

BIO0441 - BIOLOGIA MOLECULAR PARA LICENCIATURA (2018)

Guilherme de O. Paschoalini - Leonardo R. Tavares - Nathália Galizio

Plano de Aulas para Biologia Molecular (Módulo I)

OBJETIVOS GERAIS

- Que os alunos compreendam a estrutura do DNA e apliquem esse conceito;
- Que os alunos compreendam a replicação do DNA e apliquem esse conceito;
- Que os alunos integrem os novos conteúdos trabalhados no módulo às suas redes de conhecimentos cognitivos de modo a serem capazes de utilizar tais conteúdos nos módulos seguintes e no dia-a-dia escolar e fora da escola.

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES

- Ser capaz de ler e interpretar textos, modelos e esquemas corretamente;
- Ser capaz de identificar palavras e conceitos chave relevantes nos diversos materiais didáticos oferecidos neste módulo;
- Ser capaz de discutir com os colegas, expressando seu ponto de vista e se fazendo entender;
- Ser capaz de explicar e utilizar conceitos relativos ao DNA e sua replicação.

MÉTODO DE AVALIAÇÃO

- Avaliação é a média ponderada das duas atividades, multiplicado por 1,25 (equivalência do módulo em relação ao curso todo). As atividades são:
 - Tarefas de casa denominadas “Listas de fixação” disponíveis online (Peso 1)
 - Glossário de etimologia da palavra, continuado nos outros módulos (Peso 1)

PLANEJAMENTO AULA-A-AULA

AULA 1 - Panorama histórico e estrutura macromolecular do DNA

Neste primeiro contato com a biologia molecular, pretende-se cativar o interesse do aluno para a natureza do conhecimento científico, implicações sociais na Ciência, e familiarizá-los com a aparência da molécula tão veiculada à mídia.

Objetivos da aula

- Ao final da aula, o aluno deverá ser capaz de discorrer sobre os principais aspectos que envolvem a descoberta do DNA tais como seus proponentes, a forma como se pensava a hereditariedade na época e a estrutura básica decorrente dos trabalhos de Franklin, Watson e Crick.
- Que os alunos reconheçam, no âmbito sociocientífico, a importância de Rosalind Franklin que, a despeito da discriminação de gênero por ela sofrida, teve papel preponderante na descoberta da estrutura do material genético.

Conteúdos

- Conceituais: DNA, conceitualização e estrutura bioquímica
- Procedimentais: discussão, posicionamento adequado frente ao assunto discutido
- Atitudinais: respeito a fala do colega, reconhecimento de preconceito na Ciência

Detalhamento da aula

Momento 1 (O que é DNA? - 15 minutos)

Lousa (recurso didático) para anotar palavras-chaves levantadas pelos alunos sobre:

- Conhecimentos prévios sobre hereditariedade
 - Como era pensada a herança? O que é o DNA?
 - Lembrá-los das proteínas e da crença na primeira metade do século XX de que as proteínas poderiam ser o material genético

Momento 2 (Descoberta do DNA - 15 minutos)

- Trabalhos de Rosalind, Watson e Crick:
 - Vídeo (recurso didático) Rosalind Franklin: DNA's unsung hero - Cláudio L. Guerra (canal TED-Ed do Youtube), anexo 1;
 - Discussão coletiva sobre as questões centrais do vídeo

Momento 3 (Estrutura básica do DNA - 20 minutos)

- Leitura compartilhada do texto Resumo do DNA (Anexo 2)
 - Deixar os estudantes a vontade para ler com toda a classe e tirar dúvidas sobre o conteúdo;
 - Fazer esquemas na lousa, caso necessário.

Tarefas de casa: providenciar os materiais da aula 2 (modelo de DNA com isopor) e resolver a lista 1 de fixação (<https://goo.gl/forms/aF0RLVOTOa4tNCpt2>)

AULA 2 - DIY (Faça você mesmo) sobre Estrutura do DNA

Nesta aula pretendemos que os alunos construam seu próprio modelo da dupla-hélice utilizando materiais de baixo custo e fáceis de encontrar.

Objetivos da Aula

- Que os estudantes se familiarizem com modelos físicos da molécula de ácido desoxirribonucleico, de modo a consolidar os conceitos vistos na aula anterior.
- Que os alunos trabalhem em grupo adequadamente, de forma respeitosa, atentando para o protocolo e as orientações do(a) professor(a).

Conteúdos

- Conceituais: DNA, conceitualização e estrutura bioquímica
- Procedimentais: Utilização de protocolo passo-a-passo
- Atitudinais: Respeito pelos colegas do grupo, divisão justa e igualitária de tarefas entre o grupo.

Momento 1 (Discussão sobre a Tarefa de casa - 10 minutos)

- Esclarecer dúvidas que ficaram das questões online através de correção coletiva

Momento 2 (Montagem da estrutura em dupla-hélice do DNA - 40 minutos)

- Formação dos grupos de trabalho (máximo 5 alunos)
- Recurso didático será o modelo confeccionado pelos próprios aprendizes (Anexo 3)
- Professor deve fornecer o esqueleto açúcar carbono e o protocolo de montagem
- Sistematização ao final com desenho na lousa da molécula.

Tarefa de casa: resolver a lista 2 de fixação (<https://goo.gl/forms/08vCeoj125HXxxDc2>)

AULA 3 - Construção do Glossário de BioMol + Revisão sobre Divisão Celular

Incluimos uma aula de revisão para que os alunos não confundam replicação celular com a replicação do material genético, mas que possam ter um panorama completo sobre a reprodução a nível das células.

Em Biologia, sabemos que os estudantes (e os professores) têm muita dificuldade com a quantidade de nomes nessa ciência. Sendo assim, propomos aqui a execução de um glossário com essas palavras, de modo que o aluno tenha em mãos para consultar quando necessário ao longo do curso de BioMol.

Objetivos da Aula

- Que os alunos discutam e esquematizem processos de divisão celular, de modo a que, posteriormente, possam complementar seu conhecimento
- Que os alunos confeccionem um glossário de etimologia da palavra no contexto das aulas de Biologia Molecular.

Conteúdos

- Conceituais: Divisão celular, Mitose, Meiose e Cromossomos.
- Procedimentais: Confeção de glossário de Etimologia das palavras; utilização de protocolo passo-a-passo.
- Atitudinais: Respeito pelos colegas do grupo, divisão justa e igualitária de tarefas entre o grupo.

Momento 1 (Discussão sobre a Tarefa de casa - 10 minutos)

- Esclarecer dúvidas que ficaram das questões online através de correção coletiva

Momento 2 (Como fazer um glossário? - 15 minutos)

- O que é um glossário de etimologia da palavra?
 - estratégia didática: exposição e diálogo com a turma
- Como fazer este glossário?
 - utilizando a lousa, esquematizar a forma correta de organização do glossário (anexo 4)
 - listar as palavras-chave já vistas em aulas anteriores para incluir no glossário: sequenciamento, genoma, polímero e monômero.
- Professor deve avisar os estudantes de que o glossário é um instrumento de avaliação.

Momento 3 (Divisão Celular - 25 minutos)

- Entregar as massinhas de modelar e o guia aos alunos já agrupados (4 p/ grupo)
 - O guia encontra-se em anexo (5).
- O professor e (caso houver) monitor devem atender os grupos, verificando a confecção dos esquemas de Mitose e Meiose e tirando dúvidas
- Listar as palavras-chave para o glossário: Célula, Divisão, Cromossomo, Cromatina, Mitose e Meiose

Tarefa de casa: resolver a lista 3 de fixação (<https://goo.gl/forms/FZXTCWf7pIp4iUw22>),

AULA 4 - Replicação do DNA

Nesta aula proporcionaremos aos alunos um primeiro contato com conceitos sobre a replicação da molécula de DNA utilizando duas estratégias didáticas, como conversa sobre replicação, narração da história do experimento que comprovou que a replicação é semiconservativa e modelos confeccionados pela turma.

Objetivos da aula:

- Introduzir o conceito de replicação do DNA e permitir que os estudantes tenham uma ideia geral de como a replicação ocorre.
- Permitir que os estudantes entendam como a ciência é feita e saibam interpretar os resultados obtidos por Meselson-Stahl.

Conteúdos:

- Conceituais: replicação do DNA, processo semiconservativo
- Procedimentais: confecção de experimentos
- Atitudinais: participação dialógica

Momento 1 (Discussão sobre a Tarefa de casa - 5 minutos):

- Esclarecer dúvidas que ficaram das questões online através de correção coletiva

Momento 2 (Conversa sobre processo semiconservativo - 30 minutos):

- Neste momento, começaremos a abordar a duplicação do DNA com uma conversa com os alunos sobre como foi comprovado por meio de experimentos que o processo de replicação do DNA é semiconservativo.
 - Para tanto, iniciaremos a aula fazendo as seguintes perguntas para a turma:
 - “Na última aula relembramos os processos de mitose e meiose. O que ocorre com o DNA neste processo?”
 - Espera-se que a discussão chegue em “replicação dos cromossomos”
 - “Como vocês acham que esse processo ocorre?”
 - Com esta pergunta esperamos que os alunos levantem suas hipóteses sobre o processo de replicação. Caso haja dificuldade, o professor deve guiar a discussão até chegar em pelo menos, duas hipóteses: “a replicação é um processo conservativo” e “a replicação é um processo semiconservativo”.
 - A partir deste ponto, contar a história do experimento de Meselson-Stahl com base neste texto: <https://pt.khanacademy.org/science/biology/dna-as-the-genetic-material/dna-replication/a/mode-of-dna-replication-meselson-stahl-experiment>

Momento 3 (Fixação do processo semiconservativo - 10 minutos)

- Neste momento o professor deve distribuir fitas coloridas para os alunos montarem em seus cadernos um esquema de como se dá o processo semiconservativo, de acordo com o Anexo 6.

Momento 4 (Glossário - 5 minutos):

- Listar, em conjunto com os alunos, três palavras para serem adicionadas no glossário.

Tarefa de casa:

- Responder à lista de exercícios 4 de fixação proposta (<https://goo.gl/forms/zLHtgwATYB57jYz63>).
- Acrescentar a definição das palavras escolhidas para o glossário.

Aula 5 - Aprofundando a replicação do DNA

Nesta aula procura-se aprofundar o conhecimento da replicação do DNA, incluindo detalhadamente como ela ocorre, as enzimas incluídas no processo e a direção 5' → 3'.

Objetivos da aula:

- Que os alunos aprofundem seus entendimentos da replicação do DNA, introduzindo conceitos-chave para isso.

Conteúdos:

- Conceituais: replicação do DNA, enzimas que participam do processo de replicação, direção 5' → 3', Fragmentos de Okazaki.
- Procedimentais: interpretação de informações de vídeos.
- Atitudinais: participação em sala de aula, respeito à fala do colega.

Momento 1 (Discussão sobre a Tarefa de casa - 10 minutos):

- Esclarecer dúvidas que ficaram das questões online através de correção coletiva

Momento 2 (Assistindo a replicação do DNA e discussão - 25 minutos):

- Vídeo "DNA replication - 3D" , com legendas em português (disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=TNKWgcFPHqw>)
- Discussão coletiva sobre as questões centrais do vídeo, levantando os conceitos apresentados com os alunos. Anotar os conceitos na lousa. Caso não seja levantado todos os conceitos julgados importantes pelo professor, este deve acrescentá-los na lousa também.
 - Exemplos de conceitos: DNA, replicação, origem de replicação, DNA helicases, primer, origem de replicação, forquilha de replicação
- Além de citar os conceitos, é importante que o professor explique os conceitos levantados e tire as dúvidas que possam aparecer durante o processo.

Momento 3 (Elaboração de um mapa de conceitos conjunto - 15 min)

- Utilizando os conceitos levantados montar um mapa de conceitos em conjunto com os alunos.

Tarefa de casa:

- resolver a lista de fixação 5 (<https://goo.gl/pecugA>)
- Adicionar 3 palavras-chave da aula no glossário.

Aula 6 - Revisão sobre a estrutura e replicação do DNA.

Nesta aula pretende-se fechar o conteúdo de forma lúdica, avaliando onde se encontram as maiores dificuldades e sanando-as.

Objetivos da aula:

- Que os alunos reforcem os conceitos passados durante as últimas aulas.
- Que os alunos tenham um entendimento geral da estrutura e replicação do DNA.
- Que os alunos se sintam estimulados a explicar conceitos para seus colegas com alguma dúvida.

Conteúdos:

- Conceituais: revisar os conceitos aprendidos durante as 5 últimas aulas
- Procedimentais: exercício de transmitir o conhecimentos aos demais
- Atitudinais: participação em sala de aula, respeito à fala do colega

Momento 1 (Discussão sobre a Tarefa de casa - 10 minutos):

- Esclarecer dúvidas que ficaram das questões online através de correção coletiva

Momento 2 (Jogo de perguntas e respostas - 30 minutos):

- Utilizando aplicativos de quiz em tempo real (como Kahoot!), disponíveis na internet, os estudantes são convidados a entrar no site do quiz elaborado pelo professor. O site pode ser acessado em sala multimídia ou pelos próprios celulares dos alunos. É necessário um data show para que as perguntas e respostas sejam mostradas para todos.
 - Exemplo de questionário que podem ser feito é encontrado em: <https://create.kahoot.it/details/estrutura-e-replicacao-do-dna-revisao/0ca05a1f-dab2-46c4-8261-b6cfba4b930a>
- Caso não seja possível a utilização de computadores e/ou data show, ainda assim o jogo pode ser executado. As perguntas e alternativas podem ser escritas na lousa e os alunos podem levantar suas respostas em uma folha.
- É interessante que os alunos sejam incentivados a explicar os conceitos em que respostas erradas foram observadas para os seus colegas.

Momento 3 (Fechamento do bloco e respondendo à dúvidas - 10 min)

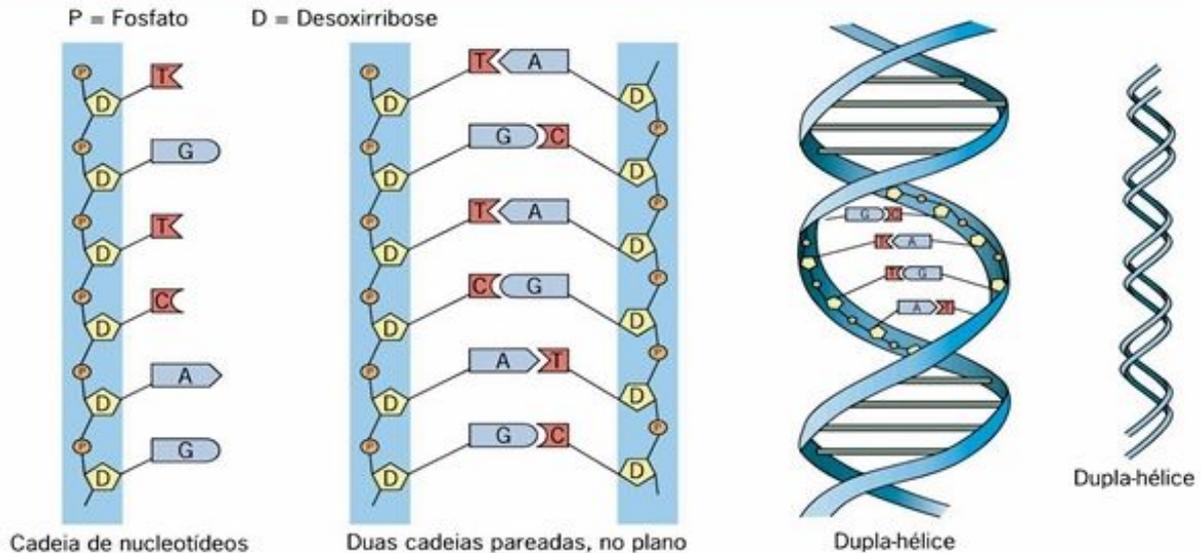
- Abrir um tempo para eliminar as últimas dúvidas dos alunos sobre o tema.
- Propor uma conversa com os alunos sobre o esquema das aulas, incentivando a autocrítica, o levantamento dos pontos positivos e negativos do módulo I.

MATERIAIS DIDÁTICOS

- Anexo 1: Vídeo Rosalind Franklin: DNA's unsung hero - Cláudio L. Guerra
 - Link de acesso <https://www.youtube.com/watch?v=BIP0IYrdirl>
- Anexo 2: Texto Resumo sobre DNA
 - <https://www.resumoescolar.com.br/biologia/resumo-sobre-dna/>

A sigla DNA significa Ácido Desoxirribonucléico, e é nele que a nossa informação genética está contida. Através dele os seres vivos conseguem transmitir as características do seu organismo para os descendentes. Esse artigo é um resumo sobre DNA.

Esquemas de molécula de DNA, no plano e retorcida



Por ser a estrutura que identifica os seres vivos, o DNA tem informação que diferencia até mesmo indivíduos da mesma espécie. Vemos isso em famílias humanas, nas quais os irmãos possuem muitas semelhanças, mas cujas diferenças físicas são o que os definem. A diferença está contida na variação da informação genética que receberam dos seus pais.

A carga genética transmitida pelos humanos está presente no núcleo de todas as células de um organismo. Isso acontece com qualquer espécie de seres vivos. O DNA possui sequências que formam os cromossomos. Cada organismo possui um número único de cromossomos. Um humano normal possui 46, que recebe logo na concepção da vida. Cada indivíduo da nossa espécie ganha número igual dos pais, ou seja, 23 cromossomos da mãe e 23 do pai.

Todos os seres vivos possuem uma fita dupla que constitui o DNA. Essa possui uma grande dimensão. Se fosse possível esticá-la, ela teria 2 metros de comprimento. A fita é composta e representada por quatro letras: A, T, C e G. Elas se combinam para definir as características dos indivíduos. As diferentes combinações chegam a mais de 3 bilhões em cada célula. As letras significam os compostos orgânicos que estão presentes:

- Adenina
- Timina
- Citosina
- Guanina

A tecnologia permitiu que os cientistas conheçam mais a fundo o DNA de cada indivíduo. Se antes era impossível resolver certos conflitos, hoje, em apenas alguns dias, podemos chegar a uma conclusão definitiva. Por exemplo, casos de paternidade ou de

crimes complexos, que agora podem ser resolvidos facilmente através de um exame de DNA. Atualmente, com o desenvolvimento da alta tecnologia, é possível até mesmo prever doenças já nos primeiros sintomas.

O gene é uma parte elementar do DNA. Eles formam sequências especiais de pares que contêm informações básicas para produzir substâncias para o corpo. Elas estão formadas em agrupamentos de proteínas sem qualquer informação. Há centenas e milhares de pares do tipo A-T ou C-G.

O conjunto das informações que os indivíduos passam para os ancestrais é chamado, na biologia, de genoma. Ele está codificado no DNA, e permanece com as sequências não codificadoras e os genes. As sequências são essenciais, por exemplo, na regulação gênica.

O Ácido Desoxirribonucleico é formado por compostos químicos chamados nucleotídeos, que se aproximam e se juntam. Isso faz do DNA a maior macromolécula celular. Os nucleotídeos, por sua vez, são formados por três substâncias:

- Um grupo fosfato
- Base nitrogenada
- Um glicídio

A base nitrogenada possui as bases complementares (A, G, T, C) e o DNA possui ligantes: Adenina-Timina e Guanina-Citosina. O glicídio da composição pertence ao grupo das pentoses, que, em questão, é a desoxirribose.

Uma molécula de DNA possui diversas regiões, que correspondem a um gene. A depender da sequência na região, os genes conseguem enviar mensagens para produzir um RNA. Este envia uma mensagem exigindo uma proteína específica que o organismo precisa. Entre essas substâncias celulares produzidas temos hormônios, anticorpos, enzimas e outras fundamentais para a existência.

Alguns genes expressam RNA para a produção de proteína, e, por causa disso, são chamados de codificantes. Mas apenas 3% de todos conseguem realizar essa função. Todos os outros, os não codificantes, ainda são uma incógnita para a ciência, em especial para a biotecnologia.

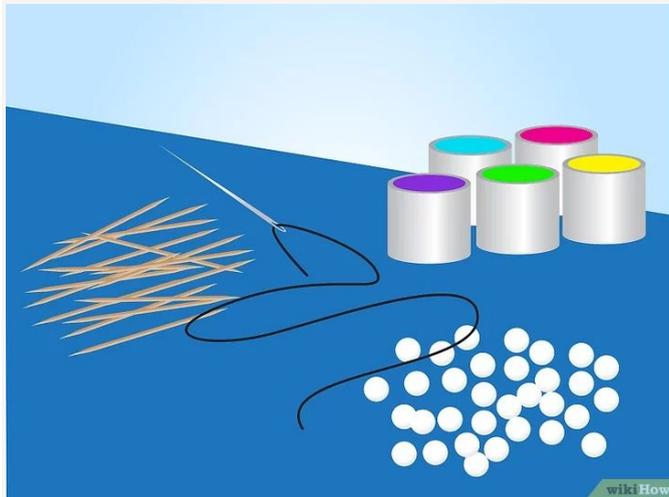
Para descobrir qual a ordem das bases (as letras) contidas no DNA, é utilizada a técnica do sequenciamento. A partir do momento em que a ordem das informações do genoma passa por esse processo, dizemos que ele foi sequenciado. O método é essencial para compreender os genes.

A técnica do sequenciamento permite que saibamos a linha evolutiva dos organismos. Com ela é possível descobrir o grau de semelhanças do DNA entre um grupo de indivíduos. Essas informações ajudam no desenvolvimento de novos métodos de diagnóstico. Além disso, auxilia na produção de medicamentos, na prevenção e no tratamento de doenças ou pragas.

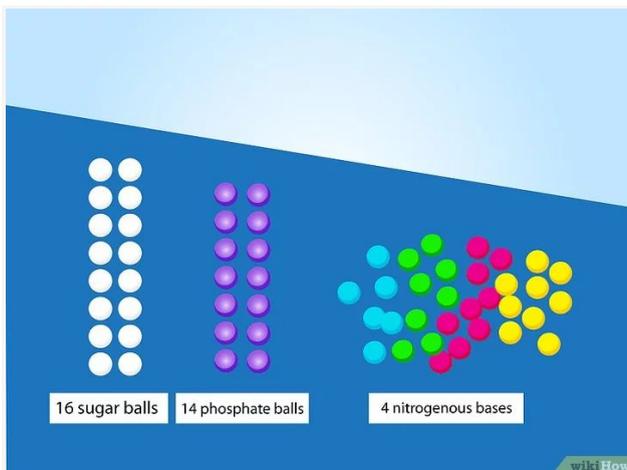
Em 1953, dois cientistas, Watson e Crick, apresentaram um modelo estrutural de DNA que lhes valeu o Nobel de medicina e fisiologia de 1962. O estudo mostrou a organização dos nucleotídeos pelas ligações que ajudam na criação de duas fitas. Essas são torcidas entre si através de ligações de hidrogênio – ou pontes de hidrogênio – presentes entre as bases hidrogenadas. Por causa dessas características, a estrutura do DNA é entendida como uma dupla hélice.

Anexo 3 - Montando a molécula de DNA - Fazendo um Modelo com Bolas de Isopor

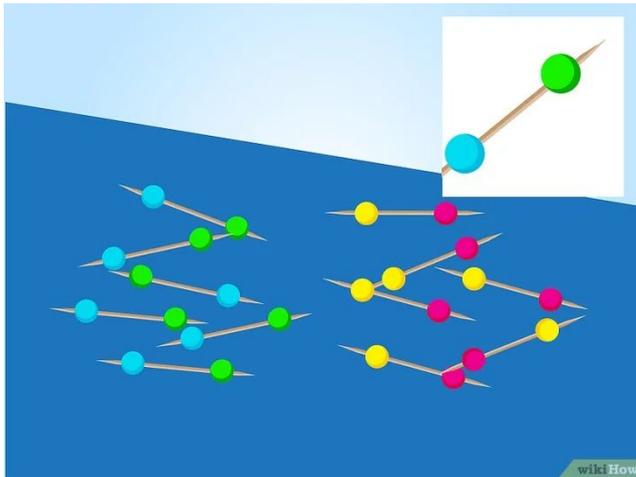
- Link de acesso <https://pt.wikihow.com/Fazer-um-Modelo-de-DNA-Usando-Materiais-Comuns>



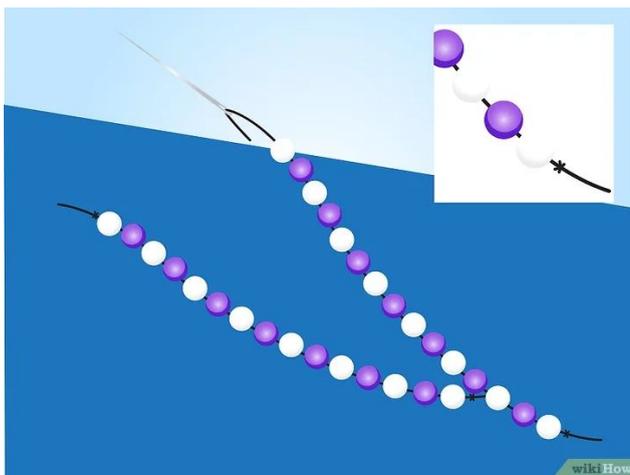
1 Providencie os materiais. Para essa versão do projeto, você vai precisar de pequenas bolas de isopor, agulha e linha, tinta e palitos de dente.



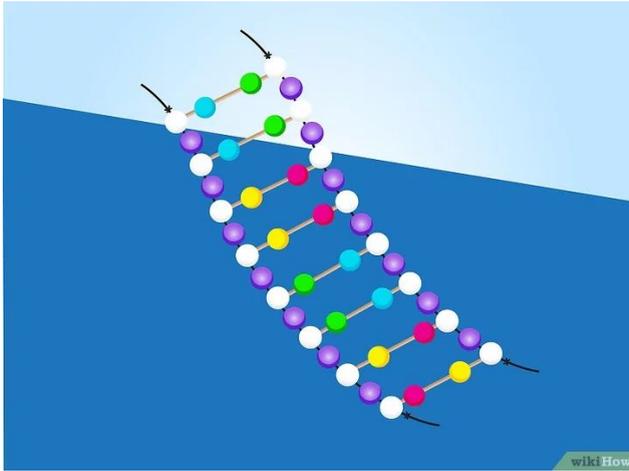
2 Pinte as bolas de isopor. Escolha seis cores diferentes para representar os grupos de açúcares e fosfato, e as quatro bases nitrogenadas. Podem ser seis cores a sua escolha. Você vai precisar pintar 16 bolas para representar o açúcar, 14 para o fosfato e 4 cores diferentes para cada base nitrogenada (citosina, guanina, timina, adenina). Você pode decidir que uma das cores seja branco, logo você não precisará pintar algumas das bolas de isopores. Será mais fácil deixar as bolas de açúcar brancas, assim irá reduzir bastante seu trabalho.



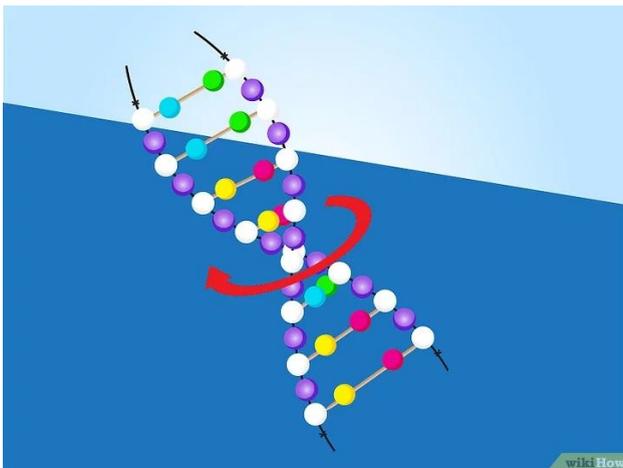
3 Organize as bases nitrogenadas em pares. Assim que a tinta estiver seca, decida uma cor para cada base nitrogenada, depois as organize em pares de acordo com as combinações. Citosina sempre fica com a guanina, timina sempre com adenina. A ordem das cores não importa, desde que fiquem nos pares corretos. Espete um palito de dente entre cada par, deixando as pontas com um espaço livre.



4 Faça a dupla hélice. Usando a linha e a agulha, corte um pedaço de linha grande suficiente para atravessar 15 bolas de isopor. Faça um nó na ponta e passe a outra ponta pela agulha. Alinhe as bolas de isopor de açúcares e fosfato de tal forma que se alternem em duas linhas de 15. Haverá mais bolas de açúcar que de fosfato. Certifique-se que as duas cadeias de açúcar e fosfato estejam na mesma ordem, de tal forma que fiquem alinhadas quando colocadas lado a lado. Passe a linha pelo centro de cada bola, alternando açúcar e fosfato. Faça um nó no fim de cada linha de para evitar que as bolas escapem. (Feito pelos **PROFESSORES**)



5 Prenda as bases nitrogenadas às cadeias da dupla hélice. Pegue os palitos de dentes com o par de bases nitrogenadas e espete as pontas nas bolas de açúcar em cada linha da dupla hélice. Prenda os pares apenas nas bolas que representam o açúcar, exatamente como o verdadeiro DNA é organizado. Certifique-se que os palitos de dente estejam suficientemente espetados para que as bases nitrogenadas não caiam facilmente



6 Gire a dupla hélice. Assim que todos os palitos com as bases nitrogenadas forem espetados nos açúcares, gire a duas cordas em um movimento anti-horário para imitar a aparência da verdadeira dupla hélice. Seu modelo está pronto!

Anexo 4 - Glossário de Etimologia da Palavra

Deve conter a origem do conceito e seu significado, por exemplo:

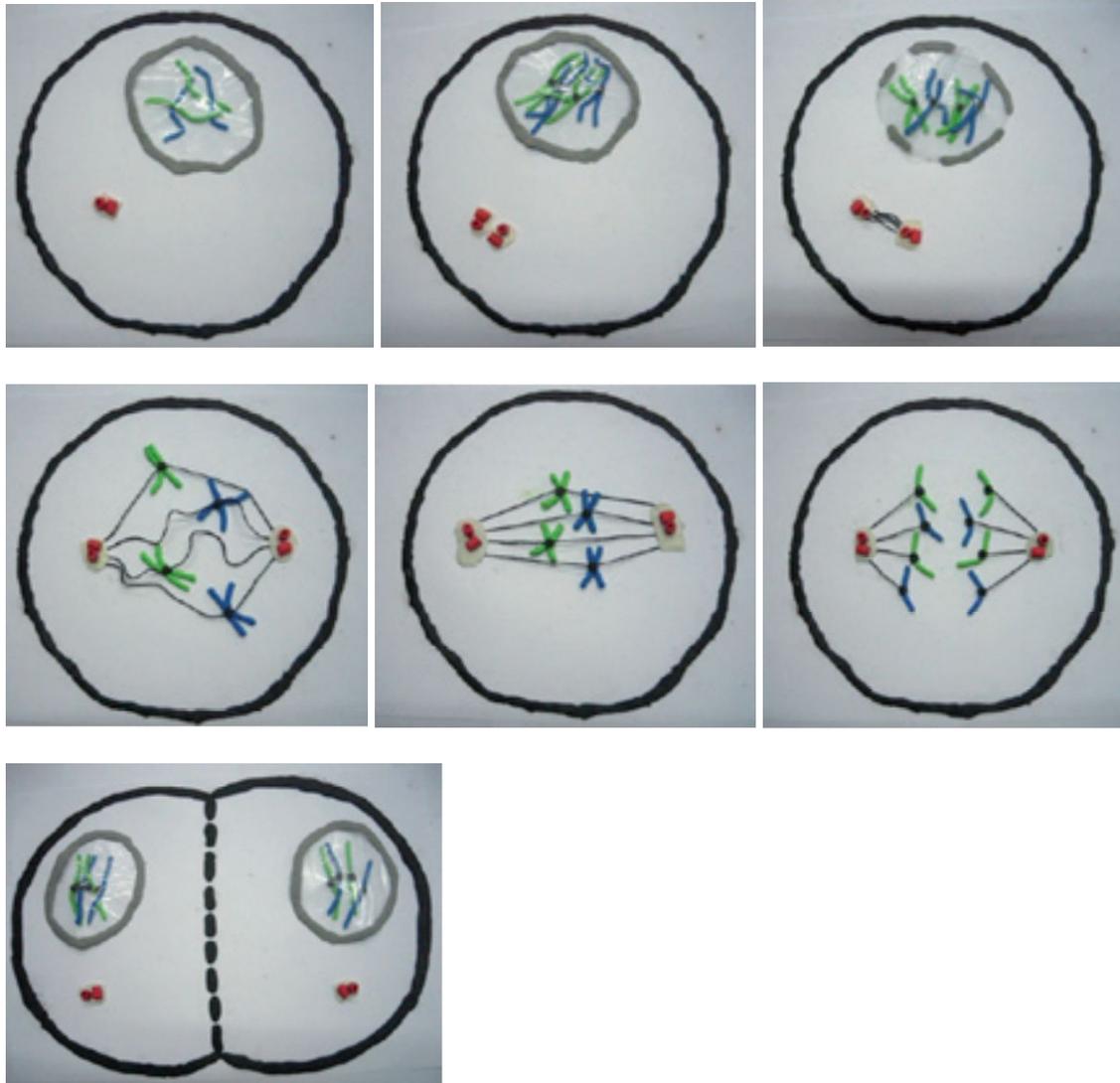
Molécula do latim *moles* + *culum*, que significa “massa pequena”. Na língua portuguesa, a palavra molécula teria surgido diretamente a partir do francês *molécule*, que significa “quantidade de matéria pequena”.

Anexo 5 - Modelo de Divisão Celular em massinha

Dentillo (2009) Divisão Celular: representação com massa de modelar

- http://www.biologia.seed.pr.gov.br/arquivos/File/praticas/mitose_massinha.pdf

O alunos devem reproduzir as figuras abaixo. Após, distribuir os livros didáticos para que possam entender as estruturas celulares confeccionadas.



Anexo 6 - Modelo exemplificando o processo semiconservativo da replicação do DNA observado por Meselson e Stahl.

Para construir esse modelo, você irá precisar de:

- Quatro fitas (cetim, papel, etc.) de uma cor (na imagem, rosa) por aluno

- Duas fitas de outra cor (na imagem, verde) por aluno
- Cola
- Uma folha sulfite ou de caderno por aluno

Distribua o material para os alunos e instrua-os a construir um modelo em uma folha de como é uma etapa de replicação do DNA, sendo que as fitas de cor rosa representam fitas de DNA contendo Nitrogênio-15 e as fitas de cor verde representam fitas contendo Nitrogênio-14.

Caso consiga, imprima o esquema a seguir ou desenhe na lousa e peça para os alunos copiarem em seus cadernos para posteriormente completar com as fitas.

Os alunos devem colar as fitas de acordo com as instruções contidas no papel impresso. Caso não haja papel impresso, passar as instruções para os alunos em aula.

Após os alunos colarem as fitas como mostra a figura abaixo, peça para que escrevam nas fitas que representam uma molécula de DNA da célula mãe uma sequência de 10 pares de bases. Logo em seguida, peça para que reproduzam as sequências de bases nas fitas rosas nas células filhas e representem as bases que fazem pares com estas nas fitas verdes complementares. Executar essa etapa ajudará os alunos a reforçarem os conceitos sobre fitas complementares e sobre como se dá a replicação da molécula de DNA.



Figuras. Fitas de cetim, a serem distribuídas ao estudantes (acima à esquerda). Fitas cortadas e posicionadas de forma a esquematizar a replicação semiconservativa (acima à direita). As fitas rosas representam as fitas de uma molécula de DNA presentes na célula-mãe, contendo Nitrogênio-15 e as fitas verdes representam as fitas de DNA fabricadas no processo de replicação no meio contendo Nitrogênio-14. Ficha de atividade, como serão entregues (página seguinte)

Nome e número:

Modelo de replicação de uma molécula de DNA segundo as observações feitas por Meselson e Stahl

