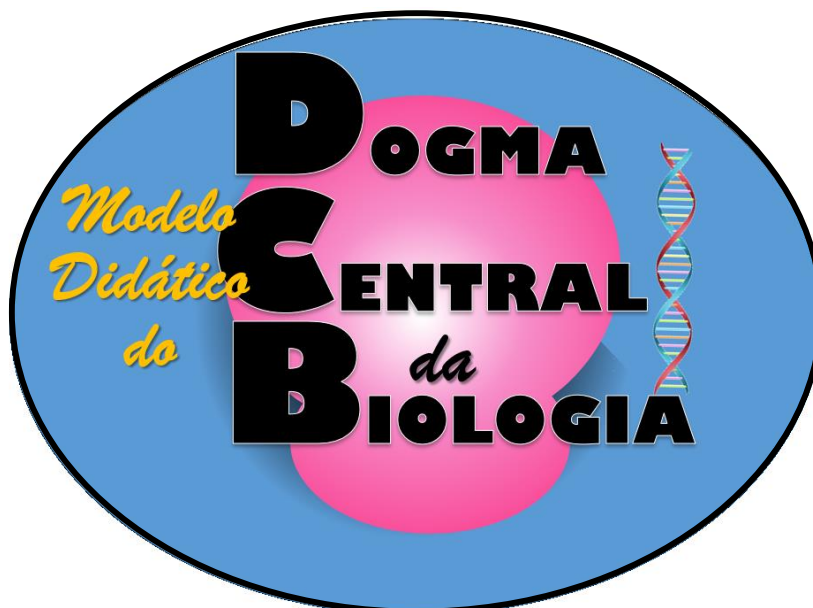




Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Instituto de Física  
Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências  
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências



## SEQUÊNCIA DIDÁTICA:

**MODELO DIDÁTICO INTERATIVO DO DOGMA CENTRAL DA BIOLOGIA.**

DIONE CORDEIRO CALADO

Produto Educacional- Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito final para obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências, sob a orientação da Prof. Dra. Ester Tartarotti.

Campo Grande – MS

2019

## Sumário

Aos professores .....	4
1 APRESENTAÇÃO.....	5
2 INTRODUÇÃO .....	5
3 REFERENCIAIS TEÓRICOS .....	8
3.1 Transposição Didática .....	8
3.2 Teoria Antropológica do Didático.....	9
3.3 Momentos de Estudo da Praxeologia .....	10
4 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA DO DOGMA CENTRAL DA BIOLOGIA .....	11
4.1 OBJETIVO GERAL .....	12
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
4.3 MATERIAIS E MÉTODOS .....	13
4.4 COMO UTILIZAR O MODELO DIDÁTICO.....	14
4.4.1 Etapa 1 – Conhecendo o DNA (Replicação).....	
4.4.2 Etapa 2 – Conhecendo o RNA (Replicação).....	
4.4.3 Etapa 3 – Conhecendo Síntese de proteínas (Tradução).....	
APÊNDICES PARA IMPRESSÃO .....	
REFERÊNCIAS.....	

## APRESENTAÇÃO

Aos Professores

Caros colegas, este material é resultado de exaustivo trabalho de pesquisa na busca pelo desenvolvimento de recursos facilitadores para o ensino de importantes conceitos da Biologia celular, especificamente os ácidos nucleicos, envolvendo os complexos mecanismos de replicação do DNA, transcrição do DNA em RNA e síntese de proteínas (tradução) que reunidos, formam o Dogma Central da Biologia (DCB).

Com cerca de 15 anos de magistério em Mato Grosso do Sul, conheço bem os desafios do ensino de conceitos tão complexos quanto o DCB. São poucos recursos que temos para o ensino de Biologia celular, tendo em vista que a maioria das escolas públicas não contam com laboratórios de Biologia.

Tratando especificamente do ensino do DCB, os recursos disponíveis são mais raros ainda, e desta forma, meus anseios para melhorar o ensino de tais conteúdos, se tornaram as molas propulsoras para a pesquisa e o desenvolvimento desse material.

Depois de muitas buscas por meio da literatura especializada, encontrei na modelização uma alternativa potencialmente viável para criar este material didático. E após um longo período de pesquisas, e muito trabalho no desenvolvimento de cada detalhe, chegamos a um bom resultado.

Vale a pena salientar que o modelo didático para ensino do DCB aqui apresentado, não é uma maquete para aulas meramente expositivas, e estáticas, também não se trata de um jogo ou manual com sugestões para trabalhar o tema com massa de modelar, recortes ou algo assim. O modelo didático que apresentamos é um material concreto, que poderá ser facilmente produzido e utilizado pelo professor de forma perene, pois é construído em material durável (MDF), tendo um excelente custo-benefício.

O modelo didático do DCB é um material facilitador do processo de ensino e aprendizagem, estimula a participação ativa dos educandos e o trabalho em equipe, possibilitando maior interatividade entre os estudantes e entre estudantes e professor, fatos constatados pelas nossas pesquisas.

Para a execução das tarefas ou vivências com o modelo didático, criamos também uma sequência didática, que norteará o trabalho pedagógico do professor, dando suporte, por meio de orientações didático-metodológicas.

Compartilho com vocês estes produtos, que são frutos do trabalho de um professor que conhece com propriedade a realidade das escolas públicas, em todas as suas nuances e desafios, que como a maioria, luta para melhorar o ensino público e desta forma fazer a diferença na vida de muitos jovens em nosso país. Que Deus nos abençoe e nos fortaleça sempre!

*Dione Cordeiro Calado*

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de citologia, incluindo os processos intracelulares como a replicação do DNA, transcrição do DNA em RNA e a síntese de proteínas (Tradução), não se constitui uma tarefa fácil na educação básica, pois envolvem conhecimentos da biologia molecular, onde concentra-se elevado grau de abstração, são saberes oriundos de décadas de pesquisas científicas para serem ensinados em poucas aulas no Ensino Médio, o que pode tornar o trabalho do professor uma tarefa exaustiva, principalmente para despertar a atenção e interesse dos alunos para aprender tais conteúdos.

Outro agravante é a escassez de recursos pedagógicos disponíveis para o professor da escola pública, a maioria não tem laboratórios ou aparelhagens como microscópios para auxiliarem nas aulas de Biologia, tornando-as mais atrativas. Entretanto, não se pode negar o ensino destes saberes, se faz necessário a busca de metodologias inovadoras que favoreçam ao aluno vivenciar as etapas do conhecimento científico de forma reflexiva possibilitando a construção de saberes.

Atualmente o uso de modelos didáticos vem sendo descrito pela literatura como um recurso importante no ensino de Biologia, pois pode oferecer melhores possibilidades de aprendizagem, promovendo a socialização e o trabalho em grupo, oportunizando uma possível aprendizagem mais enriquecedora. Exemplificando, ao invés de apenas observarem imagens da dupla hélice de DNA estampada no livro texto, com o uso de modelos concretos, os alunos poderão manipular peças que são tridimensionais, coloridas e bem identificadas, o que pode auxiliar na compreensão de formas e nomenclaturas de moléculas como os nucleotídeos e suas respectivas bases nitrogenadas, viabilizando melhores condições para os estudantes adquirirem autonomia e criarem sequenciamentos, simularem uma replicação do DNA, transcrição do RNA e síntese de proteínas.

Estas atividades podem tornar a aula mais interessante e atrativa, em consonância com o que diz os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que o ensino de Biologia deve propiciar um aprendizado útil à vida do estudante, levando-o a desenvolver competências, habilidades e valores desenvolvidos como instrumentos reais de percepção, satisfação, interpretação, julgamento, atuação e desenvolvimento pessoal (BRASIL, 2000).

Segundo Ferreira e Justi (2004), estudos apontam que a maioria dos alunos do Ensino Médio no Brasil tem muita dificuldade de compreender conceitos básicos

relacionados ao estudo dos ácidos nucleicos. Diversos fatores podem estar vinculados a esses resultados, pode ser situações decorrentes do grau de complexidade do conteúdo, da dificuldade de contextualização ou a ausência de recursos didáticos que favoreçam o ensino desses conteúdos durante as aulas. Nesse sentido, entendemos que o uso de material didático concreto para o ensino de conteúdos como o DNA/RNA e a síntese proteica pode ser uma excelente alternativa no processo de ensino e aprendizagem, pois oportuniza ao aluno maior e melhor interação como o objeto de estudo, podendo promover uma aula mais produtiva e enriquecedora para alunos e professor.

Esta proposta emprega modelos didáticos para o ensino da citologia no Ensino Médio, especificamente o conteúdo “Dogma Central da Biologia (DCB)”, conteúdos cognitivos complexos e importantes para a educação científica e formação dos estudantes do Ensino Médio. O presente produto é parte integrante da dissertação de mestrado profissional em Ensino de Ciência, intitulada “*Modelo Didático Interativo do Dogma Central da Biologia: Uma proposta de Transposição Didática para o Ensino Médio*” e disserta sobre o uso de um modelo didático interativo para trabalhar conceitos da Biologia celular, especificamente os ácidos nucleicos, envolvendo os mecanismos de replicação do DNA, transcrição do DNA em RNA e síntese de proteínas (tradução) que reunidos, formam o Dogma Central da Biologia (DCB).

Os modelos didáticos têm sido utilizados como um eficiente recurso para auxiliar na metodologia de ensino, facilitando o aprendizado através da representação de conceitos e possibilitando que os conteúdos teóricos sejam revistos em aulas mais dinâmicas e interativas. O uso de modelos didáticos desperta a curiosidade, a atenção e uma atitude ativa e crítica por parte dos estudantes, que são um conjunto de fatores essenciais para uma aprendizagem eficaz (ANSELMO, 2014).

## 2 MODELOS DIDÁTICOS E SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS NO ENSINO DE BIOLOGIA

Quando se analisa história da educação no Brasil, pode ser observado que a prática docente sempre esteve ligada a racionalidade técnica, onde não há interações de conhecimentos entre professores e estudantes, e nem mesmo entre os estudantes. Nessa forma de ensino o livro didático é usado como única fonte de conhecimentos válidos (SETUVAL, 2009), excluindo o protagonismo dos educandos no processo de aprendizagem. Entretanto, com as mudanças nos sistemas educacionais, buscou-se uma pedagogia em que os estudantes tenham participação ativa, onde o conhecimento seja construído através das interações professor-aluno e aluno-aluno. Nesse sentido, o uso de modelos didáticos no ensino de Biologia vem sendo descrito como uma alternativa pedagógica muito promissora. Com a modelização visa-se ampliar a reflexão, o debate e a participação ativa dos estudantes no processo de sua aprendizagem. (DUSO, 2012. p.2). Os modelos didáticos podem ser definidos como uma representação de uma ideia, objeto, mecanismo ou sistema e modelagem como o processo de construção de modelos (KRAPAS et al 1997, p.192; BORGES 1997.p. 207-226). E sobre o uso de modelos no ensino de Biologia, JÚNIOR e PRINCIVAL (2013, p.4) consideram que os modelos didáticos são recursos potencialmente eficazes na prática docente para a abordagem de conteúdos que, muitas vezes, são de difícil compreensão pelos estudantes. No caso do ensino de Biologia celular, ainda mais, pois conteúdos como o Dogma Central da Biologia (DCB), que incluem o estudo molecular do DNA e o processo de duplicação ou replicação, transcrição do DNA em RNA e tradução gênica ou síntese de proteínas, são conteúdos completamente abstratos, sendo necessário o uso de estratégias para que o aluno possa construir seu modelo mental, neste caso, acreditamos que o uso de modelos didáticos como objeto fonte, pode ser um recurso viável. Sobre modelização no ensino de Biologia, BUNGE, apud PIETROCOLA, (1999) afirma que a modelização faz mediação entre o conhecimento científico teórico e abstrato com o conhecimento empírico, aproximando-os como instancia mediadora.

KRAPAS et al (2007), afirma que o modelo pedagógico, construído como proposta de promoção no ensino, “inclui os processos de mediação didática, isto é, os processos de transformação de conhecimento científico em conhecimento escolar. ” Segundo Cavalcante & Silva (2008), o uso de modelos didáticos proporciona aos estudantes o contato físico através da experimentação (pois trata-se de trabalhos experimentais),

permitindo que façam uma associação entre teorias e práticas o que pode levar os alunos a compreensão de conceitos e desenvolvimento de habilidades o que, por sua vez, conduzem os estudantes a uma reflexão do ambiente em que estão inseridos. Desse modo, cabe ao professor na perspectiva de utilização de um modelo didático na sua prática, criar possibilidades de produzi-lo a partir da busca conceitual sobre esse instrumento pedagógico. Nesse caso, como forma de explorar o sentido a que se propõe a sua prática de ensino através da utilização desse recurso, visando a explicação de um determinado fenômeno ou processo que possa garantir a construção do conhecimento no processo de ensino-aprendizagem (SETUVAL, 2009).

Para ORLANDO et al (2009), os modelos tridimensionais são recursos importantes do ponto de vista didático pois permitem aos estudantes uma melhor visualização de estruturas e processos antes restrito a imagens planas do livro didático, sendo fácil de relacionar o todo com as partes e as partes com o todo. Desta forma, quando bem elaborado, o estudo a partir de modelos é um processo mais dinâmico e prazeroso de aprendizagem.

No tocante as Sequências Didáticas (SD), que de acordo com SOUZA (2016), surgiu na França, anos de 1980, com o propósito de melhorar o ensino da língua materna, na busca de um ensino menos fragmentado e mais integrado. Atualmente um dos principais autores com enfoque no uso e desenvolvimento de sequencias didáticas é Antoni Zabala. Em sua obra intitulada “*A prática educativa: como ensinar*”, Zabala discute a relação da proposta metodológica e as concepções de ensino que o docente possui e enuncia sobre os processos de aprendizagem dos alunos.

A sequência, módulo ou unidade didática é um tema importante na Educação, pois vai além da elaboração de um plano de aula, é “um conjunto de atividades escolares ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” (ZABALA, 1998; DOLTZ, 2004). Sabemos que há uma necessidade de intervenções educacionais inovadoras como soluções para problemas da prática educacional nas escolas públicas do nosso país, desta forma é possível dizer que o desenvolvimento e uso de uma SD permita ao professor ensinar de forma reflexiva, de como melhorar suas aulas na expectativa de que seus alunos aprendam melhor. Pois como na SD existe uma trajetória determinada, ou seja, o professor sabe as etapas que seus alunos irão percorrer, poderá fazer observações tais como: onde tem que ser melhorado, quais conceitos básicos daquele determinado conteúdo necessitam ser aprimorado.



Para DOLZ et al (2004, p. 96), a SD permite ao professor fazer análise das produções dos alunos com critérios bem definidos, isso permite avaliar com melhor precisão em que ponto está a classe e quais são principais dificuldades dos alunos naquele determinado conteúdo ensinado. Estas são informações essenciais para o professor tomar decisões importante no que tange a sua prática pedagógica, é um tipo de reflexão pode levar o educador a melhorar sua prática docente, principalmente a forma de avaliar.

### **3 REFERENCIAIS TEÓRICOS**

O presente trabalho está fundamentado nas teorias da Transposição Didática e Teoria Antropológica do Didático de Yves Chevallard.

#### **A Teoria da Transposição Didática**

A Transposição Didática (TD) é uma teoria com foco no estudo dos saberes e nas modificações que estes sofrem durante o processo de sua disseminação. Trata de questões relacionadas tanto ao saber do cientista quanto à elaboração de um objeto de saber para ser ensinado nas escolas. Esta teoria discute também as relações entre os sistemas de ensino e o ambiente social do entorno, permitindo identificar alguns elementos que interferem na escolha dos conteúdos escolares. Chevallard (1991), define a TD como o conjunto das transformações sofridas pelos saberes em uma trajetória que vai da origem, ou seja, das pesquisas onde são produzidos, até chegar na sala de aula como um produto didático (Chevallard, 1991).

A primeira transposição é classificada (Chevallard 1985 apud Perrelli, 1996), como Transposição Didática Externa (TDE), porque ocorre fora da sala de aula, é o currículo formal, determinado pela noosfera. Já a transformação do saber a ser ensinado em saber ensinado, ou seja, aquele que é ensinado na escola, pelo professor ao aluno, depois das modificações adaptativas ou recontextualização realizadas pelo professor, é classificada por Chevallard como Transposição Didática Interna (TDI), pois ocorre dentro da sala de aula, sendo esse o currículo real (PERRELLI, 1996; Weckerlin e Machado, 2013).

Nesta perspectiva, pretende-se ensinar os conceitos relacionados ao ensino do DCB, por meio de modelos didáticos interativo como recursos facilitadores da Transposição Didática Interna, dentro do sistema didático, entreposto na relação saber - professor - aluno. O material é representativo, com configuração semelhante as imagens do livro texto, porém na forma tridimensional e manipulável.

## **A Teoria Antropológica do Didático**

A Teoria Antropológica do Didático (TAD), permite reflexões sobre as relações estabelecidas entre indivíduos, objetos de ensino e ecossistema ou ambiente sala de aula. Compreendemos que este termo ecossistema, na TAD se aplica ao local onde o sistema didático desenvolve-se, pois tem a sua própria ecologia (MENEZES e SANTOS, 2008). A TAD pode ser entendida como uma ampliação da teoria da Transposição Didática (TD) no momento que prolonga esses ecossistemas para relações entre objetos de ensino, e esta última, como uma teoria que dá suporte para compreender-se os caminhos pelos quais os saberes percorrem até tornarem-se objetos de ensino (CAVALCANTE e RODRIGUES, 2017; MENEZES e SANTOS, 2008).

### **Praxeologia e Teoria dos Momentos de Estudo.**

A praxeologia está estruturada por um mecanismo de estudo, uma organização que se sustenta em um processo homogêneo por diferentes momentos, chamados por Chevallard, Bosch e Gascón (2001) de Momentos de Estudo (ME). Os momentos fazem parte de uma dimensão das atividades de estudo, não limitado a um período cronológico ou temporal, mas distribuídos de formas dispersas no decorrer do processo de estudo. Os autores elaboraram, com base no processo de estudo vivido pelo professor, uma relação com cada momento no processo didático de realizações de atividades/tarefas em sala de aula. De acordo com MATTOS (2015), esses momentos são vivenciados por alunos de acordo com a tarefa/atividade apresentada pelo professor. Tais momentos foram descritos como: Momento do primeiro encontro – Quando os objetos que constituem um problema são apresentados aos alunos. O momento exploratório: quando relaciona o problema com a técnica que será utilizada para a sua resolução. No momento do trabalho da técnica ocorre o domínio da técnica utilizada para resolver o problema (podendo surgir novas técnicas para resolver o problema inicial). O momento tecnológico-teórico, momento em que ocorre a justificativa para realização da técnica que foi utilizada para resolver o problema, justifica a tecnologia da técnica e a teoria da tecnologia. O momento de institucionalização, momento de amplitude em que não somente a técnica, mas toda a organização praxeológica usa-se em uma amplitude de elementos que dá referência para a resolução do problema como um todo

#### 4 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA DO MODELO INTERATIVO DO DOGMA CENTRAL DA BIOLOGIA.

Esta sequência didática foi elaborada para o ensino de Biologia celular (citologia), conteúdo estudado por alunos do primeiro ano do Ensino Médio, segundo o referencial curricular do Estado de Mato Grosso do Sul. Entretanto, pode ser aplicado a outros níveis do Ensino Médio. Este material está dividido em três etapas: Etapa 1 conhecendo o DNA (replicação), Etapa 2 – conhecendo o RNA, (transcrição) e Etapa 3 – entendendo a síntese de proteínas (tradução). Sugerimos que cada etapa seja trabalhada em pelo menos uma aula. Que os estudantes possam repetir os processos até estarem seguros do que aprenderam. É fundamental que durante as vivências, o professor acompanhe os grupos de perto, estimulando que todos participem e promova discussões, é muito importante a participação dos alunos de forma ativa. Depois de trabalhar todas as etapas do DCB, reserve pelo menos uma aula para que os alunos repitam os três processos de forma subsequente.

Etapas da sequência didática:

**Etapa 1** – conhecendo o DNA (replicação). Nesta etapa foram abordados os conteúdos: topografia celular do DNA (localização do DNA na célula), conceito de gene, complementaridade e emparelhamento de bases nitrogenadas no DNA e duplicação semiconservativa.

**Etapa 2** – conhecendo o RNA (transcrição), abordando os conteúdos: topografia celular do RNA, complementaridade e emparelhamento de bases nitrogenadas do RNA, transcrição e RNAm.

**Etapa 3** – entendendo a síntese de proteínas (tradução) – nesta etapa da oficina foram trabalhados os conteúdos: Conceito de proteína, códons e anticódons, RNAt, ribossomos, RNAr, ligações peptídicas, aminoácidos e tradução gênica.

## 4. A UTILIZAÇÃO DO MODELO DIDÁTICO INTERATIVO DO DCB

### A montagem do modelo

Caros colegas, esse material deverá ser montado previamente pelo professor. As informações necessárias para aquisição dos materiais e montagem do modelo didático do DCB, estão disponíveis no manual de montagem, [pag.](#) Leia com atenção.

A seguir apresentaremos a sequência didática do Dogma Central da Biologia, que dará suporte metodológico ao docente na utilização do Modelo Didático do DCB. Através desta sequência o professor poderá planejar suas aulas com o modelo. A proposta permite trabalhar o DCB de forma modular, ou seja, numa aula, pode ser trabalhado a **Replicação**, na outra a **Transcrição** e posteriormente a **Tradução**. Entretanto, o professor pode também optar por trabalhar as três etapas subsequentes, de acordo com o seu planejamento. Para auxiliar o professor na distribuição das peças, informamos abaixo os tipos e número das peças necessárias em cada etapa.

Leve sempre em consideração a complementaridade das bases nitrogenadas, se um grupo recebe por exemplo 09 bases Adenina (A), terá que receber o mesmo número de bases Timina (T) ou seja 09, pois formam pares complementares. O mesmo deve ser feito para as outras bases Citosina (C) e Guanina (G). Quando se tratar do mecanismo de transcrição do DNA em RNA, o grupo deve receber além das bases A, T, C e G, também deve receber as bases uracila (U), na mesma proporção da base Timina.

Então vamos lá!

### 4.1 Etapa 1 - Replicação – conhecendo como o DNA se autoduplica.

Orientamos que na primeira vez em que os estudantes tiverem contato com o material, após a distribuição, reserve um tempo para que os alunos possam manusear as peças e tirarem dúvidas. Nesta etapa o professor deve organizar os alunos em grupos, nossa sugestão é 04 alunos por grupo.

*Moreira, C., (2014) Replicação, Rev. Ciência Elem., V2(1):096*

### Apresentação da etapa replicação

Esta estação aborda o DNA e seu mecanismo de replicação semiconservativa, que de acordo com Moreira (2014), cada cadeia de DNA parental servirá de molde à formação de uma nova cadeia complementar, utilizando os nucleotídeos livres no nucleoplasma de

cada célula. O resultado final são duas novas moléculas de DNA de cadeia dupla idênticas entre si, com uma cadeia original e outra complementar recém-sintetizada.

### **Objetivos:**

Proporcionar o trabalho em grupo e a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem dos seguintes conceitos:

- Bases nitrogenadas do DNA.
- Complementaridade das bases nitrogenadas do DNA.
- Duplicação semiconservativa.

### **Materiais necessários:**

- Quatro moldes da molécula de DNA.
- 36 modelos de bases nitrogenadas. Sugestão: nove (09) bases Timina, nove (09) bases Adenina, nove (09) bases Citosina e nove (09) bases Guanina.
- Caderno, lápis e borracha para eventuais anotações.

### **Desenvolvimento da atividade**

O professor deverá solicitar que os alunos se reúnam em grupos e após, distribuir o material descrito acima (**figura 1**).



**Figura 1.** Moldes das moléculas de DNA e bases nitrogenadas

A primeira tarefa a ser desenvolvida, será simular a formação de uma molécula dupla de DNA, utilizando dois moldes e 18 modelos de bases. Para isso, o professor poderá escrever no quadro uma sequência de nove bases, como por exemplo:

ATGCATGCA. Depois solicitar que os alunos encaixem as bases citadas em um dos moldes da molécula de DNA (**figura 2**).



**Figura 2.** As duas partes da molécula de DNA e bases nitrogenadas

A partir dessa sequência inicial, os alunos devem organizar a outra metade da molécula com suas respectivas bases complementares (**figura 3**).



**Figura 3.** Molécula de DNA completa.

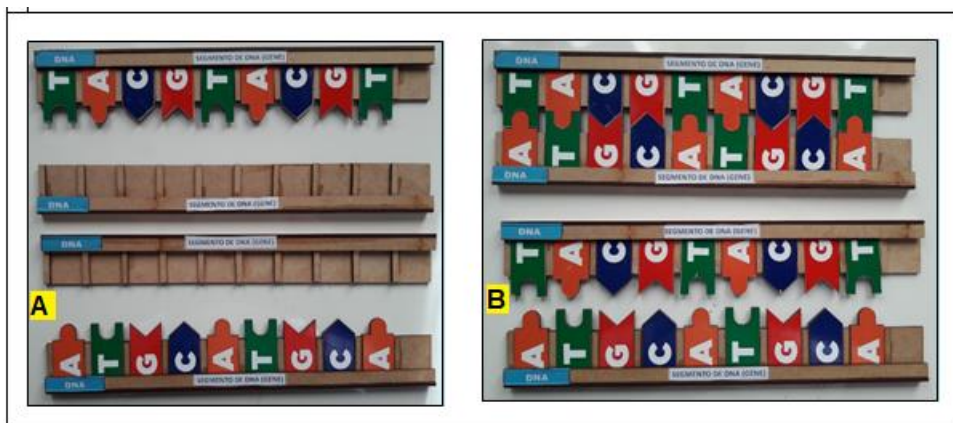
Com a molécula completa, ou seja, com as duas partes encaixadas, a próxima tarefa é a duplicação semiconservativa. Para simular esse processo os estudantes procederão da seguinte forma: tendo a molécula de DNA sobre a mesa, com suas bases nitrogenadas

complementares encaixadas, um dos estudantes deverá abrir a molécula, afastando metade para um lado e a outra metade para o outro, como mostra a **figura 4**.



**Figura 4.** Abertura da Molécula de DNA para replicação.

Após a separação das cadeias de DNA, dois novos moldes devem ser inseridos e as respectivas bases nitrogenadas complementares encaixadas, como mostra a **figura 5**. O resultado é duas novas moléculas de DNA, cada uma com uma parte nova e outra da molécula antiga, consolidando a suplicação semiconservativa.



**Figura 5A.** Introdução das novas moléculas de DNA, figura 5B. Duplicação completa.

Os alunos devem ao final da atividade serem capazes de compreenderem quais são as bases nitrogenadas que formam a molécula de DNA, o conceito de cadeia dupla e de duplicação semiconservativa.

### **Problematização e levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes**

Sugestões de questões problematizadoras ao professor:

1. Quais são as bases nitrogenadas presentes nas moléculas de DNA.
2. Como as bases nitrogenadas do DNA se complementam.
3. Se uma determinada molécula de DNA é formada por: ATGCCAATTGCTAAAG, qual seria a sequência complementar.
4. Se em uma molécula de DNA ocorre 20% de Adenina, qual o percentual das outras bases (Timina, Citosina e Guanina).
5. O que é duplicação semiconservativa.

### **Habilidades esperadas dos estudantes durante experiência vivencial com o modelo didático do DCB.**

Compreender quais são as bases nitrogenadas presentes nos nucleotídeos que formam as moléculas de DNA.

Entender o conceito de dupla cadeia de DNA.

Compreender a complementaridade das bases nitrogenadas do DNA.

Entender o conceito de duplicação semiconservativa.

As questões problematizadoras iniciais agora serão colocadas aos alunos como problemas a serem resolvidos por meio das habilidades propiciadas pela atividade do modelo didático. A saber: Quais são as bases nitrogenadas presentes nas moléculas de DNA? Como as bases nitrogenadas do DNA se complementam? Se uma determinada molécula de DNA é formada por: ATGCCAATTGCTAAAG, qual seria a sequência complementar? Se em uma molécula de DNA ocorre 20% de Adenina, qual o percentual das outras bases (Timina, Citosina e Guanina)? O que é duplicação semiconservativa?

### **Generalização e conclusões**

O professor deve verificar junto aos estudantes se os problemas apresentados no início foram efetivamente abordados durante o desenvolvimento das habilidades propostas nesta etapa. A nossa sugestão é que neste momento, o professor promova uma discussão que possibilite aos estudantes exporem suas dúvidas ou raciocínio acerca do tema estudado. Caso o professor perceba que algumas das habilidades propostas não foram contempladas, pode realizar outras vezes a etapa 1 total ou parcial.



É importante que os alunos saibam que estas informações acerca do material genético dos seres vivos, são frutos do trabalho árduo de muitos cientistas, de diversos países, que através de suas pesquisas, reuniram esses dados. E que parte desses dados foram transpostos para os livros didáticos, na forma de conteúdos escolares. É importante comunicar as estudantes que a ciência sofre alterações, de acordo com o descobrimento ou aperfeiçoamento de novos conceitos, que isso faz parte do desenvolvimento científico em todo o mundo.

### **Avaliação**

Sugerimos que o professor considere os seguintes componentes para avaliação:

Conceituais: informações sobre os tipos e complementaridade das bases nitrogenadas do DNA e da duplicação semiconservativa.

Procedimentais – interação com o modelo, tais como inserir as bases nos moldes do DNA, encaixe das bases, simulação da duplicação semiconservativa.

Atitudinais – Interação entre professor e alunos, discussões entre os participantes, trabalho em grupo, bom desenvolvimento das tarefas, pró-atividade dos alunos, posicionando-se com protagonismo no processo ensino e aprendizagem.

### **Respostas das questões relacionadas a etapa 1.**

1 - Quais são as bases nitrogenadas presentes nas moléculas de DNA?

*R: Adenina (A), Timina (T), Citosina (C) e Guanina (G).*

2 - Como as bases nitrogenadas do DNA se complementam?

*R: Adenina se liga com Timina e Citosina com Guanina (A – T e C – G).*

3 - Se uma determinada molécula de DNA é formada por: ATGCCAATTGCTAAAG, qual seria a sequência complementar?

*R: TACGGTTAACGATTC.*

4 - Se em uma molécula de DNA ocorre 20% de Adenina, qual o percentual das outras bases (Timina, Citosina e Guanina)?

*R: Adenina = 20%, Timina = 20%, Citosina = 30% e Guanina = 30%.*

*Explicação: Se A = 20% , logo T=20%, pois são bases complementares. Então 20+20=40, ou seja, as bases Adenina e Timina correspondem a 40% da molécula de DNA em questão, ficando o restante (60%) para ser distribuído entre citosina e guanina.*

5 - O que é duplicação semiconservativa?

*R: é o processo de duplicação do DNA, em que uma determinada molécula de DNA é aberta (denaturação) e novos nucleotídeos são emparelhados em ambos os lados da*

*molécula. Ao final, surgem duas novas moléculas, cada uma com uma parte nova e outra conservada da molécula original.*

## **Etapa 2 – Transcrição do DNA em RNA.**

### **4.2 Etapa 2 – Conhecendo a Transcrição do DNA em RNA.**

#### **Apresentação da etapa Transcrição**

Esta etapa aborda o processo de síntese do RNA, que ocorre a partir de uma molécula de DNA em um processo denominado transcrição. Na transcrição, a molécula de DNA serve como um molde para a produção de uma fita complementar de RNA. Nesse processo, a polimerização é realizada pela enzima RNA polimerase.

#### **Objetivos:**

Proporcionar o trabalho em grupo e a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem dos seguintes conceitos:

- Bases nitrogenadas do RNA.
- Transcrição do DNA em RNA
- Complementaridade das bases nitrogenadas do RNA com o DNA.
- Conceito de códons

#### **Materiais necessários:**

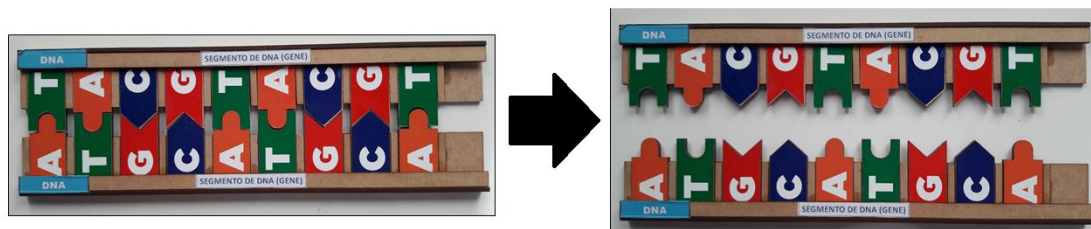
- 02 moldes da molécula de DNA.
- 01 molde da molécula de RNAm.
- 30 modelos de bases nitrogenadas. Sugestão: seis (06) bases Timina, seis (06) bases Adenina, seis (06) bases Citosina, seis (06) bases Guanina e seis (06) Uracila.
- Caderno, lápis e borracha para eventuais anotações.

#### **Desenvolvimento da atividade**

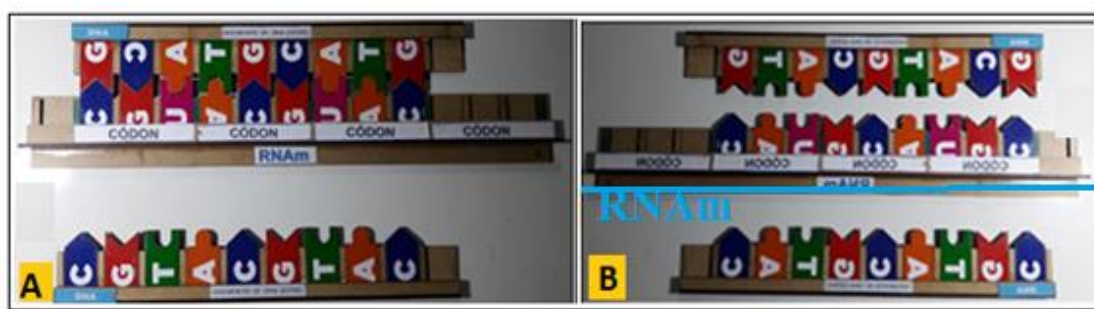
O professor determinará uma sequência de bases de DNA, como por exemplo: ATGCATGCA, escrita no quadro. (o professor pode também solicitar aos grupos de alunos que criem uma determinada sequência de bases DNA, de acordo com os conhecimentos adquiridos na etapa 01 – replicação).

Após o modelo da molécula de DNA completa, deverão posiciona-la no centro da mesa e assim, iniciar a simulação da transcrição. Um aluno do grupo desenha os dois lados

da molécula de DNA, separando-a em duas metades (figura 6). Em seguida, outro aluno irá inserir o molde da molécula de RNAm, posicionando-o abaixo de uma das metades do DNA, como mostra a figura 7.



**Figura 6.** Formação de uma cadeia dupla do DNA e abertura ou denaturação da cadeia dupla.



**Figura 7A.** Encaixe das bases nitrogenadas do RNAm. **B.** retirada do modelo de RNAm

Os alunos devem, ao final da atividade serem capazes de compreender quais são as bases nitrogenadas que formam a molécula de RNA, o conceito de cadeia simples de RNA e de transcrição.

### **Problematização e levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes**

Sugestões de questões problematizadoras ao professor:

6. Quais são as bases nitrogenadas presentes nas moléculas de RNA.
7. Como as bases nitrogenadas do RNA complementam com as bases do DNA.
8. Se uma determinada molécula de DNA é formada por: ATGCCAATTGCTAAAG, qual seria a sequência complementar para o RNA sintetizado desse trecho de DNA.
9. O que é transcrição.
10. O que são códons.

**Habilidades esperadas dos estudantes durante experiência vivencial com o modelo didático do DCB.**

Compreender quais são as bases nitrogenadas presentes nos nucleotídeos que formam as moléculas de RNA.

Entender o conceito de cadeia simples de RNA.

Compreender a complementaridade das bases nitrogenadas do RNA em relação ao DNA.

Entender o conceito de transcrição.

Entender o conceito de códons.

As questões problematizadoras iniciais agora serão colocadas aos alunos como problemas a serem resolvidos por meio das habilidades propiciadas pela atividade do modelo didático. Quais são as bases nitrogenadas presentes nas moléculas de RNA? Como as bases nitrogenadas do RNA complementam com as bases do DNA? Se uma determinada molécula de DNA é formada por: ATGCCAATTGCTAAAG, qual seria a sequência complementar para o RNA sintetizado desse trecho de DNA? O que é transcrição? O que são códons?

### **Generalização e conclusões**

O professor deve verificar junto aos estudantes se os problemas apresentados no início foram efetivamente abordados durante o desenvolvimento das habilidades propostas nesta etapa. A nossa sugestão é que neste momento, o professor promova uma discussão que possibilite aos alunos a exposição de suas dúvidas ou raciocínio acerca do tema estudado. Caso o professor perceba que algumas das habilidades propostas não foram contempladas, pode realizar outras vezes a etapa em questão.

É importante que os alunos saibam que estas informações acerca do material genético dos seres vivos, são frutos do trabalho árduo de muitos cientistas, de diversos países, que através de suas pesquisas, reuniram esses dados. E que parte desses dados foram transpostos para os livros didáticos, na forma de conteúdos escolares. É importante comunicar as estudantes que a ciência sofre alterações, de acordo com o descobrimento ou aperfeiçoamento de novos conceitos, que isso faz parte do desenvolvimento científico em todo o mundo.

### **Avaliação**

Sugerimos que o professor considere os seguintes componentes para avaliação:

Conceituais: informações sobre os tipos e complementaridade das bases nitrogenadas do RNA e da síntese de RNA.

Procedimentais – interação com o modelo, tais como fazer a abertura da molécula de DNA, inserindo as bases nos moldes do RNA, simulando o processo de transcrição.

Atitudinais – Interação entre professor e alunos, discussões entre os participantes, trabalho em grupo, bom desenvolvimento das tarefas, pró-atividade dos alunos, posicionando-se com protagonismo no processo ensino e aprendizagem.

### **Respostas das questões relacionadas a etapa 2.**

1 - Quais são as bases nitrogenadas presentes nas moléculas de RNA?

Adenina (A), Uracila (U), Citosina (C) e Guanina (G).

2 - Como as bases nitrogenadas do RNA complementam com as bases do DNA?

Adenina se liga com Uracila (A – U), Citosina se liga com Guanina (C – G).

3 - Se uma determinada molécula de DNA é formada por: ATGCCAATTGCTAAA, qual seria a sequência complementar para o RNA sintetizado desse trecho de DNA?

DNA = ATGCCAATTGCTAAA

RNA = UACGGUUAACGAUUU

4 - O que é transcrição?

É o processo em que ocorre a síntese do RNA a partir d uma cadeia-molde de DNA.

5 - que são códons?

Os códons são sequências de três bases (trincas) de bases nitrogenadas do RNAm.

### **Etapa 3 – Tradução ou síntese de proteínas.**

Nesta etapa, será simulado a síntese de proteínas, fenômeno biológico também como tradução. Por meio desse processo, as células produzem as substâncias primordiais dos seres vivos, as proteínas, que são macromoléculas constituídas de unidades menores (monômeros), denominados aminoácidos. As proteínas desempenham diversas funções nos seres vivos: estrutural (queratina presente em cabelos, unhas e pelos), hormonal (insulina), pigmentação (melanina) e na constituição dos órgãos e tecidos dos seres vivos. As proteínas está presente alimentação humana e de outros seres vivos, portanto, fazem parte do cotidiano dos estudantes, portanto a síntese desses compostos devem estar presentam também no contexto escolar dos estudantes.

### **Objetivos:**

Proporcionar o trabalho em grupo e a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem dos seguintes conceitos:

- Tipos de RNAs.
- Relação códon – anticódon.
- Complementaridade das bases nitrogenadas do RNA.
- Aminoácidos.
- Síntese de proteínas.

**Materiais necessários:**

- 01 suporte
- 01 Modelo de ribossomo
- 01 Molde da molécula de RNAm.
- 02 Moldes da molécula de DNA.
- 01 Molde da molécula de RNAt.
- 06 clips pequenos.
- 25 modelos de bases nitrogenadas. Sugestão: Sugestão: cinco (05) bases Timina, cinco (05) bases Adenina, cinco (05) bases Citosina, cinco (05) bases Guanina e cinco (05) Uracila.
- Caderno, lápis e borracha para eventuais anotações.

**Desenvolvimento da atividade**

O professor determinará uma sequência de bases de DNA, como por exemplo: ATGCATGCA e os estudantes deverão inserir as bases nitrogenadas no molde de DNA, correspondentes a sequência determinada pelo professor, bem como a outra parte complementar. Com a dupla cadeia de DNA pronta, os estudantes devem simular o processo de transcrição do DNA em RNAm, ou seja, vão repetir a etapa 02. A simulação do processo de tradução com o modelo didático do DCB, será realizado na posição vertical, e para isso, contará com a peça suporte, onde serão encaixados os modelos de RNAm (figura 8) e o modelo do ribossomo (figura 9).

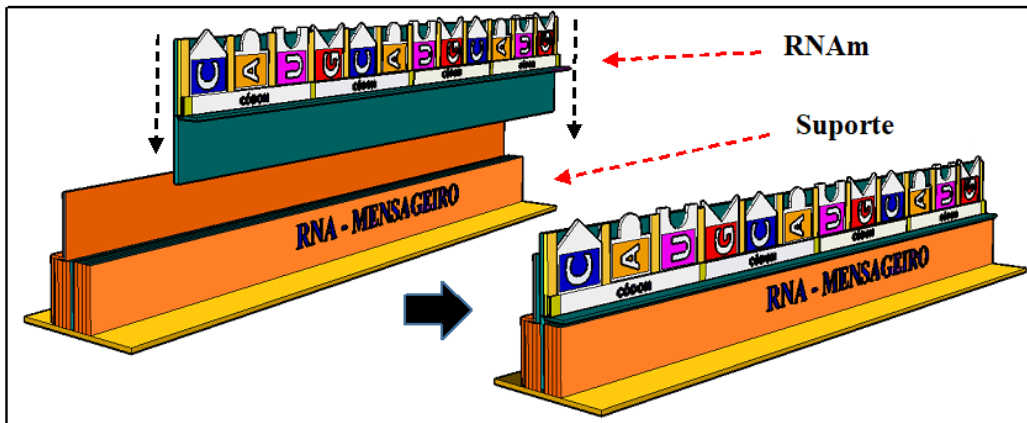


Figura 8. Encaixe do RNAm no suporte

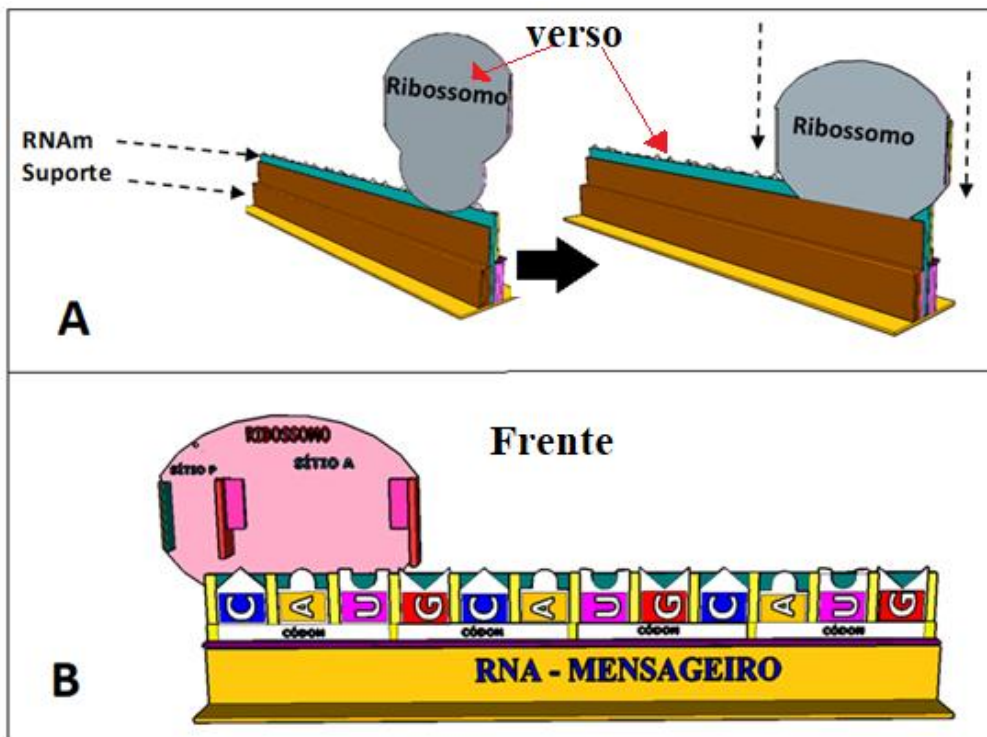
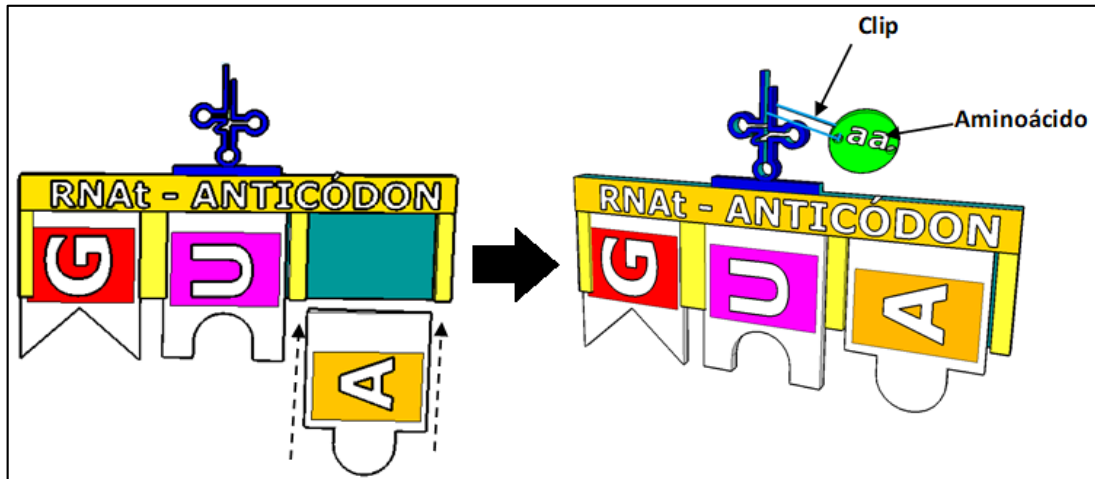


Figura 9. A. Encaixe do ribossomo no suporte. B. Ribossomo já posicionado sobre o primeiro códon.  
Fonte: autoral

Os estudantes devem ser orientados a encaixarem o RNAm no sulco longitudinal do suporte, após o encaixe será gerado um outro espaço longitudinal na região posterior do modelo de RNAm, nesse segundo sulco, deve ser acoplado o modelo de ribossomo, posicionado sobre o primeiro códon (trinca de bases nitrogenadas do RNAm), como mostrado na figura 9.

A próxima tarefa é a montagem do RNAt com o anticódon, ou seja, a trinca de bases complementares ao primeiro códon do RNAm. O RNAt faz o transporte dos aminoácidos que constituirão a proteína que será sintetizada, então os alunos deverão inserir um “aminoácido”, usando um clip para prendê-lo ao RNAt, conforme mostra a figura 11. Os

clips que ligam esses aminoácidos representam as pontes de hidrogênio. Salientamos que neste modelo não estamos trabalhando o código genético, apenas a simulação da tradução, portanto, não identificamos os aminoácidos com suas respectivas siglas, mas apenas com a abreviação **aa** (figura 11).



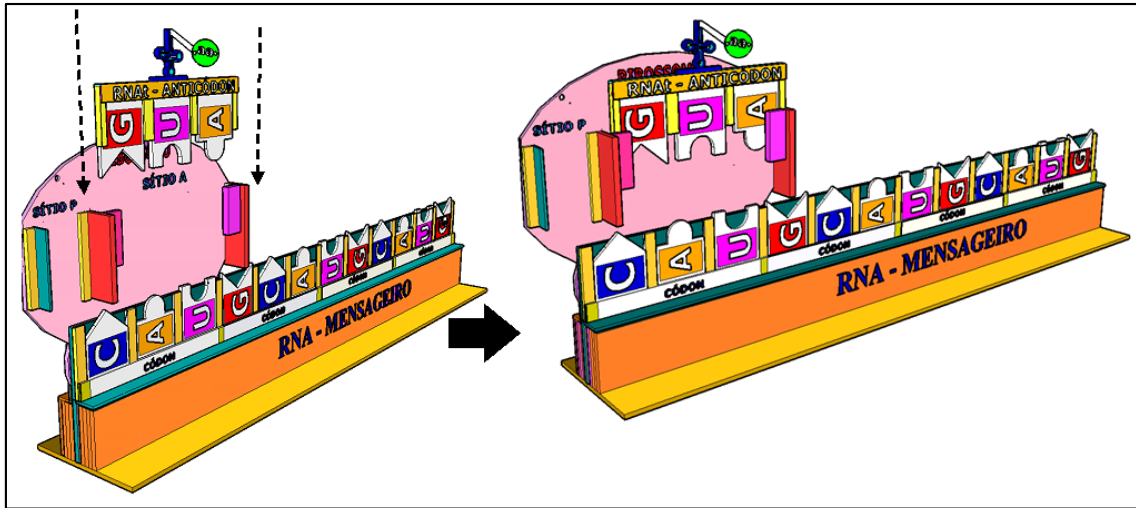
**Figura 11.** Encaixe das bases nitrogenadas no RNAt, formando o anticódon. Fonte: autoral



**Figura 12.** Exemplo de anticódon. Fonte: autoral

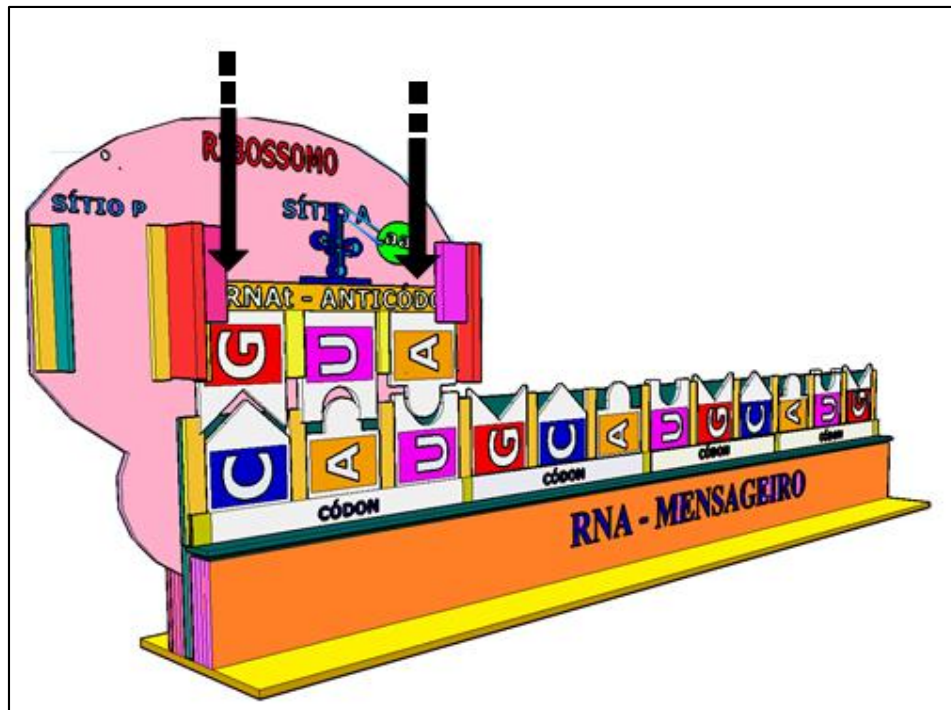
Prosseguindo, o RNAt deverá ser cuidadosamente inserido no “sítio A” do ribossomo, como representado na figura 13.





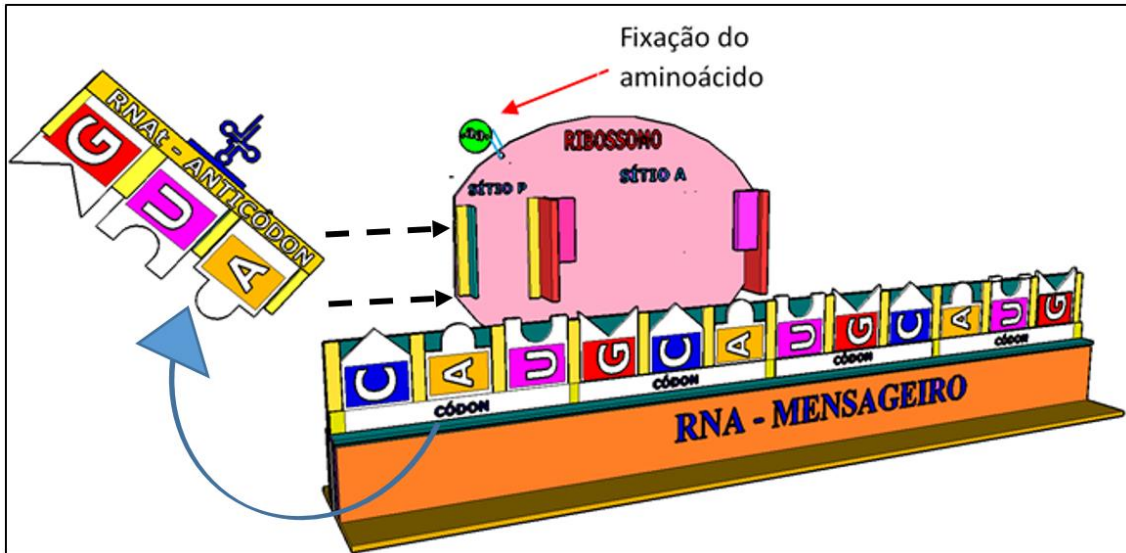
**Figura 13.** Encaixe do RNAt no ribossomo. Fonte: autoral

Depois de todas as peças devidamente encaixadas, um dos estudantes deverá pressionar levemente o RNAt para baixo, fazendo com que as bases do anticódon se encaixe com as bases do códon (figura 14).



**Figura 14.** Encaixe códon e anticódon. Fonte: autoral

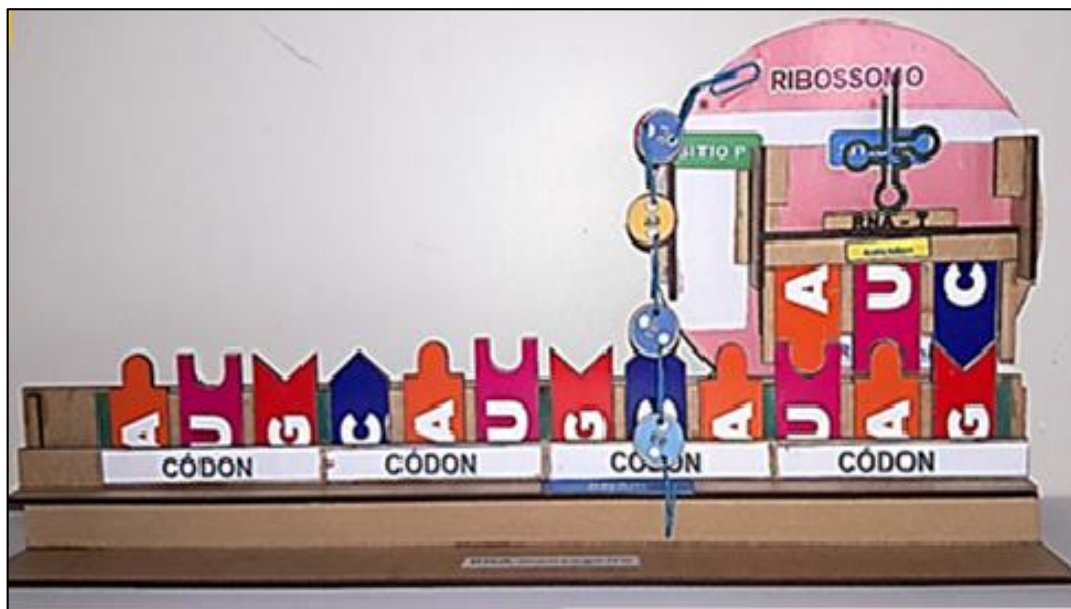
Ocorrendo o encaixe, o RNAt é retirado e o aminoácido inserido no “sítio P”. Após, o ribossomo deverá ser posicionado até o próximo códon, conforme mostra a figura 15.



**Figura 15.** Primeiro aminoácido fixado no sítio P do ribossomo e reposicionamento do ribossomo.

Fonte: autoral

O processo deverá ser repetir até percorrer todos os códon do RNA (figura 14). Neste modelo, somente há espaço para quatro códon de cada vez, o professor poderá solicitar novas tarefas, solicitando as estudantes que insiram no RNAm outros códon e prosseguir com a “síntese”.



**Figura 16.** Peptídeo constituído de 4 aminoácidos

Fonte: autoral

## **Problematização e levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes**

Sugestões de questões problematizadoras ao professor:

11. Tipos de RNA e suas respectivas funções.
12. O que são anticódons.
13. O que são proteínas.
14. Se uma determinada molécula de RNAm é constituída pela seguinte sequência de bases: UACGGUUAACGAUUUC, quantos aminoácidos terá a proteína sintetizada a partir desse RNAm.
15. O que é tradução.

## **Habilidades esperadas dos estudantes durante experiência vivencial com o modelo didático do DCB.**

Compreender quais são tipos de RNA e suas respectivas funções na síntese de proteínas.

Entender a relação códon – anticódon.

Compreender o que são os aminoácidos e como são organizados na síntese de proteínas.

Entender o conceito de tradução.

As questões problematizadoras iniciais agora serão colocadas aos alunos como problemas a serem resolvidos por meio das habilidades propiciadas pela atividade do modelo didático do DCB. Quais os tipos de RNA e suas respectivas funções? O que são anticódons? O que são proteínas? Se uma determinada molécula de RNAm é constituída pela seguinte sequência de bases: UACGGUUAACGAUUUC, quantos aminoácidos terá a proteína sintetizada a partir desse RNAm? O que é tradução?

## **Generalização e conclusões**

O professor deve verificar junto aos estudantes se os problemas apresentados no início foram efetivamente abordados durante o desenvolvimento das habilidades propostas nesta etapa. É importante explicar aos alunos que o RNAr (ribossômico), embora não apareça diretamente no modelo, está presente no ribossomo. A nossa sugestão é que neste momento, o professor promova uma discussão que possibilite aos alunos a exposição de suas dúvidas ou raciocínio acerca do tema estudado. Caso o professor

perceba que algumas das habilidades propostas não foram contempladas, pode realizar outras vezes a etapa em questão.

É importante que os alunos saibam que estas informações acerca do material genético dos seres vivos, são frutos do trabalho árduo de muitos cientistas, de diversos países, que através de suas pesquisas, reuniram esses dados. E que parte desses dados foram transpostos para os livros didáticos, na forma de conteúdos escolares. É importante comunicar as estudantes que a ciência sofre alterações, de acordo com o descobrimento ou aperfeiçoamento de novos conceitos, que isso faz parte do desenvolvimento científico em todo o mundo.

### **Avaliação**

Sugerimos que o professor considere os seguintes componentes para avaliação:

Conceituais: informações sobre os tipos de RNA suas respectivas funções, relação códon – anticódon – aminoácidos – proteínas.

Procedimentais – interação com o modelo, tais como simular os processos de transcrição e Tradução.

Atitudinais – Interação entre professor e alunos, discussões entre os participantes, trabalho em grupo, bom desenvolvimento das tarefas, pró-atividade dos alunos, posicionando-se com protagonismo no processo ensino e aprendizagem.

### **Respostas das questões relacionadas a etapa 2.**

1. Quais os tipos de RNA e suas respectivas funções?

**RNAm – tem o código genético que determina o sequenciamento dos aminoácidos para formar uma determinada proteína. RNAt – transposta os aminoácidos que serão inseridos na proteína. RNAr – é o principal constituinte dos ribossomos, organelas responsáveis pela tradução.**

2. O que são anticódons?

**Sequência de três bases nitrogenadas do RNAt**

3. O que são proteínas?

**São macromoléculas formadas por ligações peptídicas de aminoácidos.**

4. Se uma determinada molécula de RNAm é constituída pela seguinte sequência de bases: UACGGUUAACGAUUU, quantos aminoácidos terá a proteína sintetizada a partir desse RNAm?

**Cinco**

5. O que é tradução?

**E o processo de síntese de proteínas**

