

Geminó: um dominó para aprendizagem da estrutura dos ácidos nucleicos



Alana Letícia Melo dos Santos¹, Ckyltison Henrique Rozendo Cirilo¹,
Maria Luzenita Wagner Mallmann², Ebenézer Bernardes Correia Silva²

¹Instituto Federal de Alagoas, *Campus* Maceió. Licenciatura em Ciências Biológicas, Maceió, AL

²Instituto Federal de Alagoas, *Campus* Maceió. Docente, Maceió, AL

Autor para correspondência – ebenezer.bernardes@ifal.edu.br

Palavras-chave: bases nitrogenadas, nucleotídeo, pareamento, ligação de hidrogênio, pentose

O Geminó trabalha aspectos da estrutura dos ácidos nucleicos, como a diferença entre as pentoses, o pareamento das bases nitrogenadas ou o número de ligações de hidrogênio. Assim como no dominó, cada peça tem que parrear corretamente. O jogo permite que vários alunos joguem simultaneamente e as partidas são rápidas, ideais para finalizar uma aula de forma divertida tanto no ensino médio quanto no superior.

Contextualização

O entendimento da estrutura da molécula do DNA é o eixo principal de toda informação genética e dos processos decorrentes dela. O texto a seguir apresenta perguntas curtas nas caixas de texto e respostas curtas apontadas no texto que podem ser utilizadas como questões motivadoras durante o jogo Geminó, aumentando sua jogabilidade, dinâmica e ampliando os conceitos aprendidos.

Quem foram os pesquisadores que descreveram a estrutura do DNA?

Embora a estrutura tridimensional do DNA tenha sido proposta por **Watson e Crick** em 1953, o primeiro trabalho de extração de ácidos nucleicos foi descrito por Friedrich Miescher em 1871, a partir de células de pus. Após isolar seus **núcleos**, precipitou o material resultante com **álcool, sal e detergente** e obteve um composto químico exclusivamente presente no núcleo e diferente dos compostos químicos conhecidos até então, nomeado de nucleína. Esse novo composto apresentava em sua composição **Hidrogênio, Oxigênio, Carbono, Nitrogênio e Fósforo**. O caráter **ácido** do composto, de **pH baixo**, fez com que o nome fosse substituído por ácidos nucleicos.

Qual é a localização do DNA na célula eucariótica?

Quais os principais componentes para fazer extração de ácidos nucleicos?

Quais os elementos químicos (átomos) presentes no DNA?

Posteriormente foi descrito que os ácidos nucleicos eram compostos de vários **nucleotídeos** repetidos. Cada nucleotídeo é composto por **uma pentose, uma base nitrogenada e um grupo fosfato**. A pentose possui 5 átomos de carbono, numerados e representados com um **apóstrofo**, que chamamos de linha, identificando os carbonos 1', 2', 3', 4' e 5'.

O DNA é ácido ou básico?

O pH do DNA é alto ou baixo?

Qual é o composto que se repete para a formação das cadeias de ácidos nucleicos?

Os ácidos nucleicos são de dois tipos: **ácido desoxirribonucleico (DNA)** e **ácido ribonucleico (RNA)**. A diferença entre eles está na pentose, e é devida à presença de **uma hidroxila (OH) no carbono 2'** na ribose presente no RNA, enquanto que na desoxirribose presente no **DNA existe um átomo de Hidrogênio (H) no carbono 2'**. As **bases nitrogenadas estão ligadas ao carbono 1'** da pentose por uma **ligação N-glicosídica**. Essas bases são moléculas heterocíclicas formadas por anéis de carbono e nitrogênios.

Qual o símbolo usado para acompanhar os números que diferenciam os átomos de carbono da pentose?

De que é composto um nucleotídeo?

O que tem ligado ao carbono 2' de uma pentose do RNA?

Quais são os tipos de ácidos nucleicos?

O que tem ligado ao carbono 1' de uma pentose do DNA ou RNA?

O que tem ligado ao carbono 2' de uma pentose do DNA?

Qual nome da ligação entre Pentose e Base nitrogenada?

Quantos anéis carbônicos tem uma pirimidina?	Quando possuem dois anéis são chamadas de purinas e quando são formadas por um anel são chamadas de pirimidinas . São exemplos de purinas a Adenina (A) e a Guanina (G) . As pirimidinas são Citosina (C), Timina (T) e Uracila (U) . As bases Adenina, Guanina e Citosina estão presentes tanto no DNA quanto no RNA. A base Timina é exclusiva do DNA e a base Uracila exclusiva do RNA.	Quantos anéis carbônicos tem uma purina?
Quais são as bases pirimídicas (Pirimidinas)?		Quais são as bases púricas (purinas)?
Qual a base nitrogenada exclusiva do DNA?		Quais as bases nitrogenadas comuns ao DNA e RNA?
De que é composto um nucleosídeo?	Tanto RNA quanto DNA compartilham no carbono 3' uma hidroxila , e o composto químico formado por uma pentose e uma base nitrogenada é chamado de nucleosídeo. No carbono 5' , um grupo fosfato é ligado através de uma ligação fosfoéster , sendo três grupos fosfatos quando os nucleotídeos estão livres , e um único grupo fosfato quando inserido em cadeia polinucleotídica .	Qual a base nitrogenada exclusiva do RNA?
O que tem ligado ao carbono 5' de uma pentose de DNA ou RNA?		O que tem ligado ao carbono 3' de uma pentose de DNA ou RNA?
Qual o nome da ligação entre nucleotídeos de uma mesma cadeia?		Quantos grupos fosfatos há em um nucleotídeo livre?
Quais carbonos estão ligados em uma ligação fosfodiéster entre nucleotídeos?	As cadeias de ácidos nucleicos são formadas por meio da ligação entre o carbono 3' de um nucleotídeo com o carbono 5' do nucleotídeo seguinte , estabelecendo uma ligação fosfodiéster . Enquanto o RNA é formado por uma única cadeia de nucleotídeos , o DNA é formado por duas longas cadeias ligadas uma na outra, chamadas de fitas complementares. As cadeias de DNA conectam-se por ligações de hidrogênio , que podem ser definidas como uma interação eletrostática que faz com que um hidrogênio ligado covalentemente a outro átomo muito mais eletronegativo, como o Oxigênio ou Nitrogênio , se ligue a outro átomo também muito eletronegativo presente na base complementar. As ligações de hidrogênio seguem a regra de complementariedade e as mesmas bases em pares ficam sempre ligadas , sempre uma purina com uma pirimidina. Essa ideia surgiu a partir das pesquisas de Erwin Chargaff sobre a equivalência da quantidade de bases, associada ao entendimento de pareamento proposto por Watson e Crick e, por isso, as fitas são chamadas de complementares. As ligações de hidrogênio ocorrem em número de duas entre Adenina e Timina e três entre Guanina e Citosina . Sendo assim, o DNA terá um esqueleto externo da cadeia de nucleotídeos formado por pentoses ligadas a fosfatos – hidrofóbicos e um eixo interno formado pelas bases nitrogenadas – hidrofílicas . Essa descoberta foi possível com os resultados da técnica de difração de raio X, realizados por Rosalind Franklin em 1951, através de uma imagem que permitiu deduzir a estrutura do DNA. Uma cadeia do DNA tem uma extremidade 5' e a extremidade oposta será sempre 3'. No pareamento, porém, uma fita de DNA é ligada a outra com polaridade invertida, ou seja, uma 5' - 3' e a outra 3' - 5' , por isso as fitas do DNA são chamadas de antiparalelas.	Quantos grupos fosfatos há em um nucleotídeo inserido em uma cadeia polinucleotídica?
Qual o nome da ligação entre Pentose e Grupo fosfato?		Qual o número de cadeias que formam o RNA?
Qual o nome da ligação entre as bases das cadeias do DNA?		Qual o número de cadeias que formam o DNA?
Para que haja ligação de hidrogênio entre fitas do DNA é necessário que o hidrogênio de uma base nitrogenada seja atraído por qual átomo da base complementar?		Ligação ou Ponte de Hidrogênio? O conceito da interação foi proposto por Wendell Latimer e Worth Rodebush em 1920. Em 1923 foi nomeado por Lewis como sendo ligação de hidrogênio. No entanto, é comum o uso do termo pontes de hidrogênio em português, devido a um erro de tradução do original "hydrogen bond" ou "hydrogen bonding".
Qual o significado do termo fitas complementares?		Quantas ligações de hidrogênio entre Adenina e Timina?
Se o DNA for comparado a uma escada, a que corresponde o corrimão da escada, ou seja, a parte mais externa?		Quantas ligações de hidrogênio entre Guanina e Citosina?
Se o DNA for comparado a uma escada, a que correspondem os degraus da escada, ou seja, a parte mais interna?		O eixo pentose-fosfato da cadeia do DNA tem característica hidrofílica ou hidrofóbica?
O que significa o termo "fitas antiparalelas"?		A parte interna da cadeia de DNA, representada pelas bases nitrogenadas, tem característica hidrofílica ou hidrofóbica?

Qual a função do DNA?	A ordem das bases na molécula de DNA determina a informação genética . A informação contida em alguns trechos da molécula, os genes, é traduzida em proteínas, que executam diferentes atividades celulares, desempenhando função reguladora, estrutural ou enzimática . No processo de tradução, o RNA atua como intermediário, pois sua sequência de bases resulta da transcrição de trechos das moléculas de DNA, que contém informação para a síntese de proteínas . O dogma central da biologia molecular se baseia nos eventos de replicação, transcrição e tradução . Na replicação ocorre a duplicação do DNA , que geralmente está associado ao processo de divisão celular. Nesse processo as duas fitas abrem-se e cada fita é utilizada como molde para sintetizar uma fita nova, assim o resultado da replicação é uma fita dupla na qual a molécula filha herda uma cadeia da molécula mãe (fita antiga) e uma cadeia recém-sintetizada (fita nova) . Esse processo é chamado de replicação semiconservativa, intermediado pela DNA polimerase .	Qual a função do RNA?
Quais as funções das proteínas?		Quais são os eventos propostos no dogma central da biologia molecular?
Qual a função da replicação do DNA?		Qual a principal enzima responsável pela replicação do DNA?
O que é replicação semiconservativa?		Qual a função da transcrição do DNA?
Qual nome do RNA utilizado como molde para a síntese de uma proteína?	A transcrição ocorre quando se precisa converter a informação de uma parte do DNA em uma sequência de RNA, que é complementar à da fita do DNA . O RNA transcrito é chamado de RNA mensageiro (abreviado de RNAm) e a principal molécula para transcrição é a RNA polimerase . A etapa seguinte é a tradução, processo que utiliza a sequência de bases do RNA mensageiro para converter em uma sequência de aminoácidos da proteína . A cada três nucleotídeos de RNA mensageiro existe um aminoácido correspondente. A relação entre trinças e aminoácidos correspondentes chama-se de código genético. No código genético existem 64 trinças e 20 aminoácidos diferentes, sendo que três trinças definem a parada (<i>stop codon</i>), ou seja, o encerramento da tradução e uma delas o início (metionina). Para que aconteça a tradução são necessários três tipos de RNAs, o RNA mensageiro (RNAm), RNA transportador (RNAt) e o RNA ribossômico (RNAr) . Cada trinca do RNA mensageiro é denominada códon. A trinca complementar ao códon no RNA transportador é denominada anticódon. A ligação entre códon e anticódon é realizada por ligações de hidrogênio entre as três bases. Em outra posição de sua cadeia, o RNA transportador está ligado a um aminoácido específico para cada trinca. A organização do processo da tradução e a ligação entre os aminoácidos através de ligação peptídica ocorre no ribossomo, que tem o RNA ribossômico como um dos principais componentes. As cadeias de aminoácidos ligados entre si formam as proteínas.	Qual a principal enzima responsável pela transcrição do RNA?
Qual a função da tradução do RNA?		Quanto nucleotídeos de RNA são necessários para codificar um aminoácido?
Se existem 4 nucleotídeos, que podem se combinar de três em três, quantas trinças são possíveis no código genético?		O que é código genético?
Qual a função dos códons de parada (<i>stop codon</i>) no código genético?		Quanto aminoácidos são especificados pelo código genético?
Quais as principais moléculas da tradução?		O que é códon?
O que é anticódon?		O RNA transportador é assim chamado porque transporta alguma coisa. O que transporta o RNA transportador?
Qual a função do RNA ribossômico?		Qual o tipo de ligação entre aminoácidos na cadeia polipeptídica?

A construção do Geminó

O jogo foi construído a partir de um dominó tradicional de 28 peças. Cada peça recebe uma cobertura, disponibilizada no Apêndice 1, as quais foram impressas em papel fotográfico adesivo, cortadas e coladas sobre as peças do dominó. Para aumentar a durabilidade das peças, pode-se utilizar fita adesiva larga (45 mm) ou papel *contact* transparente sobre elas. As peças do jogo têm como extremidades as cinco bases nitrogenadas (Adenina, Timina, Guanina, Citosina e Uracila); duas classificações das bases (Purina e Pirimidina); duas pentoses (Ribose e Desoxirribose); dois tipos

de ligações de hidrogênios (Ligação Dupla e Tripla) e o Grupo Fosfato. Foi desenvolvido também um manual do jogo (Apêndice 2) para auxiliar o professor e os alunos no momento do jogo, contando com todas as possibilidades de pareamentos entre as moléculas. Para aumentar a dificuldade do jogo podem ser utilizadas cartas com perguntas sobre o conteúdo que estão organizadas no Apêndice 3, extraídas a partir da contextualização apresentada. As cartas são obtidas com a impressão e recorte das peças do Apêndice 3. Em seguida, dobra-se na linha pontilhada e passa-se fita adesiva larga ou papel *contact* transparente pelos dois lados da carta. Para concluir, as bordas são cortadas para deixar as cartas alinhadas (Figura 1).

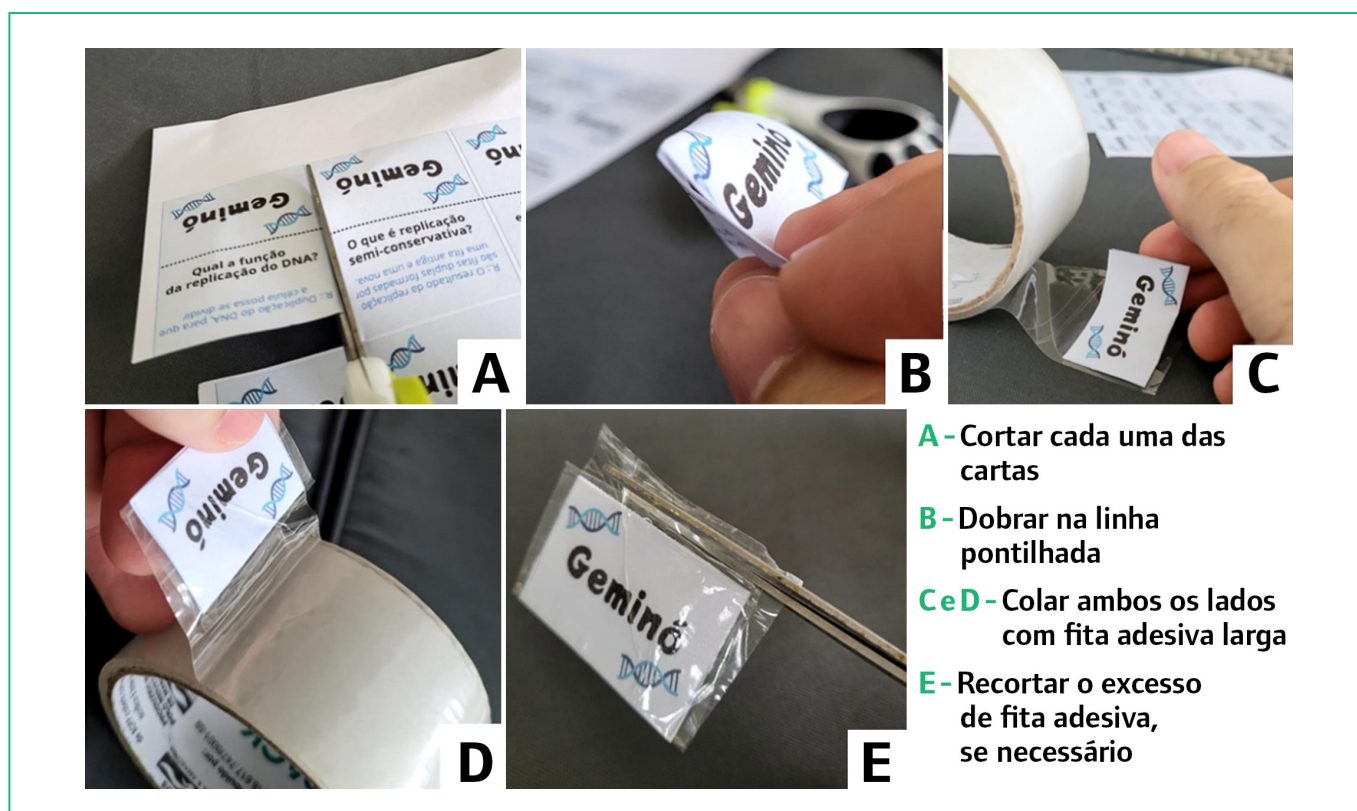


Figura 1. Montagem das cartas com perguntas.

Jogando o Geminó sem as cartas de perguntas

O número de peças distribuídas depende da forma de jogo e do número de jogadores. É possível distribuir igualmente as 28

peças do jogo para todos os jogadores (por exemplo, 4 peças para 7 jogadores). Também é possível distribuir apenas 3 peças para cada pessoa, nesse caso, as peças que sobram formam uma pilha de compra. Quando um jogador não tem uma peça que sirva em sua vez, ele pode pegar uma peça a mais da pilha de compra para continuar o jogo.

Para iniciar o jogo, é utilizada a peça com duas desoxirriboses. O jogo continua no sentido horário, encaixando-se as peças como dominó, de acordo com as regras apresentadas no Apêndice 2. Na ausência de peça que encaixe em sua jogada, o jogador pode pegar uma peça da pilha de compra e jogá-la se for possível, pareando-a com alguma das extremidades do dominó, ou então passa a vez.

Durante o jogo o professor pode fazer algumas observações ou perguntas sobre a molécula do DNA, como as sugeridas na contextualização. O jogo termina após um jogador conseguir inserir todas as suas peças. Geralmente os próprios alunos querem continuar até que todos os demais insiram suas peças no Geminó para estabelecer a ordem de ganhadores. Caso haja mais tempo e muitos jogadores, pode ser feito um pequeno campeonato no qual jogam dois, três ou quatro grupos em Geminós separados e os dois primeiros que ganharem a primeira partida se juntam para jogar a partida final.

Jogando o Geminó com as cartas de perguntas

Como regra adicional, quando um jogador vai passar a vez (se houver peças na pilha de compras, ele retirou uma peça, mas ela não se encaixa), ele pega uma carta de pergunta (Apêndice 3) e lê em voz alta para que seja respondida pelo próximo jogador. Caso o próximo jogador saiba a resposta, ele pode jogar e a partida continua normalmente. Caso não acerte, a pergunta deve ser respondida pelo jogador seguinte até que alguém acerte a resposta para o jogo ter continuidade. Se ninguém souber a resposta, quem está com a carta diz a resposta (a carta tem pergunta e resposta) e o jogo prossegue normalmente.

Utilizando a regra de cartas de perguntas aumenta-se a complexidade do jogo, sua jogabilidade e ampliam-se os conceitos aprendidos durante a partida. No entanto, o tempo da partida aumentará de cerca de 5 para 15 minutos.

Sugestão de aplicação

O conteúdo sobre ácidos nucleicos é visto tanto no ensino médio quanto no ensino superior. O assunto apresenta grande interdisciplinaridade, uma vez que além da biologia, seu conhecimento também está muito relacionado à disciplina de química. Especificamente nos cursos superiores, a genética é matéria básica em todos os cursos da área de saúde, e este assunto é um dos temas iniciais que estruturam a disciplina.

Independentemente da regra adotada, as partidas do Geminó são curtas, o que as torna ideais para finalizar uma aula ou como momento de revisão, em que os alunos podem solidificar os conhecimentos aprendidos com muita interação e de forma divertida. Pode ser aplicado no ensino médio e no ensino superior, promovendo engajamento com o conteúdo.

Agradecimentos

Este trabalho teve foi contemplado através de Projetos de Ensino para Aprendizagem Colaborativa na Graduação, com bolsa a partir do Edital n.º 06/2024. Os autores agradecem a Artur Amasai Melo dos Santos pelas sugestões de escrita e diagramação do texto.

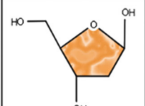
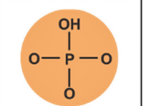
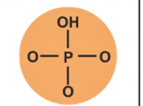
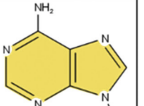
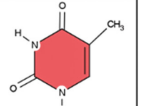
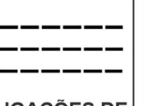
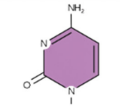
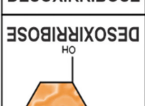

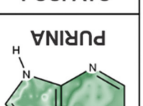
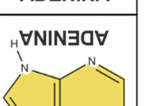
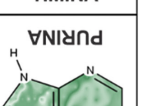
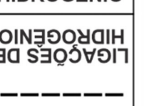
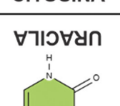
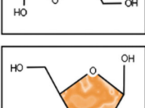
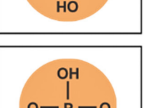
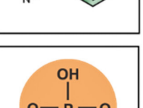

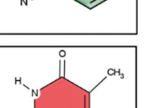
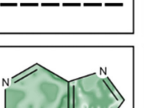
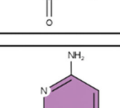
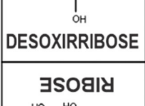


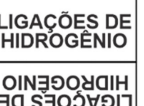
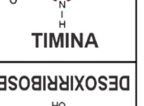
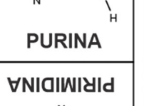
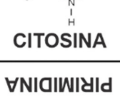
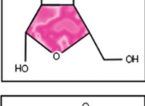
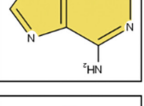
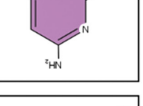
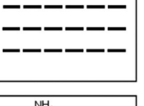
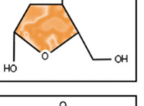
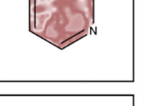
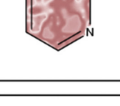
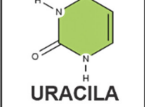

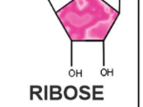
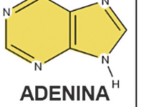
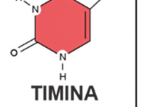

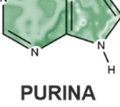
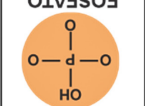
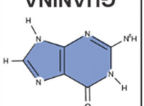
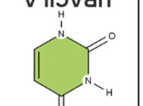
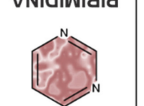
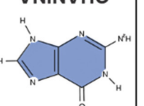
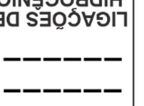
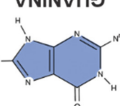
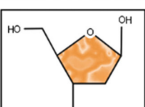
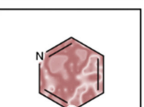
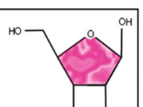
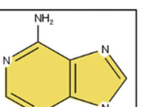
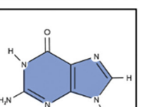
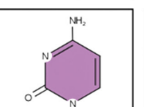
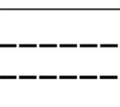
Para saber mais

CORTÉS, M. E. Seventy years for DNA double helix: A brief historical approach, current developments, and future challenges. *Revista Médica de Chile*, v. 151, n. 5, 2023.

LEWIS, G. N. *Valence and the structure of atoms and molecules*. New York: The Chemical Catalog Company, 172 p. 1923.

QUANE, D. The reception of hydrogen bonding by the chemical community: 1920-1937. *Bulletin for the History of Chemistry*, n. 7, p. 3-13, 1990.

Apêndice 1 – Peças do Geminó

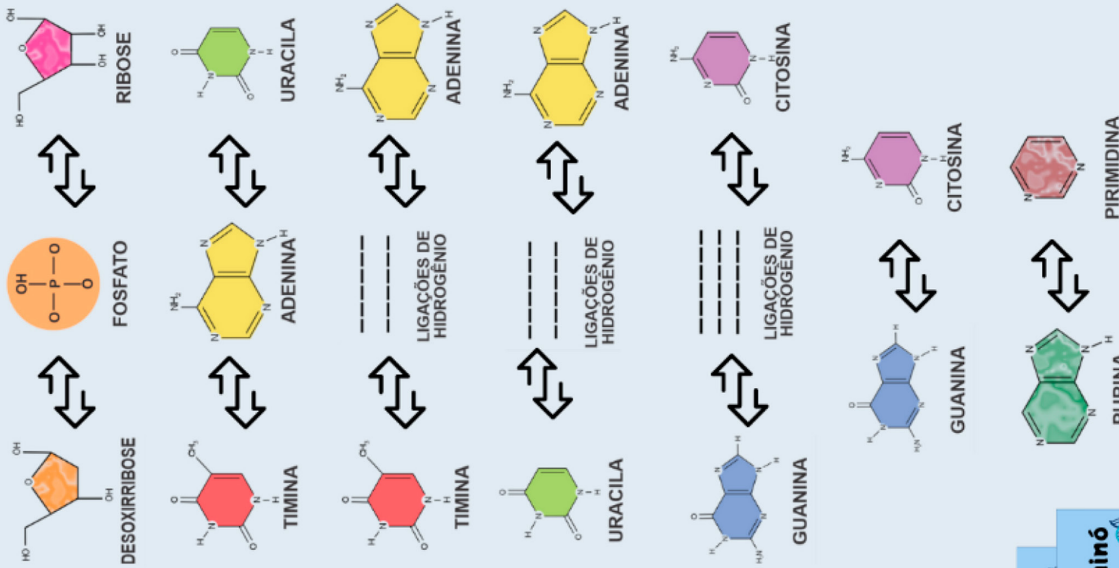
 DESOXIRRIBOSE	 FOSFATO	 FOSFATO	 ADENINA	 TIMINA	 LIGAÇÕES DE HIDROGÊNIO	 CITOSINA
 DESOXIRRIBOSE	 FOSFATO	 PURINA	 ADENINA	 PURINA	 LIGAÇÕES DE HIDROGÊNIO	 URACILA
 DESOXIRRIBOSE	 FOSFATO	 FOSFATO	 LIGAÇÕES DE HIDROGÊNIO	 TIMINA	 PURINA	 CITOSINA
 RIBOSE	 ADENINA	 CITOSINA	 LIGAÇÕES DE HIDROGÊNIO	 DESOXIRRIBOSE	 PIRIMIDINA	 PIRIMIDINA
 URACILA	 FOSFATO	 RIBOSE	 ADENINA	 TIMINA	 LIGAÇÕES DE HIDROGÊNIO	 PURINA
 FOSFATO	 GUANINA	 URACILA	 PIRIMIDINA	 GUANINA	 LIGAÇÕES DE HIDROGÊNIO	 GUANINA
 DESOXIRRIBOSE	 PIRIMIDINA	 RIBOSE	 ADENINA	 GUANINA	 CITOSINA	 LIGAÇÕES DE HIDROGÊNIO
 ADENINA	 FOSFATO	 CITOSINA	 GUANINA	 GUANINA	 CITOSINA	 LIGAÇÕES DE HIDROGÊNIO

Apêndice 2 - Manual do Jogo

Geminó

Aprenda sobre os ácidos nucleicos brincando. Ao invés dos números do dominó, pareie corretamente as moléculas das cadeias de ácidos nucleicos.

Pareamentos possíveis



1 Distribuição das peças

As peças devem ser distribuídas de acordo com a quantidade de jogadores, podendo ou não sobrar peça.

Sem sobrar peças
Ex.: 7 jogadores - cada um com 4 peças.
4 jogadores - cada um com 7 peças.

Sobrando peças
Ex.: 5 jogadores cada um com 3 peças, ficando 13 peças na pilha de compras.

3 Continuando o jogo

O jogo segue no sentido horário e, em sua vez, o jogador escolhe uma das duas extremidades existentes no jogo para colocar uma de suas peças de acordo com os **pareamentos possíveis**, e então passa para o jogador seguinte.

* Como jogar as peças de ligações de hidrogênio

As ligações de hidrogênio ficam entre suas bases complementares (segundo os pareamentos possíveis).

2 Iniciando o jogo

Inicia o jogador que possui a peça que tem desoxirribose nos dois lados.

Caso ela esteja na pilha de compras, um jogador pega uma peça, se encontrar joga. Caso não pegue a peça, o próximo no sentido horário tenta encontrá-la.

* Sem peças para jogar?

Se estiver jogando sem cartas:
Pegue uma peça na pilha de compras (caso tenha) e tente encaixar. Se não der, passe a vez.

Se estiver jogando com cartas:
Tire uma carta e faça a pergunta ao próximo jogador. O jogo continua a partir de quem acertar a resposta. Caso ninguém acerte, diga a resposta e segue o jogo.



Seja o primeiro a ficar sem peças na mão para ser o vencedor.

Apêndice 3 – Cartas de perguntas e respostas

 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 
<p>Quem foram os pesquisadores que descreveram a estrutura do DNA?</p> <p>R.: Watson e Crick</p>	<p>Qual é a localização do DNA na célula eucariótica?</p> <p>R.: Núcleo</p>	<p>Quais os principais componentes para fazer extração de ácidos nucleicos?</p> <p>R.: Alcool, sal e detergente</p>	<p>Quais os elementos químicos (átomos) presentes no DNA?</p> <p>R.: Hidrogênio, Oxigênio, Carbono, Nitrogênio e Fósforo</p>
 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 
<p>O DNA é ácido ou básico?</p> <p>R.: Ácido</p>	<p>O pH do DNA é alto ou baixo?</p> <p>R.: pH baixo</p>	<p>Qual é o composto que se repete para formação das cadeias de ácidos nucleicos?</p> <p>R.: Nucleotídeo</p>	<p>De que é composto um nucleotídeo?</p> <p>R.: Uma pentose, uma base nitrogenada e um grupo fosfato</p>
 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 
<p>Qual o símbolo usado para acompanhar os números que diferenciam os carbonos da pentose ?</p> <p>R.: Apóstrofo</p>	<p>Quais são os tipos de ácidos nucleicos?</p> <p>R.: Ácido desoxirribonucleico (DNA) e ácido ribonucleico (RNA)</p>	<p>O que tem ligado ao carbono 2' de uma pentose do RNA?</p> <p>R.: Uma hidroxila (OH)</p>	<p>O que tem ligado ao carbono 2' de uma pentose do DNA?</p> <p>R.: Um átomo de Hidrogênio (H)</p>
 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 
<p>O que tem ligado ao carbono 1' de uma pentose do DNA ou RNA?</p> <p>R.: Bases nitrogenadas</p>	<p>Qual nome da ligação entre Pentose e Base nitrogenada?</p> <p>R.: Ligação N-glicosídica</p>	<p>Quantos anéis carbônicos tem uma purina?</p> <p>R.: Dois anéis</p>	<p>Quantos anéis carbônicos tem uma pirimidina?</p> <p>R.: Um anel</p>

Apêndice 3 – Continuação

 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 
<p>Quais são as bases púricas (purinas)?</p> <p>R.: Adenina (A) e a Guanina (G)</p>	<p>Quais são as bases pirimídicas (pirimidinas)?</p> <p>R.: Citosina (C), Timina (T) e Uracila (U)</p>	<p>Quais são as bases nitrogenadas comuns ao DNA e RNA?</p> <p>R.: Adenina, Guanina e Citosina</p>	<p>Qual a base nitrogenada exclusiva do DNA?</p> <p>R.: Timina</p>
 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 
<p>Qual a base nitrogenada exclusiva do RNA?</p> <p>R.: Uracila</p>	<p>O que tem ligado ao carbono 3' de uma pentose de DNA ou RNA?</p> <p>R.: Uma hidroxila (OH)</p>	<p>De que é composto um nucleosídeo?</p> <p>R.: Uma pentose e uma base nitrogenada</p>	<p>O que tem ligado ao carbono 5' de uma pentose do DNA ou RNA?</p> <p>R.: Um grupo fosfato</p>
 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 
<p>Qual o nome da ligação entre Pentose e Grupo fosfato?</p> <p>R.: Ligação fosfoéster</p>	<p>Quantos grupos fosfatos há em um nucleotídeo livre?</p> <p>R.: Três grupos fosfatos</p>	<p>Quantos grupos fosfatos há em um nucleotídeo inserido em uma cadeia polinucleotídica?</p> <p>R.: Um grupo fosfato</p>	<p>Quais carbonos estão ligados em uma ligação fosfodiéster entre nucleotídeos?</p> <p>R.: Carbono 3' de um nucleotídeo com o carbono 5' do nucleotídeo seguinte</p>
 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 
<p>Qual o nome da ligação entre nucleotídeos de uma mesma cadeia?</p> <p>R.: Ligação fosfodiéster</p>	<p>Qual o número de cadeias que formam o RNA?</p> <p>R.: Uma única cadeia de nucleotídeos</p>	<p>Qual o número de cadeias que formam o DNA?</p> <p>R.: Duas cadeias de nucleotídeos</p>	<p>Qual o nome da ligação entre as bases das cadeias do DNA?</p> <p>R.: Ligações de hidrogênio</p>

Apêndice 3 – Continuação

 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 
<p>Para que haja ligação de hidrogênio entre fitas do DNA é necessário que o hidrogênio de uma base nitrogenada seja atraído por qual átomo da base complementar? R.: Por átomos muito eletronegativos como o Oxigênio ou Nitrogênio</p>	<p>Qual o significado do termo "fitas complementares"? R.: Que a adenina sempre se emparelha com timina e citosina com guanina</p>	<p>Quantas ligações de hidrogênio há entre Adenina e Timina? R.: Duas ligações</p>	<p>Quantas ligações de hidrogênio há entre Guanina e Citosina? R.: Três ligações</p>
 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 
<p>Se o DNA for comparado a uma escada, a que corresponde o corrimão da escada, ou seja, a parte mais externa? R.: Ao eixo Pentose-Fosfato</p>	<p>O eixo pentose-fosfato da cadeia do DNA tem característica hidrofílica ou hidrofóbica? R.: Hidrofóbica</p>	<p>Se o DNA for comparado a uma escada, a que corresponde os degraus da escada, ou seja, a parte mais interna? R.: Os pares das bases nitrogenadas</p>	<p>A parte interna da cadeia de DNA, representada pelas bases nitrogenada, tem característica hidrofílica ou hidrofóbica? R.: Hidrofílica</p>
 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 
<p>O que significa o termo "fitas antiparalelas"? R.: Uma fita de DNA é ligada a outra com polaridade invertida, ou seja, uma 5' - 3' e a outra 3' - 5'</p>	<p>Qual a função do DNA? R.: O DNA armazena a informação biológica</p>	<p>Qual a função do RNA? R.: Atua como intermediário, pois sua sequência de bases resulta da transcrição de trechos de DNA que contém informação para síntese de proteína</p>	<p>Quais são os eventos propostos no dogma central da biologia molecular? R.: Replicação, transcrição e tradução</p>
 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 	 <p>Geminó</p> 
<p>Qual a função da replicação do DNA? R.: Duplicação do DNA, para reparar entre as célula filhas na divisão celular</p>	<p>O que é replicação semiconservativa? R.: Quando o resultado do processo de replicação é uma fita dupla, na qual a molécula filha herda uma cadeia da molécula mãe (fita antiga) e uma cadeia recém sintetizada (fita nova)</p>	<p>Qual a principal enzima responsável pela replicação do DNA? R.: DNA polimerase</p>	<p>Qual a função da transcrição do DNA? R.: Converter a informação genética presente em uma parte do DNA em uma sequência de bases de RNA</p>

Apêndice 3 – Continuação

 <p>Gemino</p> 	 <p>Gemino</p> 	 <p>Gemino</p> 	 <p>Gemino</p> 
<p>Qual nome do RNA utilizado como molde para síntese de uma proteína?</p> <p>R.: RNA mensageiro</p>	<p>Qual a principal enzima responsável pela transcrição do RNA?</p> <p>R.: RNA polimerase</p>	<p>Qual a função da tradução do RNA?</p> <p>R.: Sintetizar uma proteína com base na informação contida em sua sequência de bases.</p>	<p>Quantos nucleotídeos de RNA são necessários para codificar um aminoácido?</p> <p>R.: Três nucleotídeos</p>
 <p>Gemino</p> 	 <p>Gemino</p> 	 <p>Gemino</p> 	 <p>Gemino</p> 
<p>O que é código genético?</p> <p>R.: A relação entre trincas de bases no RNAm e os aminoácidos correspondentes na proteína</p>	<p>Se existem 4 nucleotídeos, que podem se combinar de três em três, quantas trincas são possíveis no código genético?</p> <p>R.: 64 trincas</p>	<p>Quantos aminoácidos são especificados pelo código genético?</p> <p>R.: 20 aminoácidos</p>	<p>Qual a função dos códons de parada (<i>stop codon</i>) no código genético?</p> <p>R.: Encerrar a tradução</p>
 <p>Gemino</p> 	 <p>Gemino</p> 	 <p>Gemino</p> 	 <p>Gemino</p> 
<p>Quais as principais moléculas da tradução?</p> <p>R.: RNA mensageiro, o RNA transportador e o RNA ribossômico</p>	<p>O que é códon?</p> <p>R.: Cada trinca de bases do RNAm que codifica um aminoácido.</p>	<p>O que é anticódon?</p> <p>R.: Trinca de bases no RNAt complementar ao códon do RNAm.</p>	<p>O RNA transportador é assim chamado porque transporta alguma coisa. O que transporta o RNA transportador?</p> <p>R.: Um aminoácido</p>
 <p>Gemino</p> 	 <p>Gemino</p> 	 <p>Gemino</p> 	
<p>Qual a função do RNA ribossômico?</p> <p>R.: Organização do processo de tradução e a ligação entre os aminoácidos através de ligação peptídica</p>	<p>Qual o tipo de ligação entre aminoácidos na cadeia polipeptídica?</p> <p>R.: Ligação peptídica</p>	<p>Qual as funções das proteínas?</p> <p>R.: Reguladora, estrutural ou enzimática</p>	