



GENÉTICA NO COTIDIANO

Material de apoio para o curso

Organizador: Enéas Ricardo Konzen

G328

Genética no cotidiano. Material de apoio para o curso/
Enéas Ricardo Konzen – Organizador.

Diagramação: Ana Carolina Nardini Cabral e
coordenação de Marlise Bock Santos.

NAPEAD - Núcleo de Apoio Pedagógico à Educação à Distância

Imbé - RS: 2024.

112 p. ; il. color. Recurso eletrônico.

1. Genética. 2. Educação Básica. 3. Konzen, Enéas Ricardo.
I. Cabral, Ana Carolina Nardini. II. Santos, Marlise Bock.
III. Título.

CDU 575(816.5)

Ismael Cabral – CRB10/2484

Módulo 2

Autores:

Luísa Bertolini,

Kevin Stacke Christmann,

Kaliana Ferreira

e Enéas Ricardo Konzen.

MÓDULO 2

O QUE É VIDA, COMO SURTIU E COMO PODE SER ENTENDIDA QUÍMICA E GENETICAMENTE?

O que é vida e qual é a sua base molecular genética?

Na ciência, a palavra “**vida**” ainda é bastante discutida quanto ao seu significado. Ainda se busca compreender a resposta para muitas perguntas como: o que é vida? Qual a origem da vida na Terra? Por que a vida é tão diversa? Quando surgiu a primeira célula? Quando surgiram os primeiros animais e plantas? E por aí vai... Começamos este capítulo refletindo sobre esse tema e aproveitando para explicar o que compõe o material genético na sua essência.

Os seres vivos, em geral, possuem características e estruturas essenciais para seu funcionamento e sobrevivência, como metabolismo, células e material genético. Muitos cientistas discorrem sobre duas propriedades fundamentais que devem ser consideradas para se definir o que é “estar vivo”: capacidade de **reprodução** e **mutação**. A reprodução diz respeito à geração de descendentes. A mutação se refere a mudanças que ocorrem no material genético, sejam elas em escala pontual ou até mesmo em nível de cromossomos. Se você quer saber mais sobre isso, leia o livro “O gene egoísta”, de Richard Dawkins.

Reprodução e mutação não poderiam ocorrer sem a presença do **material genético**, formado por **ácidos nucleicos** de dois tipos: o **ácido desoxirribonucleico (DNA)**, componente dos seres vivos em geral, desde bactérias até mamíferos; e o **ácido ribonucleico (RNA)**, a base de alguns vírus.

O filamento duplo do DNA é formado por nucleotídeos, agregados de três tipos de moléculas: uma base nitrogenada, um açúcar (desoxirribose no caso do DNA) e um grupo fosfato. É através das nitrogenadas que ocorre o pareamento entre os dois filamentos que compõem a molécula de DNA. Para o DNA as bases são: A (adenina), C (citosina), G (guanina) e T (timina). Devido a razões químicas, quando ocorre de forma correta, A só pareia com T (e vice-versa) e G apenas se une com C (e vice-versa) (veja a Figura 2.1). Toda vez que uma célula do corpo se origina, o DNA precisa se replicar (gerar uma cópia inteira de si mesmo que irá ser sucedida pela divisão celular, distribuindo uma cópia para cada célula).

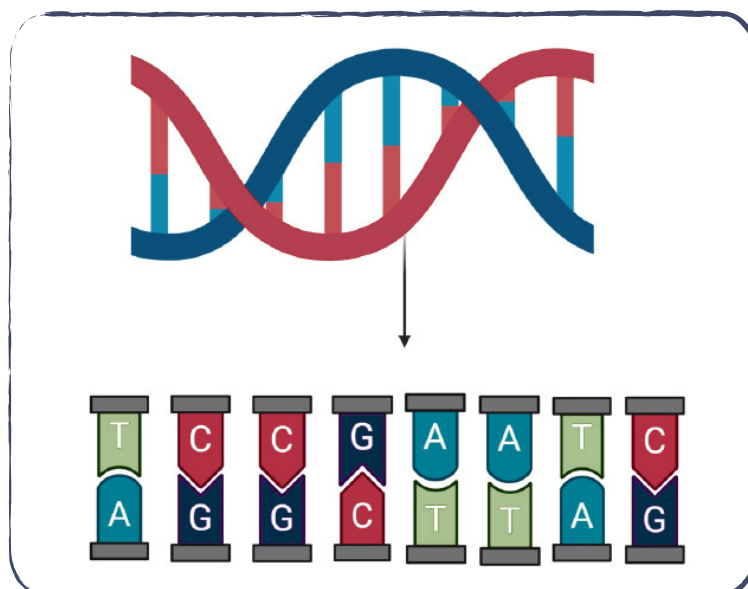


Figura 2.1 - DNA: uma molécula duplo-filamentar e o princípio da complementaridade de bases (adenina com timina e citosina com guanina). Figura criada no BioRender.

Durante este processo podem ocorrer erros (e de fato eles ocorrem), como a troca de uma base por outra, de um nucleotídeo por outro, ou deleção de uma parte do genoma, isso para citar apenas alguns exemplos dos erros que podem ocorrer. Quando isso ocorre, diz-se que o organismo sofreu uma **mutação**. Na sequência, vamos mostrar que estas alterações são muito importantes para a diferenciação de cada organismo vivo na Terra.

Ao analisar o conceito de vida e a composição do seu material genético, podemos compreender que nós e os demais animais, assim como as plantas, os fungos e as bactérias são formas de vida. Ao tratar de vírus como o coronavírus, muitos cientistas entendem que estes não podem ser considerados como vida, de fato, pois são geralmente partículas constituídas por material genético envolto por cápsulas lipoprotéicas (ou outras particularidades) que não conseguem se multiplicar sem a infecção de uma célula hospedeira. Há aqueles que defendem, no entanto, que vírus podem ser entendidos como formas de vida, na medida em que apresentam material genético e, portanto, genes, que se multiplicam em células hospedeiras, dando origem a novas cópias.

Aqui trazemos uma reflexão: pense no limite entre o que pode ser considerado vivo e não-vivo, conforme você vai lendo o texto. E sempre lembre: conceitos procuram estabelecer delimitações para coisas, fenômenos, fatos. Mas esses conceitos e suas interpretações foram criados ou sistematizados por nós, de modo que possamos compreender a natureza em que estamos inseridos. Assim, se você entender um vírus como uma forma de vida ou não, procure se basear em argumentos técnicos, que você obteve com seu estudo.

Como surgiu a vida na Terra?

A origem da vida na Terra é um mistério que há muito tempo tenta ser desvendado pelo ser humano. Até o século XIX acreditava-se na hipótese da **geração espontânea ou abiogênese**, que diz que os seres vivos surgiam de matéria sem vida. Por essa hipótese, se você colocar um pote de farinha e deixar descansando por vários dias ao ar livre ou mesmo dentro da sua casa, moscas ou outros seres vivos vão surgir a partir da farinha. Bom, isso poderá acontecer, no entanto, não é a partir da farinha que as moscas vão nascer. Moscas adultas serão atraídas pela farinha e depositarão seus ovos. Dias depois, jovens moscas deverão eclodir a partir da farinha. Portanto, **a abiogênese não é uma hipótese válida**.

Os principais cientistas que contribuíram para a derrubada da hipótese da abiogênese foram Pasteur e Redi. Apenas a partir da década de 1920 é que foi apresentada a hipótese Oparin-Haldane, que deu bases para testes experimentais, três décadas depois. Estes dois cientistas propuseram, de forma independente, que a vida se originou na Terra através de processos físico-químicos. Mas quais processos são esses e como se desencadearam? Para elucidar essas ideias, é necessário entender que a Terra era muito diferente do que é hoje.

Podemos nos referir à **Terra primitiva**. Na atmosfera, não havia oxigênio e nitrogênio, o ar era composto por gases simples (por exemplo metano, amônia, água, hidrogênio). Consequentemente, com ausência de oxigênio, também não existia a camada de ozônio, sendo assim, a terra recebia bastante radiação e a temperatura era bastante elevada. Estes fatores, juntamente com as tempestades elétricas constantes teriam gerado radiação ultravioleta suficiente para fornecer energia necessária para desencadear reações químicas e gerar compostos orgânicos através de moléculas mais simples, resultando em uma “sopa primitiva” repleta de açúcares simples, aminoácidos, ácidos graxos e nucleotídeos. As reações continuaram a acontecer, e estruturas mais complexas foram sendo desenvolvidas durante cerca de dois bilhões de anos até de fato originar o primeiro ser vivo. Inicialmente, essas reações teriam formado uma estrutura globular composta no seu interior por **organelas primitivas, um coacervado**.

Em 1953, Stanley L. Miller e Harold C. reproduziram em laboratório a atmosfera e as condições ambientais propostas por Oparin. Ao misturar amônia, CO₂, gás hidrogênio, metano e água, submetendo-se a aquecimento contínuo, assim como descargas elétricas, Miller obteve moléculas mais complexas, dentre elas, **aminoácidos, bases nitrogenadas e carboidratos simples**. Nos anos 1950 ele conseguiu mostrar, de fato, a produção de aminoácidos. Mas décadas depois ele mesmo repetiu seu experimento, e com os avanços tecnológicos, mostrou que as outras moléculas também eram formadas. Esse experimento ficou famoso rapidamente, sendo a primeira evidência experimental no sentido de elucidar as bases da origem da vida, conforme foi sugerido anteriormente por Oparin e Haldane.

Qual a idade da vida na Terra?

Uma outra pergunta que gera bastante dúvida é: há quanto tempo a Terra está sendo habitada por seres vivos? Estima-se que a Terra tenha cerca de 4,5 bilhões de anos, e a vida teria se originado há 3,5 bilhões de anos. Mas já há indícios de que a origem da vida é ainda mais antiga: entre 3,8 a 4 bilhões de anos, segundo pesquisas de cientistas diversos pelo mundo.

Como citado anteriormente, desde sua origem, a Terra já foi muito diferente do que é hoje, e as mudanças foram ocorrendo de forma contínua ao longo do tempo resultando diretamente na extinção e “explosão” de novas formas de vida. Através do registro fóssil é possível comprovar essas alterações que aconteceram.

Mas afinal, o que é um fóssil, como é formado e como ele nos ajuda a entender estas questões? Os **fósseis** são restos – esqueleto, dentes, troncos - ou vestígios – pegadas, perfurações, por exemplo - de animais e plantas preservados em rochas, sedimentos, cavernas. A **fossilização** é resultado da ação de processos físicos, químicos e biológicos. Para que ocorra é necessário o soterramento rápido, ausência de ação de microrganismos e erosivos, por isso é considerado um fato difícil de ocorrer. A preservação dos organismos após sua morte depende das condições ambientais, e podem ser de quatro formas:

1. A **moldagem**, onde ocorre o soterramento dos restos do ser e a sua forma corporal fica preservada na rocha, porém é degradada posteriormente;
2. Na **incrustação** as partes duras, partes esqueléticas são recobertas por minerais, sem alterar a parte interna
3. A **permineralização** consiste no preenchimento por mineral de cavidades e poros;
4. Há também casos que são bastante raros, cujos restos dos organismos são preservados total ou parcialmente em materiais como âmbar, gelo, que é o processo denominado de **mumificação**.

As evidências mais precisas sugerem que o surgimento da vida ocorreu há cerca de 3,5 bilhões de anos, e estas formas primitivas são formadas por microfósseis de cianobactérias e estruturas rochosas antigas encontradas no oeste da Austrália (formação chamada Apex), conhecidas como **estromatólitos**. A ação fotossintética das cianobactérias liberava compostos capazes de agregar partículas sedimentares em lâminas. Ao longo do tempo, as lâminas vão se sobrepondo por novas formando então uma estrutura estratificada que é o estromatólito.

4 Quatro letras que definem a vida

Já sabemos um pouco sobre o que é vida, como ela se originou e há quanto tempo. Mas e quanto à sua vasta diversidade? Como é explicada e de onde vem? Será que todas as formas de vida apresentam apenas um ancestral em comum, ou a vida foi acontecendo de maneira independente, originando assim as linhagens de diferentes espécies que conhecemos? A teoria mais aceita é de que a vida evoluiu a partir de uma célula única há 3,5 até 4 bilhões de anos atrás, conhecida como **LUCA** (traduzindo do inglês, significa “último ancestral comum universal”). Portanto, todas as coisas vivas estão relacionadas e a vida na Terra surgiu apenas uma vez (há vários cientistas que pensam que não também).

A partir do LUCA evoluíram e se diversificaram os diversos organismos unicelulares e multicelulares do nosso planeta, estes que podem ser enquadrados em três grandes domínios: Archaea, Bacteria e Eukarya (Figura 2.2). E quais são as pistas para isso? A estrutura do DNA, a bioquímica das células, a biologia do desenvolvimento, a diversidade de fósseis e seu aparecimento ao longo da história da Terra. Vamos agora focar nosso estudo no DNA, e conhecer alguns conceitos importantes a respeito de GENES, CÓDON e CÓDIGO GENÉTICO.

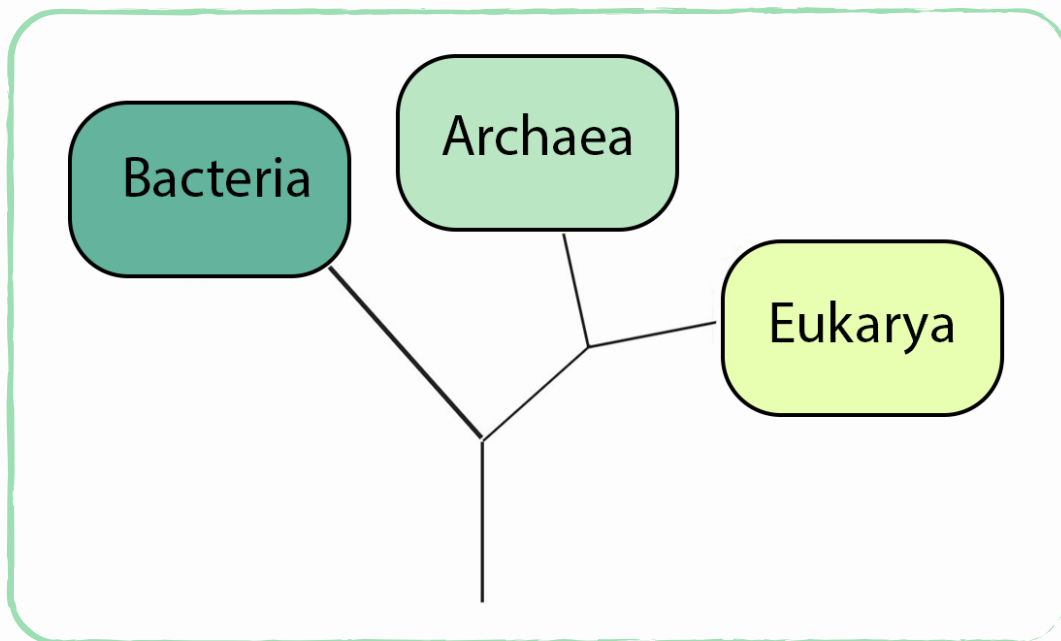


Figura 2.2 - Domínios da vida a partir de LUCA. Figura criada no BioRender.

Vamos recordar o que foi dito brevemente na seção “o que é vida” sobre as quatro letras que formam o DNA e seus devidos pareamentos. O conjunto dessas letrinhas (A, C, G e T) são componentes dos GENES, um segmento de molécula de DNA responsável por codificar características herdadas geneticamente através de “receitas” para

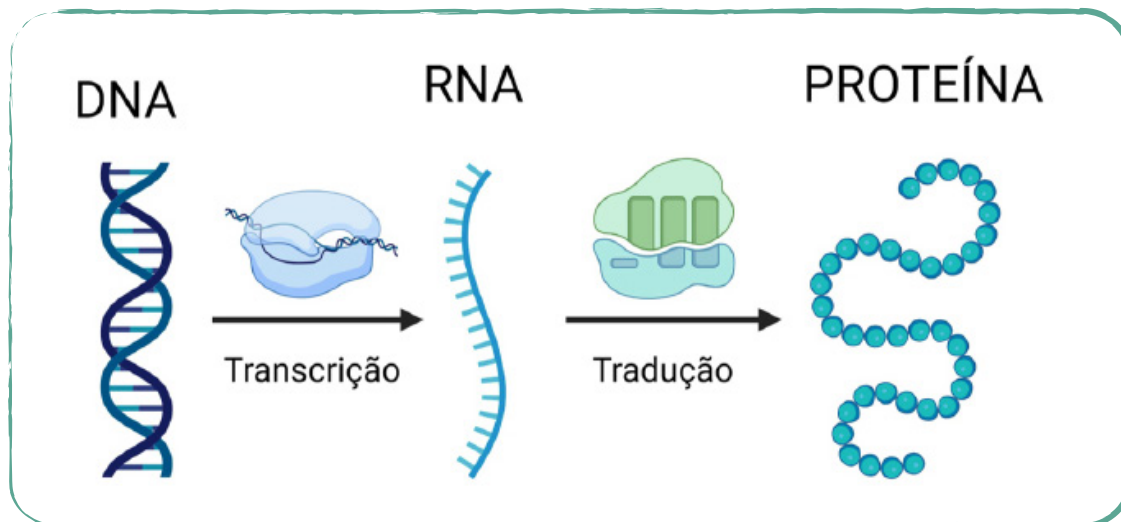


Figura 2.4 - Fluxo da informação genética. Criada no BioRender.

O conjunto de códons que corresponde à formação de aminoácidos específicos é denominado **CÓDIGO GENÉTICO** e ele é igual para todos os seres vivos, desde bactérias a mamíferos, com algumas exceções que não serão detalhadas aqui. O que resulta na diversificação dos seres é a organização celular, pela possibilidade de distintas combinações entre os códons que acarreta em diferentes grupos de compostos orgânicos. A organização biológica desse código, juntamente aos fatores ambientais, determina as características de um indivíduo, como a cor da pele e dos olhos, a estatura, e até algumas doenças ou predisposições. Portanto, embora bactérias, algas, animais e plantas sejam tão diferentes entre si morfologicamente, eles são extremamente semelhantes na química.

Este capítulo finaliza com uma atividade que requer alguns conhecimentos prévios de sua parte. Basicamente, é importante que você saiba um pouquinho sobre as relações de parentesco entre seres vivos. Como discutimos ao longo deste capítulo, todos os seres vivos estão interconectados evolutivamente pelas mutações no material genético que ocorreram ao longo de quase 4 bilhões de anos desde a primeira forma de vida, o LUCA. Assim, pensando nas relações de parentesco entre as formas de vida existentes atualmente, procure desenvolver a atividade seguinte. É uma primeira forma de você compreender o que vem no próximo capítulo, quando de fato mostramos para você como se realiza uma análise de parentesco, que chamamos filogenia.

ATIVIDADE DO CAPÍTULO

Partimos aqui do fato de que você já obteve conhecimentos prévios sobre os seres vivos e sua classificação. E inclusive consegue ter uma ideia intuitiva sobre as relações de parentesco entre eles. No entanto, o principal objetivo aqui é mostrar como esse parentesco é observado em nível de DNA. Faz-se a seguinte pergunta: qual a relação de parentesco entre os seguintes organismos?

Como funciona a tarefa?

Podemos observar que há sequências de genes que codificam alguma proteína para diferentes seres (ser humano, tartaruga, chimpanzé, bactéria, galinha, sapo, peixe, Arabidopsis, baleia, uva, golfinho e alga). Assim, é possível enxergar suas relações de parentesco nas diferenças que apresentam na sua sequência de DNA. Quanto mais letras iguais, mais aparentadas são as espécies. Nós baseamos essas sequências em um gene da literatura, no entanto, a análise é bastante simples. Se formos pensar sobre a quantidade de genomas completos que estão disponíveis, é muito mais utilizada atualmente a comparação em nível de genoma ou de muitos genes. Por genoma completo se entende a sequência de DNA única inteira que um organismo possui. Para você que está lendo este material e que talvez tenha seu primeiro contato com o assunto, trazemos essa dinâmica com apenas um pequeno pedaço de um gene.

Faça o que se pede:

Você pode imprimir ou tirar prints e colar as figuras em outros aplicativos.

- 1) Verifique que as espécies estão listadas de forma aleatória. Faça uma sequência vertical colocando mais próximos as espécies que você acha que são mais aparentadas. Alinhe verticalmente todas as figuras conforme o parentesco que você consegue identificar;
- 2) Agora, alinhe as sequências que foram disponibilizadas logo à direita de cada figura alinhada;
- 3) Depois, analise e compare as sequências alinhadas. Você consegue identificar um padrão de semelhanças entre algumas? Começam a aparecer mais diferenças

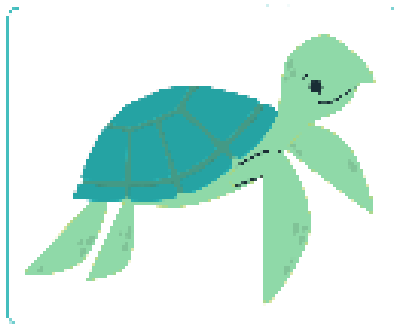
ao longo da ordem das espécies que você colocou? Você considera que é necessário trocar a ordem das espécies que você colocou com base nas sequências?

4) Discuta com seus colegas e professor/tutor os seus resultados.



HUMANO

AGA AAT CGC CGA GAA AAT GG



TARTARUGA

TGA AAT AGC TGA GAA GAT GG



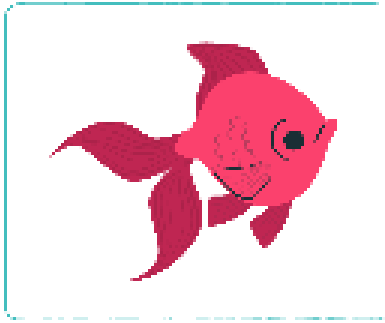
GALINHA

TGA AAT AGC TGA GAA GAT GG



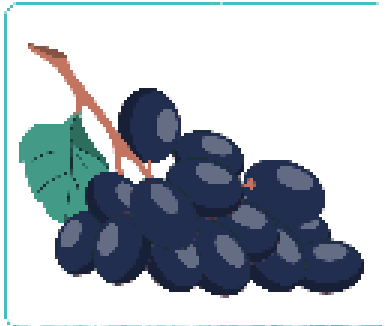
SAPÓ

CGG GAT AAT TGA GAT GTG AG



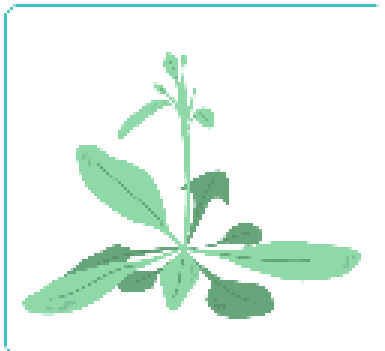
PEIXE

CGG GAT AAT TTT GAT GTG AT



UVA

TTT CAT CGC TGC GAA GCT AT



ARABIDOPSIS

TTT CAT CGC TGC GAA GCT AA



CHIMPANZÉ

AGA AAT CGC CGA GAA AAT GG

Referências consultadas

Griffiths, A. J. F., Wessler, S. R., Carroll, S., & Doebley, J. (2013). *Introdução à Genética*. 10a edição. Editora Guanabara, editor.

Dawkins, R. 1976. *The Selfish Gene*. Oxford University Press, Oxford, UK.

Trifonov, E. N. (2011). Vocabulary of definitions of life suggests a definition. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 29(2), 259-266.

SOARES, M. B. (2015). *A paleontologia na sala de aula*. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Paleontologia.

Weiss, M. C., Sousa, F. L., Mrnjavac, N., Neukirchen, S., Roettger, M., Nelson-Sathi, S., & Martin, W. F. (2016). The physiology and habitat of the last universal common ancestor. *Nature microbiology*, 1(9), 1-8.

Woese, C. R., Kandler, O., & Wheelis, M. L. (1990). Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya. *Proceedings*