupo.

Percebi que os alunos responderam positivamente a algumas mudanças metodológicas, principalmente no que se refere à sequência didática proposta. Sou uma profissional muito prática, objetiva e penso que a educação é uma área que caminha com poucos recursos, fato este que é público e notório. A fim de mudar esse cenário nós, docentes, buscamos a criatividade para facilitar o processo ensino aprendizagem.

A sequência didática, presente nesse estudo, foi pensada de acordo com a observação dos vários anos de prática docente, em que ficava muito evidente a falta de conexão entre o material genético e a proteína. Tal prática foi uma tentativa de descomplicar o processo como um todo.

Tudo o que vivenciamos, aprendemos e principalmente compartilhamos corrobora para uma melhor prática docente, não somente a minha, mas dos colegas também. Todos saem ganhando: nós, enquanto docentes, os alunos e a educação.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos para o mestrado profissional – Profbio.

APÊNDICE B – Oficina transcrevendo e traduzindo

FIGURA 1 - Esquema simplificado de uma célula eucariota.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Atividade 1 (100 minutos): Oficina - Transcrevendo e traduzindo

MATERIAL NECESSÁRIO (Cada kit)

O modelo pode ser confeccionado a partir dos materiais listados a seguir:

- Canudinhos picados (duas cores);
- 2 palitos de churrasco, um inteiro e metade do outro;
- Palitos de picolé, 5 pedaços já cortados (2 cm);
- Barbante de duas cores, 2,20m de um e 1,10 m da outra cor.
- Um palito de picolé com adesivo de meia pérola colada;
- 50 cm de pérolas;
- 1 folha de papel pardo;
- Um círculo de 5 cm de E.V.A.

- Uma cartolina branca;
- Massinha de modelar (1 caixa pequena com 6 unidades)
- Grupos de palavras (célula, citoplasma, núcleo, nucléolo, DNA, RNAm, Pré-RNAm, RNAt, aminoácidos, ribossomos, transcrição, tradução, processamento, gene, proteína, íntrons, éxons).

Dividir a turma em grupos de 4 componentes, cada grupo receberá um kit.

Realizar a conferência do material do Kit.

Os grupos devem executar a atividade de acordo com o comando do professor. Este deverá ir passando pelos grupos e verificando a execução da mesma. É um momento oportuno para avaliar e sanar dúvidas.

1) Colocar a folha de papel pardo sobre as 4 mesas dos alunos, e sobre ela a cartolina.

2) À medida que as partes e/ou processos forem sendo executados, identificá-los com os nomes do Kit.

3) A cartolina representará a célula. Identificar com os barbantes coloridos a membrana plasmática e a carioteca; DNA com as pérolas e nucléolo com o E.V.A.

4) Distribuir as pecinhas de palitos de picolé cortados (RNAt), confeccionar bolinhas de massinha e colocar sobre eles(aminoácidos). produzir bolinhas de massinha maiores, serão os ribossomos. (figura 1)

5) Passar pelos grupos e conferir.

6) Iniciando o processo de transcrição. Solicitar para que insiram o gene (palito de picolé colado com pérolas) no DNA. Escolher uma cor de massinha para simbolizar o pré-RNAm sendo transcrito. Conferir (figura 2).

7) Instruir para trocar o material. O Pré-RNAm de massinha pelo palito maior de churrasco encapado pelos pedaços de canudinhos coloridos. Orientar para colocar a legenda dos íntrons e éxons, fora da célula. Retirar as palavras transcrição e gene.

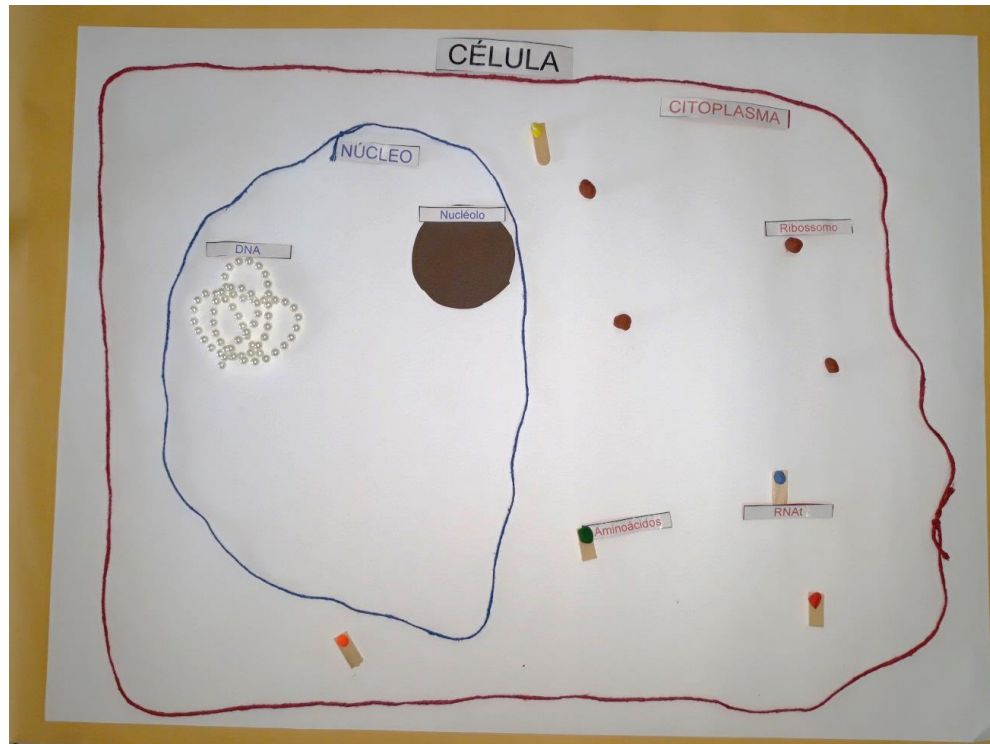
8) Demonstrar o processo de processamento do RNAm. Conferir (figura 3).

9) Com o RNAm processado no núcleo, encaminhá-lo para o citoplasma para que ocorra a tradução mediada pelo ribossomo.

10) À proporção que o ribossomo passa pelo RNAm irá formando a proteína, neste caso simbolizada por massinha trazida pelos RNAts.

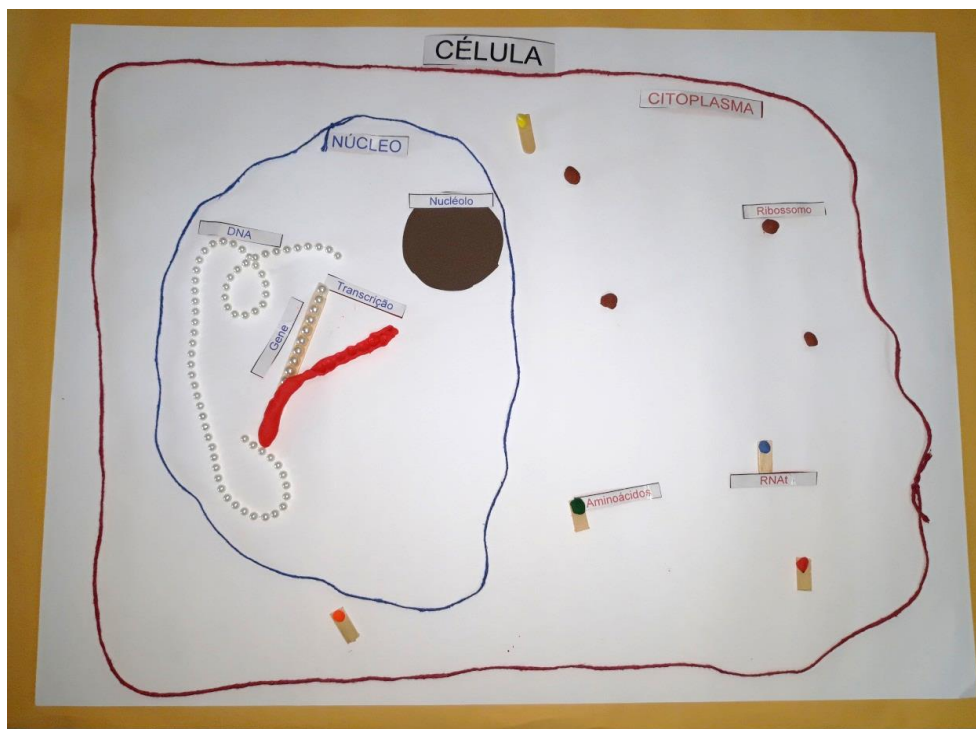
11) A proteína será simbolizada por massinha. Conferir (figura 4).

FIGURA 1 - Esquema simplificado de uma célula eucariota.



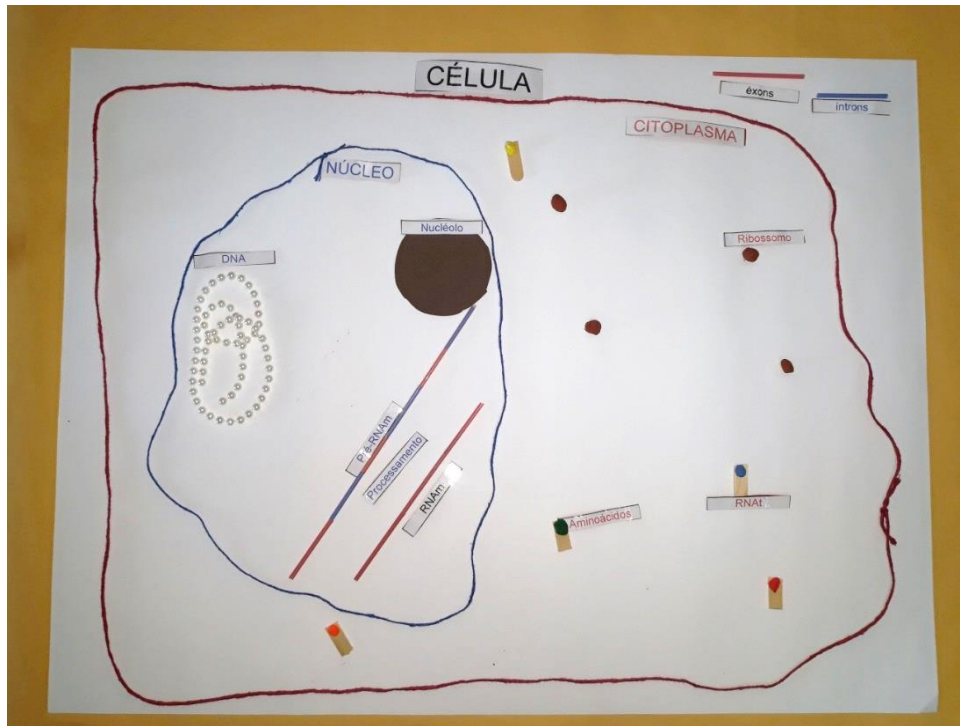
Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

FIGURA 2 – Esquema da transcrição



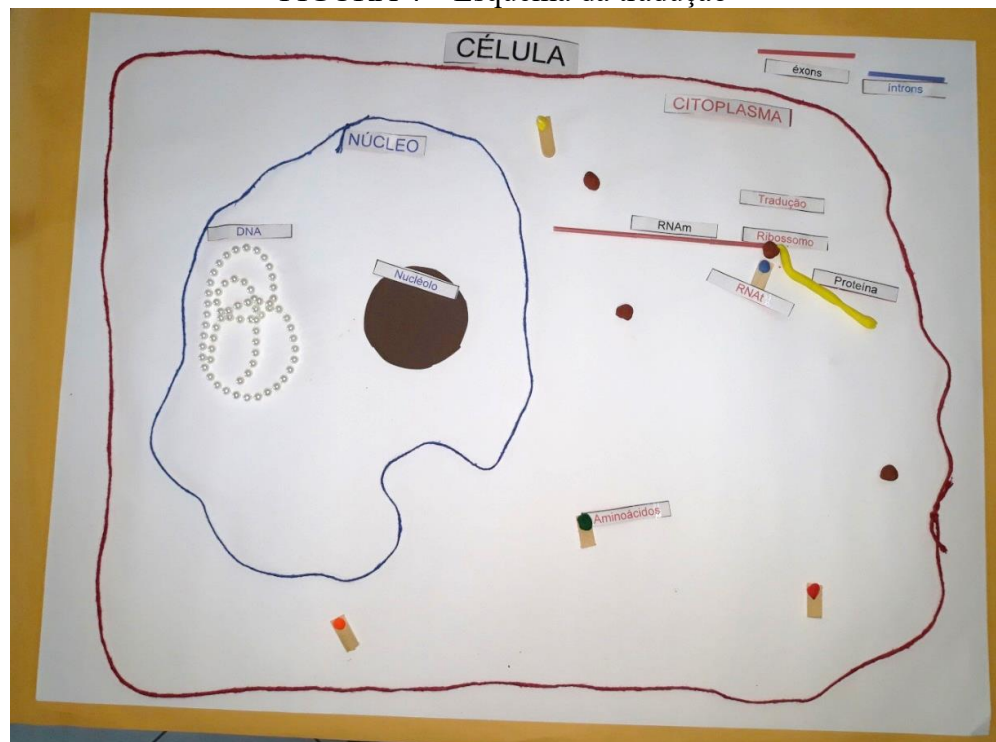
Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

FIGURA 3 – Esquema do processamento do RNAm



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

FIGURA 4 – Esquema da tradução



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

APÊNDICE C – Modelo decifrando o código

MATERIAL NECESSÁRIO

O modelo pode ser confeccionado a partir dos materiais listados a seguir ou outros alternativos:

- 3 Cartelas de ovos (papelão ou isopor);
- 33 Bolinhas de isopor com 4cm de diâmetro;
- Pincel nº 8 para pintar as bolinhas de isopor e a cartela;
- Embalagens de eletrodomésticos de isopor ou similar (pode ser substituída por uma folha grossa de isopor) cortar em cubos de 2cm de aresta (aminoácidos);
- Várias cores de tinta guache, para pintar os aminoácidos e os nucleotídeos;
- 1 rolinho de arame de artesanato, mais fino;
- 1 rolinho de arame de artesanato, mais grosso;
- Palitos de churrasco cortados com 15 cm;
- Pistola de cola quente;
- Canudos para drinks;
- Percevejos;
- Um pedaço de arame de aproximadamente 20cm (pode ser substituído por um clip grande);
- Uma embalagem transparente, retirar o fundo formando um tubo(15cm) cortada longitudinalmente para que possa “deslizar” pelo RNAm (Ribossomo). A utilizada neste modelo foi uma embalagem de doces, adquirida gratuitamente em lojas de doces/biscoitos ou mesmos lanchonetes. A garrafa pet, depois de cortada, não mantém a forma;
- Caneta para retroprojeter;
- Em uma marcenaria, solicitar a fabricação de uma estrutura de madeira com as seguintes medidas: duas fitas de madeira com 85cm x 4,5cm x 1,5cm unidas por uma dobradiça e nas pontas um pé com 4,5cm de altura.

Execução:

Cortar as fileiras da cartela de ovos.

Escolher uma cor para cada uma das quatro bases. Neste trabalho foi utilizado: amarelo para adenina, vermelha para uracila, azul para guanina e verde para citosina.

Pintar cada uma das cavidades da embalagem, que estarão representando os nucleotídeos do RNAm. A sugestão é escrever na parte externa da embalagem as letras correspondentes às bases nitrogenadas (A, U, C, G).

Prendê-las na madeira, uma após a outra, com os percevejos, formando uma fileira (RNAm).

Pintar as bolinhas de isopor com as cores correspondentes aos códons (as três bases nitrogenadas) formados no RNAm.

Pintar os aminoácidos de isopor com as cores correspondentes aos seus códons e passar por eles o arame para facilitar a passagem do arame artesanal que é muito flexível.

Cortar o arame fino em pedaços de 6 cm e passar pelos aminoácidos, fazendo um “gancho”, nas pontas que ficaram sobrando, com a finalidade de ligar uns aos outros.

Aquecer a extremidade de uma das pontas do arame, segurar a outra ponta com alguma proteção, pode ser com um alicate, para não se queimar. Quando começar a ruborizar perfurar as bolinhas de isopor, para facilitar a entrada dos palitos de churrasco.

Passar o palito de churrasco unindo 3 bolinhas (anticódon) prendendo com uma gota de cola quente em uma extremidade e na outra que será presa com o canudo. Passar as bolinhas de acordo com a cor e dar o espaçamento para o encaixe nas embalagens de ovo. Ter atenção na montagem para seguir a ordem das cores correspondentes ao códon.

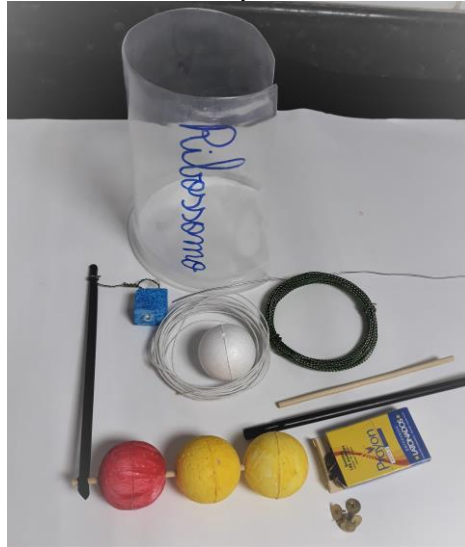
Pode valer-se do mesmo procedimento (aquecer o arame) para perfurar os canudos, facilita bastante.

Simular a tradução, passando o ribossomo pelo RNAm e ir encaixando os RNAs correspondentes, códon e anticódon, prender um aminoácido ao outro.

Nesta demonstração será necessário a ajuda de pelo menos 1 aluno.

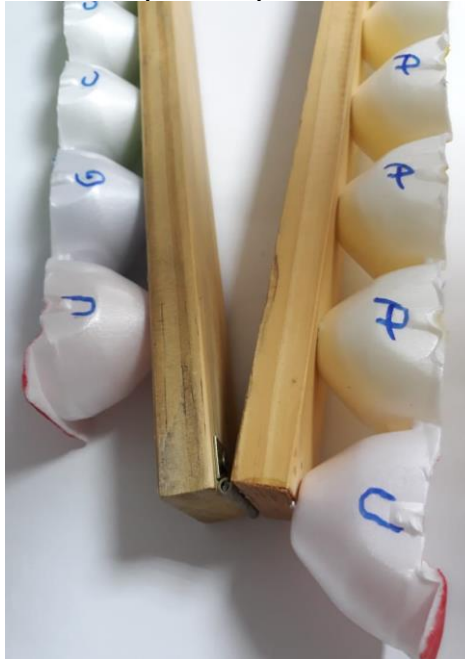
Seguem ilustrações:

FIGURA – Material para modelo didático



Fonte: Produzido pelo autor (2019).

FIGURA – Dispositivo para dobra do RNAm



Fonte: Produzido pelo autor (2019).

FIGURA – RNAm



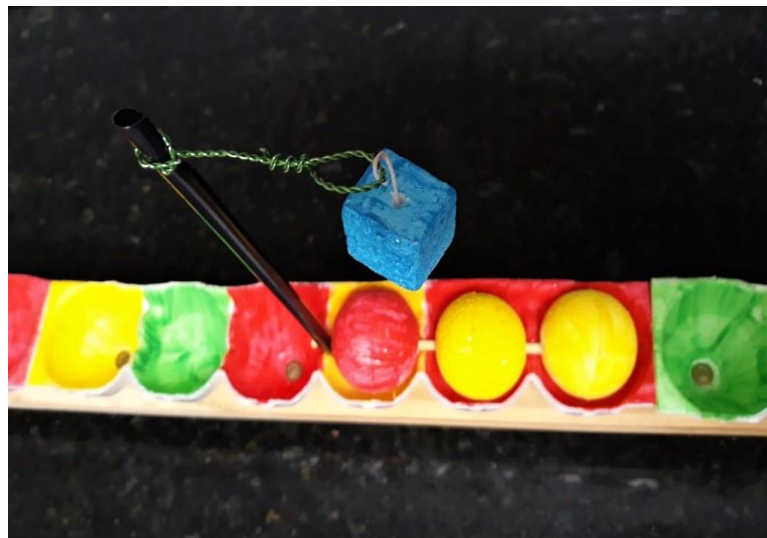
Fonte: Produzido pelo autor (2019).

FIGURA – RNAt A



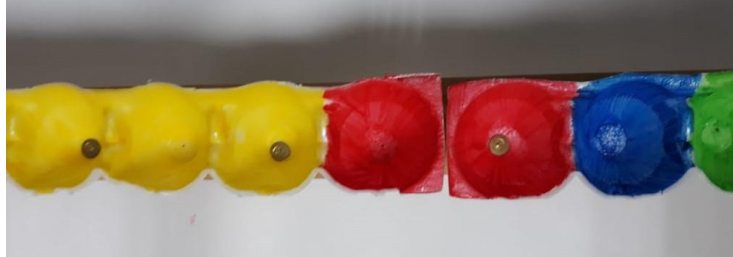
Fonte: Produzido pelo autor (2019).

FIGURA – RNAt B



Fonte: Produzido pelo autor (2019).

FIGURA – Fixação das cartelas



Fonte: Produzido pelo autor (2019).

FIGURA – RNAt e os aminoácidos



Fonte: Produzido pelo autor (2019).

FIGURA – Tradução A



Fonte: Produzido pelo autor (2019).

FIGURA – Tradução B



Fonte: Produzido pelo autor (2019).

FIGURA – Tradução C



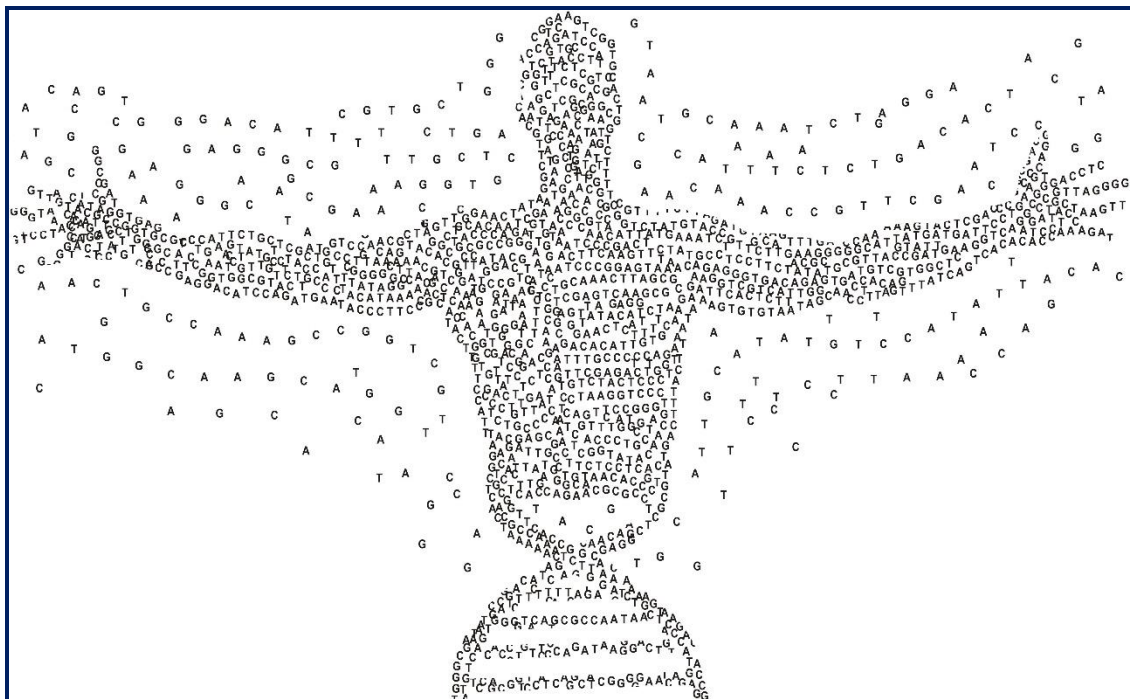
Fonte: Produzido pelo autor (2019).

APÊNDICE D – Produto educacional



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE BIOLOGIA
PROFBIO

ABORDAGEM PRÁTICA PARA O ENSINO DA BIOLOGIA: DO DNA À PROTEÍNA.



Produto Educacional

Genilce Verdan dos Santos

Carlos Alberto Mourão Junior

Orientador

GENILCE VERDAN DOS SANTOS

**ABORDAGEM PRÁTICA PARA O ENSINO DA
BIOLOGIA: DO DNA À PROTEÍNA.**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado como requisito parcial para aprovação ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO), da Universidade Federal de Juiz de Fora, MG.

Orientador: Prof. Dr. CARLOS ALBERTO MOURÃO JUNIOR

Coorientador: Prof. Dr. RODRIGO HOHL

JUIZ DE FORA
MINAS GERAIS – BRASIL

2020

APRESENTAÇÃO

Caro(a) colega professor(a)

A presente sequência foi pensada com o intuito de facilitar o processo de aprendizagem no conteúdo de genética, sem a pretensão de ser um trabalho fechado e acabado. Apresento um caminho que está aberto a adaptações, de acordo com a realidade de cada escola.

Ela reflete observações pessoais da minha prática profissional, as dificuldades de trabalhar em uma unidade de ensino da rede pública estadual onde os recursos financeiros são escassos, o que limita a compra de equipamentos. Menciono e analiso também o fato de muitas unidades escolares não possuírem espaço físico para um laboratório.

Assim, esta sequência é realizada em sala de aula, com materiais de baixo custo ou ressignificáveis, mesclando aulas teóricas com práticas alternativas. Tudo isso para que o discente possa ter a possibilidade de se apropriar de conceitos tão distantes do seu cotidiano, numa tentativa de facilitar a concretude do mundo micro, na qual temos apenas modelos teóricos como referencial.

A proposta do projeto foi baseada na percepção de que os alunos não conseguem fazer a ligação entre alguns conceitos, ou mesmo tê-los. Um deles é a relação da proteína com o DNA. A sequência didática propõe um caminho inverso, começando da proteína e chegando ao DNA. Ela poderá ser utilizada em partes ou na totalidade, no ano escolar que houver o conteúdo relacionado, visto que o mesmo é muito variável entre os estados ou mesmo municípios. Durante a aplicação, são resgatados vários conceitos que podem não ter sido fixados ou mesmo apresentados ao aluno, uma vez que há um enorme volume de conteúdo a ser trabalhado e frequentemente deve-se escolher o que será abordado.

Que este produto educacional possa auxiliar e facilitar o processo ensino-aprendizagem na prática docente dos colegas, que abra possibilidades de uma educação mais inclusiva e de qualidade aos alunos, possibilitando uma inserção apropriada neste mundo tão contemporâneo e globalizado.

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

Genilce Verdan dos Santos

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	73
FLUXOGRAMA	74
OBJETIVOS.....	75
CONCEITOS.....	76
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	76
AULA 1.....	77
AULA 2.....	81
AULA 3.....	94
AULA 4	102
AULA 5	107
RECURSOS DIDÁTICOS	114
AVALIAÇÃO	114
CRONOGRAMA	114

INTRODUÇÃO

No ensino médio, os alunos entram em contato com o tema “genética”, cujos conceitos são, em sua maioria, abstratos. A abstração, neste caso, traz prejuízos ao processo ensino-aprendizagem, pois em geral os alunos não conseguem visualizar o que está sendo proposto, e esta situação pode ser capaz de levá-los ao desânimo e ao distanciamento durante a aula. Estes conteúdos, porém, fazem parte da vida comum de todos os cidadãos de forma direta e indireta, e os próprios estudantes não percebem.

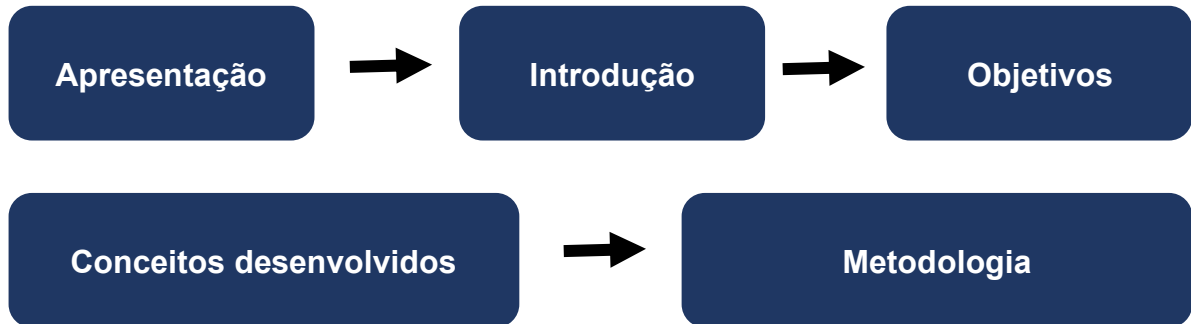
” Diferentes estratégias podem ser adotadas para facilitar o entendimento sobre genética devido às dificuldades de se ensinar conceitos apenas por meio de explicações orais” Martinez e Paiva (2008 apud DENTILLO, 2009, p.33).

Ter a apropriação de conceitos básicos é primordial ao entendimento de novos conceitos e tecnologias. Dentre estes conceitos básicos estão: célula, núcleo, cromossomo, DNA, RNA, gene e proteína. Esta compreensão pode ser facilitada através de produção de modelos didáticos mesclados com a teoria (JUSTINA, 2006).

Apropriar-se dos conceitos corretos facilitará o aluno/cidadão a se posicionar diante de inúmeras informações veiculadas pelos diversos meios de comunicação, como novos remédios biológicos, clonagem, disputa de paternidade, investigação criminal, transgênicos, ou seja, produtos de recursos genéticos.

A sequência didática “Abordagem prática para o ensino da biologia: do DNA à proteína” é uma abordagem de fácil execução que tem como objetivo minimizar o intrincado contexto do ensino de biologia, em especial, o conteúdo de genética, tanto para o professor quanto para o aluno. Durante a aplicação da mesma, o professor terá a possibilidade de observar e, caso necessário, ajustar os conceitos que porventura não estejam adequados, conectando ideias com o propósito de que o discente perceba que tudo está interligado.

FLUXOGRAMA DO PRODUTO EDUCACIONAL



SEQUÊNCIA DIDÁTICA

AULA 1 - * Conversa informal sobre proteínas.
* Texto sobre proteínas e discussão.

AULA 2 - * Aula expositiva – O núcleo celular.
* Proposta para confecção de cariótipos humanos.

AULA 3 - * Apresentação dos cariótipos humanos.
* Aula expositiva – Os genes.

AULA 4 - * Oficina – Transcrevendo e Traduzindo. Confecção de modelos didáticos representando os processos

AULA 5 - * Aula prática – Decifrando o código genético. Modelo didático.
* Aula expositiva, modelo teórico com possíveis mutações.
* Proposta para confecção de jogos.



OBJETIVOS E ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

TEMA: Genética

OBJETIVO GERAL: Aplicar uma sequência didática com o tema “Abordagem prática para o ensino da biologia: do DNA à proteína”.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Utilizar textos sobre a temática associados às metodologias que promovam o desenvolvimento das habilidades e a interação entre alunos;
- Deduzir que não adianta ingerir um tipo específico de proteína para o organismo, pois é este que decidirá o que será sintetizado;
- Relembrar conceitos básicos como núcleo, cromatina, cromossomo homólogos, ribossomo, células diploides e haploides, cariótipo e genoma;
- Confeccionar cariótipos com alterações cromossômicas a partir de instrução mínima;
- Pesquisar e relatar características das síndromes pesquisadas;
- Rever os seguintes conceitos: estrutura do DNA e RNA, replicação, transcrição e tradução, função dos RNAs, gene, código genético;
- Demonstrar, com materiais disponibilizados, os processos de transcrição e tradução;
- Interagir e perceber o processo de conversão de nucleotídeos a aminoácidos, utilizando o código genético;
- Reconhecer que o gene é responsável pela determinação das proteínas;
- Relacionar o comprometimento de mudanças de nucleotídeos com a síntese de proteína e a sua funcionalidade;
- Observar se a sequência didática aplicada propiciou ao discente uma visão mais integrada dos conceitos apresentados e se tornou possível que ele tenha uma formação teórica mais consistente.

CONCEITOS DESENVOLVIDOS:

Biologia celular, genética

- Núcleo celular
- Ácidos nucléicos
- Propriedades do DNA
- Código genético

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS:

A aplicabilidade da sequência didática está aberta a adaptações em quaisquer partes da mesma ou em sua totalidade, tendo o objetivo de ser uma facilitadora da apropriação de conceitos científicos para o aluno, principalmente os relacionados a genética, proporcionando a possibilidade de uma leitura e interpretação mais consciente das informações veiculadas e tendo a chance de se posicionar criticamente diante delas.

Nesta sequência didática, optou-se por levar os textos prontos para otimizar o uso do tempo. No entanto, havendo disponibilidade do mesmo, uma opção é solicitar aos alunos/grupos que tragam a pesquisa dos conceitos pretendidos pronta ou, existindo recursos tecnológicos na escola, que a mesma aconteça em sala de aula. Estas possibilidades promovem maior protagonismo do aluno.

Como mencionado anteriormente, esta sequência está aberta a adaptações de acordo com a realidade de cada escola/região, sendo possível se acrescentar outros conceitos e/ou práticas.

De acordo com a grade curricular, a disciplina de biologia é composta por 2 aulas semanais. Cada aula tem duração de 50 minutos e, na maioria das vezes, são geminadas, portanto, para a sequência didática proposta, cada aula será de 100 minutos, o que equivale às duas aulas semanais e será dividida em atividades.

AULA 1 – Introdução da sequência

Objetivos desta aula:

- Deduzir que não adianta ingerir um tipo específico de proteína para o organismo, pois é este que decidirá o que será sintetizado;
- Reconhecer a importância das proteínas;
- Identificar algumas funções das proteínas;
- Reconhecer que proteínas são formadas por aminoácidos.

Esta atividade deverá ser feita em grupo, ficando a critério do professor (duplas, trios ou quartetos).

Atividade 1 (30 minutos): Iniciar com uma conversa informal sobre musculação, alimentação e proteínas com o objetivo de introduzir o tema. Como sugestão desta sequência, optou-se em escrever a palavra “proteína” no quadro e pedir aos alunos para mencionarem tudo que sabem sobre este tema.

Atividade 2 (70 minutos): Posteriormente, apresentar um texto relacionado com a conversa já iniciada. Cada aluno deverá ler o seu texto (10 minutos). Espera-se que ocorram discussões entre os componentes e que estes manifestem suas concepções sobre o tema, produzindo hipóteses para o problema apresentado. Antes de iniciar a apresentação dos grupos, uma sugestão é realizar a leitura e verificar o que os alunos compreenderam. Pontos importantes: proteínas formadas por aminoácidos; funções das proteínas; insulina e diabetes; por que insulina é injetável; proteínas são degradadas em aminoácidos; alimentos com proteínas. (40 minutos). Apresentação e sustentação das hipóteses elaboradas (20 min). Outra sugestão é deixar a questão da insulina para aula seguinte, em recapitulação, verificando o quanto os alunos fazem associação entre proteína, digestão e função.

Proteína, de onde vens? Para onde vais?

Figura – Alimentos ricos em proteínas



Imagem retirada de: Alimentos ricos em proteínas – Disponível em:
<https://www.todamateria.com.br/alimentos-ricos-em-proteinas/>. Acesso em: 6 jan. 2019.

As proteínas são os “burros de carga” dos nossos corpos.

Proteínas perfazem cerca de 42% do peso seco do nosso corpo. A proteína colágeno - que mantém a pele, os tendões, os músculos e os ossos juntos - compõe cerca de um quarto da proteína total do corpo. Dentre as muitas substâncias podemos destacar o hormônio insulina, que tem papel fundamental no controle da concentração de glicose no sangue. Outra molécula importante é o GLUT-4, responsável por transportar a glicose recém-chegada no sangue para dentro da célula muscular e do tecido adiposo. Tanto a insulina quanto o GLUT-4 são proteínas.

Figura – Fisiculturismo



Fonte: *Saiba quais são os riscos do fisiculturismo para saúde* – 2016 – Disponível em: <https://www.tuasaude.com/riscos-do-fisiculturismo/>. Acesso em: 6 de jan. 2019

Segundo a nutricionista Priscila Machado:

A proteína é um nutriente essencial para o nosso organismo, porque, após ela ser digerida, ela produz pequenas substâncias chamadas aminoácidos que vão servir de matéria-prima para a construção de hormônios, de neurotransmissores, de estrutura de célula, construir tecido, pele, cabelo.¹

Proteínas são recicladas.

Como nós, plantas e animais são feitos de proteínas. Quando os comemos, ingerimos proteína. Alimentos ricos em proteínas como feijão, carne, peixe, queijo, ovos e nozes são os blocos de construção para crescer e manter um corpo saudável.

As proteínas de origem animal possuem alto valor biológico, ou seja, possuem melhor composição de aminoácidos em relação às proteínas de origem vegetal. Essas proteínas possuem todos os aminoácidos essenciais ao organismo em quantidades adequadas para o seu crescimento e manutenção.

Em geral, cada pessoa precisa consumir por dia um grama de proteína para cada quilo de peso corporal. No entanto, mesmo que atletas e frequentadores de academia possam

¹PROTEÍNA GARANTE A SAÚDE DOS MÚSCULOS E DOS OSSOS - Bem-Estar - Edição de terça-feira - 21/08/2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/bemestar/noticia/2018/08/21/proteina-garante-a-saude-dos-musculos-e-dos-ossos.ghtml>. Acesso em: 6 de Jan de 2019.

²BROWN, Jessica - *Qual é de fato a quantidade de proteína de que nosso corpo precisa?* – 2018 – Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/vert-fut-44378545>. Acesso em: 6 de Jan de 2019.

³BROWN, Jessica - *Qual é de fato a quantidade de proteína de que nosso corpo precisa?* – 2018 – Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/vert-fut-44378545>. Acesso em: 6 de Jan de 2019.

se beneficiar da ingestão da proteína após o treino, não significa que devam fazer uso de suplementos.

Segundo o professor de esporte Kevin Tipton,

Não há necessidade de tomar suplementos. Eles são uma forma conveniente de obter proteína, mas não há nada nos suplementos que você não consiga nos alimentos.²

Alex Johnstone completa:

Alguns produtos rotulados como ricos em proteína não são, e costumam ser muito caros. De qualquer forma, consumir mais proteína do que o necessário é um desperdício em termos de dinheiro, que vai pelo ralo.³

Situação problema

A publicidade dos suplementos alimentares promete milagres, oferece inúmeras vantagens no consumo regular, tais como: boa saúde, bem-estar e disposição. Além disso, dão energia, aumentam a massa muscular, previnem doenças e algumas vezes prometem até curá-las, um verdadeiro milagre.

Assim temos a seguinte problemática:

Abaixo temos a propaganda de um suplemento alimentar proteico e um depoimento de uma usuária, ambos retirados da internet. Após a leitura do texto-base e das informações abaixo, elabore uma hipótese sobre a afirmação do Dr. Mauro Fisberg.

Anúncio de vendas de colágeno:

[...]Estudos clínicos mostram que a ingestão regular de Colágeno Hidrolisado melhora a condição básica e a estrutura da pele (com a ingestão diária por 12 semanas), pois ele é o componente da derme e manter sua quantidade adequada é a chave para uma pele bonita e saudável.[...] A ingestão de Colágeno Hidrolisado é importante para manter a estrutura óssea, pois estimula a produção endógena de colágeno por células ósseas conduzindo alguns elementos no mecanismo e associado ao silício orgânico, auxilia na manutenção da integridade da cartilagem, protegendo as articulações, ligamentos e tendões[...]

Depoimento de usuária de colágeno:

Então... Eu estava tomando uma colher de sopa por dia de colágeno hidrolisado, por indicação médica, até que ouvi um médico (Dr. Mauro Fisberg) dizer que tomar suplemento de colágeno hidrolisado simplesmente não resolve nada, ou seja, para o colágeno ingerido chegar até a pele, a quantidade deve ser absurdamente grande, tornando essa ingestão de colágeno inútil. Eu até achei que faz algum sentido o que ele disse, mas teria que ouvir mais opiniões de nutrólogos. Sim, porque a maioria dos dermatologistas, de fato, recomenda o colágeno hidrolisado.

[TUDO SOBRE COLÁGENO!](https://belezaesauade.com/colageno/comment-page-6/) – 2018 - Disponível em: <https://belezaesauade.com/colageno/comment-page-6/>. Acesso em:

6 de Jan de 2019.

Fontes de pesquisa

MAGNONI, Daniel - *Proteínas: conheça as diferenças entre os vários tipos* – 2017 – Disponível em: <https://veja.abril.com.br/blog/letra-de-medico/proteinas-conheca-as-diferencas-entre-os-varios-tipos/>. Acesso em: 6 de Jan de 2019.

ROGERO, Marcelo Macedo - *O que os genes têm a ver com a nutrição* - Disponível em: <https://saude.abril.com.br/blog/alimente-se-com-ciencia/o-que-os-genes-tem-a-ver-com-a-nutricao/> Acesso em: 6 de Jan de 2019.

WHAT ARE PROTEINS? - Disponível em: <https://belezaesauade.com/colageno/comment-page-6/>. Acesso em: 6 de Jan de 2019.

AULA 2 – Aula expositiva

Objetivos desta aula:

- Relembrar conceitos básicos como núcleo, cromatina, cromossomo homólogos, ribossomo, células diploides e haploides, cariótipo, genoma;
- Identificar os componentes do núcleo celular;
- Compreender que cromatina e cromossomo são estados morfológicamente distintos dos mesmos constituintes;
- Diferenciar eucromatina e heterocromatina;
- Classificar os cromossomos mediante a posição dos centrômeros;

- Conhecer e identificar, em esquemas e fotografias, centrômeros, cromátides-irmãs e telômero;
- Diferenciar cromossomos homólogos e cromossomos duplicados;
- Conceituar genoma e cariótipo;
- Conceituar e diferenciar célula haploide de diploide;
- Relacionar o estudo do cariótipo com sua aplicação no diagnóstico de anormalidades estruturais e numéricas.

Atividade 1 (80 minutos): O núcleo celular

Aula expositiva com o objetivo de recordar ou apresentar aos alunos conceitos básicos do núcleo celular e estruturação de seus componentes. Nesta aula, poderá ser usado livro didático, slides, apostila e/ou resumo. Abaixo segue o modelo utilizado nesta sequência didática.

O professor, como sugestão, poderá levar modelos de DNA confeccionados com miçangas para auxiliar a aula expositiva. Outro modelo que auxilia é bola de soprar canudo, que representará os cromossomos e sua classificação. Estes são modelos que auxiliam na concretude dos modelos teóricos.

Este é o texto base utilizado na aula teórica:

O núcleo celular

O núcleo individualizado é uma estrutura presente nas células eucariotas e responsável pelo controle das funções celulares.

A maioria das células é mononucleada, isto é, apresenta apenas um núcleo. Mas também existem as binucleadas (protista - paramécio; multinucleadas - células musculares estriadas; anucleadas - hemácias, duram pouco tempo, cerca de 120 dias).

O núcleo apresenta 4 componentes fundamentais:

- Carioteca ou membrana nuclear ou envelope nuclear - é formada por duas membranas lipoprotéicas e cheia de poros, que regula a entrada e saída de substâncias, controlando e facilitando a comunicação entre o núcleo e o citoplasma. A membrana externa comunica-se com a membrana do retículo endoplasmático rugoso.

- Nucleoplasma ou Cariolinfa - é uma solução aquosa que envolve a cromatina e o nucléolo.
- Nucléolo - São massas densas constituídas RNAr e proteínas, responsáveis pela formação dos ribossomos.
- Cromatina - É o DNA associado às proteínas, chamadas histonas. É o material que forma cada um dos cromossomos. Heterocromatina (cromatina condensada) - genes inativos, o metabolismo é inerte. Eucromatina (cromatina desenrolada, frouxa) genes ativos.

Ao longo da molécula de DNA, os genes, comandam e coordenam todo o funcionamento celular e são responsáveis pelas características hereditárias.

Figura: Biologia ENEM: tudo sobre o núcleo celular

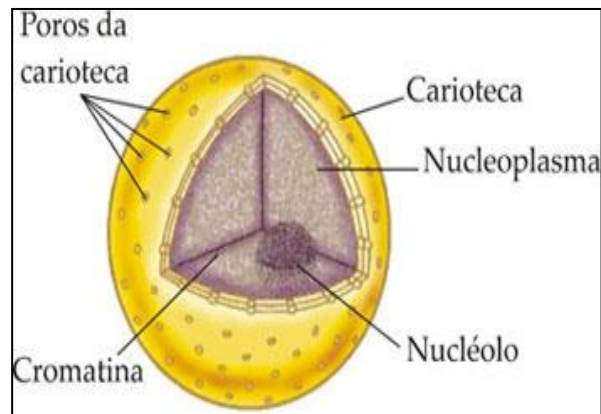


Imagem retirada de: Biologia ENEM: tudo sobre o núcleo celular. Disponível em: <http://www.eqso.com.br/noticias/123673-biologiaenemtudosobreonuocleocelular>. Acesso em: 7 de Jan de 2019.

Figura: Organização e estrutura do DNA.

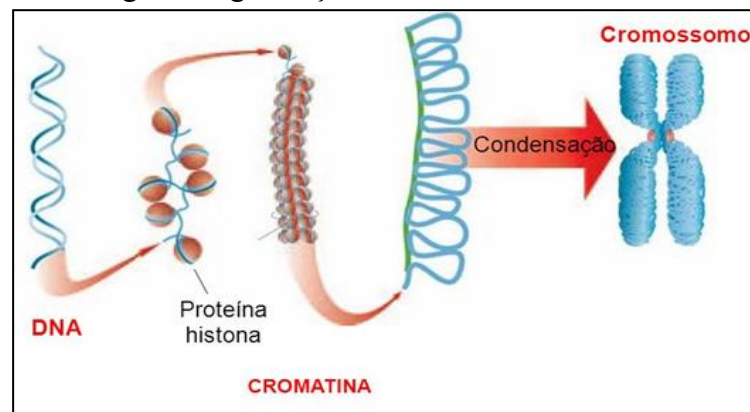


Imagem retirada de: Organização e Estrutura do DNA -Disponível em: <https://www.planetabiologico.com.br/genetica/organizacao-e-estrutura-do-dna/Acessoem:7jan.2019>.

Durante o período em que a célula não está se dividindo (intérfase), os filamentos de DNA estão emaranhados, a cromatina. É neste período, que ao filamento de DNA é duplicado, e cada um dos filamentos é chamado de cromátide. As cromátides de um mesmo cromossomo são chamadas de cromátides-irmãs. Durante a divisão celular, as cromátides-irmãs, se separam e cada uma vai para uma célula filha.

Quando a célula entra em processo de divisão (mitose ou meiose), cada filamento enrola-se sobre si mesmo, assumindo a forma de bastão curto e grosso. São chamados de cromossomos.

Classificação dos cromossomos: é feita de acordo com a posição do centrômero.

Figura: Os cromossomos

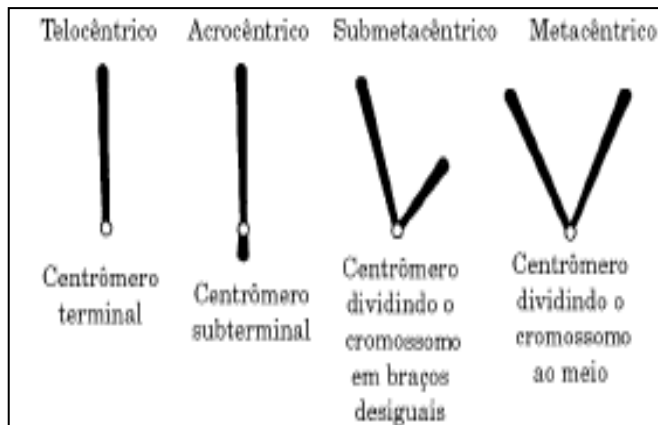


Imagem retirada de: Os cromossomos -Disponível em <https://biomania.com.br/artigo/os-cromossomos> - Acesso em: 7 jan. 2019.

Figura: Centrômeros

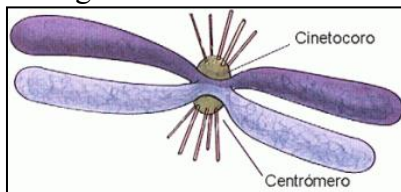


Imagem retirada de: cromossomas -Disponível em <https://biologia12ano.wordpress.com/tag/cinetocoro/> - Acesso em: 7 jan. 2019.

Figura: Biologia: mitose e meiose

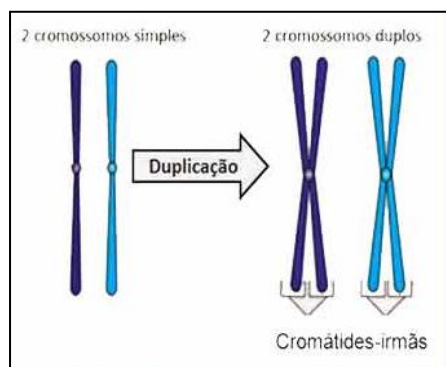


Imagem retirada de: Biologia: Mitose e meiose -Disponível em <http://resumosdoceps.blogspot.com/2015/06/biologia-mitose-e-meiose.html> Acesso em: 7 jan. 2019.

A extremidade de cada cromossomo é chamada telômero e se relaciona ao tempo de vida da célula.

- Cromossomos homólogos - cada par de cromossomos, um de origem paterna e outro de origem materna, que trazem a mesma informação genética.
- Cariótipo - coleção particular de cromossomos que definem uma espécie, (tamanho, forma e quantidade de cromossomos).
- Células diploides ou somáticas - apresentam pares de cromossomos homólogos (homem- $2n=46$).
- Células haploides ou reprodutoras (gametas) - apresentam apenas um cromossomo de cada. (homem – $n = 23$).
- O genoma é o conjunto completo de genes e sequências regulatórias contidas no DNA.

Fonte de pesquisa

AMABIS, José Mariano e MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia moderna**. São Paulo: Moderna, 2016. Vol1.

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando e PACCA, Helena. **Biologia hoje**– São Paulo: Ática, 2016. Vol 1.

LOPES, Sônia e ROSSO, Sérgio. **Bio**. São Paulo:Saraiva, 2016. Vol3

THOMPSON, Miguel e RIOS, Eloci Peres. **Conexões com a Biologia**. São Paulo: Moderna, 2016.Vol2

Os modelos didáticos utilizados nesta aula

FIGURA – Fita dupla de DNA



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Foram utilizadas miçangas grandes de quatro cores diferentes para associação entre adenina-timina e citosina-guanina, arame artesanal, canudos de duas cores para pirulitos, com a cor branca simbolizando as ligações fosfodiéster entre os nucleotídeos e a cor vermelha sinalizando as ligações de hidrogênio entre as fitas, além de 3 canudos para citosina-guanina e 2 canudos para adenina-timina.

FIGURA – Cordão de DNA



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

A segunda molécula (cordão de DNA) foi confeccionada com miçangas e linha de silicone, para que possa ser moldada na molécula DNA de empacotamento.

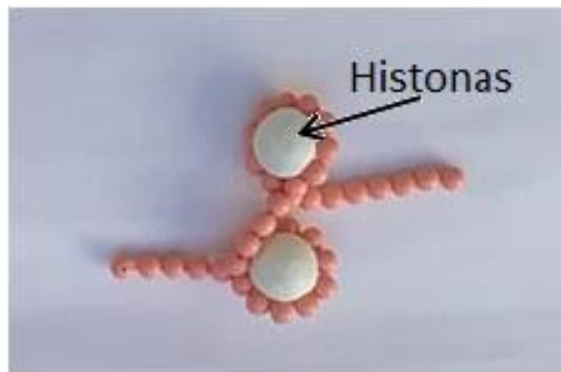
FIGURA – Histonas



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

As bolinhas de isopor utilizadas neste modelo são do mesmo tamanho das utilizadas na aula 5, em que há um número excedente, justamente para este modelo. Retirar uma porção do meio da bolinha, moldando-a com o propósito de encaixar o cordão de DNA.

FIGURA– Empacotamento do DNA

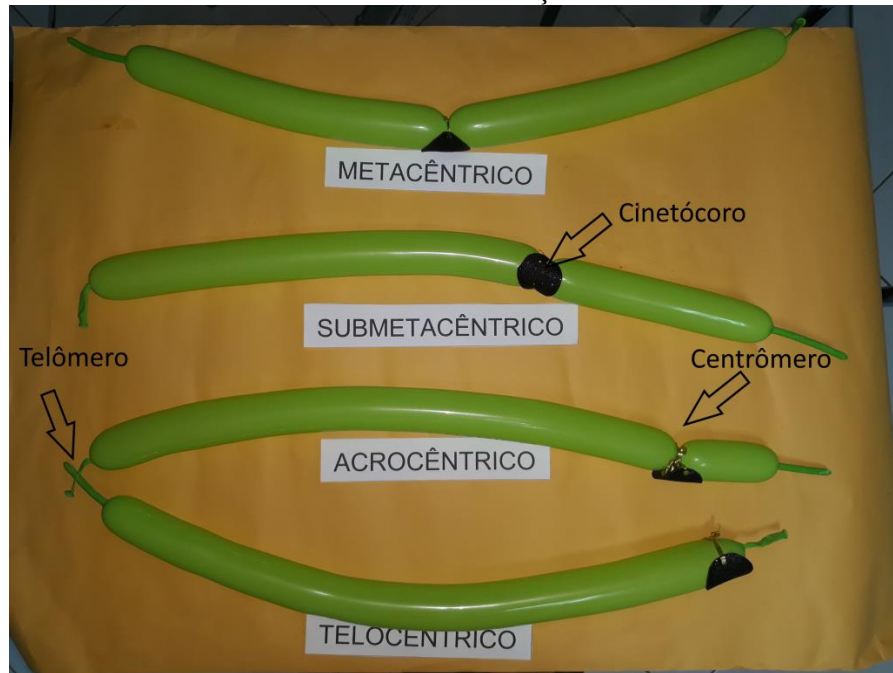


Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Na figura acima são utilizadas bolas de isopor para simbolizar o empacotamento do DNA com seus nucleossomos.

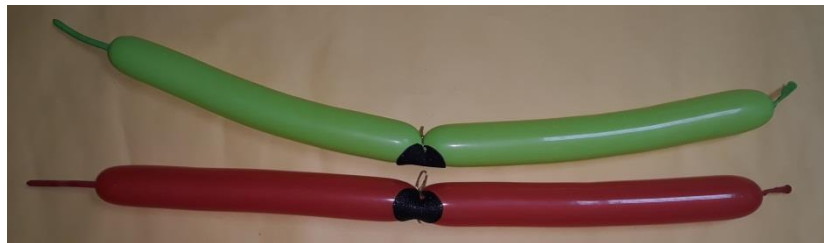
Para a confecção dos cromossomos, foram utilizadas bexigas de soprar do tipo macarrão de duas cores (origem materna e paterna), circunferência com aproximadamente 4cm de EVA com dois furinhos em cada extremidade, feito com um furador, representando os centrômeros, e fitilhos para amarrar. Para encher as bolas, foi usada uma bomba manual. Propositalmente as bolas não foram cheias totalmente, deixando uma ponta que representará os telômeros.

FIGURA – Classificação dos cromossomos



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

FIGURA – Cromossomos homólogos



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

FIGURA – Cromossomos duplicados



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Atividade 2 (20 minutos): Proposta de confecção cariótipo humano.

Esta atividade deverá ser produzida em casa e realizada em grupo, preferencialmente de 4 a 6 componentes. Como instrução mínima, cada grupo receberá uma cópia do roteiro, apenas como orientação, para confecção do cariótipo. O professor também deverá levar um cariótipo pronto no dia da proposta, para que os estudantes possam ver e ter dimensão de como ficará. A sugestão é que os alunos usem outros materiais ressignificáveis ou de baixo custo. Os grupos deverão trazer na aula seguinte o cariótipo pronto e explicar a síndrome que pesquisaram. Sugestões para pesquisa: Síndromes de Down, Turner, Klinefelter, Triplo X, Patau.

Instrução mínima – Roteiro da revista Genética na escola

Este roteiro é somente um guia para a construção, em casa, dos cariótipos feitos pelas equipes usando, preferencialmente, outros materiais.

MONTAGEM DE CARIÓTIPO HUMANO: uma atividade didática alternativa e de fácil aplicação (Genética na Escola | Vol. 7 | Nº 2 | 2012) – adaptado.

MATERIAIS NECESSÁRIOS

- Canudos de plástico coloridos;
- Tesoura sem ponta;
- Régua milimetrada;
- Barbante;
- Cartolina de cor clara;
- Pincéis.

PLANEJAMENTO DA ATIVIDADE

A turma deverá ser dividida em grupos, cada um deles deverá conter todos os materiais listados acima. Antes de iniciar, o professor deverá sortear qual o cariótipo que deverá ser confeccionado por cada grupo (feminino, masculino, síndrome de Down, Turner ou Klinefelter). O professor deverá fornecer aos alunos os passos para a confecção do devido cariótipo (descritos a seguir), de forma que eles possam entender as características de cada par de cromossomos e dos seus grupos.

CARIÓTIPO FEMININO

GRUPO A - Pares 1, 2 e 3.

1- São os maiores cromossomos do cariótipo. Os alunos deverão dobrar ao meio seis canudos da mesma cor e cortá-los.

2- Unir os pares e fixá-los com barbante, formando os braços superior e inferior.

3- Cortar parte dos braços (caso seja necessário) para ajustar a posição da constrição primária.

- Par 1 (metacêntrico): Não haverá corte dos braços

- Par 2 (submetacêntrico): Cortar 2 cm do braço superior.

- Par 3 (metacêntrico): Como esse par é menor que o 1, deverão ser cortados 1,5cm dos braços superior e inferior.

GRUPO B - PARES 4 E 5

1- São cromossomos grandes, ligeiramente menores que os do grupo A. Os alunos deverão dobrar ao meio seis canudos de mesma coloração e cortá-los.

2- Unir os pares e fixá-los com barbante, formando os braços superior e inferior.

3- Ajustar o tamanho dos cromossomos e a posição da constrição primária mediante corte dos braços:

- Par 4 (submetacêntrico): Cortar 2 cm do braço superior e 1 cm do inferior.

- Par 5 (submetacêntrico): Como este par tem tamanho semelhante ao 4, cortam-se 2 cm do braço superior e 1,1 cm do inferior.

GRUPO C - PARES 6, 7, 8, 9, 10, 11 E 12

1- São cromossomos de tamanho médio. Dezesesseis canudos de mesma cor deverão ser dobrados ao meio e cortados.

2- Unir os pares e fixá-los com barbante, formando os braços superior e inferior.

3- Ajustar a posição da constrição primária mediante corte dos braços. Como todos os pares deste grupo são de tamanho menor que os cromossomos dos grupos anteriores, deve-se proceder da seguinte forma:

- Pares 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12 (submetacêntricos): Cortar 3 cm do braço superior e 1cm do inferior.

GRUPO D - PARES 13, 14 E 15 (FIGURA 1)

1- São cromossomos de tamanho médio e cada par é ligeiramente menor que o par precedente. Seis canudos de mesma cor deverão ser dobrados ao meio e cortados.

2- Unir os pares e fixá-los com barbante, formando os braços superior e inferior.

3- Ajustar o tamanho dos cromossomos e a posição da constrição primária mediante corte dos braços:

- Pares 13, 14 e 15 (acrocêntricos): Cortar 4 cm do braço superior e 1,5 cm do inferior.

GRUPO E - PARES 16, 17 E 18 (FIGURA 1)

1- São cromossomos pequenos. Seis canudos de mesma cor deverão ser dobrados ao meio e cortados.

2- Unir os pares e fixá-los com barbante, formando os braços superior e inferior.

3- Ajustar o tamanho dos cromossomos e a posição de constrição primária mediante corte dos braços:

- Par 16 (metacêntrico): Cortar 3,5 cm do braço superior e 3,5 cm do inferior.

- Pares 17 e 18 (submetacêntricos): Cortar 5 cm do braço superior e 2 cm do braço inferior.

GRUPO F - PARES 19 E 20

1- São cromossomos bem pequenos. Quatro canudos de mesma cor deverão ser dobrados ao meio e cortados.

2- Unir os pares e fixá-los com barbante, formando os braços superior e inferior.

3- Ajustar o tamanho dos cromossomos e a posição de constrição primária mediante corte dos braços da seguinte forma:

- Pares 19 e 20 (metacêntricos): Cortar 4 cm do braço superior e 3,8 cm do braço inferior.

GRUPO G - PARES 21, 22 E XX.

1- São os cromossomos de menor tamanho do cariótipo. Quatro canudos de mesma cor deverão ser dobrados ao meio e cortados.

2- Unir os pares e fixá-los com barbante, formando os braços superior e inferior.

3- Ajustar o tamanho dos cromossomos e a posição constrição primária mediante corte dos braços da seguinte forma:

- Pares 21 e 22 (acrocêntricos): Cortar 5cm do braço superior e 2,5 cm do braço inferior.

- Cromossomos sexuais femininos (metacêntricos):

Cromossomos de tamanho médio. Utilizar dois canudos (com mesma coloração utilizada no Grupo C) dobrá-los ao meio e fixá-los com barbante.

Cortar 4 cm do braço superior e 3,8 cm do braço inferior de ambos pares.

CARIÓTIPO MASCULINO

Seguir os mesmos passos anteriores para todos os grupos, com exceção dos cromossomos sexuais.

- Cromossomos sexuais masculinos: Utilizar um canudo (de mesma cor utilizada no Grupo C) dobrá-lo ao meio e fixá-lo com barbante. Cortar 4 cm do braço superior e 3,8 cm do braço inferior de ambos pares. Para o cromossomo Y (acrocêntrico) utilizar coloração diferente.

Cortar 7 cm do braço superior e 4 cm do braço inferior.

CARIÓTIPO SÍNDROME DE DOWN (TRISSOMIA DO 21)

Seguir os mesmos passos anteriores para todos os grupos. Deverá ser confeccionado um cromossomo 21 (acrocêntrico) a mais.

CARIÓTIPO SÍNDROME DE TURNER (45, X0)

Seguir os mesmos passos anteriores para todos os grupos, com exceção dos cromossomos sexuais, onde haverá apenas 1 cromossomo X.

CARIÓTIPO SÍNDROME DE KLINEFELTER (47, XXY)

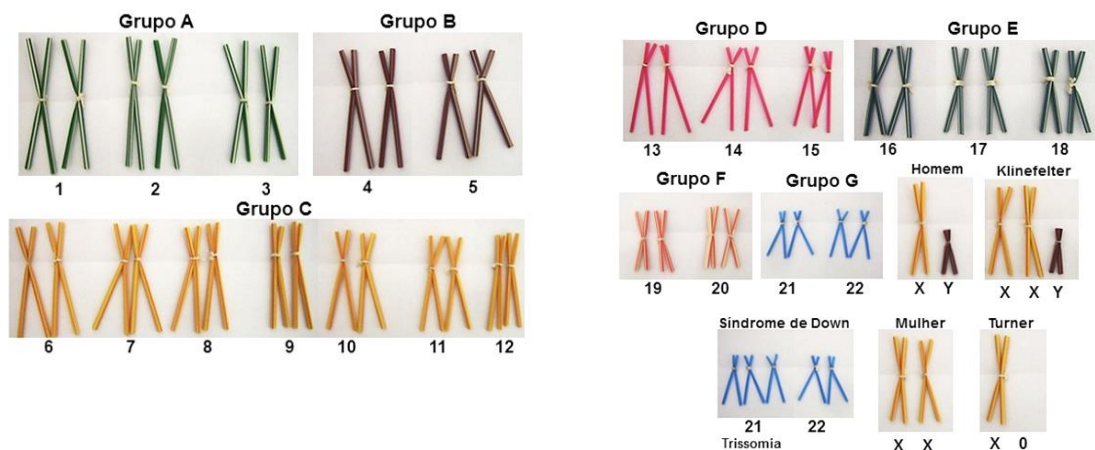
Seguir os mesmos passos anteriores para todos os grupos, com exceção dos cromossomos sexuais. Deverão ser confeccionados dois cromossomos X e um cromossomo Y. Da seguinte maneira:

- Cromossomos sexuais: Para os cromossomos X utilizar um canudo (de mesma cor utilizada no Grupo C), dobrá-lo ao meio e fixá-lo com barbante. Cortar 4 cm do braço superior e 3,8 cm do braço inferior de ambos pares. Para o cromossomo Y (acrocêntrico) utilizar coloração diferente. Cortar 7 cm do braço superior e 4 cm do braço inferior.

DISCUSSÃO DA ATIVIDADE

Ao final da atividade, cada grupo de alunos deverá colar os cromossomos confeccionados em cartolinas e expor aos demais grupos o seu cariótipo. Os demais alunos tentarão adivinhar qual o indivíduo que possui aquele cariótipo (homem, mulher, portador da síndrome de Down, etc.). Além disso, os alunos do grupo podem ser questionados para:

1. Identificar, com o pincel na cartolina, as características (tamanho e posição da constrição primária) dos cromossomos de cada grupo;
2. Identificar quais os cromossomos que determinam o sexo e qual a diferença estrutural entre eles;
3. Assinalar em qual etapa do ciclo celular a célula se encontra e justificar;
4. Relatar a importância do processo de duplicação celular antes da divisão;
5. Demonstrar como os cromossomos estariam durante a metáfase



REFERÊNCIA

PINHO, J. D.; RIVAS, P. M. S.; CAMPELO, D. D. Montagem de cariótipo humano: uma atividade didática alternativa e de fácil aplicação. **Revista Genética na Escola**. São Paulo, v. 7, n. 2, p. 74-77, 2012.

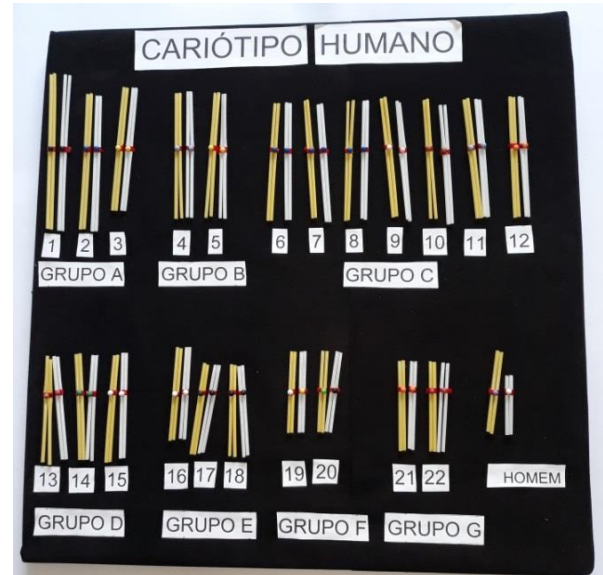
Modelo sugerido para o professor levar como instrução mínima

FIGURA – Cariótipo feminino



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

FIGURA – Cariótipo masculino



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Ao final da aula, a sugestão é a entrega do próximo texto, “Os genes”, para que os alunos leiam em casa, facilitando assim o contato com o vocabulário.

AULA 3 – Apresentação de trabalhos e aula expositiva

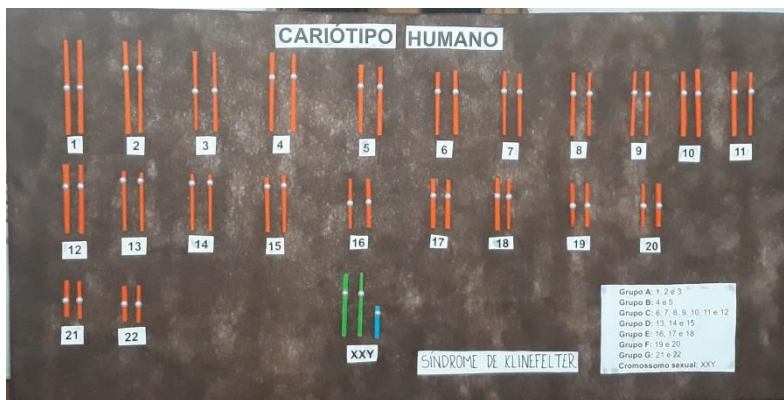
Objetivos desta aula:

- Reconhecer que a alteração do número de cromossomos nas células de uma pessoa pode levar a distúrbios genéticos, tais como Síndrome de Down, de Turner, de Klinefelter, de Patau e de triplo X;
- Rever os seguintes conceitos básicos: estrutura do DNA e RNA, replicação, transcrição e tradução, função dos RNAs, gene, código genético;
- Conhecer a estrutura da molécula de DNA;
- Reconhecer a mutação como um fenômeno aleatório e que causa alteração no material genético;
- Conhecer os três tipos de RNA e suas funções no processo de síntese de proteínas;
- Conhecer o código genético e sua relação com os aminoácidos;

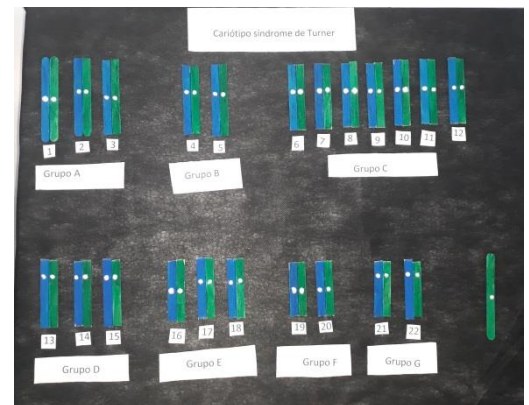
- Compreender e descrever a biossíntese de proteínas;
- Identificar onde acontece cada processo da biossíntese de proteínas (transcrição, processamento e tradução);
- Compreender que um gene pode dar origem a mais de uma proteína diferente pelo processo de *splicing*;
- Compreender o conceito de código genético degenerado.

Atividade 1 (40 minutos): Apresentação dos cariótipos e discussão.

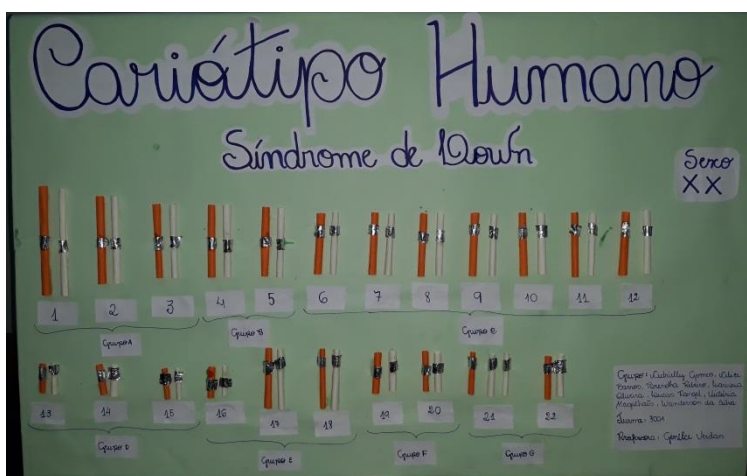
PRODUÇÃO DOS ALUNOS



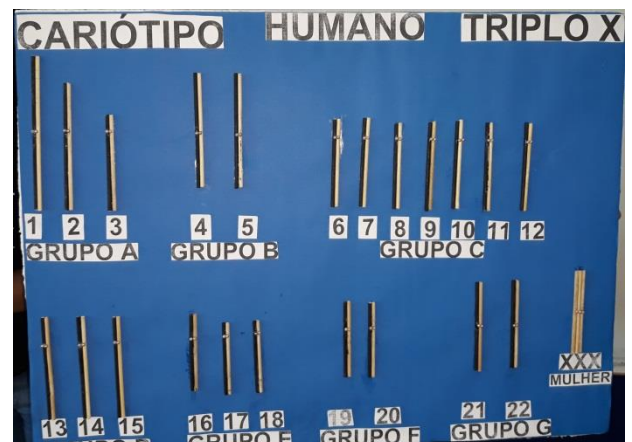
Hashi – palitinhos japoneses



Palitos de picolé



Cartolina enrolada



Palitos de churrasco

Atividade 2 (60 minutos): Os genes

Aula expositiva com a finalidade de lembrar ou apresentar conceitos básicos da morfologia e dinâmica dos ácidos nucleicos. Esta aula é a base para as oficinas que acontecerão posteriormente. É primordial que o discente tenha uma noção básica do vocabulário. O professor terá a opção de utilizar um livro didático, slides, apostila e/ou resumo. Para esta sequência foi utilizado um resumo.

Os genes

O DNA (ácido desoxirribonucléico) e o RNA (ácido ribonucléico) são ácidos nucleicos que compõem o material genético da célula. Para que os organismos sobrevivam, as informações contidas nesse material precisam ser “lidas” e “utilizadas”, o que ocorre no processo chamado de expressão gênica, que envolve o DNA e o RNA.

A natureza química do material genético – Tanto o DNA quanto o RNA são formados por unidades moleculares denominadas nucleotídeos, no DNA é chamado de desoxirribonucleotídeo e no RNA de ribonucleotídeo, unidos em sequência. Um nucleotídeo é constituído por três componentes quimicamente unidos: **nucleotídeo**

- uma base nitrogenada: Adenina(A), Citosina(C), Guanina(G) e Timina(T) **para o DNA** e Adenina(A), Citosina(C), Guanina(G) e Uracila(U) **para o RNA**
- a pentose desoxirribose (DNA) ou ribose (RNA)
- um fosfato, um íon negativo, derivado de um ácido fosfórico.

Figura - composição estrutural

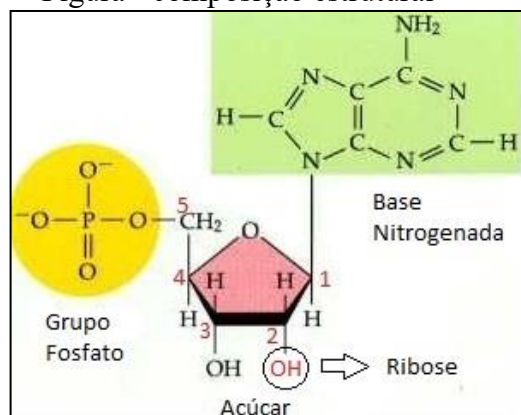


Imagem retirada de: DNA, RNA e Código Genético-Disponível em: <https://foconoenem.com/wp-content/uploads/2017/08/nucleotideo.jpg> Acesso em: 8 jan. 2019.

A estrutura do material genético – Os nucleotídeos estão unidos entre si por ligações covalentes, que se estabelecem entre o grupo fosfato de um nucleotídeo e a pentose de outro.

O DNA é composto de duas cadeias polinucleotídicas (dupla fita), unidas por ligações de hidrogênio (ou pontes de hidrogênio), estabelecidas entre as bases nitrogenadas das cadeias. Estas ligações acontecem entre pares específicos: Adenina(A) com Timina(T), Citosina(C) com Guanina(G). Assim, as duas cadeias da dupla-hélice do DNA são sempre complementares.

O RNA é composto de uma cadeia polinucleotídica (fita simples).

Figura - Ligações

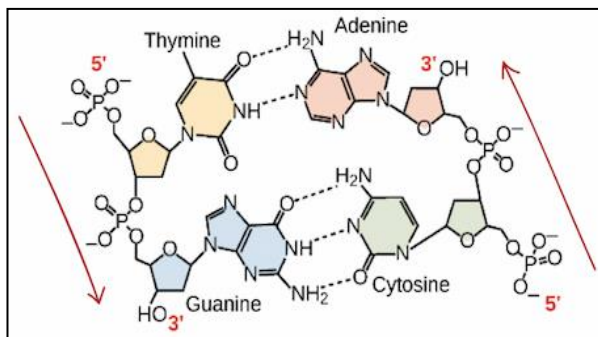


Imagem retirada de: DNA, RNA e Código Genético-Disponível em <https://foconoem.com/dna-rna-e-codigo-genetico/> Acesso em: 8 https://sobiologia.com.br/conteudos/quimica_vida/quimica15.php jan. 2019. Acesso em 8 de Jan. 2019

Figura - DNA e RNA

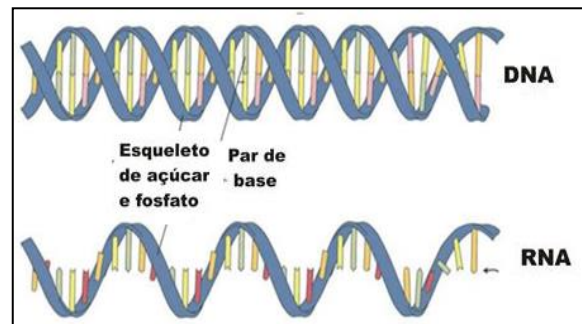


Imagem retirada de: DNA e RNA: Qual é a diferença? Modificada de

Propriedades do DNA – A replicação e a transcrição são duas propriedades essenciais no processo de expressão gênica.

Replicação- O DNA tem capacidade de duplicação. Sendo que uma fita serve de base para formar outra. Assim, cada molécula-filha é formada por uma cadeia original, provenientes da molécula-mãe, e uma cadeia recém-sintetizada. Por isso se diz que a replicação do DNA é **semiconservativa**.

Transcrição – O DNA pode ser transcrito para o RNA, que quando traduzido, leva à formação de proteínas. A transcrição do RNA tem início com a separação das duas cadeias de certo seguimento do DNA, processo catalisado pela enzima polimerase do RNA. À medida que separa as cadeias do DNA, essa enzima também orienta o emparelhamento de ribonucleotídeos livres em uma das cadeias, que serve assim de molde para a síntese de RNA; a outra cadeia permanece inativa.

Figura – Replicação

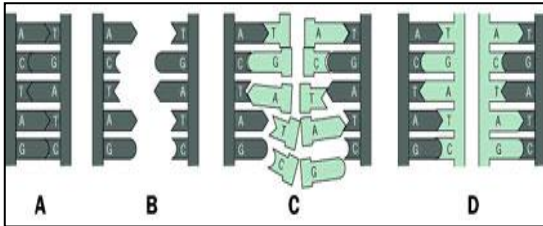


Imagem retirada de: Genes e divisão celular- A duplicação do DNA e a transmissão das informações genéticas - Disponível em <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/biologia/genes-e-divisao-celular-a-duplicacao>. Acesso em 8 de jan.

Figura – Transcrição

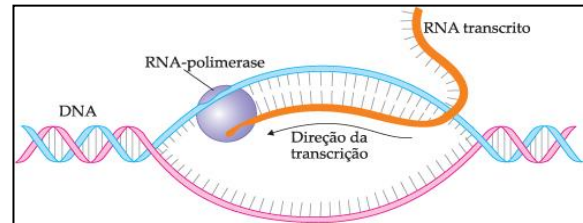


Imagem retirada de: Transcrição da informação genética - Disponível em: <https://www.sobiologia.com.br/conteudos/citologia2/Atnucleico5.php>. Acesso em 8 de jan.

Tipos de RNA e suas funções: A função primordial das moléculas de RNA transcritas a partir do DNA é participar da síntese de proteínas. Lembre-se de que as proteínas definem a estrutura e o funcionamento das células e, portanto, do organismo como um todo.

RNA_t- RNA transportador ou de transferência – transporta aminoácidos até o local da síntese de proteínas.

RNA_r - RNA ribossômico – Participa da estrutura dos ribossomos, nos quais ocorre a síntese de proteínas, e tem ação enzimática.

RNA_m - RNA mensageiro - portador da instrução para a estrutura primária de uma proteína. Nos eucariontes, o RNA_m transcrito de um segmento de DNA ainda não está na sua forma definitiva e precisa sofrer várias modificações, chamadas processamento do RNA_m, até se tornar funcional. Esse pré-RNA_m, possui trechos não funcionais, chamados *introns*, formados por uma sequência de bases que não codificam proteínas.

No processo denominado *splicing* (do inglês emenda), os *introns* são “cortados” e retirados antes do RNA passar para o citoplasma, originando um RNA_m funcional. Os trechos funcionais são chamados **éxons**.

O corte dos *introns* e a união dos *éxons* podem ocorrer, em certos casos, de maneiras diferentes – um processo chamado processo alternativo do RNA ou *splicing* alternativo. Desse modo, um gene pode produzir diferentes tipos de RNA_m e, conseqüentemente, mais de uma proteína diferente.

Figura – Splicing do RNA

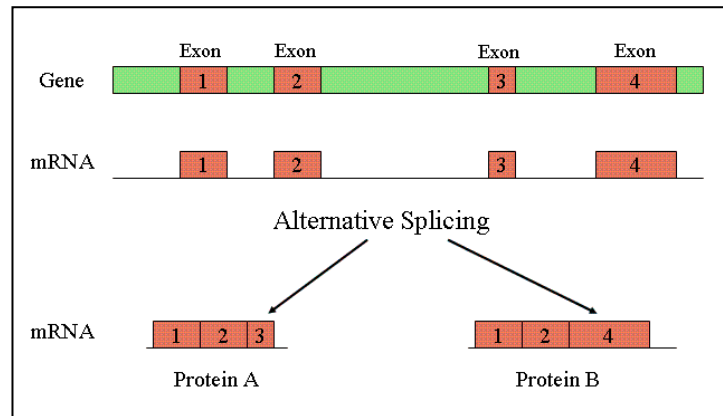


Imagem retirada de: Qual a função do splicing na transcrição genética? Disponível em <https://auxfisio.wordpress.com/2017/11/12/qual-a-funcao-do-splicing-na-transcricao-genetica/> Acesso em: 8 jan. 2019.

Os genes - O conceito de gene e como ele atua está em plena construção na ciência atual. Ficaremos, no entanto, com os conceitos gerais. Os genes estão localizados nas moléculas de DNA, em regiões específicas dos cromossomos formalmente conhecidos como **lócus gênico**. Alelos são formas distintas de genes encontrados nessas regiões; cada alelo carrega informações levemente diferentes, que são utilizadas na expressão gênica. Essas informações estão contidas em sequências compostas por apenas 4 bases nitrogenadas: (A),(T), (C) e (G).

Figura – Genes alelos

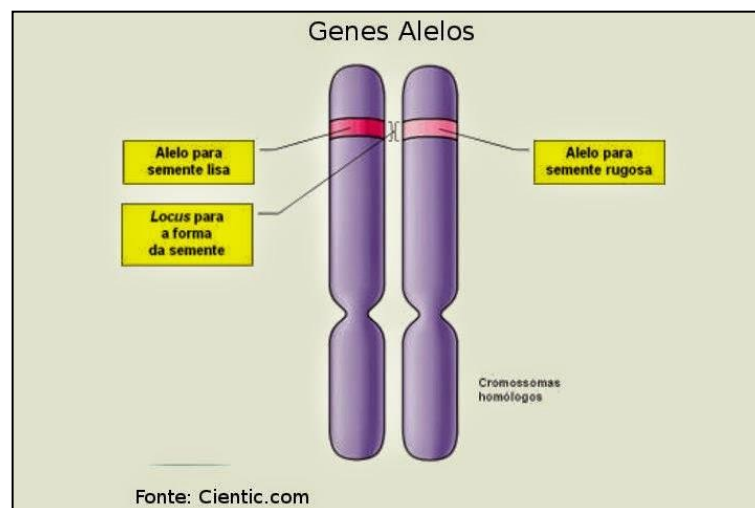


Imagem retirada de: Qual é a diferença entre Alelos e Genes? Disponível em: <https://dicasdeciencias.com/2015/06/13/qual-e-a-diferenca-entre-alelos-e-genes/>. Acesso em: 9 de Jan de 2018.

O código genético – O sistema de codificação genética dos seres vivos é denominado código genético e é universal, ou seja, é o mesmo em praticamente todos os seres vivos do planeta. Nele, uma trinca de nucleotídeos do RNAm transcrito, e conseqüentemente

do DNA, corresponde a um aminoácido no polipeptídeo. Cada uma das trincas de bases nitrogenadas do RNAm codificadoras da proteína é denominada **códon**. A combinação das quatro bases nitrogenadas em grupos de três dá um total de 64 códons. Esse número é muito maior do que o número total de aminoácidos (20). Entretanto, mostrou-se por meio de experimentos que um aminoácido pode ser codificado por mais de uma trinca, havendo, assim, trincas sinônimas. Pelo fato de um aminoácido poder ser codificado por mais de uma trinca, o código genético é dito **degenerado**. Além disso, existem três trincas que não codificam aminoácidos, mas determinam o fim do polipeptídeo.

Figura – O código genético
Segunda Base

		Segunda Base					
		U	C	A	G		
Primeira Base 5'	U	UUU } Fenil-alanina UUC } UUA } Leucina UUG }	UCU } Serina UCC } UCA } UCG }	UAU } Tirosina UAC } UAA } Parada/ Fim UAG } Parada/ Fim	UGU } Cysteine UGC } UGA } Parada/ Fim UGG } Tryptophan	U	C
	C	CUU } Leucina CUC } CUA } CUG }	CCU } Prolina CCC } CCA } CCG }	CAU } Histidina CAC } CAA } Glutamina CAG }	CGU } Arginina CGC } CGA } CGG }	U	C
	A	AUU } Isoleucina AUC } AUA } AUG } Metionina Início	ACU } Treonina ACC } ACA } ACG }	AAU } Asparagina AAC } AAA } Lisina AAG }	AGU } Serina AGC } AGA } Arginina AGG }	U	C
	G	GUU } Valina GUC } GUA } GUG }	GCU } Alanina GCC } GCA } GCG }	GAU } Ácido Aspártico GAC } GAA } Ácido Glutâmico GAG }	GGU } Glicina GGC } GGA } GGG }	U	C
						3'	Tercceira Base

Imagem retirada de: O código genético (Alterada). Disponível em <https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Citologia2/AcNucleico6.php> Acesso em: 10 de Jan de 2019

Tradução- É o processo de síntese de proteína, e dele participam os RNAm, o RNAt e o RNAr (ribossomos).

No citoplasma, cada códon do RNAm será finalmente traduzido em um aminoácido. E, mais uma vez, é a propriedade de pareamento dos ácidos que permite esse fenômeno, com a ajuda dos RNA transportadores. Cada RNAt possui uma sequência conhecida como **anticódon** e está ligado a um dos vinte aminoácidos existentes. Os ribossomos coordenam esse processo e unem os aminoácidos adjacentes em cadeias polipeptídicas. De maneira simplificada, os ribossomos se associam ao RNAm e fazem a varredura nessa molécula até encontrar o **códon de início de tradução**. A estrutura dos ribossomos promove o ambiente ideal para o reconhecimento e pareamento entre o

códon(RNA_m) e o anticódon(RNA_t) e a adição do aminoácido correto. Quando os ribossomos encontram os códons de término, o processo de tradução é encerrado e o polipeptídeo formado é liberado.

Figura – RNA transportador

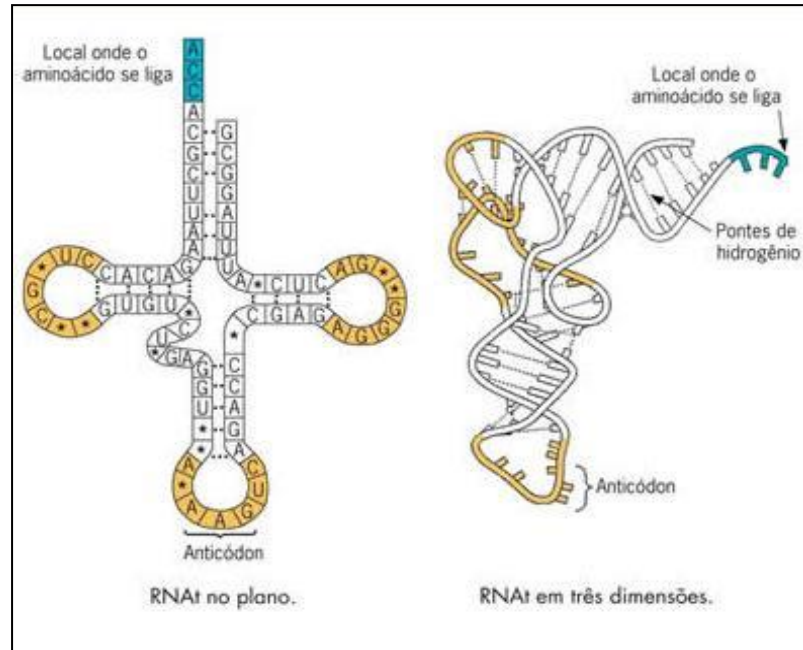


Imagem retirada de: <https://geneticavirtual.webnode.com.br/genetica-virtual-home/prefacio/transcri%C3%A7%C3%A3o/classes-de-moleculas-de-ma/>. Acesso em 9 de jan de 2019.

Figura – Tradução

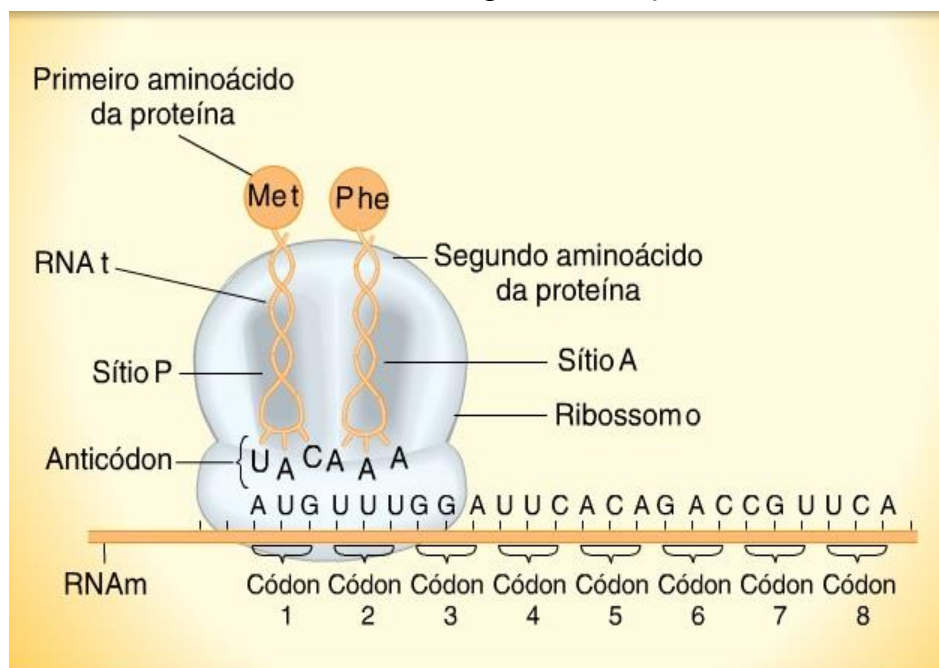


Imagem retirada de: Síntese de proteínas: O que é? Disponível em: <https://descomplica.com.br/blog/biologia/o-que-e-sintese-proteica/>. Acesso em 10 de Jan de 2019

REFERÊNCIAS:

AMABIS, José Mariano e MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia moderna**. São Paulo: Moderna, 2016. Vol1

LOPES, Sônia e ROSSO, Sérgio. **Bio**. São Paulo: Saraiva, 2016. Vol3

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando e PACCA, Helena. **Biologia hoje**–São Paulo: Ática, 2016. Vol1

THOMPSON, Miguel e RIOS, Eloci Peres. **Conexões com a Biologia**. São Paulo: Moderna, 2016. Vol2

AULA 4 – Oficina - Transcrevendo e traduzindo.

Objetivos desta aula:

- Demonstrar, com materiais disponibilizados, os processos de transcrição e tradução;
- Interagir e perceber o processo de conversão de nucleotídeos a aminoácidos, utilizando o código genético;
- Reconhecer que o gene é responsável pela determinação das proteínas;
- Explicar em termos gerais como os genes determinam as características estruturais e funcionais dos seres vivos por meio do controle da síntese de proteínas.

Atividade 1 (100 minutos): Oficina - Transcrevendo e traduzindo.

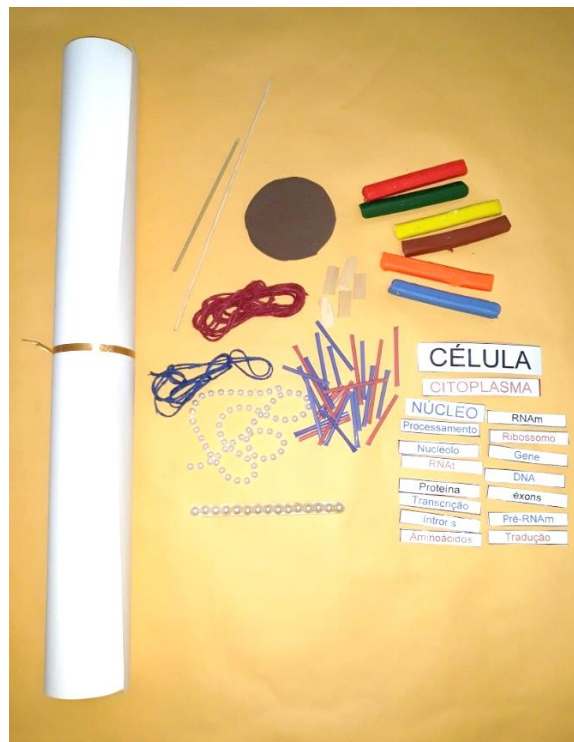
MATERIAL NECESSÁRIO (Cada kit)

O modelo pode ser confeccionado a partir dos materiais listados a seguir:

- Canudinhos picados (duas cores);
- 2 palitos de churrasco, um inteiro e metade do outro;
- Palitos de picolé, 5 pedaços já cortados (2 cm);
- Barbante de duas cores, 2,20 m de uma cor e 1,10 m da outra;
- Um palito de picolé com adesivo de meia pérola colada;
- 50 cm de pérolas;
- 1 folha de papel pardo;

- Um círculo de 5 cm de E.V.A.;
- Uma cartolina branca;
- Massinha de modelar (1 caixa pequena com 6 unidades).
- Grupos de palavras separadas e impressas, protegidas por plástico autoadesivo transparente (célula, citoplasma, núcleo, nucléolo, DNA, RNAm, Pré-RNAm, RNAt, aminoácidos, ribossomos, transcrição, tradução, processamento, gene, proteína, íntrons, éxons).

FIGURA – O kit



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

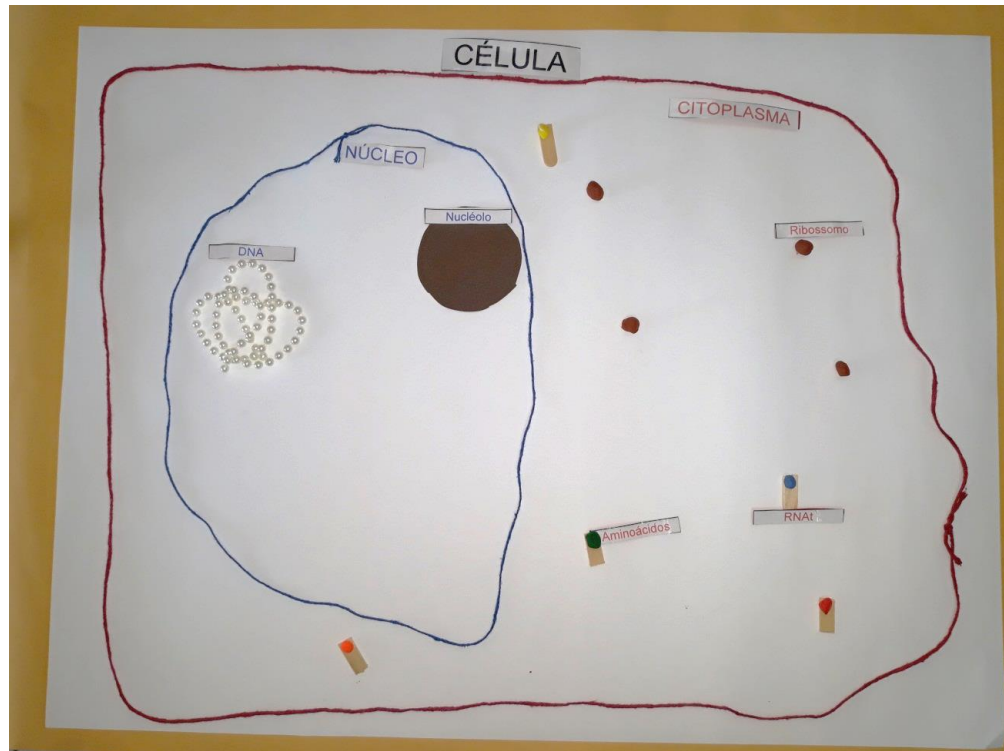
Dividir a turma em grupos de 4 componentes. Cada grupo receberá um kit. Em seguida, realizar a conferência do material do kit.

Os grupos devem executar a atividade de acordo com o comando do professor. Este deverá ir passando pelos grupos e verificando a execução da mesma. É um momento oportuno para avaliar e sanar dúvidas.

1) Colocar a folha de papel pardo sobre as 4 mesas dos alunos, e sobre ela a cartolina;

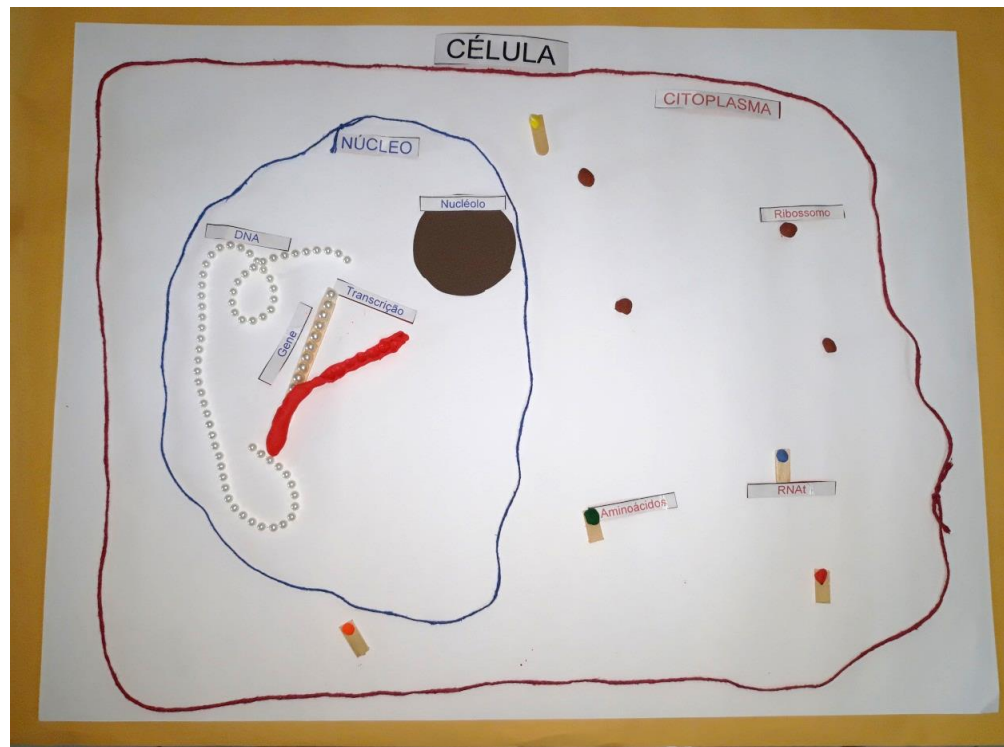
- 2) À medida que as partes e/ou processos forem sendo executados, identificá-los com os nomes do kit;
- 3) A cartolina representa a célula. Identificar com os barbantes coloridos a membrana plasmática e a carioteca, o DNA com as pérolas e nucléolo com o E.V.A.;
- 4) Distribuir as peças de palitos de picolé cortados (RNAt), confeccionar bolinhas de massinha e colocar sobre os aminoácidos. Produzir bolinhas de massinha maiores, que serão os ribossomos (figura 1);
- 5) Circular pelos grupos e conferir;
- 6) Iniciando o processo de transcrição. Pedir para que os alunos insiram o gene (palito de picolé colado com pérolas) no DNA. Escolher uma cor de massinha para simbolizar o pré-RNAm sendo transcrito (figura 2);
- 7) Instruir para trocar o material. O pré-RNAm de massinha deve ser substituído pelo palito maior de churrasco encapado pelos pedaços de canudinhos coloridos. Orientar para colocar a legenda dos íntrons e éxons, fora da célula. Retirar as palavras transcrição e gene;
- 8) Demonstrar o processo de processamento do RNAm (figura 3);
- 9) Com o RNAm processado no núcleo, encaminhá-lo para o citoplasma para que ocorra a tradução mediada pelo ribossomo;
- 10) À proporção que o ribossomo passa pelo RNAm irá formando a proteína, neste caso simbolizada por massinha trazida pelos RNAts;
- 11) A proteína será simbolizada por massinha (figura 4).

FIGURA 1 - Esquema simplificado de uma célula eucariota.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

FIGURA 2 – Esquema da transcrição



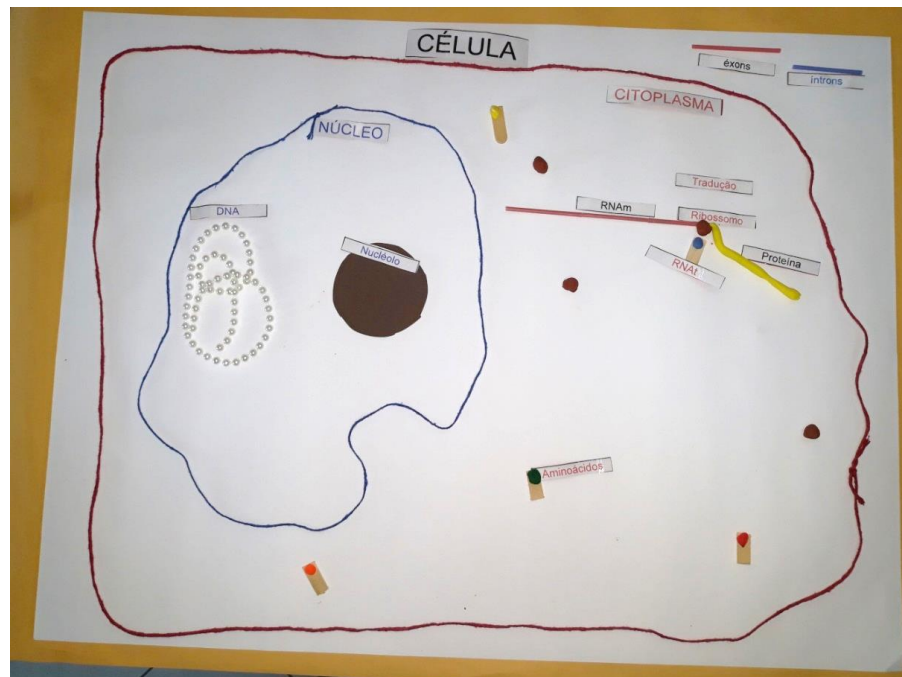
Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

FIGURA 3 – Esquema do processamento do RNAm



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

FIGURA 4 – Esquema da tradução



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

AULA 5 – Oficina – Decifrando o código genético.

Objetivos desta aula:

- Relacionar o comprometimento de mudanças de nucleotídeos com a síntese de proteína e a sua funcionalidade;
- Utilizar uma tabela de código genético para prever, a partir da sequência de base de um DNA ou de um RNA, a composição de aminoácidos na proteína produzida.

Atividade 1 (100 minutos): Aula prática - Decifrando o código

O professor deverá trazer um modelo didático pronto e de fácil visualização (figura RNAm). Pedir para que todos os alunos peguem a tabela de conversão do código genético para acompanharem a prática. A ideia é que todos participem das discussões. O momento é oportuno para questionamentos e reflexões, como: o que pode acontecer (i) se uma base do RNAm for trocada?; (ii) E se uma base for deletada ou acrescentada? E se um códon for deletado ou acrescentado?; (iii) E se a leitura iniciar em um lugar errado?

Antes da demonstração prática da tradução, mostrar no quadro exemplos de uma tradução e posteriormente as possíveis alterações no material genético, isto é, as mutações.

Disponibilizar o gene no quadro para que os alunos copiem e realizem, no caderno, a tradução, tendo como base a tabela do código genético.

Seguem os exemplos empregados nesta sequência:

O modelo de gene utilizado como base.

TAC ACA TGA TAA GTT TTA ACG GGG GAT CCT ATT → DNA

AUG UGU ACU AUU CAA AAU UGC CCC CUA GGA UAA → RNAm

Metionina – cisteína – treonina – isoleucina – glutamina – asparagina – cisteína – prolina – leucina – glicina – stop.

Primeira alteração:

Se for trocada a terceira base nitrogenada do quarto trio de letras do DNA (adenina por guanina). Lembrando sempre que as alterações acontecem no DNA, como vai ficar a proteína?

TAC ACA TGA TAA GTT TTA ACG GGG GAT CCT ATT → DNA

TAC ACA TGA TAG GTT TTA ACG GGG GAT CCT ATT → DNA

AUG UGU ACU AUC CAA AAU UGC CCC CUA GGA UAA → RNAm

Metionina – cisteína – treonina – **isoleucina** – glutamina – asparagina – cisteína – prolina – leucina – glicina – stop.

Segunda alteração:

Se for trocada a terceira base nitrogenada do sexto trio de letras do DNA (adenina por uma timina).

TAC ACA TGA TAA GTT TTA ACG GGG GAT CCT ATT → DNA

TAC ACA TGA TAA GTT TTT ACG GGG GAT CCT ATT → DNA

AUG UGU ACU AUU CAA AAA UGC CCC CUA GGA UAA → RNAm

Metionina – cisteína – treonina – isoleucina – glutamina – **lisina** – cisteína – prolina – leucina – glicina – stop.

Terceira alteração:

Se for inserida uma base nitrogenada, por exemplo, a timina, após a primeira base do sétimo trio de letras do DNA.

TAC ACA TGA TAA GTT TTA ACG GGG GAT CCT ATT → DNA

TAC ACA TGA TAA GTT TTA ATC GGG GGA TCC TAT T → DNA

AUG UGU ACU AUU CAA AAU UAG CCC CCU AGG AUA A → RNAm

Metionina – cisteína – treonina – isoleucina – glutamina – asparagina – **stop**.

Quarta alteração:

Se for deletada uma base nitrogenada, por exemplo, a timina, do terceiro trio de letras do DNA.

TAC ACA TGA TAA GTT TTA ACG GGG GAT CCT ATT → DNA

TAC ACA TGA TAA GTT TTA ACG GGG GAT CCT ATT → DNA

TAC ACA GAT AAG TTT TAA CGG GGG ATC CTA TT → DNA

AUG UGU CUA UUC AAA AUU GCC CCC UAG GAU AA → RNAm

Metionina – cisteína – **leucina** – **fenilalanina** – **lisina** – **isoleucina** – **alanina** – **prolina** – **stop**.

Modelo didático

O modelo pode ser confeccionado a partir dos materiais listados a seguir ou outros alternativos:

- 4 cartelas de ovos (papelão ou isopor);
- 36 bolinhas de isopor com 4 cm de diâmetro;
- Pincel nº 8 para pintar as bolinhas de isopor e a cartela;
- Embalagens de eletrodomésticos de isopor ou similar (podem ser substituídas por uma folha grossa de isopor) cortadas em cubos de 2 cm de aresta (aminoácidos);
- Várias cores de tinta guache para pintar os aminoácidos e os nucleotídeos;
- 1 rolinho de arame de artesanato mais fino;
- 1 rolinho de arame de artesanato mais grosso;
- Palitos de churrasco cortados com 15 cm;
- Pistola de cola quente;
- Canudos para drinks;
- Percevejos;
- Um pedaço de arame de aproximadamente 20cm (pode ser substituído por um clipe grande);
- Uma embalagem transparente, sem o fundo, formando um tubo (15cm), cortada longitudinalmente para que possa deslizar pelo RNAm (ribossomo). Utilizou-se neste modelo uma embalagem de doces, que pode ser adquirida gratuitamente em uma loja de doces e biscoitos ou mesmo em uma lanchonete. A garrafa pet, depois de cortada, não mantém a forma;
- Caneta para retroprojeter;
- Em uma marcenaria, solicitar a fabricação de uma estrutura de madeira com as seguintes medidas: duas fitas de madeira com 85 cm x 4,5 cm x 1,5 cm unidas por uma dobradiça, e nas pontas um pé com 4,5 cm de altura.

Execução:

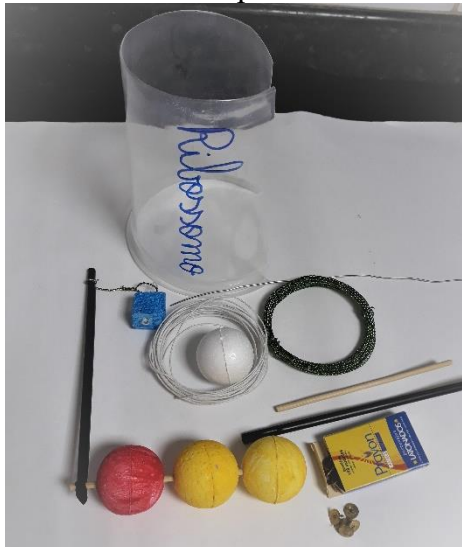
- Cortar as fileiras da cartela de ovos;
- Escolher uma cor para cada uma das quatro bases. Neste trabalho, utilizou-se amarelo para adenina, vermelho para uracila, azul para guanina e verde para citosina;

- Pintar cada uma das cavidades da embalagem, que estarão representando os nucleotídeos do RNAm. A sugestão é escrever na parte externa da embalagem as letras correspondentes às bases nitrogenadas (A,U,C,G);
- Prendê-las na madeira com os percevejos, uma após a outra, formando uma fileira (RNAm);
- Pintar as bolinhas de isopor com as cores correspondentes aos códons (as três bases nitrogenadas) formados no RNAm;
- Pintar os aminoácidos de isopor com as cores correspondentes aos seus códons e passar por eles o arame para facilitar a passagem do arame artesanal, que é muito flexível;
- Cortar o arame fino em pedaços de 6 cm e passar pelos aminoácidos, fazendo um gancho nas pontas que ficaram sobrando, com a finalidade de ligar uns aos outros;
- Aquecer a extremidade de uma das pontas do arame, segurar a outra ponta com alguma proteção, para não se queimar (pode ser com um alicate). Quando começar a ruborizar, perfurar as bolinhas de isopor, para facilitar a entrada dos palitos de churrasco;
- Passar o palito de churrasco unindo 3 bolinhas (anticódon), prendendo com uma gota de cola quente em uma extremidade, e na outra será preso com o canudo. Passar as bolinhas de acordo com a cor e dar o espaçamento para o encaixe nas embalagens de ovo. Ter atenção na montagem para seguir a ordem das cores correspondes ao códon;
- Pode-se fazer o mesmo procedimento (aquecer o arame) para perfurar os canudos;
- Simular a tradução passando o ribossomo pelo RNAm e ir encaixando os RNAs correspondentes, códon e anticódon, prendendo um aminoácido ao outro.

Nesta demonstração, será necessária a ajuda de pelo menos um aluno.

A seguir, são apresentadas ilustrações da atividade:

FIGURA – Material para modelo didático



Fonte: Produzido pelo autor (2019).

FIGURA – Dispositivo para dobra do RNAm



Fonte: Produzido pelo autor (2019).

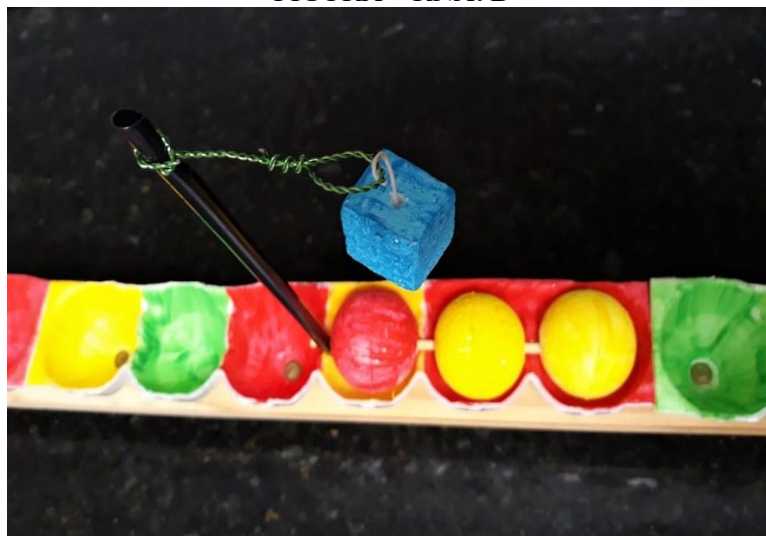
FIGURA – RNAm



Fonte: Produzido pelo autor (2019).

FIGURA – RNA_t A

Fonte: Produzido pelo autor (2019).

FIGURA – RNA_t B

Fonte: Produzido pelo autor (2019).

FIGURA – Fixação das cartelas



Fonte: Produzido pelo autor (2019).

FIGURA – RNAt e os aminoácidos



Fonte: Produzido pelo autor (2019).

FIGURA – Tradução A



Fonte: Produzido pelo autor (2019).

FIGURA – Tradução B



Fonte: Produzido pelo autor (2019).

FIGURA – Tradução C



Fonte: Produzido pelo autor (2019).

RECURSOS DIDÁTICOS:

- Textos sobre os assuntos para a aula;
- Material didático diversos, como massa de modelar, canudos de vários tipos, palitos de churrasco, palitos de picolé, tesoura, tinta guache, pinceis, fita adesiva, arame de artesanato, pérolas, adesivos de pérolas, cola, miçangas, linha de silicone, régua, lápis, folha de E.V.A., pérolas, bolas de soprar de canudo, bomba manual para encher balões, canetas, cartolina, papel pardo, barbante, caneta para retroprojctor, bolinhas de isopor, arame artesanal, arame galvanizado ou clipe grande, pistola de cola quente e sucata em geral.

AVALIAÇÃO:

Sendo a avaliação um processo que se faz no dia a dia e de forma constante, as percepções e reflexões do professor, realizadas ao longo da aplicação da sequência didática, serão relatadas e comparadas com suas experiências anteriores. Estas observações sobre o interesse e o comprometimento do aluno, participação e execução de atividades, questionamentos e indagações são formas de avaliação importantes no processo de ensino e aprendizagem.

CRONOGRAMA:

Total de 10 horas /aulas, não necessariamente seguidas.

ANEXO A – Proteína, de onde vens? Para onde vais?

Proteína, de onde vens? Para onde vais?

Figura 1 – Alimentos ricos em proteínas

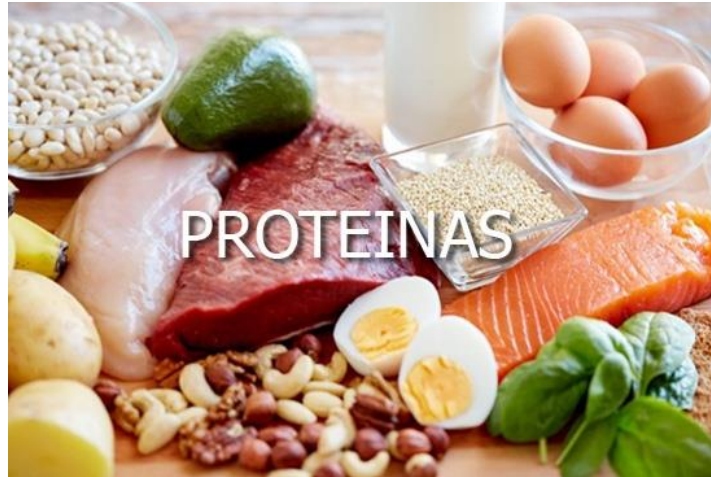


Imagem retirada de: Alimentos ricos em proteínas – Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/alimentos-ricos-em-proteinas/>. Acesso em: 6 jan. 2019.

As proteínas são os “burros de carga” dos nossos corpos.

Proteínas perfazem cerca de 42% do peso seco do nosso corpo. A proteína colágeno - que mantém a pele, os tendões, os músculos e os ossos juntos - compõe cerca de um quarto da proteína total do corpo. Dentre as muitas substâncias podemos destacar o hormônio insulina, que tem papel fundamental no controle da concentração de glicose no sangue. Outra molécula importante é o GLUT-4, responsável por transportar a glicose recém-chegada no sangue para dentro da célula muscular e do tecido adiposo. Tanto a insulina quanto o GLUT-4 são proteínas.

Figura 2 – Fisiculturismo



Imagem retira de: Saiba quais são os riscos do fisiculturismo para saúde – 2016 – Disponível em: <https://www.tuasaude.com/riscos-do-fisiculturismo/>. Acesso em: 6 de jan. 2019

Segundo a nutricionista Priscila Machado:

“A proteína é um nutriente essencial para o nosso organismo, porque, após ela ser digerida, ela produz pequenas substâncias chamadas aminoácidos que vão servir de matéria-prima para a construção de hormônios, de neurotransmissores, de estrutura de célula, construir tecido, pele, cabelo”.²

Proteínas são recicladas.

Como nós, plantas e animais são feitos de proteínas. Quando os comemos, ingerimos proteína. Alimentos ricos em proteínas, como feijão, carne, peixe, queijo, ovos e nozes são os blocos de construção para crescer e manter um corpo saudável.

As proteínas de origem animal possuem alto valor biológico, ou seja, possuem melhor composição de aminoácidos, em relação às proteínas de origem vegetal. Essas proteínas possuem todos os aminoácidos essenciais ao organismo em quantidades adequadas para o seu crescimento e manutenção.

Em geral, cada pessoa precisa consumir por dia um grama de proteína para cada quilo de peso corporal. No entanto, mesmo que atletas e frequentadores de academia possam se beneficiar da ingestão da proteína após o treino, não significa que devam fazer uso de suplementos.

Segundo o professor de esporte Kevin Tipton,

“Não há necessidade de tomar suplementos. Eles são uma forma conveniente de obter proteína, mas não há nada nos suplementos que você não consiga nos alimentos.”²

Alex Johnstone completa:

"Alguns produtos rotulados como ricos em proteína não são, e costumam ser muito caros. De qualquer forma, consumir mais proteína do que o necessário é um desperdício em termos de dinheiro, que vai pelo ralo”.³

¹PROTEÍNA GARANTE A SAÚDE DOS MÚSCULOS E DOS OSSOS - Bem Estar - Edição de terça-feira - 21/08/2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/bemestar/noticia/2018/08/21/proteina-garante-a-saude-dos-musculos-e-dos-ossos.ghtml>. Acesso em: 6 de Jan de 2019.

²BROWN, Jessica - *Qual é de fato a quantidade de proteína de que nosso corpo precisa?* – 2018 – Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/vert-fut-44378545>. Acesso em: 6 de Jan de 2019.

³BROWN, Jessica - *Qual é de fato a quantidade de proteína de que nosso corpo precisa?* – 2018 – Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/vert-fut-44378545>. Acesso em: 6 de Jan de 2019.

Situação problema:

A publicidade dos suplementos alimentares promete milagres, oferece inúmeras vantagens no consumo regular, tais como: boa saúde, bem-estar e disposição. Além disso, dão energia, aumentam a massa muscular, previnem doenças e algumas vezes prometem até curá-las, um verdadeiro milagre.

Assim, temos a seguinte problemática:

Abaixo temos a propaganda de um suplemento alimentar proteico e um depoimento de uma usuária, ambos retirados da internet. Após a leitura do texto-base e das informações abaixo, elabore uma hipótese sobre a afirmação do Dr. Mauro Fisberg.

Anúncio de vendas de colágeno:

[...] Estudos clínicos mostram que a ingestão regular de Colágeno Hidrolisado melhora a condição básica e a estrutura da pele (com a ingestão diária por 12 semanas), pois ele é o componente da derme e manter sua quantidade adequada é a chave para uma pele bonita e saudável. [...] A ingestão de Colágeno Hidrolisado é importante para manter a estrutura óssea, pois estimula a produção endógena de colágeno por células ósseas conduzindo alguns elementos no mecanismo e associado ao silício orgânico, auxilia na manutenção da integridade da cartilagem, protegendo as articulações, ligamentos e tendões[...]

Disponível em: [https://www.naturalrock.com.br/produtos/colageno-hidrolisado-2-em-1-sache-sortido-original-verisol-](https://www.naturalrock.com.br/produtos/colageno-hidrolisado-2-em-1-sache-sortido-original-verisol-30x10g-maxinutri)

30x10g-maxinutri. Acesso em: 6 jan. 2019.

Depoimento de usuária de colágeno:

Então... Eu estava tomando uma colher de sopa por dia de colágeno hidrolisado, por indicação médica, até que ouvi um médico (Dr. Mauro Fisberg) dizer que tomar suplemento de colágeno hidrolisado simplesmente não resolve nada, ou seja, para o colágeno ingerido chegar até a pele, a quantidade deve ser absurdamente grande, tornando essa ingestão de colágeno inútil. Eu até achei que faz algum sentido o que ele disse, mas teria que ouvir mais opiniões de nutrólogos. Sim, porque a maioria dos dermatologistas, de fato, recomenda o colágeno hidrolisado.

TUDO SOBRE COLÁGENO! – 2018 - Disponível em: <https://belezaesauade.com/colageno/comment-page-6/>. Acesso em:

6 de Jan de 2019.

Fontes de pesquisa

WHAT ARE PROTEINS? - Disponível em: <https://bezaesaude.com/colageno/comment-page-6/>. Acesso em: 6 de Jan de 2019.

MAGNONI, Daniel - *Proteínas: conheça as diferenças entre os vários tipos* – 2017 – Disponível em: <https://veja.abril.com.br/blog/letra-de-medico/proteinas-conheca-as-diferencas-entre-os-varios-tipos/>. Acesso em: 6 de Jan de 2019.

ROGERO, Marcelo Macedo - *O que os genes têm a ver com a nutrição* - Disponível em: <https://saude.abril.com.br/blog/alimente-se-com-ciencia/o-que-os-genes-tem-a-ver-com-a-nutricao/> Acesso em: 6 de Jan de 2019.

ANEXO B – O núcleo celular

O núcleo celular

O núcleo individualizado é uma estrutura presente nas células eucariotas e responsável pelo controle das funções celulares.

A maioria das células é mononucleada, isto é, apresenta apenas um núcleo. Mas também existem as binucleadas (protista - paramécio; multinucleadas - células musculares estriadas; anucleadas - hemácias, duram pouco tempo, cerca de 120 dias).

O núcleo apresenta 4 componentes fundamentais:

- Carioteca ou membrana nuclear ou envelope nuclear - é formada por duas membranas lipoprotéicas e cheia de poros, que regula a entrada e saída de substâncias, controlando e facilitando a comunicação entre o núcleo e o citoplasma. A membrana externa comunica-se com a membrana do retículo endoplasmático rugoso.
- Nucleoplasma ou Cariolinfa - é uma solução aquosa que envolve a cromatina e o nucléolo.
- Nucléolo - São massas densas constituídas RNAr e proteínas, responsáveis pela formação dos ribossomos.
- Cromatina - É o DNA associado às proteínas, chamadas histonas. É o material que forma cada um dos cromossomos. Heterocromatina (cromatina condensada) - genes inativos, o metabolismo é inerte. Eucromatina (cromatina desenrolada, frouxa) genes ativos.

Ao longo da molécula de DNA, os genes, comandam e coordenam todo o funcionamento celular e são responsáveis pelas características hereditárias.

Figura 1: Biologia ENEM: tudo sobre o núcleo celular

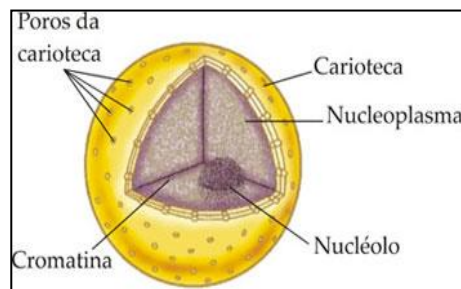


Imagem retirada de: Biologia ENEM: tudo sobre o núcleo celular. Disponível em: <http://www.eqso.com.br/noticias/123673-biologiaenemtudosobreonuocleocelular>. Acesso em: 7 de Jan de 2019.

Figura 2: Organização e estrutura do DNA.

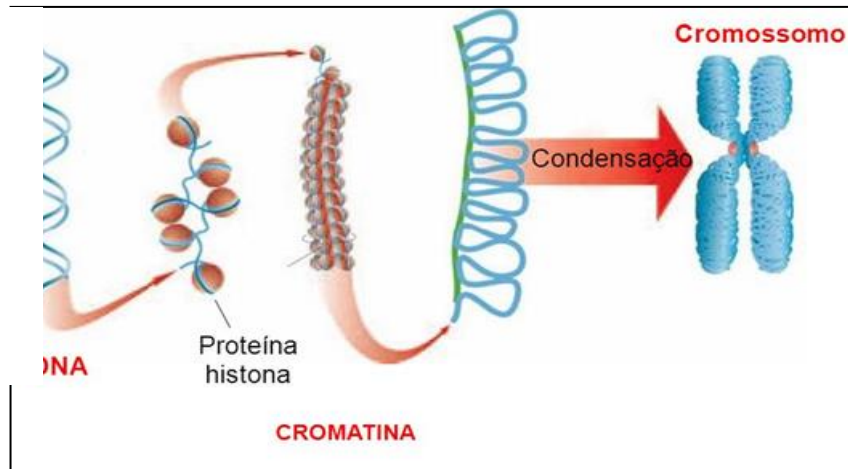


Imagem retirada de: Organização e Estrutura do DNA -Disponível em: <https://www.planetabiologico.com.br/genetica/organizacao-e-estrutura-do-dna/>Acessoem: 7 jan. 2019.

Durante o período em que a célula não está se dividindo (intérfase), os filamentos de DNA estão emaranhados, a cromatina. É neste período, que ao filamento de DNA é duplicado, e cada um dos filamentos é chamado de cromátide. As cromátides de um mesmo cromossomo são chamadas de cromátides-irmãs. Durante a divisão celular, as cromátides-irmãs se separam e cada uma vai para uma célula filha.

Quando a célula entra em processo de divisão (mitose ou meiose), cada filamento enrola-se sobre si mesmo, assumindo a forma de bastão curto e grosso. São chamados de cromossomos.

Classificação dos cromossomos: é feita de acordo com a posição do centrômero.

Figura 3: Os cromossomos

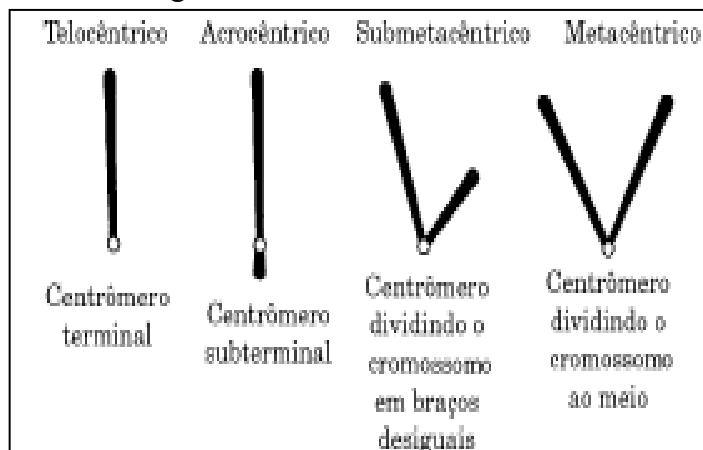


Imagem retirada de: Os cromossomos -Disponível em <https://biomania.com.br/artigo/os-cromossomos> - Acessoem:7 jan. 2019.

Figura 4: centrômeros

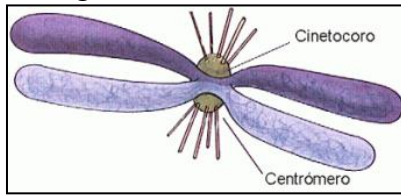


Imagem retirada de: cromossomas -Disponível em

<https://biologia12ano.wordpress.com/tag/cinetocoro/> - Acesso em: 7 jan. 2019.

Figura 5: Biologia: mitose e meiose

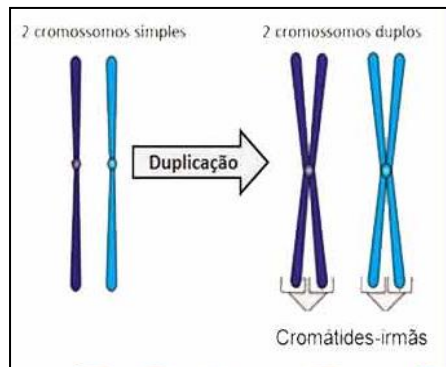


Imagem retirada de: Biologia: Mitose e meiose -Disponível em

<http://resumosdoceps.blogspot.com/2015/06/biologia-mitose-e-meiose.html>

Acesso em: 7 jan. 2019.

A extremidade de cada cromossomo é chamada telômero e se relaciona ao tempo de vida da célula.

- Cromossomos homólogos - cada par de cromossomos, um de origem paterna e outro de origem materna, que trazem a mesma informação genética.
- Cariótipo - coleção particular de cromossomos que definem uma espécie, (tamanho, forma e quantidade de cromossomos).
- Células diploides ou somáticas - apresentam pares de cromossomos homólogos (homem- $2n=46$).
- Células haploides ou reprodutoras (gametas) - apresentam apenas um cromossomo de cada. (homem - $n = 23$).

O genoma é o conjunto completo de genes e sequências regulatórias contidas no DNA.

Fonte de pesquisa

THOMPSON, Miguel e RIOS, Eloci Peres. **Conexões com a Biologia**. São Paulo: Moderna, 2016. Vol2

LOPES, Sônia e ROSSO, Sérgio. **Bio**. São Paulo: Saraiva, 2016. Vol3

AMABIS, José Mariano e MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia moderna**. São Paulo: Moderna, 2016. Vol1

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando e PACCA, Helena. **Biologia hoje**– São Paulo: Ática, 2016. Vol1

ANEXO C – Montagem de cariótipo humano

MONTAGEM DE CARIÓTIPO HUMANO: uma atividade didática alternativa e de fácil aplicação (Genética na Escola | Vol. 7 | Nº 2 | 2012) - Adaptado

MATERIAIS NECESSÁRIOS

- Canudos de plástico coloridos
- Tesoura sem ponta
- Régua milimetrada
- Barbante
- Cartolina de cor clara
- Pincéis

PLANEJAMENTO DA ATIVIDADE

A turma deverá ser dividida em grupos, cada um deles deverá conter todos os materiais listados acima. Antes de iniciar, o professor deverá sortear qual o cariótipo que deverá ser confeccionado por cada grupo (feminino, masculino, síndrome de Down, Turner ou Klinefelter). O professor deverá fornecer aos alunos os passos para a confecção do devido cariótipo (descritos a seguir), de forma que eles possam entender as características de cada par de cromossomos e dos seus grupos.

CARIÓTIPO FEMININO

GRUPO A - Pares 1, 2 e 3.

1- São os maiores cromossomos do cariótipo. Os alunos deverão dobrar ao meio seis canudos da mesma cor e cortá-los.

2- Unir os pares e fixá-los com barbante, formando os braços superior e inferior.

3- Cortar parte dos braços (caso seja necessário) para ajustar a posição da constrição primária.

- Par 1 (metacêntrico): Não haverá corte dos braços
- Par 2 (submetacêntrico): Cortar 2 cm do braço superior.
- Par 3 (metacêntrico): Como esse par é menor que o 1, deverão ser cortados 1,5cm dos braços superior e inferior.

GRUPO B - PARES 4 E 5

1- São cromossomos grandes, ligeiramente menores que os do grupo A. Os alunos deverão

dobrar ao meio seis canudos de mesma coloração e cortá-los.

2- Unir os pares e fixá-los com barbante, formando os braços superior e inferior.

3- Ajustar o tamanho dos cromossomos e a posição da constrição primária mediante corte dos braços:

- Par 4 (submetacêntrico): Cortar 2 cm do braço superior e 1 cm do inferior.
- Par 5 (submetacêntrico): Como este par tem tamanho semelhante ao 4, cortam-se 2 cm do braço superior e 1,1 cm do inferior.

GRUPO C - PARES 6, 7, 8, 9, 10, 11 E 12

1- São cromossomos de tamanho médio. Dezesesseis canudos de mesma cor deverão ser dobrados ao meio e cortados.

2- Unir os pares e fixá-los com barbante, formando os braços superior e inferior.

3- Ajustar a posição da constrição primária mediante corte dos braços. Como todos os pares deste grupo são de tamanho menor que os cromossomos dos grupos anteriores, deve-se proceder da seguinte forma:

- Pares 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12 (submetacêntricos): Cortar 3 cm do braço superior e 1 cm do inferior.

GRUPO D - PARES 13, 14 E 15 (FIGURA 1)

1- São cromossomos de tamanho médio e cada par é ligeiramente menor que o par precedente. Seis canudos de mesma cor deverão ser dobrados ao meio e cortados.

2- Unir os pares e fixá-los com barbante, formando os braços superior e inferior.

3- Ajustar o tamanho dos cromossomos e a posição da constrição primária mediante corte dos braços:

- Pares 13, 14 e 15 (acrocêntricos): Cortar 4 cm do braço superior e 1,5 cm do inferior.

GRUPO E - PARES 16, 17 E 18 (FIGURA 1)

1- São cromossomos pequenos. Seis canudos de mesma cor deverão ser dobrados ao meio e cortados.

2- Unir os pares e fixá-los com barbante, formando os braços superior e inferior.

3- Ajustar o tamanho dos cromossomos e a posição de constrição primária mediante corte dos braços:

- Par 16 (metacêntrico): Cortar 3,5 cm do braço superior e 3,5 cm do inferior.

- Pares 17 e 18 (submetacêntricos): Cortar 5 cm do braço superior e 2 cm do braço inferior

GRUPO F - PARES 19 E 20

1- São cromossomos bem pequenos. Quatro canudos de mesma cor deverão ser dobrados ao meio e cortados.

2- Unir os pares e fixá-los com barbante, formando os braços superior e inferior.

3- Ajustar o tamanho dos cromossomos e a posição de constrição primária mediante corte dos braços da seguinte forma:

- Pares 19 e 20 (metacêntricos): Cortar 4 cm do braço superior e 3,8 cm do braço inferior.

GRUPO G -PARES 21, 22 E XX.

1- São os cromossomos de menor tamanho do cariótipo. Quatro canudos de mesma cor deverão ser dobrados ao meio e cortados.

2- Unir os pares e fixá-los com barbante, formando os braços superior e inferior.

3- Ajustar o tamanho dos cromossomos e a posição constrição primária mediante corte dos braços da seguinte forma:

- Pares 21 e 22 (acrocêntricos): Cortar 5cm do braço superior e 2,5 cm do braço inferior.

- Cromossomos sexuais femininos (metacêntricos):

Cromossomos de tamanho médio. Utilizar dois canudos (com mesma coloração utilizada no Grupo C) dobrá-los ao meio e fixá-los com barbante.

Cortar 4 cm do braço superior e 3,8 cm do braço inferior de ambos pares.

CARIÓTIPO MASCULINO

Seguir os mesmos passos anteriores para todos os grupos, com exceção dos cromossomos sexuais.

- Cromossomos sexuais masculinos: Utilizar um canudo (de mesma cor utilizada no Grupo C) dobrá-lo ao meio e fixá-lo com barbante. Cortar 4 cm do braço superior e 3,8 cm do braço inferior de ambos pares. Para o cromossomo Y(acrocêntrico) utilizar coloração diferente.

Cortar 7 cm do braço superior e 4 cm do braço inferior.

CARIÓTIPO SÍNDROME DEDOWN (TRISSOMIA DO 21)

Seguir os mesmos passos anteriores para todos os grupos. Deverá ser confeccionado um cromossomo 21 (acrocêntrico) a mais.

CARIÓTIPO SÍNDROME DE TURNER (45, X0)

Seguir os mesmos passos anteriores para todos os grupos, com exceção dos cromossomos sexuais, onde haverá apenas 1 cromossomo X.

CARIÓTIPO SÍNDROME DE KLINEFELTER (47, XXY)

Seguir os mesmos passos anteriores para todos os grupos, com exceção dos cromossomos sexuais. Deverão ser confeccionados dois cromossomos X e um cromossomo Y. Da seguinte maneira:

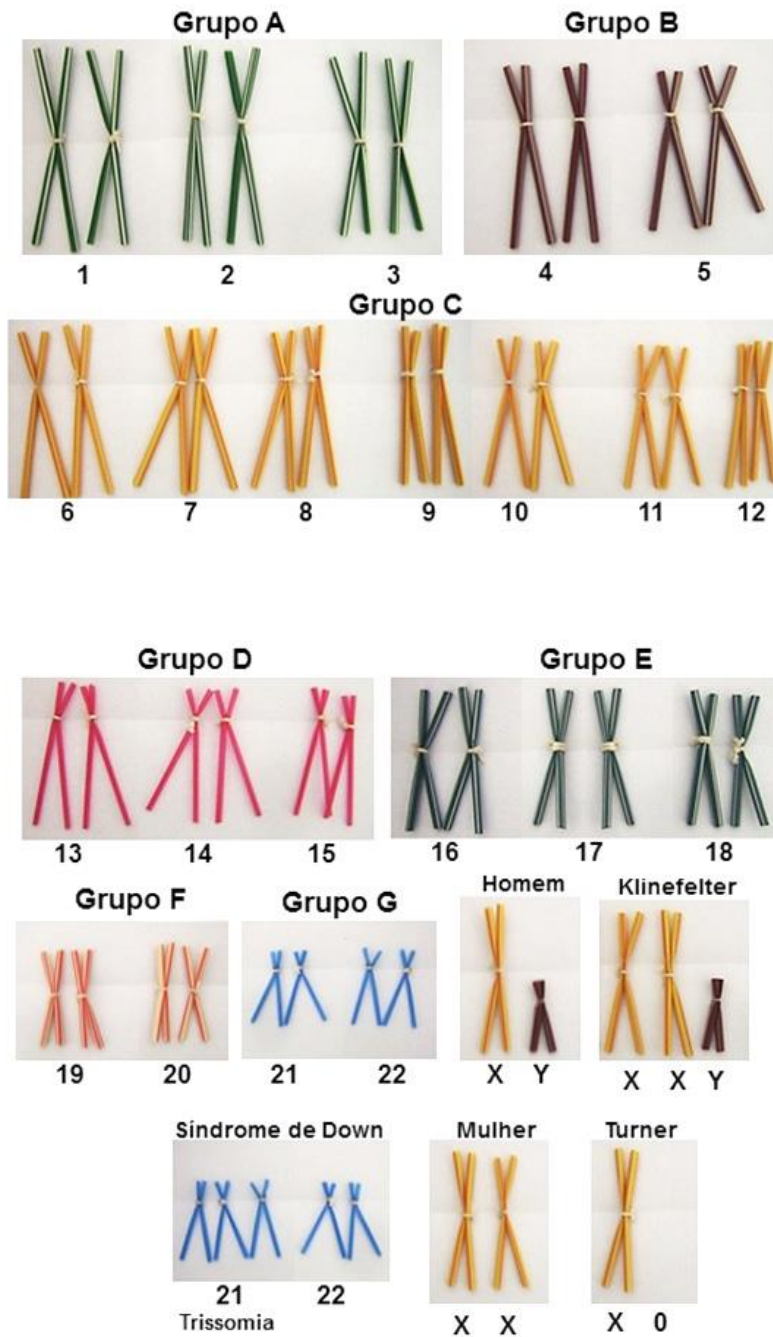
- Cromossomos sexuais: Para os cromossomos X utilizar um canudo (de mesma cor utilizada no Grupo C), dobrá-lo ao meio e fixá-lo com barbante. Cortar 4 cm do braço superior e 3,8 cm do braço inferior de ambos pares. Para o cromossomo Y (acrocêntrico) utilizar coloração diferente. Cortar 7 cm do braço superior e 4 cm do braço inferior.

DISCUSSÃO DA ATIVIDADE

Ao final da atividade, cada grupo de alunos deverá colar os cromossomos confeccionados sem cartolinas e expor aos demais grupos o seu cariótipo. Os demais alunos tentarão adivinhar qual o indivíduo que possui aquele cariótipo (homem, mulher, portador da síndrome de Down, etc.). Além disso, os alunos do grupo podem ser questionados para:

1. Identificar, com o pincel na cartolina, as características (tamanho e posição da constrição primária) dos cromossomos de cada grupo;
2. Identificar quais os cromossomos que determinam o sexo e qual a diferença estrutural entre eles;
3. Assinalar em qual etapa do ciclo celular a célula se encontra e justificar;
4. Relatar a importância do processo de duplicação celular antes da divisão;
5. Demonstrar como os cromossomos estariam durante a metáfase

(FIGURA 1).



REFERÊNCIA

PINHO, J. D.; RIVAS, P.M.S.; CAMPELO, D. D. Montagem decariótipo humano: uma atividade didática alternativa e de fácil aplicação. **Revista Genética na Escola**. São Paulo, v. 7, n. 2, p. 74-77, 2012

ANEXO D – Os genes

Os genes

O DNA (ácido desoxirribonucléico) e o RNA (ácido ribonucléico) são ácidos nucleicos que compõem o material genético da célula. Para que os organismos sobrevivam, as informações contidas nesse material precisam ser “lidas” e “utilizadas”, o que ocorre no processo chamado de expressão gênica, que envolve o DNA e o RNA.

A natureza química do material genético – Tanto o DNA quanto o RNA são formados por unidades moleculares denominadas nucleotídeos, no DNA é chamado de desoxirribonucleotídeo e no RNA de ribonucleotídeo, unidos em sequência. Um nucleotídeo é constituído por três componentes quimicamente unidos: **nucleotídeo**

- uma base nitrogenada: Adenina(A), Citosina(C), Guanina(G) e Timina(T) **para o DNA** e Adenina(A), Citosina(C), Guanina(G) e Uracila(U) **para o RNA**
- a pentose desoxirribose (DNA) ou ribose (RNA)
- um fosfato, um íon negativo, derivado do de um ácido fosfórico.

Figura 1- composição estrutural

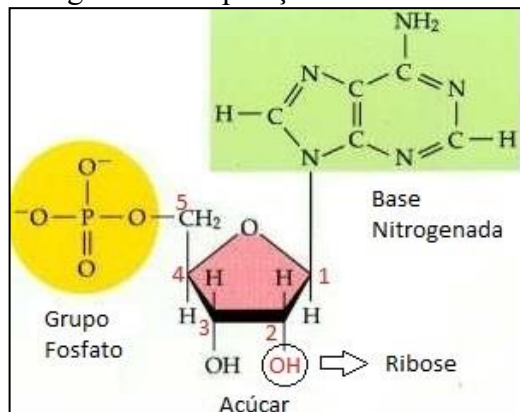


Imagem retirada de: DNA, RNA e Código Genético-Disponível em <https://foconoem.com/wp-content/uploads/2017/08/nucleotideo.jpg>
Acesso em: 8 jan. 2019.

A estrutura do material genético – Os nucleotídeos estão unidos entre si por ligações covalentes, que se estabelecem entre o grupo fosfato de um nucleotídeo e a pentose de outro.

O DNA é composto de duas cadeias polinucleotídicas (dupla fita), unidas por ligações de hidrogênio (ou pontes de hidrogênio), estabelecidas entre as bases nitrogenadas das cadeias. Estas ligações acontecem entre pares específicos : Adenina(A) com Timina(T),

Citosina(C) com Guanina(G). Assim, as duas cadeias da dupla-hélice do DNA são sempre complementares.

O RNA é composto de uma cadeia polinucleotídica (fita simples).

Figura 2- Ligações

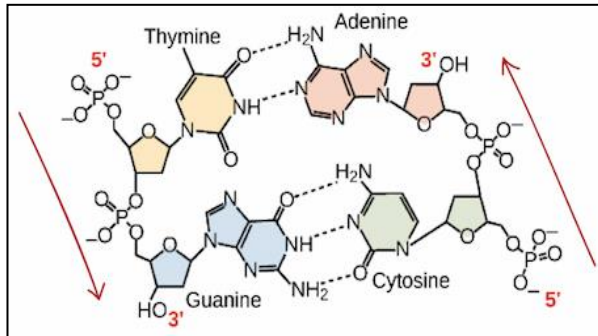


Imagem retirada de: DNA, RNA e Código Genético-Disponível em <https://foconoem.com/dna-rna-e-codigo-genetico/Acessoem:8>
https://sobiologia.com.br/conteúdos/química_vida/química15.php
jan. 2019.

Figura 3 –DNA e RNA

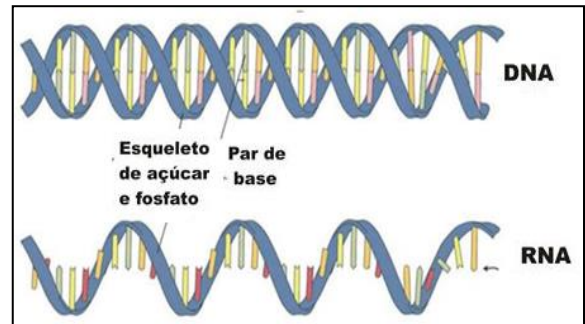


Imagem retirada de: DNA e RNA: Qual é a diferença? Modificada de

Acesso em 8 de Jan.

Propriedades do DNA – A replicação e a transcrição são duas propriedades essenciais no processo de expressão gênica.

Replicação- O DNA tem capacidade de duplicação. Sendo que uma fita serve de base para formar outra. Assim cada molécula-filha é formada por uma cadeia original, provenientes da molécula-mãe, e uma cadeia recém-sintetizada. Por isso se diz que a replicação do DNA é **semiconservativa**.

Transcrição – O DNA pode ser transcrito para o RNA, que quando traduzido, leva à formação de proteínas. A transcrição do RNA tem início com a separação das duas cadeias de certo seguimento do DNA, processo catalisado pela enzima polimerase do RNA. À medida que separa as cadeias do DNA, essa enzima também orienta o emparelhamento de ribonucleotídeos livres em uma das cadeias, que serve assim de molde para a síntese de RNA; a outra cadeia permanece inativa.

Figura 4 – Replicação

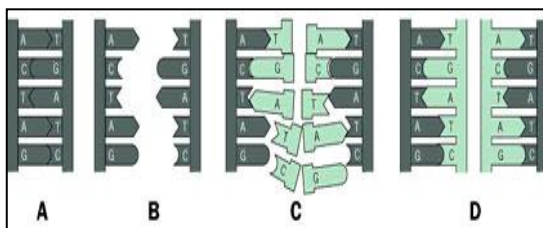


Imagem retirada de: Genes e divisão celular- A duplicação do DNA e a transmissão das informações genéticas - Disponível em <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/biologia/genes-e-divisao-celular-a-duplicacao>. Acesso em 8 de jan.

Figura 5 – Transcrição

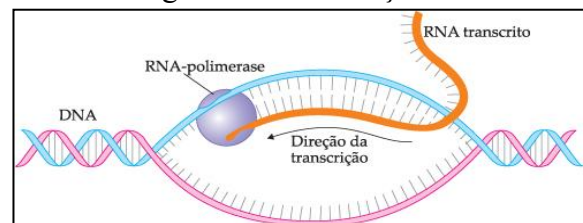


Imagem retirada de: Transcrição da informação genética - Disponível em: <https://www.sobiologia.com.br/conteúdos/citologia2/Acnucleico5.php>. Acesso em 8 de jan.

Tipos de RNA e suas funções: A função primordial das moléculas de RNA transcritas a partir do DNA é participar da síntese de proteínas. Lembre-se de que as proteínas definem a estrutura e o funcionamento das células e, portanto, do organismo como um todo.

RNA_t- RNA transportador ou de transferência – transporta aminoácidos até o local da síntese de proteínas.

RNA_r - RNA ribossômico – Participa da estrutura dos ribossomos, nos quais ocorre a síntese de proteínas, e tem ação enzimática.

RNA_m - RNA mensageiro - portador da instrução para a estrutura primária de uma proteína. Nos eucariontes, o RNA_m transcrito de um segmento de DNA ainda não está na sua forma definitiva e precisa sofrer várias modificações chamadas processamento do RNA_m até se tornar funcional. Esse pré-RNA_m, possui trechos não funcionais, chamados *introns*, formados por uma sequência de bases que não codificam proteínas.

No processo denominado *splicing* (do inglês emenda), os íntrons são “cortados” e retirados antes do RNA passar para o citoplasma, originando um RNA_m funcional. Os trechos funcionais são chamados **éxons**.

O corte dos íntrons e a união dos éxons podem ocorrer, em certos casos, de maneiras diferentes – um processo chamado processo alternativo do RNA ou *splicing* alternativo. Desse modo, um gene pode produzir diferentes tipos de RNA_m e, conseqüentemente, mais de uma proteína diferente.

Figura 6 – *Splicing* do RNA

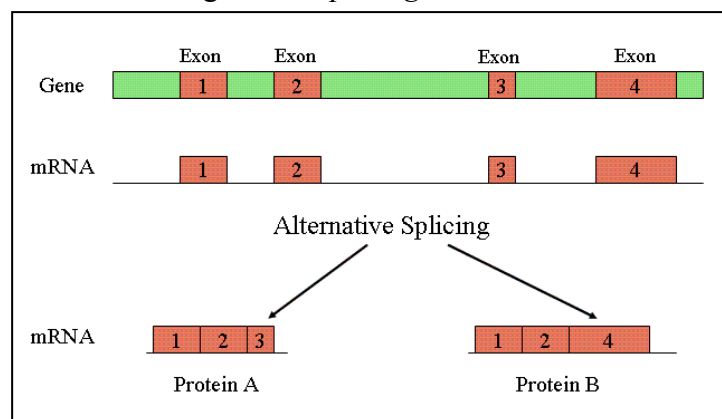


Imagem retirada de: Qual a função do *splicing* na transcrição genética? Disponível em <https://auxfisio.wordpress.com/2017/11/12/qual-a-funcao-do-splicing-na-transcricao-genetica/> Acesso em: 8 jan. 2019.

Os genes - O conceito de gene e como ele atua está em plena construção na ciência atual. Ficaremos, no entanto, com os conceitos gerais. Os genes estão localizados nas moléculas de DNA, em regiões específicas dos cromossomos formalmente conhecidos como **lócus gênico**. Alelos são formas distintas de genes encontrados nessas regiões; cada alelo carrega informações levemente diferentes, que são utilizadas na expressão gênica. Essas informações estão contidas em sequências compostas por apenas 4 bases nitrogenadas: (A),(T), (C) e (G).

Figura 7 – Genes alelos

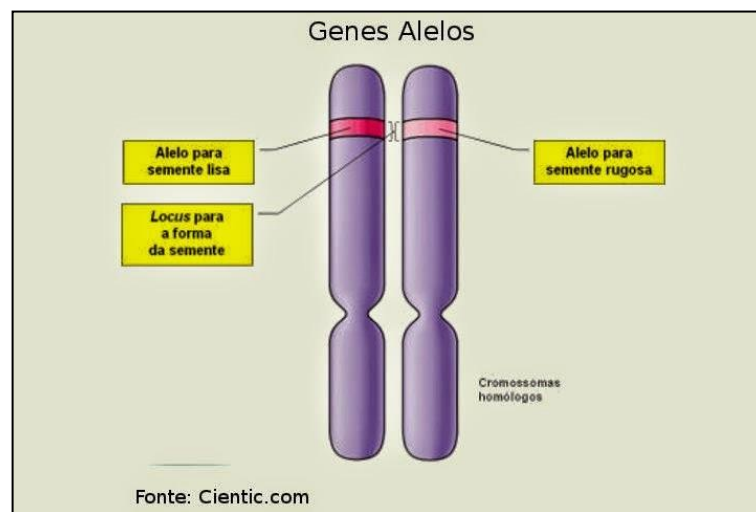


Imagem retirada de: Qual é a diferença entre Alelos e Genes? Disponível em: <https://dicasdeciencias.com/2015/06/13/qual-e-a-diferenca-entre-alelos-e-genes/>. Acesso em: 9 de Jan de 2018.

O código genético – O sistema de codificação genética dos seres vivos é denominado código genético e é universal, ou seja, é o mesmo em praticamente todos os seres vivos do planeta. Nele, uma trinca de nucleotídeos do RNAm transcrito, e conseqüentemente do DNA, corresponde a um aminoácido no polipeptídeo. Cada uma das trinca de bases nitrogenadas do RNAm codificadoras da proteína é denominada **códon**. A combinação das quatro bases nitrogenadas em grupos de três dá um total de 64 códon. Esse número é muito maior do que o número total de aminoácidos (20). Entretanto, mostrou-se por meio de experimentos que um aminoácido pode ser codificado por mais de uma trinca, havendo, assim, trinca sinônimas. Pelo fato de um aminoácido poder ser codificado por mais de uma trinca, o código genético é dito **degenerado**. Além disso, existem três trinca que não codificam aminoácidos, mas determinam o fim do polipeptídeo.

Figura 8 – O código genético
Segunda Base

		Segunda Base				
		U	C	A	G	
Primeira Base 5'	U	UUU } Fenilalanina UUC } UUA } Leucina UUG }	UCU } UCC } Serina UCA } UCG }	UAU } Tirosina UAC } UAA Parada/ Fim UAG Parada/ Fim	UGU } Cysteine UGC } UGA Parada/ Fim UGG Tryptophan	Terceira Base 3'
	C	CUU } Leucina CUC } CUA } CUG }	CCU } CCC } Prolina CCA } CCG }	CAU } Histidina CAC } CAA } Glutamina CAG }	CGU } Arginina CGC } CGA } CGG }	
	A	AUU } Isoleucina AUC } AUA } AUG Metionina Início	ACU } ACC } Treonina ACA } ACG }	AAU } Asparagina AAC } AAA } Lisina AAG }	AGU } Serina AGC } AGA } Arginina AGG }	
	G	GUU } Valina GUC } GUA } GUG }	GCU } GCC } Alanina GCA } GCG }	GAU } Ácido Aspártico GAC } GAA } Acido Glutâmico GAG }	GGU } Glicina GGC } GGA } GGG }	

Imagem retirada de: O código genético (Alterado). Disponível em <https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Citologia2/AcNucleico6.php> Acesso em: 10 de Jan de 2019.

Tradução- É o processo de síntese de proteína, e dele participam os RNAm, o RNAt e o RNAr (ribossomos).

No citoplasma, cada códon do RNAm será finalmente traduzido em um aminoácido. E, mais uma vez, é a propriedade de pareamento dos ácidos que permite esse fenômeno, com a ajuda dos RNA transportadores. Cada RNAt possui uma sequência conhecida como **anticódon** e está ligado a um dos vinte aminoácidos existentes. Os ribossomos coordenam esse processo e unem os aminoácidos adjacentes em cadeias polipeptídicas. De maneira simplificada, os ribossomos se associam ao RNAm e fazem a varredura nessa molécula até encontrar o **códon de início de tradução**. A estrutura dos ribossomos promove o ambiente ideal para o reconhecimento e pareamento entre o códon (RNAm) e o anticódon (RNAt) e a adição do aminoácido correto. Quando os ribossomos encontram os códons de término, o processo de tradução é encerrado e o polipeptídeo formado é liberado.

Figura 9 – RNA transportador

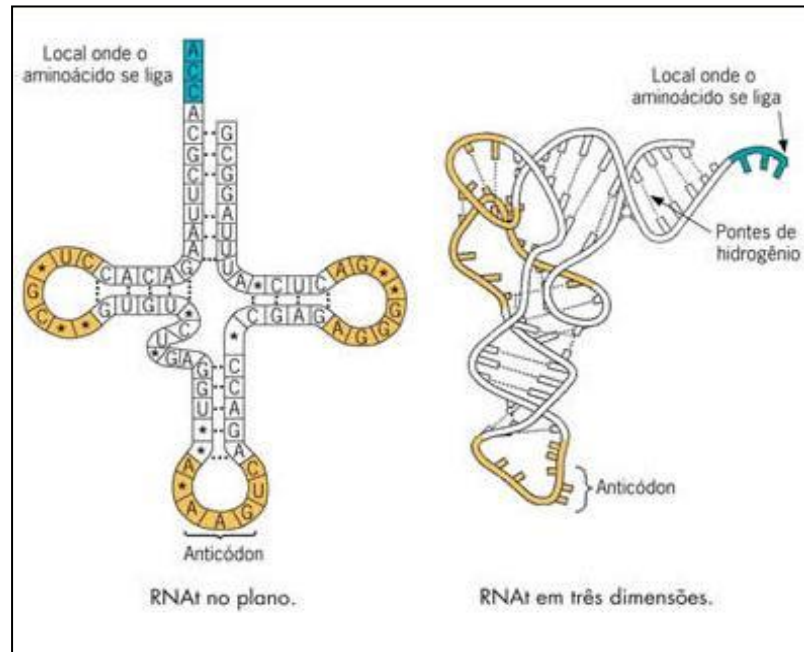


Imagem retirada de: <https://geneticavirtual.webnode.com.br/genetica-virtual-home/prefacio/transcri%C3%A7%C3%A3o/classes-de-moleculas-de-rna/>. Acesso em 9 de jan de 2019.

Figura 10 – Tradução

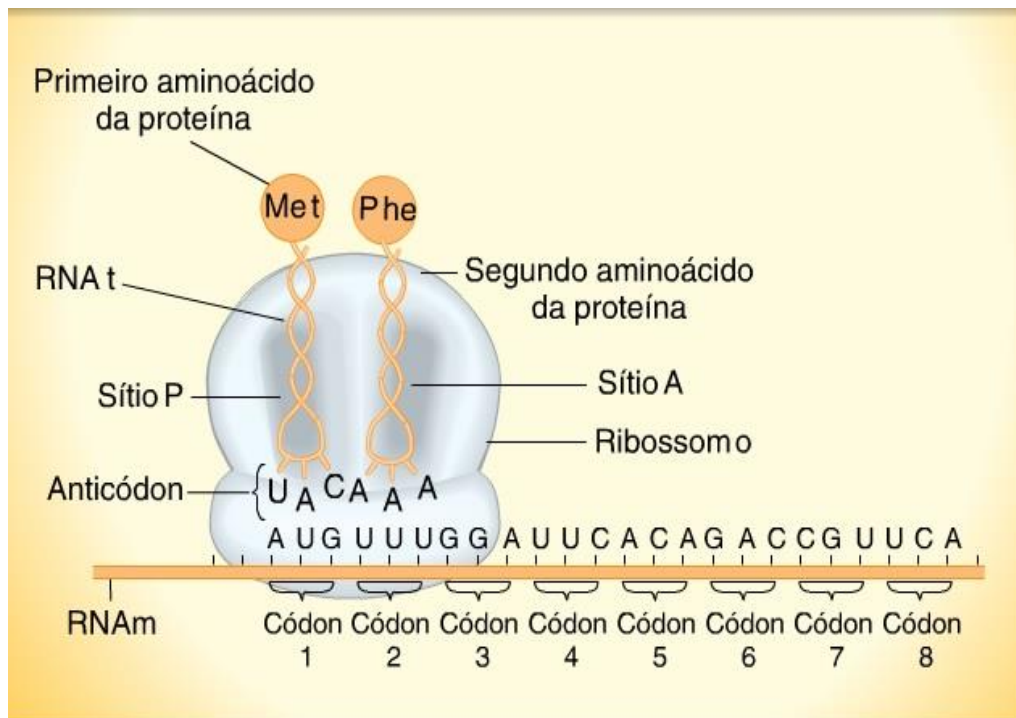


Imagem retirada de: Síntese de proteínas: O que é? Disponível em: <https://descomplica.com.br/blog/biologia/o-que-e-sintese-proteica/>. Acesso em 10 de Jan de 2019.

Fonte de pesquisa:

THOMPSON, Miguel e RIOS, Eloci Peres. **Conexões com a Biologia**. São Paulo: Moderna, 2016. Vol2

LOPES, Sônia e ROSSO, Sérgio. **Bio**. São Paulo: Saraiva, 2016. Vol3

AMABIS, José Mariano e MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia moderna**. São Paulo: Moderna, 2016. Vol1

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando e PACCA, Helena. **Biologia hoje**– São Paulo: Ática, 2016. Vol1