

JACINEIDE GABRIEL ARCANJO

SÍNTESE PROTÉICA: UM ESTUDO SOBRE A FORMAÇÃO DE CONCEITOS

Recife,

2009

JACINEIDE GABRIEL ARCANJO

SÍNTESE PROTÉICA: UM ESTUDO SOBRE A FORMAÇÃO DE CONCEITOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências (PPGEC), nível de mestrado, da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ensino das Ciências. Área de concentração: Ensino de Biologia – Linha de pesquisa: Formação de conceitos.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ana Maria dos Anjos Carneiro Leão

Co-Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Zélia Maria Soares Jófili

Recife,  
2009

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS

JACINEIDE GABRIEL ARCANJO

SÍNTESE PROTÉICA: UM ESTUDO SOBRE A FORMAÇÃO DE CONCEITOS

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora composta pelos seguintes professores (as):

---

Ana Maria dos Anjos Carneiro Leão, Dra  
Orientadora - UFRPE

---

Cláudio Galvão de Souza Junior, Dr.  
UAG - UFRPE

---

Mônica Maria Lins Lessa, Dra  
UFRPE

---

Marília França da Rocha, Dra  
UPE

---

Zélia Maria Soares Jófili, Dra  
UFRPE

## AGRADECIMENTOS

A Deus, nosso Pai Eterno, pela graça e misericórdia infinita: “Sou o que sou pela graça de Deus.” (I Coríntios 15:10).

A minha mãe Luiza, por todo incentivo e apoio durante toda minha vida. As lições de vida que aprendi na família foram mais que suficientes. Aos meus irmãos, Gilvando, Nivaldo, Josélia e Joseane pelo incentivo e apoio.

À Coordenação, professores e alunos do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências pelas valiosas contribuições acadêmicas e laços de amizade constituídos durante todo o período.

A minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Ana Maria, pelo acolhimento e apoio nas horas de desespero e aflição. Sou-lhe grata pela enorme contribuição para meu crescimento acadêmico-científico e humano. Obrigada, Professora amiga.

A minha co-orientadora, Prof<sup>a</sup>. Zélia Jófili, pela paciência, amizade e sugestões que muito contribuíram para a elaboração deste trabalho; Sempre paciente, simples e muito humilde.

A todos que fazem parte do Programa Conexões de Saberes, da UFRPE, que me ajudaram no cumprimento de mais uma etapa profissional da minha vida.

Meu agradecimento especial ao meu namorado Paulo Ricardo, que sempre me ajudou a tomar decisões e, mais que isso, me apoiou e incentivou. Teve muita paciência (às vezes nem tanta) e entendeu (ou pelo menos tentou entender) todos os meus momentos de angústia e desespero, obrigada por tudo!

A grande companheira Alba Flora Pereira pelo excelente colaboração durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

A minha turma do mestrado, pela amizade e companheirismo. Entre altos e baixos, estamos atingindo nossos objetivos.

A todos os grandes amigos e colegas que, de alguma forma, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

*“Educar é semear com sabedoria e colher com paciência”.*

Augusto Cury

## RESUMO

No Ensino da Biologia existe uma grande dificuldade na articulação entre os macro e micro universos, dificultando o desenvolvimento de uma aprendizagem sistêmica e significativa. Este estudo teve como objetivo identificar as dificuldades na formação de conceitos relacionados à síntese protéica e testar a viabilidade de uma sequência didática utilizando jogos educativos, na tentativa de superar as dificuldades anteriormente apontadas. Na pesquisa foram utilizados diversos instrumentos didáticos (vídeo, mapa conceitual, jogos, situação-problema e dinâmicas de grupo) para favorecer a aprendizagem dos conceitos abstratos de biologia envolvidos no estudo. Dentro dessa perspectiva, “os anabolizantes” foram utilizados como tema contextualizador e foram evidenciados em cada etapa do processo de formação dos conceitos estudados, tentando minimizar a distância entre os universos envolvidos. A pesquisa foi realizada com alunos (8º período) do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. O estudo evidenciou que: (a) os licenciandos ainda apresentam uma visão desarticulada, não conseguindo relacionar as partes com o todo; (b) e que um trabalho numa abordagem sistêmica e contextualizada pode propiciar uma melhor compreensão dos conceitos. Diante desses resultados cabe a reflexão sobre a necessidade de repensar a prática docente no ensino superior, propiciando aos licenciandos atividades contextualizadas para que se apropriem de forma significativa dos conceitos abstratos e possam introduzir mudanças na sua prática docente futura, com repercussões positivas na educação básica.

Palavras-chave: Visão sistêmica, formação de conceitos, ensino de biologia e síntese protéica.

## ABSTRACT

It's very difficult to link macro and micro universes concepts in Biology teaching-learning processes in order to develop a systemic view and a significant learning. The aim of this study was to identify the difficulties in forming concepts related to protein synthesis and test the feasibility of a teaching sequence using educational games to overcome previously identified difficulties. Some teaching tools (video, conceptual map, games, problem-solving and group interaction) were used to promote the learning of abstract concepts involved in the study of biology. The use of analogies was highlighted at each stage of the related sequence in order to minimize the distance between the universes involved. The research was conducted with 8th stage students from an Undergraduate Course of Biological Sciences. The study showed that: (a) the undergraduates still had a disjointed view; (b) a contextualized and systemic approach can provide a better understanding of concepts. From these results we should to rethink the teaching practice in higher education, providing better contexts to teacher students activities. It probably will overcome their difficulties in develop a significant learn of abstract concepts as well as can contribute to introduce changes in their future teaching practice, with positive effects on basic education.

Keywords: systematic view, formation of concepts, biology teaching, protein synthesis.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<i>Objetivo Geral:</i> .....	21
<i>Objetivos Específicos:</i> .....	21
<b>CAPÍTULO 1 – FORMAÇÃO DE CONCEITOS</b> .....	<b>22</b>
1.1 O QUE SÃO CONCEITOS? COMO SÃO FORMADOS OS CONCEITOS? .....	22
1.2 O PAPEL DOS CONCEITOS COTIDIANOS NA APRENDIZAGEM .....	26
1.3 DIFICULDADES NA FORMAÇÃO DE CONCEITOS .....	27
1.4 O PROFESSOR E A FORMAÇÃO DE CONCEITOS .....	28
1.5 ABORDAGEM SISTÊMICA COMO ALTERNATIVA DE SUPERAÇÃO .....	31
<b>CAPÍTULO 2 – JOGOS COMO ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS PARA O ENSINO DA BIOLOGIA</b> .....	<b>33</b>
<b>CAPÍTULO 3 – O USO DE ANABOLIZANTES COMO UM CONTEXTO PARA A FORMAÇÃO DE CONCEITOS SOBRE A SÍNTESE PROTEÍCA</b> .....	<b>38</b>
3.1 A VIDA NUMA PERSPECTIVA SISTÊMICA .....	38
3.2 O ESTUDO DE SÍNTESE DE PROTEÍNA NUMA VISÃO SISTÊMICA .....	40
3.3 SÍNTESE DE PROTEÍNAS NO CONTEXTO DO USO DE ANABOLIZANTES .....	47
<b>CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA</b> .....	<b>57</b>
4.1 GRUPO ESTUDADO .....	61
4.2 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS UTILIZADOS: .....	62
4.2.1 – <i>Descrição e Adaptação do jogo “Dominogênio”</i> .....	63
4.2.2 <i>Procedimentos do Jogo Dominogênio</i> .....	64
<b>CAPÍTULO 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>66</b>
5.1 VÍDEO E SITUAÇÃO – PROBLEMA .....	67
5.2 MAPA CONCEITUAL.....	69
5.3 JOGO DOMINOGÊNIO .....	77
5.4 DIFICULDADES CONCEITUAIS DE APRENDIZAGEM .....	89
5.7 SISTEMATIZAÇÃO DO CONTEÚDO: .....	91
<b>CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>105</b>
6.1 CONSTRUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	106
6.2 AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA DAS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM QUE PERMEIAM OS CONCEITOS ENVOLVIDOS NA SÍNTESE DE PROTEÍNA.....	106
6.3 VALIDAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SISTEMATIZAÇÃO) .....	107
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>109</b>



<b>APÊNDICE .....</b>	<b>116</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>131</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mecanismos de transcrição e tradução.....	43
Figura 2: Estrutura química do DNA e RNA .....	44
Figura 3: Etapas do mecanismo da síntese de proteína, iniciação .....	45
Figura 4: Etapas do mecanismo da síntese de proteína, alongamento.....	46
Figura 5: Etapas do mecanismo da síntese de proteína, terminação.....	46
Figura 6: Estrutura química de uma proteína.....	47
Figura 7: Estrutura química da testosterona .....	49
Figura 8 : Composição química de anabolizantes freqüentes: (A) Anadrol, (B) Oximetolona e (C) Estanazolol .....	49
Figura 9: Massa muscular modificada sob efeito de anabolizantes.....	50
Figura 10: A nadadora Rebeca Gusmão e as mudanças no seu biótipo: a) 2003; b) 2007.....	56
Figura 11: Esquema do mapa conceitual da segunda (A) e terceira (B) etapa da sequência didática do grupo 1 .....	72
Figura 12: Esquema do mapa conceitual da segunda (A) e terceira (B) etapa da sequência didática do grupo 2 .....	74
Figura 13: Esquema do mapa conceitual da segunda(A) e terceira (B) etapa da sequência didática do grupo 3 .....	76
Figura 14: Associação da jogada contendo dois conectores para representar os contextos em que o fenômeno acontece.....	78
Figura 15: Modelo esquemático de uma célula .....	92
Figura 16: Rebeca e a sua mudança corporal .....	116
Figura 17: Modelo esquemático de como uma proteína é sintetizada.....	118
Figura 18: Tabuleiro do Jogo Dominogênio do grupo 1 construído na segunda etapa da pesquisa, antes da sistematização .....	122
Figura 19: Tabuleiro do Jogo Dominogênio do grupo 2 construído na segunda etapa da pesquisa, antes da sistematização .....	123
Figura 20: Tabuleiro do Jogo Dominogênio do grupo 3 construído na segunda etapa da pesquisa, antes da sistematização .....	124
Figura 21: Tabuleiro do Jogo Dominogênio do grupo 1 construído na terceira etapa da pesquisa, após sistematização .....	125
Figura 22: Tabuleiro do Jogo Dominogênio do grupo 2 construído na terceira etapa da pesquisa, após sistematização .....	126

Figura 23: Tabuleiro do Jogo Dominogênio dos grupos 3 construído na terceira etapa da pesquisa, após sistematização .....	127
Figura 24: Mapa conceitual pré (A) e pós (B) sistematização do grupo 1 construído na segunda e terceira etapa da pesquisa.....	128
Figura 25: Mapa conceitual pré (A) e pós (B) sistematização do grupo 2 construído na segunda e terceira etapa da pesquisa.....	129
Figura 26: Mapa conceitual pré (A) e pós (B) sistematização do grupo 3 construído na segunda e terceira etapa da pesquisa.....	130

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Conceitos básicos utilizados no estudo da síntese protéica. ....	41
Quadro 2: Resumo dos efeitos anabólicos e androgênicos dos esteróides anabolizantes.....	50
Quadro 3: Os esteróides no cotidiano. ....	52
Quadro 4: Levantamento do Comitê Olímpico Brasileiro quanto às substâncias anabólicas mais utilizadas pelos atletas até 2005 (VEJA, jul. 2008).....	55
Quadro 5: Síntese das discussões realizadas na apresentação de uma situação-problema sobre o uso de anabolizantes, caso de Rebeca Gusmão .....	67
Quadro 6: Procedimento desenvolvido por cada grupo durante o jogo Dominogênio .....	80
Quadro 7: Características gerais de cada grupo durante o Jogo Dominogênio .....	81
Quadro 8: Levantamento quantitativo do jogo na segunda fase da sequência didática, antes da sistematização. ....	83
Quadro 9: Levantamento quantitativo do jogo na segunda fase da sequência didática, após a sistematização. ....	84
Quadro 10: Categorias de análise das associações do Jogo Dominogênio na segunda fase.....	86
Quadro 11: Categorias de análise das associações do Jogo Dominogênio na terceira fase.....	87
Quadro 12: Dificuldades de aprendizagem no ensino de conceitos de biologia.....	90
Quadro 13: Avaliação dos aspectos positivos e negativos da sequência didática. ....	104

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Que expectativa você teve quando foi convidado para participar da estratégia didática.....	97
Gráfico 2: O uso de uma situação-problema na sequência didática .....	98
Gráfico 3: Como você avalia este primeiro momento da estratégia .....	98
Gráfico 4: Clareza das regras do jogo dominogênio.....	99
Gráfico 5: Você como futuro educador aplicaria esta estratégia em sua sala de aula .....	99
Gráfico 6: O jogo de Dominó pode ser uma ferramenta didática importante para o processo de ensino-aprendizagem .....	100
Gráfico 7: Qual o objetivo do jogo para o processo de ensino-aprendizagem .....	101
Gráfico 8: Quais os instrumentos utilizados na pesquisa necessitam de ajustes .....	101
Gráfico 9: Momento significativo para a aprendizagem dos conceitos .....	102
Gráfico 10: Avaliação final da sequência didática .....	103

## LISTA DE ABREVIATURAS

**PCN:** Parâmetros Curriculares Nacionais

**PCNEM:** Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio

**DNA:** Ácido Desoxirribonucléico

**RNA:** Ácido Ribonucléico

**RNA<sub>m</sub> :** Ácido Ribonucléico Mensageiro

**RNA<sub>t</sub> :** Ácido Ribonucléico Transportador

**RNA<sub>r</sub>:** Ácido Ribonucléico Ribossomal

**LDB:** Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

## INTRODUÇÃO

A partir da década de 80 do século XX, as pesquisas no campo educacional se intensificaram, visando atender ao oferecimento de um ensino de qualidade a toda a população, como sugere uma sociedade democrática. Dentro deste contexto, podemos afirmar que a escola torna-se, verdadeiramente popular e de qualidade quando ela recupera a sua função social e política, capacitando os alunos para a participação plena na vida social, política, cultural e profissional na sociedade. Refletir sobre a democratização do ensino implica refletir sobre a sua qualidade, pois não basta ter o acesso à escola, mas permanecer nela e ter um ensino de boa qualidade.

Nesta perspectiva, defende-se o ensino como ferramenta relevante para que se obtenha o conhecimento. Assim, é pertinente destacar as reflexões de Edgar Morin (2002), que defende o conhecimento contextualizado, que por se aproximar da realidade dos alunos, favorece sua adaptação ao ensino de qualquer disciplina. Esses paradigmas sustentam um princípio unificador do saber, do conhecimento, em torno do ser humano, valorizando o seu cotidiano, o seu vivido.

Entretanto, no ensino das Ciências tem persistido uma forte influência do pensamento racionalista, considerando que a aprendizagem é, em essência, um processo racional, ou seja, um conjunto de atividades presidido por uma lógica inescapável. Os argumentos justificáveis e demonstráveis seriam suficientes para que os estudantes mudassem suas idéias, abandonando as suas concepções prévias e adotassem aquelas aceitas pela ciência (BIZZO, 2002). A representação do ensino de Ciências, durante muito tempo, foi a de que "aprender Ciências parece ser repetir palavras difíceis" (BIZZO, 2002, p. 30). A aprendizagem de conceitos científicos tem sido supervalorizada em detrimento das interações que ocorrem entre os estudantes e, destes, com o contexto que vivenciam.

Em se tratando do ensino-aprendizagem de Ciências, assim como em outras áreas, torna-se importante pensar, primeiramente, no que Carvalho & Gil-Pérez (1995) denominam "necessidades formativas do professor de Ciências". Não há como desconsiderar a formação inicial e continuada dos professores como fator de extrema importância na constituição de uma prática educativa comprometida com uma aprendizagem de qualidade.

Carvalho & Gil- Pérez (1995), entre outros autores, destacam a relevância que deve ser dada à formação do professor de Ciências, a fim de desmistificar algumas idéias há muito impregnadas nas práticas escolares. Faz-se necessário questionar a imagem de ensino como uma atividade simples, algo que não demanda muitos aprofundamentos, ou seja, questionar visões simplistas do processo de ensino-aprendizagem, introduzindo na prática docente a reflexão contínua e a busca por uma auto-formação, através do acesso às pesquisas recentes sobre o tema.

Nesta perspectiva, cabe aos professores a busca constante por novas estratégias didáticas, que podem e devem servir como subsídio para que o estudante descubra seu próprio mundo, esclarecendo suas dúvidas e valorizando o ambiente que o cerca. Também faz parte desse processo compreender que não é apenas com materiais previamente preparados, “prontos e acabados”, os quais muitas vezes não condizem com as suas realidades, que se podem atingir melhores resultados no processo ensino-aprendizagem (ALMEIDA, 2002). Partir de uma prática significativa para suas vidas, sistematizada, contextualizada, interativa e dinâmica, parece ser mais adequado e pode favorecer a reflexão do professor sobre o real significado do ensino de ciências na atualidade e sobre os métodos empregados por ele em sala de aula, assim como a superação da visão tradicionalista do ensino, baseada no simples repasse de conhecimentos (CARVALHO, 2004).

Superar esta prática ainda é um grande problema, a despeito de toda discussão acerca do tema. Tedesco (1998) afirma que a simples formação inicial do professor não é suficiente para atender às necessidades da escola, pois se apresenta de forma insuficiente e “aligeirada”, muitas vezes não suprimindo os desafios da formação docente que a sociedade do conhecimento impõe. Segundo o mesmo autor, aos docentes é exigida uma série de capacidades e habilidades como pensamento sistemático, criatividade, solidariedade, habilidade de resolver problemas, trabalho em equipe, dentre outros, que antes não foram trabalhados nos cursos de formação inicial.

Pelo exposto, a reflexão docente sobre sua atuação profissional e a compreensão do real significado de sua atividade no contexto em que está inserido, são desafios diários. Compreendendo a sociedade em que se encontra e reconhecendo o contexto social onde está acontecendo o processo ensino-aprendizagem, o docente será capaz de participar de forma mais efetiva da construção do conhecimento dos estudantes.



Atualmente, faz-se necessária uma formação complexa e diferenciada, visto que os professores, além da apropriação dos saberes científicos precisam perceber-se como seres sociais capazes de intervir no ambiente, buscando sempre refletir sobre os resultados de sua ação. A formação é um processo que tem início, mas é inconcluso e essa característica favorecerá a sua reformulação constante, seja no aspecto pessoal, seja do ponto de vista profissional (FREIRE, 2002).

Com a implantação da LDB (BRASIL, 1997) e dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM - BRASIL, 1999) houve um favorecimento da reflexão contextualizada sobre as questões que norteiam a educação, indicando um avanço qualitativo na educação do Brasil. O modelo curricular dos PCN apresenta uma natureza aberta e flexível, passível de ser adaptada a cada região e localidade, considerando a diversidade sócio-político-cultural do nosso país. Pelo menos na proposta, oferece condições de autonomia aos professores e equipes pedagógicas, garantindo respeito às diferenças e, ao mesmo tempo, contribuindo de forma decisiva para o processo de construção da cidadania (BRASIL, 1997).

No que tange ao Ensino de Biologia, observa-se uma imensa diversidade de conteúdos, em diferentes escalas que variam entre o macro e o micro universos e que nos interagem mais diferentes níveis de complexidade, permitindo múltiplas articulações. A imensa quantidade de conteúdos de Biologia pode ser vista de duas maneiras. É positiva quando o professor tem relativo domínio conceitual nas diversas áreas do conhecimento ampliando seu leque de possibilidades em articular os universos envolvidos, relacionando as partes com o todo; contudo, é negativa quando este professor, por não ter segurança nos conteúdos abordados, não consegue articular os universos micro-macroscópicos.

O desenvolvimento técnico-científico-tecnológico dos últimos anos tem requerido do professor de Biologia o desenvolvimento de competências cada vez mais amplas, para favorecer o desenvolvimento cidadão do aprendiz, de forma a desenvolver competências para compreender o mundo e agir sobre ele com autonomia, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos (BRASIL, 1999).

Muitos conteúdos trabalhados na Biologia são de natureza macroscópica (Ecologia, Zoologia, Botânica, Anatomia, por exemplo), sendo relativamente fácil trabalhá-los. Entretanto, à

medida que se “mergulha” num micro universo, que requer antes de tudo abstração, as dificuldades que surgem, são assustadoras. São exemplos clássicos a Bioquímica, a Biofísica e a Genética. Quando se fala no ensino da biologia molecular o professor, na sua formação inicial, encontra dificuldades por ter “aprendido” os conceitos básicos desarticulados entre si e, por esse motivo, as dificuldades de compreensão aumentam quando há sobreposições de informações entre estes conceitos. Este é um aspecto quase dramático. Trabalhar a Biologia de forma linear e cartesiana significa, em essência, manter a desarticulação de conteúdos e sua consequente descontextualização.

Uma alternativa é a perspectiva não-linear, complexa, proposta por Capra (1996, 2003 e 2005). Na verdade, cabe ao professor se apropriar da visão holística proposta por Capra (2005) para dar maior e melhor sentido ao Ensino da Biologia e favorecer a compreensão dos conceitos envolvidos no seu estudo. Assim, se faz necessário que o professor-pesquisador, detentor do saber científico, no qual o homem é responsável pelo monitoramento (e/ou manipulação) da Biotecnologia e Engenharia Genética, ajude seu aluno a compreender desde a ínfima partícula de uma matéria viva até sua inserção “no contexto de um todo mais amplo” (CAPRA, 1996, p. 41).

É importante enfatizar a diferença existente entre a visão sistêmica e a visão cartesiana. A ciência cartesiana enfatiza a presença de estruturas fundamentais e de forças e mecanismos pelas quais elas interagem, originando assim os processos. Na visão sistêmica, toda estrutura é manifestação de processos subjacentes, sendo, portanto, processual. De acordo com esta perspectiva, considera-se o processo de conhecimento como epistemológico. Hoje a compreensão depende do observador, da sua maneira de compreensão, diferindo assim da “objetividade científica” apresentada pelo pensamento cartesiano. Na visão sistêmica, o conhecimento científico é sempre questionado: "A ciência nunca pode fornecer uma compreensão completa e definitiva" (CAPRA, 1996, p. 49). O conhecimento científico é um conhecimento aproximado, pois todas as concepções e teorias científicas são limitadas. São muitas as variáveis que envolvem um fenômeno, muitas das quais não são percebidas pelos sentidos, além daquelas não detectáveis pela limitação da tecnologia.

Outra questão apontada por Schnetzler (2000 *apud* FABRÍCIO, 2005) é a desarticulação entre os conteúdos específicos e pedagógicos durante a formação de professores. Formar professores é uma tarefa bastante complexa. Justamente por isso, não são medidas simplistas e

banalizadoras, apresentadas como uma fórmula mais eficiente e produtiva de preparar os profissionais da educação, que irão resolver os problemas atuais das licenciaturas. A responsabilização do professor pela sua falta de preparo, ante as incertezas que emergem das perspectivas de mudança refletidas em novas exigências, para o exercício da docência precisa ser reavaliada considerando também os processos de formação. Os obstáculos para a formação docente podem reforçar a resistência às inovações ou mesmo motivar a formação de uma cultura profissional que aponte os professores como culpados, sem concentrar esforços na luta por uma melhor formação e um maior desenvolvimento profissional (IMBERNÓN, 2006).

A luta por mais investimentos e oportunidades de formação será insuficiente se não houver uma coerência qualitativa nas formas e conteúdos das oportunidades de formação reivindicadas, pois, “em geral, há uma grande defasagem entre a retórica da educação democrática e centrada no aluno e o modo pelo qual se conduz a educação de professores” (ZEICHNER, 2003, p. 40). É necessário que os cursos de formações de professores do Brasil trabalhem seus futuros profissionais objetivando a articulação dos conteúdos científicos das diversas áreas com teorias gerais da educação.

O conceito a ser abordado nesta dissertação é o de Síntese Protéica, que, devido ao seu nível de abstração, muitas vezes não é aprendido, mas simplesmente decorado. Assim, se o licenciando em seu processo de formação não aprende significativamente este conceito, como vai conseguir ensiná-lo de forma simples, sistematizada, interativa, articulada e contextualizada? Diante da complexidade do conteúdo, Capra (2005) afirma que geralmente se aceita existir um dogma central no processo da síntese protéica, que acontece de forma causal e linear indo do DNA ao RNA, e destes às proteínas, definindo um fluxo unidirecional de informações dos genes às proteínas. Entretanto, esta explicação é simplista demais para descrever os eventos relacionados a este processo real e suas inter-relações com o meio intra e extracelular. Neste sentido, é importante que se tenha uma visão melhor de todo o processo, mas sem ser desvinculado das partes, havendo sempre uma inter-relação entre o macro e micro universos. Sendo assim, devemos substituir um pensamento que isola e separa por um pensamento que distingue e une (MORIN, 2003).

Neste sentido, a visão que se tem quanto a determinados conceitos é linear e não ultrapassa os limites determinados pelo pensamento cartesiano. Essa visão muitas vezes decorre da prática

pedagógica dos docentes de Biologia que não destacam a articulação dos conteúdos numa perspectiva sistêmica. E quais as razões de tal procedimento? Muitas podem ser as respostas. Talvez a própria forma cartesiana de pensar do professor; talvez o desconhecimento dos professores formadores das dificuldades intrínsecas à compreensão de conceitos abstratos; de que é difícil para o estudante compreender o que não vê; talvez, também, devido à falsa noção elitista de que “ciência não é para todos”. Nesses casos, o caminho mais fácil é desistir de tentar fazê-los abstrair e estimulá-los a “acreditar que aprenderam”, ao assinalarem alternativas corretas nas provas ou responderem corretamente as questões, com respostas memorizadas.

Na forma didática tradicional, a síntese protéica consiste na integração sequencial de dois processos: a transcrição e a tradução, que resulta, no final, na síntese de proteína. No entanto esta é uma visão ainda muito linear das etapas do processo. Atualmente não é mais possível manter esta visão reducionista, quando os problemas são sistêmicos, estão interligados e são interdependentes (CAPRA, 1996). Segundo Alberts (2004), esses processos são os meios pelos quais as células “lêem”, ou expressam as instruções contidas em seus genes e que são propagadas geração a geração através da divisão celular.

A transcrição refere-se ao processo de cópia de síntese de RNA a partir de sequências gênicas de um molde de DNA. Neste processo a sequência de bases do DNA age como molde para a transcrição, que origina RNAmensageiro (RNAm), que migra do núcleo para o citoplasma contendo as informações do DNA. A tradução, por sua vez ocorre no citoplasma, em ribossomos associados, ou não, ao retículo endoplasmático, contando com aminoácidos transportados por RNA transportador (RNAt) que facilitam o processo de síntese protéica. De acordo com a complexidade dos eventos, a compreensão da síntese protéica pode ser considerada a mais complexa das rotas bioquímicas, sendo necessárias cerca de 300 macromoléculas agindo de forma coordenada de modo a modular a operação da síntese de polipeptídios (ZAHA *et al.*, 2003). Entretanto, esta complexidade pode ser facilmente entendida à medida que o conteúdo seja apresentado de forma dinâmica e sistêmica, fazendo articulações com o meio.

A questão-chave desta pesquisa é desenvolver e validar uma sequência didática utilizando estratégias dinâmicas e contextualizadas associadas ao ensino do conhecimento científico formal, a partir do uso de jogos educativos para a formação de conceitos relacionados ao

ensino de síntese protéica com alunos do 8º período de Licenciatura em Ciências Biológicas. A sequência visa o entendimento dos conceitos propostos possibilitando a resolução de situações-problema. Desta forma, elegemos estudar:

Quais as contribuições de uma sequência didática utilizando jogos educativos na identificação e superação dos obstáculos mais comuns para a formação de conceitos relacionados à síntese de proteína?

### **Objetivo Geral:**

Identificar a viabilidade de uma sequência didática utilizando jogos educativos para a formação de conceitos relacionados à síntese de proteína.

### **Objetivos Específicos:**

- Identificar as dificuldades de estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas no processo de formação dos conceitos envolvidos no estudo de síntese protéica.
- Criar uma sequência didática utilizando jogos educativos e testar sua viabilidade no favorecimento da aprendizagem dos conceitos propostos.
- Analisar o potencial da estratégia didática utilizada como elemento facilitador na aprendizagem da síntese protéica.

Este trabalho obedece à seguinte estrutura. O primeiro capítulo trata da fundamentação teórica, referenciando a formação de conceitos científicos segundo Vygotsky, as concepções alternativas ou informais, as dificuldades de aprendizagem notadamente de conceitos abstratos de Biologia, a problemática envolvida na formação de professores e, por fim, estratégias didáticas para o ensino da Biologia. O segundo capítulo trata dos conceitos científicos envolvidos no ensino-aprendizagem de síntese protéica numa visão sistêmica. O terceiro capítulo descreve e apresenta a metodologia utilizada durante a sequência didática. O quarto capítulo apresenta e discute os resultados. Finalmente, as considerações finais e as conclusões constam no quinto capítulo.

## CAPÍTULO 1 – FORMAÇÃO DE CONCEITOS

### **1.1 O que são conceitos? Como são formados os conceitos?**

Os conceitos científicos se caracterizam por explicar, descrever e representar fenômenos (TEIXEIRA, 2006) e os Parâmetros Curriculares Nacionais estabeleceram como metas de ensino compreendê-los de forma significativa e aprender a utilizá-los (BRASIL, 1999).

Há muito tempo os conceitos vêm sendo discutidos por vários pesquisadores em contextos variados sob diferentes perspectivas teóricas, não havendo um consenso entre eles para a sua definição. Cada corrente tenta explicar, a sua maneira, como é processada a informação no cognitivo de um indivíduo. Numa dessas vertentes (AUSUBEL, 1980; NOVAK, 1988), o conceito é entendido como um “rótulo” - símbolo ou palavra que designa uma série de atributos comuns a um determinado objeto ou fenômeno. Como exemplo, apontaríamos o conceito de “casa” que engloba várias visões: local de residência; edificação construída com diversos tipos de materiais: alvenaria, pedra, madeira; com diversos estilos; entre outros. Quando vemos a gravura de uma “casa” a reconhecemos como casa, mesmo que não seja a “casa” em que residimos. Da mesma forma, quando ouvimos a palavra casa evocamos a idéia de casa que trazemos na memória.

Esta definição, no entanto, traz no seu bojo algumas limitações, uma vez que nem todos os conceitos podem ser entendidos através da identificação de seus atributos (propriedades). Exemplificamos com o estudo do conceito de síntese protéica que não pode ser compreendido apenas identificando suas propriedades, ou comparando-o com outras atividades celulares que acontecem em cada organismo. É preciso encontrar outro caminho.

Para Vygotsky (2005), o conceito explicita a relação existente entre pensamento e linguagem, representada pelo meio cultural de cada indivíduo no momento em que estão sendo construídos significados. Este momento é importante para o processo de internalização dos signos (palavras).

*A formação dos conceitos é o resultado de uma atividade complexa, em que todas as funções intelectuais básicas tomam parte. No entanto, o processo não pode ser reduzido à associação, à atenção, à formação de imagens, à inferência ou às tendências determinantes. Todas são indispensáveis, porém insuficientes sem o uso do signo, ou palavra, como o meio pelo qual conduzimos as nossas operações mentais controlamos o seu curso e as canalizamos em direção a solução do problema que enfrentamos (VYGOTSKY, 2001, p. 50).*

Segundo Vygotsky (2005), o desenvolvimento cognitivo do indivíduo ocorre ao longo da vida através de diferentes fases que envolvem diversos processos mentais. O processo de formação de conceitos tem início na infância, amadurece e se configura na puberdade. Durante esse percurso a criança, adquire capacidades de conceituação que constituem o início desse processo. A formação de conceitos envolve todas as funções mentais superiores e é um processo mediado por signos. Isto é, no que se refere à formação de conceitos, o mediador é a palavra que é o meio para centrar ativamente a atenção, abstrair determinados traços, sintetizá-los e simbolizá-los por meio de algum signo. Para ele,

*Só no término do décimo segundo ano manifesta-se um nítido aumento da capacidade da criança de formar, sem ajuda, conceitos objetivos generalizados... O pensamento por conceitos, emancipado da percepção, faz exigências que excedem suas possibilidades mentais antes dos doze anos de idade (p.67)*

Assim, para Vygotsky, a formação dos conceitos é um processo criativo, e não um processo mecânico e passivo que se configura no curso de uma operação complexa, voltada para a solução de um problema.

Vygotsky foi um dos mais influentes autores a estudar a formação de conceitos. Ele desenvolveu estudos experimentais para observar a dinâmica do processo de formação de conceitos envolvendo mais de trezentas pessoas - crianças, adolescentes e adultos. As principais conclusões a que chegou foram: (a) a percepção e a linguagem são indispensáveis à formação de conceitos; (b) a percepção das diferenças ocorre mais cedo do que a das semelhanças porque esta última exige uma estrutura de generalização e de conceitualização mais avançada; (c) o desenvolvimento dos processos que resultam na formação de conceitos começa na infância, mas as funções intelectuais que formam a base psicológica do processo de formação de conceitos amadurecem e se desenvolvem somente na adolescência; (d) a formação de conceitos é o resultado de uma atividade complexa, em que todas as funções intelectuais básicas (atenção deliberada, memória lógica, abstração, capacidade para comparar e diferenciar) tomam parte; (e) os conceitos novos e mais elevados transformam o significado dos conceitos inferiores (VYGOTSKY, 2005).

Essa trajetória de desenvolvimento pode ser descrita em três estágios básicos: o primeiro estágio é o do sincretismo ou dos amontoados sincréticos; o segundo estágio é o da formação de complexos ou pensamento por complexos; e já o terceiro estágio se refere aos conceitos potenciais, que leva à formação dos conceitos propriamente ditos.

Para Vygotsky (2007) no estágio do sincretismo os objetos são agrupados de maneira desorganizada, aleatoriamente e sem levar em consideração as desigualdades apresentadas em seu conjunto. No início desta fase existe a preocupação do indivíduo de fazer os primeiros agrupamentos de maneira não organizada, utilizando o signo como um conjunto de informações vagas e sincréticas de objetos isolados, estabelecendo relações de cunho subjetivo entre os elementos. Diante de uma tarefa a ser resolvida e que depende da formação de um novo conceito, o sujeito cria uma série de enlaces subjetivos que não são factuais nem objetivos. Seria a fase mais elementar da formação do conceito com baixo nível de abstração e generalização (ROSSI, 2006). Esses amontoados desorganizados dividem-se em três etapas: formação de imagens sincréticas ou amontoados de objetos ou enunciados, procedimento no qual o sujeito escolhe ou define o que deverá ser conceituado ao acaso, sem critério aparente. A disposição espacial na organização dos elementos é a segunda etapa e se forma com base nos encontros espaciais e temporais de determinados elementos que surgem no processo de percepção imediata e subjetiva do sujeito. Na terceira etapa tem uma imagem sincrética, formada em uma base mais complexa e se apóia na atribuição de um único significado aos representantes dos diferentes grupos, que reúnem simultaneamente os dois estágios anteriores, na percepção do sujeito (SANTOS, 2008).

No pensamento por complexos, os objetos são agrupados de acordo com suas características visíveis, concretas e factuais. O pensamento se organiza, em termos de nomes de famílias, originando tantos agrupamentos quantos forem às relações possíveis entre os objetos, isto é, como os agrupamentos carecem de uma unidade lógica, as ligações entre os objetos podem ser de tipos muito diferentes. Santos (2008) afirma que o pensamento por complexo divide-se em cinco etapas. A primeira é o complexo do tipo associativo, que se caracteriza pela criação de diferentes vínculos com qualquer aspecto percebido pelo sujeito, estabelecendo diferentes relações concretas entre os elementos, como se fossem todos membros de uma mesma família. São relações associativas entre o fenômeno e o objeto do complexo. Na segunda etapa do pensamento por complexo, o complexo-coleção, é quando o sujeito relaciona objetos, enunciados e percepções concretas do que deveria ser conceituado em grupos específicos, de elementos diferentes, como os representados em uma coleção. Baseia-se na



experiência prática e imediata da criança, que utiliza operações mentais a partir de coleções de objetos que se complementam, ou seja, o conjunto é constituído de partes que apresentam significado. Já o complexo em cadeia, terceira etapa, parte do princípio da combinação dinâmica e temporal de determinados elos, em uma cadeia única e, também, da transmissão do significado de um elo a outro, como se fossem os elos interligados de uma corrente. Na quarta etapa, o de complexo difuso, o sujeito realiza combinações dos aspectos difusos e indefinidos com os grupos concretos dos objetos físicos, enlaces subjetivos, mas factuais, que somente soam compreendidos pelo outro social mediante explicações do próprio sujeito. Já a quinta e último etapa é o do pseudoconceito, no qual o sujeito realiza um tipo de generalização que é semelhante ao conceito verdadeiro, mas a diferença significativa está em sua natureza psicológica.

Por fim, o terceiro estágio, o dos conceitos potenciais encontra-se divididos em três etapas. A primeira etapa caracteriza-se pela união dos diversos objetos a partir da semelhança entre eles, denominado por Vygotsky (2001) de conceitos potenciais, onde o sujeito destaca um conjunto de objetos que generalizou após criar um grupo a partir de um atributo comum. A segunda se refere ao momento em que o sujeito, ao abstrair certos atributos, não mais se utiliza de situação concreta e constrói critérios para novos arranjos e cria atributos em novas premissas, o que se torna pouco elucidativo para efeitos de identificação do próprio estágio empiricamente. A terceira e último etapa é marcado pelo uso da palavra como meio de formação de conceito que faz surgir à estrutura significativa e original que foi denominada de conceito na verdadeira acepção da palavra.

Vale salientar que os conceitos potenciais são apenas precursores dos conceitos propriamente ditos, uma vez que nessa fase a palavra ainda não atingiu a completa abstração, sendo muitas vezes utilizada pela criança em termos de seu significado funcional. A criança agrupa os objetos segundo um único atributo, por exemplo, cor amarela ou forma cilíndrica.

Segundo Vygotsky (2005) o domínio dos conceitos científicos implica um tipo de pensamento desvinculado dos objetos concretos e das experiências práticas, abstraído do contexto real imediato. Caracteriza-se por uma atitude mediada em relação aos objetos concretos, a partir de relações hierárquicas entre conceitos e generalização de conceitos. Esse tipo de pensamento foi denominado por Vygotsky de pensamento conceitual. Para entender o processo de formação de conceitos é preciso considerar as especificidades e as relações

existentes entre conceitos cotidianos e conceitos científicos, conforme o pensamento Vygotskyano.

Como visto acima, pelo papel que os conceitos desempenham, sua aprendizagem tem sido objeto de muitas investigações, principalmente quando se pensa na instrução formal e no papel da escola de facilitadora na construção do conhecimento científico por parte de seus estudantes (NEBIAS, 1998). Cabe à escola auxiliar na construção dos conceitos científicos, que são de natureza diferente daqueles aprendidos na vida cotidiana.

## **1.2 O papel dos conceitos cotidianos na aprendizagem**

As idéias trazidas pelas crianças sobre os diversos aspectos da vida cotidiana e que são impregnadas do senso comum recebem diferentes termos dependendo dos autores (OLIVEIRA, 2005). Por exemplo, *idéias intuitivas* foi um termo utilizado por Driver (1986) e seus seguidores; *pré-concepções*, por Gil Pérez (1986) e Freitas e Duarte (1990) entre outros; *idéias prévias* - outro termo também utilizado por Gil Pérez (1986) e Driver (1988); *pré-conceitos*, utilizado por Novak (1977) e Andersson (1986); *erros conceituais* por Linke e Venz (1979); *conceitos alternativos* por Gilbert (1982); *conhecimentos prévios* por Pozo (1998) e, por fim, *concepções alternativas*, por Santos (1998) e muitos outros. Neste trabalho, fundamentado em Vygotsky, nos referiremos a essa bagagem trazida pelos alunos como *conceitos cotidianos* (Vygotsky, 2001).

Está inerente na pesquisa a necessidade de conhecer “o que sabem os estudantes” para que haja uma adequação na estratégia de ensino que pretende ser proposta. Tais saberes se caracterizam por serem representações pessoais e espontâneas, ancoradas essencialmente na experiência pessoal, cultural e na linguagem de cada indivíduo sem, no entanto, possuir um rigor científico. Na verdade, são construções pessoais dos estudantes elaboradas espontaneamente, na interação estudante-ambiente ou mesmo na interação com outras pessoas (POZO, 1998). Essas concepções, segundo Mortimer (2000), podem se constituir em obstáculos epistemológicos para o desenvolvimento de um novo conceito em qualquer etapa do processo de aprendizagem.

De acordo com Cachapuz (2005), a aprendizagem é um processo de construção que inclui conflitos, integrações e, sobretudo, interferências que resultam das interações necessárias entre concepções, conceitos e contextos de aprendizagem, acrescentando que é necessário,

neste processo, a identificação de obstáculos epistemológicos e ontológicos para ajudar os estudantes na sua superação.

A identificação e utilização das concepções alternativas do aprendiz como ponto de partida para chegar à compreensão do conceito científico, podem ser de grande valia no planejamento de sequências didáticas a serem vivenciadas no processo de ensino-aprendizagem (GIORDAN; VECCHI, 1996).

### **1.3 Dificuldades na formação de conceitos**

As dificuldades de aprendizagem no decorrer da história vêm, tradicionalmente, sendo encaradas como falta de estudo e dedicação por parte do estudante ou indicativo de um baixo QI, mesmo porque a educação no Brasil, no período da colonização portuguesa tinha um caráter erudito e confessional, ao qual só a elite tinha acesso. Infelizmente, quando a educação foi constitucionalmente declarada como um direito de todos e, mais tarde obrigatória, não houve grandes reformulações no seu currículo e nos seus métodos. Mesmo hoje, no século XXI, observamos forte presença do ensino tradicional, que prima pela memorização. Segundo Almeida (2002) as dificuldades de aprendizagem constituem-se em tema de pesquisa relativamente novo, se for observada a evolução da escola através dos tempos. Identificar e analisar essas dificuldades constitui também, objetivo desta pesquisa.

A ciência e a tecnologia se fazem presentes em todos os setores da vida contemporânea e estão causando profundas transformações econômicas, sociais e culturais. Neste cenário, a Biologia vem ocupando uma posição de destaque sem precedentes na história da ciência pela torrente de informações advindas das recentes descobertas científicas, principalmente nas áreas da Biologia Molecular e Genética.

Os PCN+ afirmam que:

*Tradicionalmente o ensino da Biologia tem sido organizado em torno das várias ciências da vida – Citologia, Genética, Evolução, Ecologia, Zoologia, Botânica, Fisiologia –, e as situações de aprendizagem, não raramente, enfatizam apenas a compreensão dessas ciências, de sua lógica interna, de seu instrumental analítico, de suas linguagens e conceitos, de seus métodos de trabalho, perdendo de vista o entendimento dos fenômenos biológicos propriamente ditos e as vivências práticas desses conhecimentos. Nessas circunstâncias, a ciência é pouco utilizada como instrumento para interpretar a realidade ou para nela intervir e os conhecimentos científicos acabam sendo abordados de modo descontextualizado (BRASIL, 2002. p, 56).*

Hoje, há uma preocupação em como ensinar Biologia. Um dos problemas encontrados no Ensino da Biologia, especificamente na Biologia Molecular, é a falta de compreensão de conceitos básicos da área, decorrente de fatores como, por exemplo, erros conceituais encontrados nos livros didáticos do Ensino Médio que não atualizam as novas informações nesta área ou nem sempre as publicam de forma transparente e correta.

As dificuldades que a aprendizagem de determinados conteúdos científicos apresentam, decorrem frequentemente, da própria natureza abstrata desses conceitos, como é, por exemplo, o caso dos conceitos de DNA, proteína ou gene, os quais escapam a um acesso sensorial direto dos estudantes, ou seja, às suas experiências cotidianas. Para Cid (2004) o mesmo se passa, aliás, com muitos dos processos estudados em Biologia, como é o caso da síntese protéica. Além disso, a informação que os estudantes já possuem acerca destes conceitos, ou processos, pode interferir na construção de significados, causando distorção na apreensão do novo conhecimento.

Grande parte do saber científico transmitido na escola é rapidamente esquecido, prevalecendo idéias alternativas, ou de senso comum, bastante estável e resistente, identificada até mesmo entre estudantes universitários (MORTIMER, 1996). Neste sentido é preciso se ter a noção de que conhecer não é apenas reter temporariamente uma multidão de noções enciclopédicas, mas ser capaz de utilizar o que se aprendeu para resolver um problema ou aclarar uma situação (GIORDAN e VECCHI, 1996).

Faz-se necessário uma mudança na forma desarticulada de se ensinar, independentemente de vivências e de referências às práticas reais, e colocar essa ciência como “meio” para ampliar a compreensão sobre o cotidiano. Dessa forma, os fenômenos biológicos poderão ser compreendidos e interpretados, servindo para orientar decisões e intervenções.

#### **1.4 O Professor e a formação de conceitos**

A prática diária das salas de aula retrata, muitas vezes, um ensino centrado na figura do professor, que detém a autonomia do conhecimento. As estratégias utilizadas - geralmente aulas expositivas - criam um fluxo unilateral de comunicação, dificultando o desenvolvimento do pensamento crítico por parte do aprendiz, que na maioria das vezes assimila o que lhe é imposto, sem muitos questionamentos.

Este perfil representa o ensino tradicional preocupado basicamente com a transmissão do conhecimento e com a experiência do professor, sem atentar para os aprendizes enquanto pessoas que fazem parte de um contexto maior. Parte, assim, do pressuposto de que o indivíduo que aprende é incapaz de ter controle de si mesmo, devendo ser conduzido por pessoas que sabem mais que do ele. Este tipo de educação frequentemente impede a criatividade, a iniciativa, a auto-responsabilidade e a auto-direção. Freire (1987) denomina esta prática de educação bancária, onde o papel do aluno é limitado a receber depósitos, guardar e arquivar. Assim, gera-se um aluno passivo, memorizador de conceitos abstratos e sem preparo para resolver questões práticas, fundamentadas na realidade em que vive.

No processo de ensino-aprendizagem de conceitos científicos o professor deve criar e apresentar estratégias didáticas facilitadoras dando condições para que o aluno aprenda, estimulando sua curiosidade encorajando-o a escolher seus próprios interesses. O aluno, por sua vez, deve ser respeitado no processo contínuo de auto-realização com o uso pleno de suas potencialidades e capacidades. Assim, a relação decorrente entre eles tende a ser de autenticidade e congruência, o que provavelmente facilita a aprendizagem.

Na opinião de Mizukami (1986) existe uma desarticulação entre as linhas teóricas estudadas em cursos de formações de professores. Elas permanecem externas não sendo incorporadas, discutidas, refletidas a ponto de serem vivenciadas. Esta possível desarticulação nos remete a repensar a formação acadêmica dos licenciandos. Muitos autores vinculados à área de ensino de ciências (CARVALHO e GIL-PÉREZ, 2006; CACHAPUZ et al, 2005; MORAES, RAMOS e GALIAZZI, 2004; CARVALHO, 2003; GALIAZZI, 2003; SCHNETZLER, 2000; MALDANER, 2000) discutem as fragilidades na formação de professores, apresentando a necessidade de formá-los do mesmo modo que se espera que eles atuem, porque só assim podemos obter educadores qualificados para as exigências propostas pelas escolas do século XXI.

Esta sociedade do conhecimento exige outro perfil de educador: (a) profissionais comprometidos com as transformações sociais e políticos; (b) competente, reflexivo e crítico no âmbito da sua própria disciplina, capacitado para exercer a docência e realizar atividades de investigação com uma prática interdisciplinar e contextualizada; (c) aberto às mudanças - ao novo, ao diálogo, à ação cooperativa; que contribua para que o conhecimento das aulas seja relevante para a vida teórica e prática dos estudantes; (d) interativo construindo e produzindo conhecimento em equipe, promovendo a educação de qualidade, possibilitando ao aluno

desenvolver-se em todas as dimensões: cognitiva, afetiva, social, moral, física, estética (GADOTTI, 2000).

Torna-se imprescindível, portanto, capacitar os docentes a apropriar-se de referenciais teóricos e práticos não apenas referentes à sua área de atuação, mas, também, da psicologia da aprendizagem e do desenvolvimento, para que possam organizar o ensino de modo a promover a aprendizagem e o desenvolvimento da cognição dos estudantes.

Recentemente surgiu um movimento nos cursos de formação inicial e continuada de professores na direção de buscar na teoria histórico-cultural, subsídios para o desenvolvimento de uma prática pedagógica inovadora que ajude a superar a defasagem na parte pedagógica. Para Guimarães (2004) formação inicial e continuada se vinculam, constituindo-se num *continuum* formativo, em que o processo de aprender a ensinar se prolonga durante toda a carreira do professor.

*É durante este processo de formação inicial que os formadores de professores têm a obrigação de ajudar os futuros profissionais a interiorizarem as estratégias por eles utilizadas em sala pelo mesmo, para que ocorra a aprendizagem, enfocando a disposição e a capacidade de estudarem da maneira como ensinam (ZEICHNER, 1993, p.45).*

Diante da crise do sistema educacional, Guimarães (2004) afirma que um dos aspectos fundamentais para que a formação inicial do professor seja bem sucedida é responder quais os saberes profissionais ensinar aos professores e qual identidade profissional sugerir, implicando na construção de práticas formativas mais adequadas e dinamizadas.

É no período de formação que se espera do formando o desenvolvimento de certos domínios específicos, apresentando iniciativa para que a transposição do conteúdo aconteça de forma clara e criativa. Sendo assim é evidente a importância de enfatizar os cursos de formação de professores que ainda continuam esquecidos. Guimarães (2004) lembra a urgência em voltarmos os olhos para as licenciaturas, no bojo da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB - Lei N° 9.394/96) que fornece melhorias para o estatuto profissional do professor, exigindo melhores níveis de formação e, conseqüentemente, um melhor sistema educacional.

Um dos problemas no ensino de conceitos abstratos está no corpo docente que, em geral, não consegue associar os universos micro e macroscópicos, estabelecendo relações com o cotidiano, já que essas competências não foram desenvolvidas no momento de sua formação

acadêmica. No entanto, buscar a qualidade educacional faz parte das competências elencadas nos PCN e da consciência do professor crítico da própria prática pedagógica.

A dificuldade de associar conceitos ou ainda religar conceitos aparentemente desconexos é fruto, segundo Mariotti (2000) da forma linear ou cartesiana de pensar. O pensamento linear é caracterizado pela tendência de simplificação, imediatismo e busca de causalidade simples. E por ser ainda o paradigma dominante em diversos ramos da ciência, gera uma dificuldade de entender o que no mundo natural não existe fenômenos de causa única. Uma alternativa para a superação das dificuldades causadas pelo pensamento linear é a proposição de uma forma de pensar sistêmica, que busca além das correlações imediatas (lineares) as de cunho colateral que não se apresentam tão aparentes. Uma maneira de superar a visão cartesiana muitas vezes apresentadas em sala de aula é trabalhar de forma sistêmica, que tem como elementos chaves a interdisciplinaridade e contextualização, que tem como meta interligar os fatores que representa um contexto. Para Morin (2003):

*O conhecimento especializado é uma forma particular de abstração. A especialização “abs-trai”, em outras palavras, extrai um objeto de seu contexto e de seu conjunto, rejeita os laços e as intercomunicações com seu meio, introduz o objeto no setor conceptual abstrato que é o da disciplina compartimentada, cujas fronteiras fragmentam arbitrariamente a sistemicidade (relação da parte com o todo) e a multidimensionalidade dos fenômenos (MORIN, 2003, p. 41).*

Diante dessa realidade, parece evidente que o modo como o ensino é organizado e conduzido está sendo pouco eficaz em promover o desenvolvimento conceitual. Nébias (1998) afirma que é importante lembrar que o ensino na escola deve levar o estudante à reconceitualizações e, principalmente, a desenvolver formas de pensar que se estendam para outras áreas e para situações que transcendam a sala de aula.

### **1.5 Abordagem sistêmica como alternativa de superação**

No processo de ensino-aprendizagem de conceitos científicos o professor deve criar e apresentar estratégias didáticas facilitadoras dando condições para que o aluno aprenda, estimulando sua curiosidade e encorajando-o a escolher seus próprios interesses. O educando, por sua vez, é respeitado “como pessoa” no processo contínuo de auto-realização com o uso pleno de suas potencialidades e capacidades. Assim, a relação educador-educando tende a ser de autenticidade e congruência, o que provavelmente facilita a aprendizagem (FREIRE, 2007).

Além de trabalhar com estratégias didáticas diferenciadas é preciso desenvolvê-las de maneira sistêmica/contextualizada, principalmente no ensino da biologia, o que implica abordar os conteúdos nos mais diversos contextos, trabalhando de maneira articulada, correlacionando sempre as partes com o todo. Para que a aprendizagem ocorra sob um clima favorável a trocas e propício ao desenvolvimento da capacidade de análise e de crítica acerca do contexto sócio-político, no qual a educação está inserida, é necessário que as bagagens e potencialidades de cada um sejam levadas em consideração. É preciso um ambiente democrático que favoreça o diálogo (FREIRE, 2007; KINCHELOE, 1997).

A concepção sistêmica que estamos defendendo vê o mundo em termos de relações e integração. Em que os sistemas são totalidades integradas, cujas propriedades não podem ser reduzidas às unidades menores. Em vez de se concentrar nos elementos “[...] a abordagem sistêmica enfatiza princípios básicos de organização” (CAPRA, 2003). Deste modo, as dificuldades de aprendizagem devem se constituir em tema de discussão a ser encaminhado por esta geração, buscando elaborar estratégias didáticas que facilitem o processo de ensino-aprendizagem de conceitos abstratos de Biologia.

Maturana (2000) afirma que o atributo definitivo do pensar sistêmico seria o conjunto de relações entre os componentes, que constituem sua forma em um dado momento servindo como núcleo de identidade, mantido, a despeito das mudanças dinâmicas que ocorrem ao longo do tempo. Sendo assim, a ciência sistêmica mostra que os sistemas não podem ser compreendidos por meio da análise individual. As propriedades das partes não são necessariamente propriedades extrínsecas, mas precisam ser vistas e entendidas dentro do contexto do todo (CAPRA, 2003). Nessa perspectiva o pensamento cartesiano e o pensamento sistêmico apesar de cada qual possuir uma identidade, método e história diferentes, não são diretamente opostos (antagônicos), apenas tomaram caminhos diferentes, visando chegar a algo comum, pensando na busca da verdade do todo. Desta maneira podemos caracterizar o pensamento sistêmico como termos que represente a conectividade, contexto, relação em um determinado processo.



## CAPITULO 2 – JOGOS COMO ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS PARA O ENSINO DA BIOLOGIA

As estratégias didáticas, utilizadas no processo de ensino-aprendizagem, são de extrema importância para o planejamento em sala de aula, independente da disciplina abordada. Constituindo-se de meios que facilitam a construção do conhecimento, sendo um forte componente para o favorecimento da motivação dos alunos, alcançando os objetivos propostos da aula e a superação das dificuldades de aprendizagem identificadas.

Segundo Freire (2007, p. 10) para ensinar é preciso ousar. E quanto ao processo de ensino-aprendizagem:

*...a tarefa do ensinante, que também é aprendiz, sendo prazerosa é igualmente exigente. Exigente de preparo científico de seriedade, de preparo físico, emocional e afetivo... É impossível ensinar sem essa coragem de querer bem...*

Para elaborar uma estratégia didática é necessário levar em consideração as concepções alternativas dos estudantes, valorizando o que o aluno já sabe e o que ele apresenta dificuldade em compreender, superando suas dificuldades cognitivas. Pretende-se aqui, apresentar uma estratégia didática alternativa de ensino que contém jogos, vídeo e situações problema, podendo ser utilizada em sala de aula para transpor o conteúdo científico referente à síntese protéica. Pozo (1998) defende a utilização de uma situação problema em que os estudantes possam explicar, com detalhes, situações óbvias e cotidianas.

Acredita-se que a inserção de atividades dinâmicas com a utilização de tais recursos, poderá estimular o estudante para a aprendizagem de um novo conteúdo e ao mesmo tempo permitir ao professor diagnosticar os problemas apresentados em sala de aula. Expondo os objetivos da pesquisa, o professor poderá, portanto, utilizar estratégias para conseguir definir quais as principais dificuldades apresentadas pelos estudantes. Compreende-se que é necessário um planejamento do ensino, partindo do que os estudantes já sabem, e em seguida inserir novos conceitos, fornecendo assim situações que possam ampliar suas concepções acerca de um determinado assunto, propiciando-lhes argumentos para que possam refletir sobre os fenômenos que o cercam.

De acordo com Nébias (1998), para que as práticas pedagógicas sejam mais adequadas à formação de conceitos científicos, algumas sugestões são apontadas:

- As idéias que o aluno traz para a escola são necessárias para a construção de significados. Suas experiências culturais e familiares não podem ser negadas. Essas idéias devem ser trabalhadas para progressivamente evoluírem, serem substituídas ou transformadas.
- A resistência para substituir alguns conceitos só é superada se o conceito científico trazer maior satisfação: for significativo, fizer sentido e for útil. Os conceitos científicos com maior grau de aplicabilidade, que explicam um maior número de situações e resolvem um maior número de problemas, facilitam a mudança.
- O diálogo com os alunos possibilita o diagnóstico de suas idéias em vários momentos da aprendizagem. Da mesma forma, a interação entre parceiros e a observação dos diálogos travados entre eles.
- Resolver problemas com um plano de atividades cognitivas deve ser estimulado, uma vez que a simples nomeação das características essenciais e a repetição de definições não garantem a formação de conceito? Deve-se estimular o aluno a considerar soluções alternativas para um mesmo problema possibilitar lhe retomar seu processo de trabalho, explicando suas idéias e analisando a evolução das mesmas.

No processo de formação de conceitos, é desejável desenvolver ações de inclusão - estabelecer se um dado objeto refere-se ao conceito indicado, e de dedução - reconhecer as características necessárias ou suficientes para incluir ou não os objetos em um conceito dado. Nem todo conceito é passível de experimentação, daí o valor de meios variados: filmes, explorações de campo, bem como a construção de mapas conceituais, recurso valioso para o desenvolvimento conceitual.

Diante das proposições das estratégias, cabe ao professor fornecer aos estudantes situações onde possam relacionar o conteúdo ministrado ao seu cotidiano, como forma de despertar o interesse da grande maioria deles pela aquisição de novos conceitos.

Materiais didáticos são ferramentas fundamentais para os processos de ensino e aprendizagem, e o jogo didático caracteriza-se como uma importante e viável alternativa para auxiliar em tais processos por favorecer a construção do conhecimento ao aluno (CAMPOS, 1999).

O jogo pedagógico ou didático é aquele desenvolvido com o objetivo de proporcionar determinadas aprendizagens, diferenciando-se do material pedagógico, por conter o aspecto lúdico (CUNHA, 1988). É utilizado para atingir determinados objetivos pedagógicos, sendo uma alternativa para melhorar o desempenho dos estudantes em alguns conteúdos de difícil aprendizagem devido a seu nível de abstração. A utilização de jogos didáticos pode preencher muitas lacunas deixadas pelo processo de transmissão-recepção de conhecimentos, favorecendo a construção, pelos estudantes, de seus próprios conhecimentos num trabalho em grupo; a socialização de conhecimentos prévios, e a sua utilização para a construção de conhecimentos novos e mais elaborados.

Segundo o mesmo autor o jogo é uma importante estratégia para o ensino e a aprendizagem de conceitos abstratos e complexos, favorecendo a motivação interna, o raciocínio, a argumentação, a interação entre estudantes e entre professores e estudantes. Para que o jogo assuma o caráter de instrumento pedagógico é necessário que os objetivos estejam bem definidos e que o jogo represente para o aluno uma atividade desafiadora e motivadora, pois, é através das discussões que ocorre o processo de criação e construção de conceitos.

A utilização de jogos na formação de conceitos, como procedimento pedagógico, surgiu com o objetivo de desenvolver uma dinâmica de ensino-aprendizagem para que o trabalho de sala de aula tenha uma expressão mais articulada e sistêmica dos conteúdos. De acordo com Capra (2003) o pensamento sistêmico a que nos referimos é o pensamento do processo associando forma a inter-relação e interação do processo, para que se tenha uma visão do todo. A rede metabólica das células é um excelente exemplo da visão sistêmica aplicada ao ensino da Biologia. Capra (2005) exemplifica a rede celular como:

*Um padrão não-linear de organização, e precisamos da teoria da complexidade (dinâmica não-linear) para compreender os seus meandros. A célula, além disso, é um sistema químico, e precisamos da biologia molecular e da bioquímica para compreender a natureza das estruturas e processos que constituem os nós e os elos da rede. Se não soubermos o que é uma enzima e como ela acelera a síntese de uma proteína, simplesmente não*

*podemos ter a esperança de compreender a rede metabólica da célula*  
(CAPRA, 2005, p.85)

É importante saber que os critérios de organização de um jogo definem a dimensão pedagógica. Arnoni (2006) argumenta que o critério principal centra-se na organização metodológica do jogo, pautada na conversão/transformação do conceito científico produzido em uma dada área do conhecimento, em conteúdo de ensino da mesma. Assim o objeto de trabalho do jogo é o conteúdo de ensino, sua categoria de análise e a organização metodológica do conteúdo. A perspectiva expressa as qualidades do conteúdo de ensino: ensinável, compreensível e preservador dos conteúdos científicos das teorias selecionadas, a do conceito a ser ensinado e do pedagógico que orienta a forma de ensiná-lo, para que se torne compreensível aos participantes. Decorrentes deste critério, outros são apresentados como necessários: a preservação do rigor científico dos conceitos das áreas trabalhados pelo jogo; o contexto da educação para o qual o jogo foi elaborado; a dinâmica lúdica que caracteriza o mesmo.

Para Dohme (2003) a estratégia do jogo está associada ao seu objetivo, bem como às regras e à forma de relacionamento entre os participantes, afirmando que:

*A forma como a estratégia está montada é que determina a sua dificuldade, quais as habilidades que serão exigidas, e isto determinará o quanto o jogo é surpreendente e desafiante* (DOHME, 2003, p.20)

A utilização dos jogos educativos no processo de ensino-aprendizagem tem sido uma excelente ferramenta para promover, desde a fase infantil até a fase adulta, o interesse, a participação, a socialização, a criatividade, a aprendizagem, a cooperação e a maturidade, pois torna o sujeito ativo no processo (OLIVEIRA, 1997; KISHIMOTO, 1996; LOPES, 2005). Não se pode esquecer que o jogo trás ao aprendiz a curiosidade, a imaginação e a criatividade que desencadeiam construções prazerosas do conhecimento, unindo arte e ciência (PIETROCOLA, 2004).

Segundo Almeida (1981) os jogos produzem os seguintes benefícios:

- Físicos: contribuem para o crescimento e satisfazem as crianças;
- Intelectuais: desenvolvem habilidades, tais como, memória, atenção, observação e raciocínio; contribuem para a desinibição, sanando diversos complexos;

- Sociais: desenvolve competências interpessoais, como cooperação.
- Didáticos: promovem o interesse por diversas teorias de difícil compreensão.

É interessante destacar que este tipo de atividade no decorrer dos tempos vem se tornando uma ferramenta ideal da aprendizagem, na medida em que propõe estímulo ao interesse do estudante, desenvolve níveis diferentes de experiência tanto pessoal quanto social, ajuda a construir suas novas descobertas, desenvolve e enriquece sua personalidade, e simboliza um instrumento pedagógico que leva o professor à condição de condutor, estimulador e avaliador da aprendizagem (ARNONI, 2004).

O jogo, além de ser utilizado como instrumento de aprendizagem das práticas escolares, possibilita a aproximação dos estudantes com o conhecimento científico e os estimula o aluno a querer entender o processo de forma prazerosa e divertida. Ensinar brincando pode ser muito mais eficiente e produtivo do que os métodos tradicionais.

## CAPÍTULO 3 – O USO DE ANABOLIZANTES COMO UM CONTEXTO PARA A FORMAÇÃO DE CONCEITOS SOBRE A SÍNTESE PROTEÍCA

### **3.1 A vida numa perspectiva sistêmica**

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCNEM (BRASIL, 1999) propõem que os conteúdos específicos de Biologia sejam trabalhados em sala de aula a partir de uma abordagem contextualizada. Neste aspecto, é importante destacar que a Biologia apresenta vantagens em relação às demais disciplinas, por ter como foco e objetivo a compreensão da vida.

O pensamento newtoniano (cartesiano) leva à fragmentação, às distinções, às separações, enfim, à ruptura do todo, enfatizando o estudo das partes isoladas e, por consequência induzindo a uma visão do mundo como partes desconectadas (BEHRENS, 1999). A superação da visão cartesiana de mundo demanda repensar o sistema de valores que estão subjacentes a esse paradigma emergente.

Para Fontes (2001) as atividades pedagógicas baseadas na metodologia tradicional de ensino favorecem uma visão distorcida e descontextualizada dos problemas da atualidade, formando indivíduos incapazes de lidar com essas questões nos locais em que elas surgem. E claramente se reflete nas escolas, que ainda sofrem fortemente a influência do paradigma newtoniano-cartesiano caracterizado muitas vezes pelo ensino tradicional, apresentado de maneira fragmentada e desconectada com o universo que os cerca; Este tipo de ensino tem como característica marcante a transmissão de conhecimento de forma unidirecional não dialógica, ou seja, sem a participação e reflexão crítica do aluno, com redução da sua participação social (CATTELAN, 2006).

Diante desta evidência, Freire (1987) afirma que a prática pedagógica deverá focar a potencialidade do aluno em ser sujeito de sua própria construção e da sua atuação comprometida com o outro, com a coletividade e com o mundo. Desta forma, o aprendiz conseguirá compreender não só o conceito trabalhado, mas também grande parte do universo que o cerca.

Em oposição a esse paradigma cartesiano surgiu uma teoria denominada visão sistêmica que é defendida Capra (1996, 2003, 2005) que descreve este pensamento como uma nova visão de mundo em que os organismos vivos são totalidades integradas e interconectadas em todos os aspectos.

A visão sistêmica associada às orientações do PCN do Ensino Médio (BRASIL, 1999) está intimamente ligada a uma prática de ensino contextualizada e dinâmica. Na Biologia, assim como em diversas áreas, esse processo pode permitir a construção do conhecimento de forma não linear e holística, favorecendo a articulação das partes com o todo durante o processo de aprendizagem. Para os PCNEM (BRASIL, 1999, p 33):

*Um ensino por competências nos impõe um desafio que é organizar o conhecimento a partir não da lógica que estrutura a ciência, mas de situações de aprendizagem que tenham sentido para o aluno, que lhe permitam adquirir um instrumental para agir em diferentes contextos e, principalmente, em situações inéditas de vida. Trata-se, portanto, de inverter o que tem sido a nossa tradição de ensinar Biologia como conhecimento descontextualizado, independentemente de vivências, de referências a práticas reais, e colocar essa ciência como “meio” para ampliar a compreensão sobre a realidade, recurso graças ao quais os fenômenos biológicos podem ser percebidos e interpretados, instrumento para orientar decisões e intervenções.*

Fica claro, então, que a abordagem dos conceitos específicos de Biologia deve ser integrada e contextualizada, para que o aprendiz consiga compreender a interação com os demais conceitos, bem como sua aplicabilidade. Entretanto, vale ressaltar que estabelecer relações entre conceitos que emanam da vida e relacioná-los aos diversos ramos da Biologia e áreas afins ainda parece insuficiente, quando não são instituídos laços com o macro-universo. Neste sentido, explorar conceitos científicos a partir de situações cotidianas permite conduzir a uma compreensão mais ampla, que vai além das especificidades, possibilitando uma abordagem contextualizada e sistêmica, que pode ser evidenciada em qualquer amplitude da vida real (PEREIRA, 2008).

Capra (1996) denomina esta nova visão de mundo como "teia da vida". Esta idéia baseia-se em uma visão de totalidade, de conexão e de interdependência entre os vários níveis de organização, seja num único indivíduo de uma espécie (aspectos moleculares, celulares,

histológicos, anatômicos e fisiológicos), como na relação deste indivíduo com outros representantes de uma mesma espécie e de espécies distintas.

Para que se atenda a esse paradigma inovador, acredita-se na necessidade de repensar o papel da escola, enquanto articuladora e facilitadora do saber. Não é apenas um espaço físico, mas, sim, um estado permanente do indivíduo, onde o trabalho colaborativo está sempre presente. Segundo Capra (2005) o papel da educação, hoje, é possibilitar aos estudantes a percepção das conexões ocultas entre os fenômenos. Na ciência, essa capacidade recebe o nome de pensamento sistêmico ou "pensamento de sistemas": um pensamento que se desenvolve em função de relações, padrões e contextos.

Nesta perspectiva caracterizamos o pensamento sistêmico por: (a) observar o todo e as possíveis relações entre as partes; (b) refletir sobre paradigmas propostos; (c) analisar limites de tempo e espaço em busca de padrões e estruturas; (d) procurar por efeitos tardios que possam interferir nas relações; (e) Imaginar o inesperado; (f) observar relações e interdependência (conexões ocultas); (g) atentar para canais de comunicação e *feedback*; (h) prospectar possíveis pontos de alavancagem, analisando os principais pontos a serem explorados;

### **3.2 O estudo de síntese de proteína numa visão sistêmica**

Durante esta pesquisa, buscamos abordar conceitos específicos de Biologia de maneira sistêmica e contextualizada, defendendo a visão sistêmica proposta por Capra (1996). A síntese de proteínas e o uso de anabolizantes foram os conteúdos escolhidos para serem trabalhados dentro da proposta pedagógica utilizada. O Quadro 1 resume os conceitos básicos utilizados no estudo de síntese protéica:



Conceitos	Comunidade Científica	Referência
Cromossomo	Estrutura composta de DNA e proteínas associadas. Adota uma conformação extremamente condensada durante a divisão celular (meiose e mitose), sendo visualizadas duas cromátides-irmãs.	ALBERTS <i>et al.</i> , 2004, p. 233; Glossário, G:10
Gene	Segmentos organizados na molécula de DNA cromossômica que codificam produtos funcionais, ou seja, uma cadeia polipeptídica ou uma molécula de RNA.	GRIFFITHS <i>et al.</i> , 2006, p. 2-3
DNA	Ácido desoxirribonucléico - armazena a informação hereditária e consiste de duas longas cadeias anti-paralelas compostas de quatro tipos subunidade nucleotídicas. Tais cadeias estão unidas por pontes de hidrogênio entre as bases nitrogenadas pareadas (Adenina-Timina; Citosina-Guanina).	ALBERTS <i>et al.</i> , 2004, p. 192-193.
RNA	Ácido ribonucléico - É um polímero linear composto de quatro tipos diferentes de subunidades nucleotídicas unidas entre si por ligações de fosfodiéster. Possui quatro tipos de bases nitrogenadas: adenina, uracila, guanina e citosina.	GRIFFITHS <i>et al.</i> , 2006, p.246;
Proteína	Macromoléculas formadas por subunidades (aminoácidos), unidas através de ligações peptídicas. As proteínas são as principais macromoléculas de um organismo. A sequência de aminoácidos de uma proteína é codificada por um ou mais genes (na dependência da proteína ser constituída por uma ou mais cadeias polipeptídica)	ALBERTS <i>et al.</i> , 2006, p. 2.
Aminoácido	É um composto orgânico constituído por um grupo amino NH <sub>3</sub> e um carboxílico COOH. A sua sequência é determinada pela do DNA da célula formando blocos estruturais de proteínas.	BOLSOVER, <i>et al.</i> 2005, p.23-31
Ribossomo	É a máquina macromolecular que promove a síntese de proteína. Sendo composto por subconjuntos de RNA e proteínas, que formam a subunidade menor e maior.	WATSON, <i>et al.</i> , 2006, p.423-458
Ciclo Celular	Uma célula diplóide se reproduz por meio de uma sequência ordenada de eventos que duplicam seus componentes e depois a dividem em duas, sejam idênticas (diplóides) por mitose ou (haplóides) por meiose. Este é o mecanismo essencial, pelo qual os seres vivos se reproduzem: copiando e transferindo a sua informação genética para a próxima geração de células.	ALBERTS <i>et al.</i> , 2004, p. 983.
Transcrição	É o processo pelo qual uma molécula de RNA é sintetizada a partir da informação contida na sequência de nucleotídeos de uma molécula de DNA de fita dupla.	ZAHA, <i>et al.</i> , 2003, p.228-229
Tradução	É a transferência de informação genética contida na sequência de nucleotídeo que é usada para originar sequência lineares de aminoácidos em proteínas.	WATSON, <i>et al.</i> , 2006, p.411

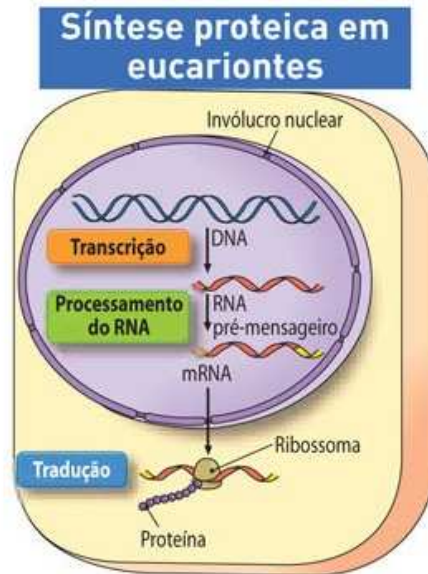
**Fonte:** Adaptado e ampliado de PEREIRA, 2008 p. 38.

**Quadro 1: Conceitos básicos utilizados no estudo da síntese protéica.**

A célula tem seu tempo de realização para cada atividade, funcionando como o seu relógio. Até chegarmos à proteína propriamente dita várias etapas são necessárias e todas elas acontecem num período do ciclo celular denominado, interfase. De acordo com Alberts (2006), é na interfase que as células cumprem suas atividades vitais e reúnem condições para se dividir e originar células-filha no momento da divisão celular. A interfase é dividida em três etapas:

- G<sub>0</sub>: Período caracterizado pela intensa síntese de RNA e proteínas. É nesta fase que podemos justificar a ação dos anabolizantes.
- G<sub>1</sub>: Ocorrendo o crescimento da célula.
- S: Nesta fase ocorre a replicação do DNA. O núcleo é induzido a entrar na fase S por sinais citoplasmáticos, ou seja, o citoplasma induz o núcleo a replicar o seu DNA.
- G<sub>2</sub>: É chamada de fase de preparação, pois nela ocorre a síntese de moléculas e organelas relacionadas ao processo de divisão celular.

A transcrição e a tradução são utilizadas pela célula para expressarem as instruções genéticas dos seus genes (Figura 1). A informação contida no RNA, embora copiada de forma distinta, ainda é escrita essencialmente na mesma linguagem do DNA, por isso o nome de transcrição (ALBERTS, *et. al.* 2004). A transcrição é, química e enzimaticamente, muito semelhante à replicação do DNA, ambas envolvem enzimas que sintetizam uma fita de ácidos nucléicos, complementando a fita molde de DNA. Para Watson (2006) a diferença marcante no caso da transcrição é que a nova cadeia é formada por ribonucleotídeos, ao invés de desoxirribonucleotídeos.

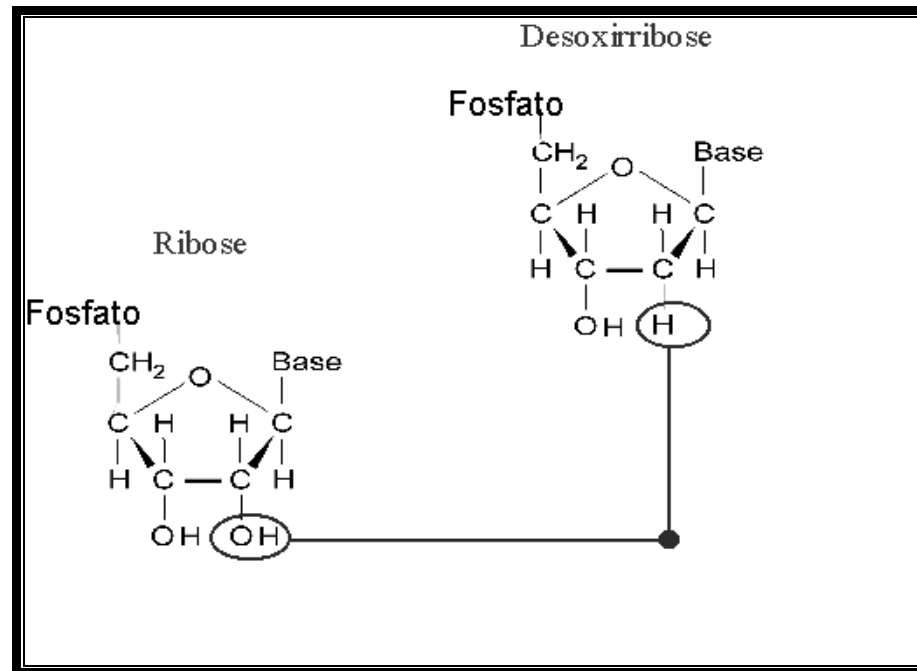


Fonte: [http://bp.blogspot.com/\\_JiAqt8lCzVA/SE3a0nXqlAI/AAAAAAAAAPE/XC1BOM45L6A/s400/eucariontes+regula%C3%A7%C3%A3o.jpg](http://bp.blogspot.com/_JiAqt8lCzVA/SE3a0nXqlAI/AAAAAAAAAPE/XC1BOM45L6A/s400/eucariontes+regula%C3%A7%C3%A3o.jpg)

**Figura 1: Mecanismos de transcrição e tradução.**

Porém existe outra diferença importante: a transcrição copia seletivamente determinadas partes do genoma e pode produzir qualquer quantidade dessas cópias, enquanto a replicação precisa copiar o genoma inteiro de uma só vez em cada divisão celular (WATSON, *et. al.* 2006).

Antes de entender como o processo acontece, precisamos descrever os principais elementos que agem para que uma proteína seja sintetizada. Podemos começar descrevendo a composição química do DNA e RNA, que são elementos essenciais para que ocorra síntese de proteína. Essa composição pode variar em vários aspectos, por exemplo, o açúcar presente nas moléculas de DNA é a desoxirribose enquanto no RNA é a ribose. Apesar das pequenas diferenças químicas, o DNA e o RNA diferem nas suas estruturas como um todo. Enquanto o DNA sempre se apresenta com uma hélice dupla fita, o RNA contém uma fita simples. E seus nucleotídeos são diferenciados (Figura 2), o DNA tem Adenina, Timina, Citosina e Guanina, enquanto o RNA tem Adenina, Uracila, Citosina e Guanina como bases nitrogenadas (ALBERTS, *et. al.* 2004). Sendo assim, o DNA presente no núcleo de cada célula vai dar origem ao RNA que é um polímero linear composto de quatro tipos diferentes de nucleotídeos, formados por um grupo fosfato, uma base nitrogenada e uma pentose.



Fonte: [http://www.enq.ufsc.br/labs/probio/disc\\_eng\\_bioq/trabalhos\\_pos2003/genetica/dna019.png](http://www.enq.ufsc.br/labs/probio/disc_eng_bioq/trabalhos_pos2003/genetica/dna019.png)

Figura 2: Estrutura química do DNA e RNA

Os RNA podem ser equipados em duas classes principais:

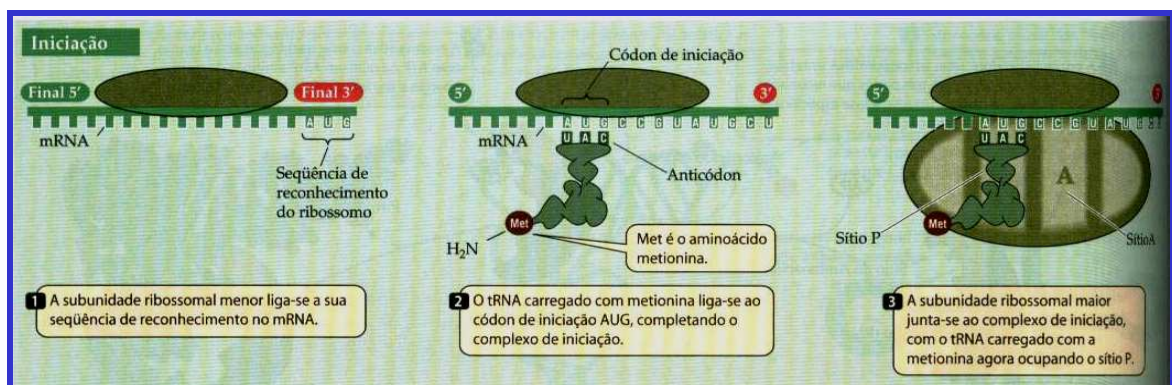
- 1- RNAm – Intermediários, que passa a informação do DNA para a proteína.
- 2- RNAs funcionais – Onde o próprio RNA é o produto final, contribuindo para a transferência da informação (RNAt e RNAr), no processo de outros RNA (RNAsn) e na regulação do RNA e níveis de proteínas na célula (microRNA- micRNA e pequenos RNA de interferência – SiRNA) ( GRIFFITHS *et. al.* 2005).

Na tradução, são utilizadas três classes de RNA: RNAm, RNAt e RNAr. As moléculas de RNAm são copiadas a partir dos genes que direcionam a síntese protéica. Após a união do ribossomo com o RNAm é iniciado o processo da tradução. Os RNAt por sua vez, migram para o citoplasma unindo-se aos aminoácidos correspondentes através de uma enzima chamada aminocil-sintetase gerando uma molécula RNAt carregada. E transferidas para os sítios de ligações EPA presentes na subunidade maior do ribossomo. O 1º RNAt entra no sítio P, os demais entram pelo A e após passarem pelo P e tiverem descarregado seu aminoácido migra para o sítio E (saída) e passam para o citoplasma. O RNAr une-se as proteínas formando os ribossomos, organela citoplasmática onde o RNAm, os RNAt carregados e fatores protéicos juntam-se para a síntese das proteínas (ALBERTS, *et. al.* 2004).

Os ribossomos são estruturas muito complexas formadas por uma subunidade maior e outra menor, compostas de dois terços de RNA e um terço de proteína. São os RNAs os responsáveis pela principal função do ribossomo, que contém três sítios de ligação com o RNAt: o sítio A onde o RNAt carregado ingressa no ribossomo; o P contém é o primeiro sítio a ser ocupado pelo RNAt carregado com metionina que inicia o processo de tradução, e o E, por onde o RNAt desacilado sai do ribossomo. O sítio de ligação do RNAm, por sua vez, está totalmente dentro da subunidade menor (ALBERTS, *et. al.* 2004; GRIFFITHS *et. al.* 2006)

A tradução da proteína em eucariotos envolve um ciclo de associação e dissociação das subunidades maior e menor. Para Turner (2004) o mecanismo da síntese proteica (tradução) pode ser dividido em três estágios:

**Iniciação:** Para que esta etapa aconteça vários fatores de iniciação da tradução agem durante todo o processo, denominados IF1, IF2 e IF3, eles encaminham as etapas básicas do processo. A subunidade menor do ribossomo liga-se à extremidade 5' do RNAm, que desliza ao longo da molécula do RNAm até encontrar o códon de iniciação, AUG (IF3), o RNAt, transportando o aminoácido metionina, liga-se assim ao códon de iniciação por complementaridade (IF2). A subunidade maior liga-se à subunidade menor do ribossomo (IF1).

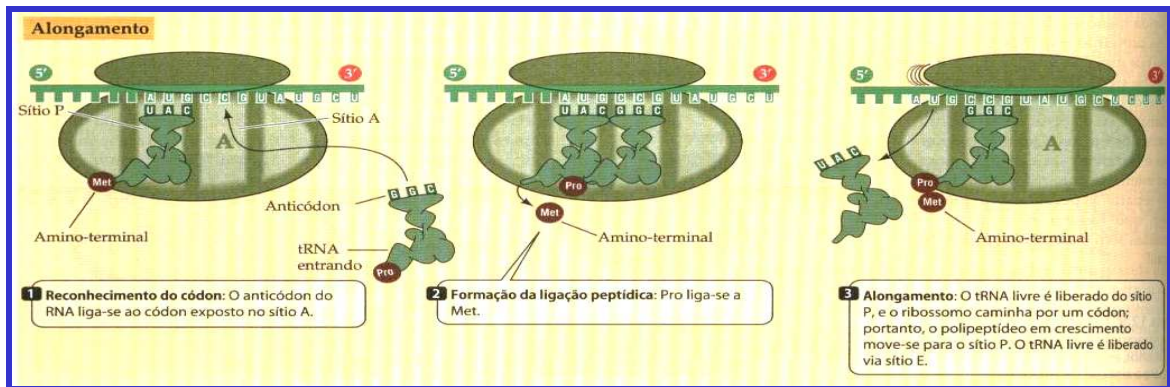


Fonte: <http://www.ufpel.tche.br/lega/>.

Figura 3: Etapas do mecanismo da síntese de proteína, iniciação

**Alongamento:** Neste estágio o RNAt transporta seu aminoácido específico de acordo com o seu códon, entre o aminoácido recém-chegado e a metionina que inicia este processo, são estabelecidas ligações peptídicas originadas através da atividade enzimática da peptidil-transferase localizada na subinidade maior. O ribossomo avança três bases ao longo do RNAm no sentido 5' a 3', repetindo-se sempre o mesmo processo. Os RNAt que

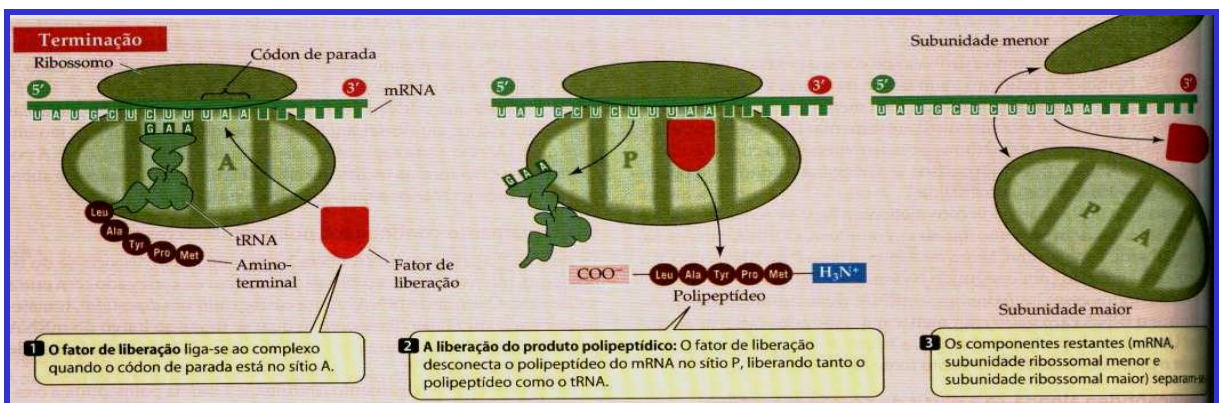
descarregaram seus aminoácidos vão-se desprendendo do RNAm, sucessivamente. Os fatores de alongamento Tu ( Rf-tu – revisão), Ts (Ef-ts – restauração de GTP) e G (Ef-G – translocação) autam no processo de alongamento (Figura 4).



Fonte: <http://www.ufpel.tche.br/lega/>.

Figura 4: Etapas do mecanismo da síntese de proteína, alongamento.

**Terminação:** O ribossomo encontra um dos códons de finalização (UAA, UAG ou UGA) terminando o alongamento. O reconhecimento desses códons é realizado por proteínas conhecidas com fatores de liberação semelhantes a moléculas de RNAt (mimetismo molecular). Essas proteínas indicam ao ribossomo a presença de um códon de terminação que está se posicionando no sítio A, e esta ligação força que o peptidil-transferase no ribossomo catalise uma molécula de água em vez de um peptidil-RNAt. Desta forma o último RNAt abandona o ribossomo, as subunidades do ribossomo separam-se, podendo ser recicladas e, por fim, há a liberação da nova cadeia de proteína (Figura 5).

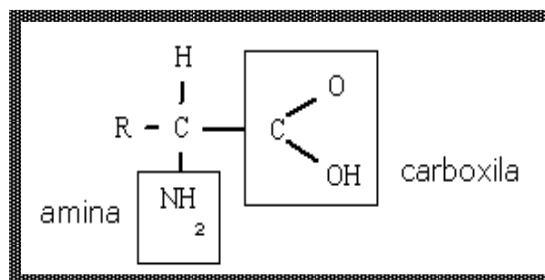


Fonte: <http://www.ufpel.tche.br/lega/>.

Figura 5: Etapas do mecanismo da síntese de proteína, terminação.

Ao final deste processo se obtêm as proteínas que têm funções vitais nas células, e nos processos biológicos de todos os seres vivos, determinando não só sua estrutura, mas também

seu funcionamento (ALBERTS, *et. al.* 2006). Elas são constituídas basicamente por aminoácidos com uma estrutura básica (Figura 6), um átomo de carbono central ligado a um agrupamento amínico e um carboxílico, unidos a um átomo de hidrogênio e a um grupo variável, denominado R ou cadeia lateral (ZAHA, *et. al.* 2003).



Fonte: <http://www.guia.heu.nom.br/images/Aminoacidos.jpg>

Figura 6: Estrutura química de uma proteína

Os aminoácidos estão unidos por ligações peptídicas, formando longas cadeias. Mesmo após a síntese, as proteínas podem ser modificadas de diferentes formas (edição pós-traducional) pela adição de moléculas que levam a alteração do funcionamento e estabilidade.

### 3.3 Síntese de proteínas no contexto do uso de anabolizantes

Objetivamos abordar conceitos científicos de biologia de maneira contextualizada e problematizadora, relacionando questões da atualidade com saberes científicos, no caso síntese de proteína x uso de anabolizantes. Este tipo de abordagem é uma alternativa de superar a abstração dos conceitos científicos propostos na pesquisa. Dessa forma, esta proposta possibilita ao aprendiz perceber que o contexto comum do dia-a-dia serve para compreender, abstrair e aplicar conhecimentos, percebendo as relações existentes entre os conceitos e a problemática. Antes de fazer a relação entre os conceitos evidenciados com o universo micro-macro, não podemos deixar de caracterizar os anabolizantes e seus efeitos no organismo.

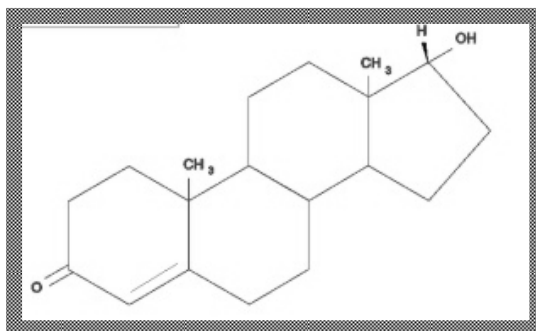
Por milênios homens experimentaram plantas, raízes e flores que pudessem aumentar seu bem estar e seu potencial físico (TOLEDO, 2005). Os chineses, por exemplo, há muitos anos atrás descobriram uma planta chamada *Ma Huang* que fortificava o coração e aumentava a pressão sanguínea (RIBEIRO, 2001).

Os esteróides anabolizantes foram descritos em 1889 por um fisiologista francês que descreveu aumento de força e energia mental após a injeção de extrato de testículos de cachorros e porcos, afirmando que tais substâncias causariam um incremento em seu potencial físico (FORTUNATO, 2007). Estes esteróides são drogas relacionadas à eficiência do hormônio masculino, testosterona, fabricado pelos testículos, ovários e supra-renais. Assim, os efeitos "anabólicos", no que se refere aos esteróides, são aqueles que envolvem a síntese da proteína para a reparação e crescimento do músculo (LIMA, 1999).

As alterações características da puberdade em humanos, como os aumentos da massa muscular e do crescimento linear, assim como da mineralização do esqueleto, é explicada pela associação de efeitos entre hormônio do crescimento (GH), o fator de crescimento semelhante a insulina (*insulin-like growth factor I*; IGF-I), os hormônios sexuais e a insulina. O GH e a testosterona (mas não os estrógenos) são altamente anabolizantes *in vivo*, especialmente no que se refere à síntese protéica. O GH não tem efeito significativo no reforço da força muscular esquelética em seres humanos, no entanto, a testosterona é em grande parte responsável pelas diferenças na massa muscular aparente na puberdade tardia entre os sexos (MAURAS, 2006).

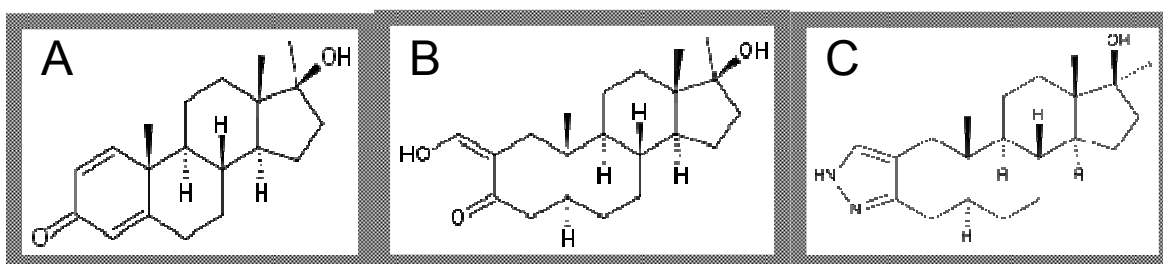
A molécula de testosterona sozinha não é eficiente quando injetada ou tomada oralmente, pois é muito susceptível a metabolização (ou inativação) relativamente rápida pelo fígado. Conseqüentemente, a estrutura química da testosterona (Figura 7) teve que ser modificada para contornar esse problema. Mais comumente, a molécula de testosterona é alquilada na posição para formar esteróides anabólicos orais (retardando o catabolismo hepático da molécula), e esterificada para formar esteróides anabólicos, injetáveis, mais lipofílicos que a testosterona (FORTUNATO, 2007). Vários compostos sintéticos derivados da testosterona (Figura 8) têm sido elaborados para o prolongamento da atividade biológica da molécula, diminuição do potencial androgênico e aumento dos efeitos anabólicos.





Fonte: <http://www.infoescola.com/quimica/esteroides/>

**Figura 7: Estrutura química da testosterona**



Fonte: [http://images.google.com/imgres?imgurl=http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thu](http://images.google.com/imgres?imgurl=http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1b/Oxymetholone.svg/220px-)  
[mb/1/1b/Oxymetholone.svg/220px-](http://images.google.com/imgres?imgurl=http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1b/Oxymetholone.svg/220px-)

**Figura 8 : Composição química de anabolizantes freqüentes: (A) Anadrol, (B) Oximetolona e (C) Estanazolol**

O hormônio masculino, testosterona, tem duas funções primordiais. A primeira, chamada de função androgênica, estimula o desenvolvimento e manutenção das características sexuais secundárias masculinas como pêlo facial, timbre de voz, distribuição e quantidade de gordura no corpo e outras características associadas aos traços masculinos. A segunda função é anabólica e inclui o desenvolvimento e manutenção da musculatura, que é o objetivo principal visado por fisiculturistas e atletas. Para Andrade (2002) os esteróides anabólicos são compostos químicos de derivação sintética que imitam os efeitos anabólicos da testosterona, possuindo como atributo a capacidade de estimular a síntese da proteína, a oxigenação e o armazenamento de energia, resultando no desenvolvimento da massa muscular e de sua capacidade de trabalho. Isto é conseguido, em parte, por que o corpo tende a "armazenar" nitrogênio, quando são usados esteróides anabólicos, promovendo um maior crescimento muscular.

À medida que o organismo recebe os esteróides anabolizantes eles são suscetíveis a determinadas modificações no corpo do indivíduo. De acordo com o Quadro 1 podemos verificar as ações androgênicas e anabólicas dos anabolizantes no organismo.

<b>Efeitos Androgênicos</b>	<b>Efeitos Anabólicos</b>
Desenvolvimento da genitália interna e externa.	Aumento da massa muscular esquelética
Espessamento das cordas vocais	Maior concentração de hemoglobina
Aumento da libido	Maior retenção de nitrogênio
Aumento da secreção das glândulas sebáceas	Menor gordura corporal
Aumento de pêlos	Maior disposição óssea de Ca <sup>2</sup>
Padrão Masculino de pêlos pubianos	Aumento do nível respiratório

**Quadro 2: Resumo dos efeitos anabólicos e androgênicos dos esteróides anabolizantes.**

Entre os efeitos anabólicos podemos destacar o aumento da massa muscular (Figura 9), sendo predominante o aumento da musculatura esquelética estriada acelerando a síntese de proteínas musculares ou possivelmente uma diminuição na quebra de proteínas musculares. A partir do momento em que a célula é ativada para sintetizar proteína, inicia-se uma das mais complexas rotas bioquímicas, sendo necessárias cerca de 300 macromoléculas que agirão de forma coordenada de modo a modular a operação da síntese de polipeptídios (ZAHA *et. al.* 2003).



Fonte: <http://g1.globo.com/Noticias/Ciencia/foto/0,,15365149-EX,00.jpg>

**Figura 9: Massa muscular modificada sob efeito de anabolizantes.**

A partir do momento que é identificado a presença de esteróides anabolizantes no organismo a célula imediatamente altera seu metabolismo, interferindo nas suas atividades. Neste caso, o uso de anabolizantes está intimamente ligado as alterações metabólicas que uma célula pode

sofrer. A expressão gênica, por exemplo, que converte as informações do DNA em RNAs e proteínas (WATSON *et. al.* 2006), é acelerada consideravelmente em suas atividades quando reconhecem substâncias anabólicas no organismo.

Ao serem ingeridos os anabolizantes caem na circulação sanguínea e suas moléculas chegam às células. Os anabolizantes possuem como característica a lipossolubilidade, que lhes confere a capacidade de se difundirem pela membrana celular, que possui uma grande quantidade de lipídios em sua estrutura. No citoplasma, a substância se liga a um receptor androgênico (geralmente uma proteína) e migra para o núcleo celular (SANTOS, 2005).

Para Santos (2005) esse complexo esteróide-receptor se encontra com outro receptor. Este grupo (uma molécula de esteróides anabolizante mais dois receptores) possui uma grande afinidade com DNA, se ligando a ele. Depois de ligar-se à cromatina, o complexo esteróide-receptor promove o aumento da taxa de transcrição. Ao serem induzidos na célula os esteróides anabólicos aceleram o processo da expressão gênica, transcrevendo o gene de um DNA sob a forma de nucleotídeos, resultando numa molécula intermediária denominada RNAm, para uma posterior síntese de proteína.

Vários compostos derivados da testosterona (naturais ou sintéticos) têm sido elaborados para obter o prolongamento da atividade biológica da molécula, aumentando os efeitos anabólicos referentes ao ganho de massa muscular, porém com diminuição do potencial androgênico. Embora a dissociação completa dos efeitos androgênicos e anabólicos não tenha sido conseguida, alguns esteróides anabólicos mostraram significativo aumento da atividade anabólica, com redução da androgenicidade (CZEPIELEWSKI, 2002).

O Quadro 2 resgata alguns destes compostos, como são referenciados no mundo das ruas e das academias e sua definição.

Termos usuais	Definição
Abolic	Esteróides de uso veterinário
Anadrol	Esteróide oral
Anatrofin	Esteróide injetável
Anavar	Esteróide oral
Arnolds	Esteróides
Bolasterone	Esteróide injetável
Deca-Duabolin	Esteróide injetável
Delatestryl	Esteróide injetável
Dep-testosterone	Esteróide injetável
Dianabol	Esteróides de uso veterinário
Dihyrolone	Esteróide injetável
Durabolin	Esteróide injetável
Dymethzine	Esteróide injetável
Enoltestovis	Esteróide injetável
Equipose	Esteróides de uso veterinário
Finajet/finaject	Esteróides de uso veterinário
Georgia home boy	$\gamma$ -hidroxibutirato (GHB)
GHB	$\gamma$ -hidroxibutirato (GHB)
Gym candy	Esteróides (em geral)
Juice	Esteróides (em geral)
Maxibolin	Esteróide oral
Methatriol	Esteróide injetável
Methyltestosterone	Esteróide oral
Parabolin	Esteróide oral; Esteróide Veterinário
Primobolin	Esteróide oral e injetável
Primobolan	Esteróide oral e injetável
Proviron	Esteróide oral
Pumpers	Esteróides (em geral)
Quinolone	Esteróide injetável
Roid rage	Agressivo causado por uso excessivo de esteróide
Stackers	Esteróides (em geral)
Stacking	Três ou mais comprimidos em combinação
Sustanon 250	Esteróide injetável
Therobolin	Esteróide injetável
Trophobolene	Esteróide injetável
Weight trainers	Esteróides (em geral)
Winstrol	Esteróide oral
Winstrol V	Esteróides de uso veterinário

Fonte: (<http://www.whitehousedrugpolicy.gov//ByType.asp?intTypeID=46>, (Acesso em 29-01-2009) - Adaptado

**Quadro 3: Os esteróides no cotidiano.**

Como uma “alternativa” aos anabolizantes sintéticos, têm-se sugerido que os esteróides “naturais” seriam seguros. Na verdade, trata-se de suplementos, como a Deidroepiandrosterona (DHEA) vendidos livremente que podem ter os mesmos efeitos danosos dos esteróides sintéticos. Estes são obtidos por síntese química. Entretanto, os “naturais” não sofreram alterações que justifiquem ações de vigilância do *Food and Drug Administration* (FDA, nos Estados Unidos) ou da Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA, no Brasil), sendo comercializados sem prescrição médica. Embora os esteróides anabolizantes possam melhorar certos tipos de desempenho ou aparência física, são drogas perigosas. Quando utilizados indevidamente, podem causar uma série de graves, duradouros e muitas vezes irreversíveis problemas de saúde, como comportamentos agressivos, raiva ou violência, acne grave; calvície; infertilidade; doença hepática (inclusive carcinoma) e elevação dos níveis séricos de colesterol (<http://www.mayoclinic.com/print/natural-steroids/HQ00226/METHOD=print>- Acesso em 29-01-2009).

Estudos recentes em diferentes países têm apontado o aumento do consumo de esteróides anabolizantes entre jovens fisiculturistas e atletas, e os danos à saúde causados pelo seu uso indiscriminado (ANDRADE, 2002). Tais estudos no Brasil ainda são escassos, não existindo dados epidemiológicos que indiquem a extensão do consumo dessas substâncias. Por outro lado, alguns indícios sugerem que o uso de anabolizantes pode estar crescendo entre os jovens pertencentes a diferentes classes sociais, podendo representar, em breve, um importante problema de saúde pública. Os meios de comunicação em geral têm noticiado com alguma frequência o consumo dessas substâncias nas academias de musculação, e chamado a atenção para os casos de efeitos colaterais graves decorrentes de seu uso abusivo (ANDRADE, 2002)

De acordo com as ações dessas substâncias no organismo, fica evidente o término das diversas reações provocadas pela ação dos anabolizantes na célula, alterando consideravelmente o metabolismo dos usuários dessas substâncias, não podemos deixar de destacar o quanto elas são prejudiciais à saúde. São alguns dos seus efeitos colaterais: (a) acne; (b) mau hálito; (c) mudanças de personalidade, de humor, depressão e excesso de agressividade; (d) icterícia; (e) aumento do coração; (f) pressão alta; (g) arteriosclerose; (h) colesterol elevado; (i) problemas cardíacos; (j) problemas renais; (k) atrofiamento dos testículos e perda de espermatozóides, nos homens; (l) aparecimento de pêlos faciais, desregulamento menstrual e aumento do clitóris, nas mulheres (RIBEIRO, 2001).

No Brasil, desde 1985 os esteróides anabolizantes são considerados agentes dopantes (Portaria MEC-531 de 10/7/1985). Mesmo assim eles continuam sendo utilizados indiscriminadamente por atletas e praticantes de atividades físicas. Isso ocorre devido ao comércio livre (mercado negro, farmácias de manipulação, farmácias veterinárias) onde não há exigência de prescrição médica ou ocorre com prescrição médica indevida (SILVA, 2002).

Os esteróides anabolizantes podem ser tomados na forma de comprimidos ou injeções. Seu uso ilícito pode levar o usuário a utilizar centenas de doses a mais do que aquela recomendada pelo médico. Frequentemente combinam diferentes esteróides entre si para aumentar a sua efetividade. Outra forma de uso dessas drogas é tomá-las durante 6 a 12 semanas, ou mais e depois parar por várias semanas e recomeçar novamente. No Brasil não se tem estimativa deste uso ilícito, mas sabe-se que o consumidor preferencial está entre 18 e 34 anos de idade e em geral é do sexo masculino (ANDRADE, 2002).

A crescente valorização do corpo nas sociedades de consumo pós-industriais – refletida nos meios de comunicação de massa, que expõem como modelo de corpo ideal e de masculinidade um corpo inflado de músculos – pode estar contribuindo para que um número crescente de jovens se envolva com o uso de esteróides anabolizantes, na intenção de rapidamente desenvolver massa muscular (COURTINE *apud* ANDRADE, 2002).

Essas substâncias são amplamente utilizadas por esportistas de diversas modalidades e, apesar de serem utilizadas ilegalmente e em excesso por grande número de atletas, há uma nova tendência em utilizar os suplementos nutricionais como uma alternativa legal aos anabolizantes para “ativar” os mecanismos anabólicos do organismo. Além disso, visam alcançar algo que está além do que o treinamento pode lhe oferecer, buscando continuamente melhorar seu rendimento, competir e tentar vencer. O uso dessas substâncias aumenta o rendimento físico, estimulando o anabolismo protéico, com decorrente aumento de peso corporal devido principalmente ao desenvolvimento da musculatura esquelética (ANDRADE, 2002).

Em decorrência do uso indiscriminado, por alguns atletas, quanto ao uso de anabolizantes foi criado o exame *antidoping* que busca identificar, em amostras de urina ou de sangue, substâncias capazes de aumentar artificialmente o desempenho esportivo, sendo eles

potencialmente prejudiciais à saúde do atleta, além de se contrapor ao espírito da competição que é defendido pelos comitês desportivos/ olímpicos (CZEPIELEWSKI, 2002).

Em 2003, representantes de diversas nacionalidades incluindo o Brasil, se reuniram e assinaram a declaração de Copenhague sobre *doping* no esporte, criando um Código Mundial Antidoping, que tem o objetivo de manter o espírito esportivo (DE ROSE, 2004). Registros do Comitê Olímpico Brasileiro mostram as principais substâncias utilizadas pelos atletas em 2005. O levantamento analisou os casos de 139.836 atletas (Quadro 3). Desse total, 2.958 tiveram resultados positivos para *doping* (VEJA, 2008). De acordo com a pesquisa foi constatado que são as mesmas, as substâncias utilizadas pelos atletas nos últimos anos.

%	Anabolizantes	Efeitos
43,0	Diversos	Euforizante, diminuindo o cansaço; anticatabolizante, diminuindo a perda de massa muscular; aumento da utilização e da síntese protéica
14,2	Beta-2 agonistas	Aumenta a massa muscular e diminui a gordura
11,8	Estimulantes	Aumenta a pressão sanguínea e os batimentos cardíacos
11,7	Canabinóides	Alucinógenos ou depressores, como a maconha
7,6	Glucocorticosteróides	Garantem reserva energética e ajudam a equilibrar os níveis psíquicos e físicos dos atletas
5,7	Diuréticos	Baixar o peso corporal e excreção renal do sódio
3,8	Hormônios	Aumento da produção de glóbulos vermelhos e da massa muscular
1,8	Outros	Diversos

**Quadro 4: Levantamento do Comitê Olímpico Brasileiro quanto às substâncias anabólicas mais utilizadas pelos atletas até 2005 (VEJA, jul. 2008).**

No Brasil, segundo notícia vinculada pela internet (KOZLOWSKI, 2007), o caso mais recente de uso de esteróides anabolizantes entre os atletas foi o da nadadora Rebeca Gusmão por ter sido flagrada em um exame *antidoping*, onde foram encontrados níveis anormais de hormônio masculino testosterona. São visíveis as mudanças que ocorreram no corpo de Rebeca nos últimos anos (Figura 10). Ela foi a primeira nadadora brasileira a conquistar uma medalha de ouro em Jogos Pan-americanos, vencendo as provas de 50 e 100 metros livres em 2007.



**Fonte:** <http://vivirlatino.com/i/2008/05/Menos%20musculosa,%20Rebeca%20Gusmão%20no%20Pan%20de%20Santo%20Domingo,%20em%202003.JPG>

**Figura 10: A nadadora Rebeca Gusmão e as mudanças no seu biótipo: a) 2003; b) 2007.**

A suspensão definitiva da atleta foi oficializada em 2008, pela comprovação do uso de esteróides anabolizantes em dois exames *antidoping* realizados com a nadadora. Este caso foi o nosso tema contextualizador na sequência didática apresentada, utilizando-o como situação problema para abordar alguns conceitos relacionados à síntese de proteína.

Por fim, acreditamos que trabalhar conceitos científicos de Biologia de maneira sistêmica e contextualizada é uma maneira de aproximar os conteúdos discutidos em sala de aula com o dia-a-dia dos discentes, facilitando a aprendizagem e ampliando seus conhecimentos. A proposta apresentada consiste em levar situações do mundo real para dentro da escola e, no sentido inverso, conteúdos científicos sistematizados da escola para compreensão do mundo real. Neste sentido, o ensino de Biologia tem relevância incontestável para a vida de todo cidadão, e, as escolas têm a missão de levar esse conhecimento a todos.



## CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA

Os objetivos desta pesquisa foram identificar as dificuldades no processo de formação de conceitos abstratos da Biologia Molecular, mais especificamente o caso da síntese protéica, utilizando um jogo - especialmente criado com esta finalidade - e analisar as potencialidades desse jogo na superação das dificuldades identificadas inicialmente. Na opinião de André (2001) e Fazenda (2006) é preciso antes de estruturar a metodologia deixar claro o propósito da pesquisa para que não se questione o seu rigor e qualidade.

De acordo com os objetivos propostos, esta pesquisa teve um caráter qualitativo e quantitativo, uma vez que buscou identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de um determinado fenômeno (GIL, 1996). Na visão de Alves (1991 *apud* MACHADO 2007 p 10) a vertente qualitativa trabalha preferencialmente no contexto da descoberta, existindo uma dificuldade em definir ou caracterizar este tipo de pesquisa devido à enorme quantidade de variantes que ela engloba. Além disso, apresenta como possibilidade uma visão profunda e ao mesmo tempo integrada de uma unidade social, permitindo retratar situações vividas do dia-a-dia escolar, sem prejuízo de sua complexidade e de sua dinâmica natural (ANDRÉ, 2007).

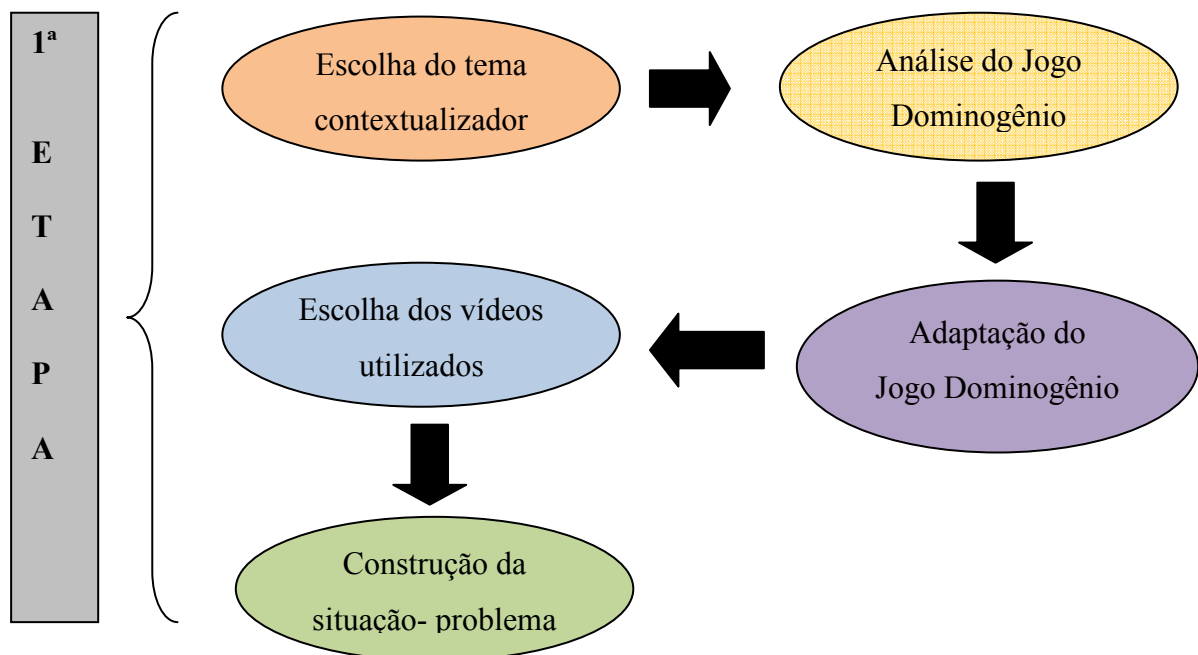
Este trabalho consistiu, portanto, na idealização e construção de um jogo didático abordando o conteúdo síntese protéica. A escolha do tema decorreu da observação de dificuldades na aprendizagem dos conceitos científicos relacionados a essa temática devido ao seu alto grau de abstração e a dificuldade de contextualização por não apresentar relação direta com a vivência cotidiana dos estudantes.

A opção pela elaboração de um jogo didático resultou das seguintes razões:

- Pelo seu caráter lúdico, o jogo favorece a articulação entre os conceitos envolvidos através das interações entre os participantes mediadas pelas negociações que enseja;
- Pela possibilidade de constatação, pelo professor, da existência (ou não) de lacunas e equívocos conceituais dos alunos em relação ao tema em questão;
- Pela possibilidade de facilitar ou mediar a compreensão dos conceitos abstratos envolvidos no ensino-aprendizagem do tema por meio da resolução de problemas em uma situação concreta.

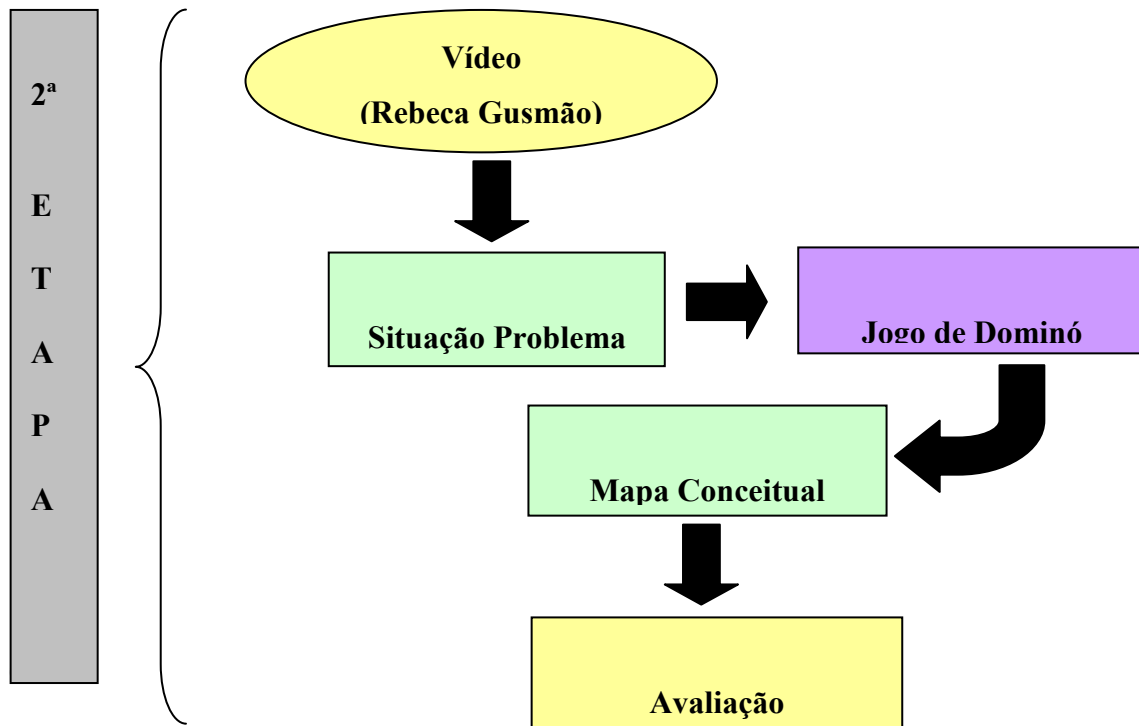
Os procedimentos metodológicos adotados incluíram a elaboração de uma sequência didática, para auxiliar na superação das dificuldades detectadas visando promover uma revisão conceitual do conteúdo específico de Biologia Molecular abordado nas aulas teóricas convencionais.

O trabalho foi dividido em três etapas: (Vide esquema na Figura 1).



1ª etapa – preparação realizada pelo pesquisador

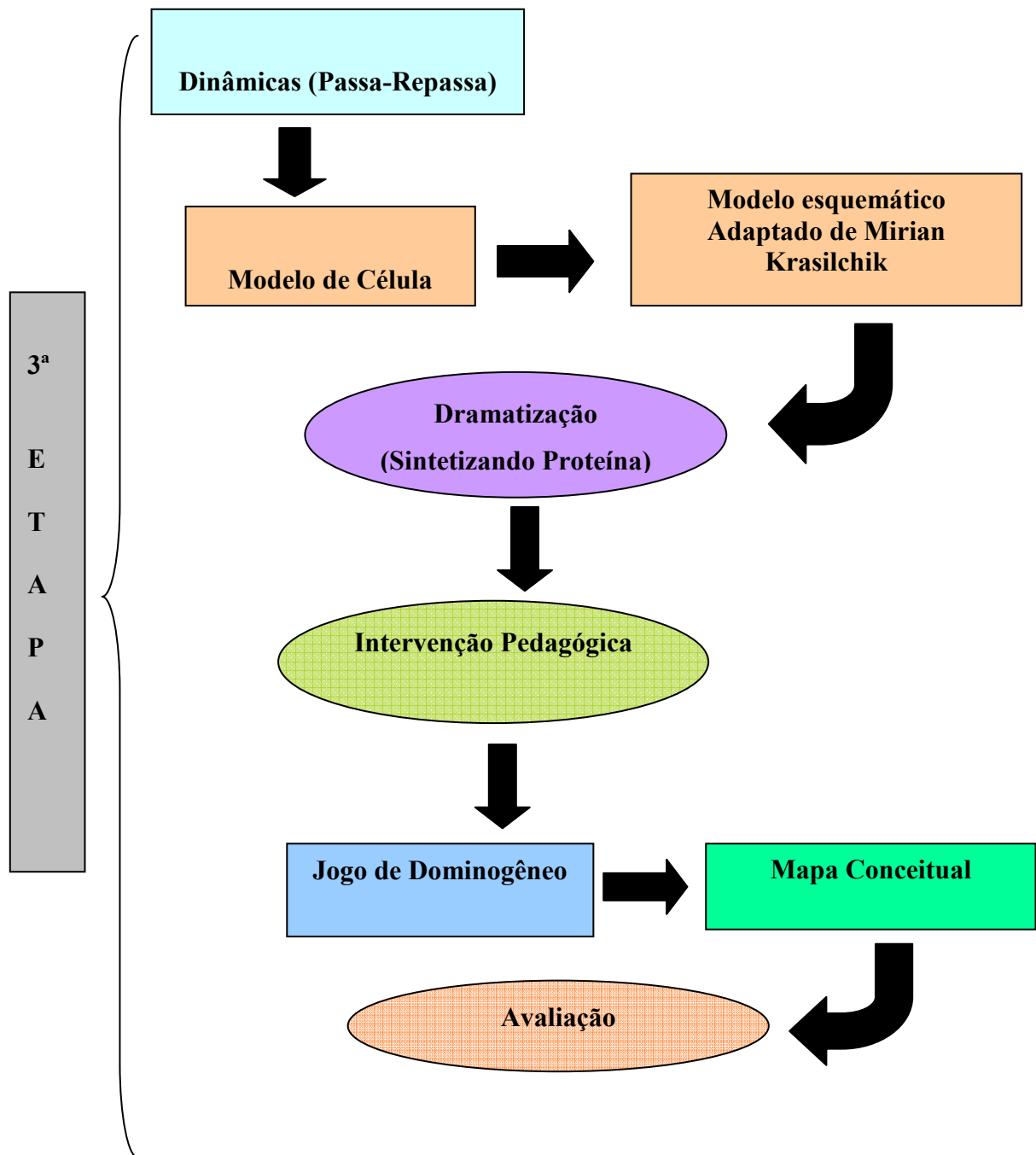
- Escolha do tema contextualizador: síntese protéica x anabolizantes;
- Análise e adaptação do Jogo Dominogênio para o ensino-aprendizagem dos conceitos científicos envolvidos no estudo da síntese protéica;
- Escolha de um vídeo que servisse como elemento contextualizador;
- Construção da situação-problema;



2ª etapa – Introdução do estudo do tema e sondagem

- Apresentação de dois vídeos<sup>1</sup> para contextualizar o tópico em estudo; (Anexo 1)
- Apresentação de uma situação problema com a seguinte pergunta: “É convencional encontrar mulheres com o biótipo de Rebeca Gusmão. Por quê?” (Apêndice A)
- Realização do Jogo Dominogênio por três grupos contendo, cada um deles, três participantes;
- Elaboração, pelos grupos, de um mapa conceitual sobre síntese de proteína, a partir da utilização de 23 cartelas contendo palavras-chave sobre o tema em estudo;
- Aplicação de um questionário avaliativo da atividade realizada (apêndice E).

<sup>1</sup> Vídeo sobre *doping* apresentado pelo Esporte Espetacular sobre o caso de Rebeca Gusmão (GLOBO, 2007).



### 3ª etapa - Intervenção Pedagógica

- Utilização da dinâmica “Passa ou repasa” (Vide Apêndice D), para identificar o nível de conhecimentos dos participantes sobre o conteúdo em estudo;
- Distribuição das peças de um modelo de célula (especialmente confeccionado com material emborrachado para a ocasião), para que os participantes as nomeassem, localizassem, caracterizassem e classicassem (Figura 16).

- Utilização de modelo esquemático, adaptado de Krasilchick (2004)<sup>2</sup>, tendo como finalidade simular a dinâmica da síntese protéica facilitando a sua compreensão (Vide Apêndice C);
- Dramatização em que os participantes foram convidados a representar os elementos necessários para a síntese protéica;
- Sistematização, pelo professor, do conteúdo trabalhado, através da apresentação de slides numa exposição dialogada;
- Apresentação de um vídeo<sup>3</sup> para contextualizar o tópico em estudo; (Anexo 1)
- Participação no jogo de dominó “Dominogênio”;
- Elaboração de outro mapa conceitual para verificar o nível de articulação entre os conceitos, atingido pelos participantes;
- Avaliação através de um questionário investigativo (Vide Apêndice F).

4ª etapa – Categorização e avaliação dos dados obtidos

- Análise, avaliação e categorização dos dados obtidos durante a sequência didática utilizada, verificando a viabilidade de sua aplicação em sala de aula.

## 4.1 Grupo estudado

O critério utilizado para a escolha dos participantes foi serem licenciandos do curso de Ciências Biológicas e estarem ou já terem cursado as disciplinas de Bioquímica I, II ou Genética Básica, que contemplam o estudo dos conceitos que norteiam a síntese protéica.

Participaram desta pesquisa nove (n=9) licenciandos do 8º período noturno do curso de Ciências Biológicas de uma universidade pública federal, matriculados na disciplina “Prática de Ensino da Biologia I”. Apesar de a turma ser composta por 29 alunos apenas esses nove se dispuseram a participar, uma vez que os demais trabalhavam durante o dia e, portanto, não tinham disponibilidade de tempo. As atividades aconteceram em duas tardes, totalizando 8h.

---

<sup>2</sup> O modelo proposto por Miriam Krasilchick representa, de maneira esquemática, a dinâmica da síntese protéica, numa tentativa de “concretizar” conceitos tão abstratos.

<sup>3</sup> Vídeo sobre síntese de proteína do *You tube* (PROFESSOR TOID, 2007).  
<http://br.youtube.com/watch?v=QY8I2KpzC-w>

## 4.2 Instrumentos e Procedimentos utilizados:

Na sequência didática foram utilizados os seguintes instrumentos que ajudaram na compreensão dos conceitos.

- Vídeo Rebeca Gusmão do Esporte Espetacular (Globo, 2007) - O vídeo de aproximadamente 2 minutos (Anexo 1), aborda o uso de anabolizantes, objetivando contextualizar seu uso e esclarecer sua relação com a síntese de proteína;
- Vídeo do professor Toid *you tube* (2007) – Este vídeo, de aproximadamente 1 minuto e trinta segundos (Anexo 1) representa, esquematicamente, como uma proteína é sintetizada e foi trabalhado no momento da intervenção pedagógica em paralelo com a situação problema, o jogo dominogênio, o mapa conceitual e a sistematização;
- Situação-problema - Apresentação de uma situação-problema contextualizada, utilizando o mesmo tema do vídeo – anabolizantes, para identificar as relações feitas pelos estudantes entre a situação apresentada e o conceito abordado - síntese de proteína (Apêndice A);
- Jogo Dominogênio – Este jogo foi aplicado com o objetivo de analisar quais as dificuldades de articulação e sobreposição dos conceitos evidenciados, dentro de um pensamento sistêmico.
- Mapa Conceitual - Seu objetivo foi perceber os níveis de articulação entre os conceitos estudados. Partindo deste princípio foi utilizado em dois momentos da sequência didática: (a) antes de iniciar a sequência, como instrumento de sondagem e (b) após todas as etapas da mesma, avaliando as dificuldades conceituais e os níveis de articulações entre os conceitos estudados;
- Modelo de célula – Este modelo especialmente confeccionado com material emborrachado para a ocasião, consistiu de 11 peças (membrana, citoplasma, núcleo, retículo endoplasmático liso e rugoso, centríolo, mitocôndrias, complexo de golgi, ribossomo, lisossomo e cromossomo), com o objetivo de que os participantes concretizassem a idéia de célula, até então estudada de forma abstrata;
- Slides com a sistematização dos conteúdos – Foram preparados e apresentados, pela pesquisadora, 20 (vinte) slides objetivando reforçar e aprofundar os conceitos envolvidos durante toda a sequência didática e possibilitando um momento de interação pesquisador-aluno.
- Modelo adaptado de Mirian Krasilchick (2004) - Este modelo foi utilizado como alternativa de apoio para a superação das dificuldades na compreensão dos conceitos

envolvidos desde a duplicação do DNA até a proteína sintetizada, detectadas na 2ª etapa da pesquisa e consiste na montagem e manipulação deste material didático (Apêndice C);

- Passa e Repassa – Dinâmica utilizada para socialização dos conhecimentos prévios sobre o conteúdo abordado na primeira fase da pesquisa (Apêndice D). Esta atividade consistiu em identificar o nível de conhecimento dos grupos em relação ao conteúdo, utilizando a brincadeira do passa ou repassa. Os três grupos foram constituídos de três participantes cada;
- Dramatização - Realizada como elemento de socialização e sistematização de todas as etapas já vivenciadas entre os grupos. Cada participante se autodenominava um dos elementos necessário para que ocorresse a síntese de proteína, havendo uma posterior dramatização de todo evento.
- Filmagem - Todos os trabalhos dos grupos foram registrados durante todo o processo, em vídeo.
- Questionário avaliativo - Foi utilizado no término de cada fase da pesquisa com o intuito de validar a sequência didática e avaliar a eficácia dos instrumentos utilizados em cada etapa, objetivando superar as dificuldades conceituais detectadas inicialmente (Apêndice E e F );
- Gravação de voz - Para registro e pontuação dos argumentos de decisão dos alunos durante todo o processo;
- Registro fotográfico - Para registro da sequência didática e das atividades realizadas durante todas as fases da pesquisa.

#### **4.2.1 – Descrição e Adaptação do jogo “Dominogênio”**

O Jogo Dominogênio de autoria de Pereira (2008) foi analisado e adaptado pela autora desta pesquisa com o objetivo de propor uma atividade lúdica que concentrasse os conceitos envolvidos no estudo de síntese de proteína articulados de maneira sistêmica e contextualizada.

Segundo Lopes:

*Antes da confecção do jogo, é necessário um planejamento prévio e um estudo do jogo de dominó para que o arranjo das pedras fique perfeito, pois é preciso que todas as peças se encaixem; portanto, é importante [...] fazer um jogo com a mesma estrutura original (LOPES, 2005, p.93).*

Considerando a importância do planejamento (e como parte deste), elaboramos um mapa conceitual para selecionar os conceitos a serem envolvidos no jogo (Apêndice B). Foram evidenciados, durante esta elaboração, os conceitos de: DNA, RNA, cromossomo, ribossomo, aminoácidos, ciclo celular, proteína, gene, transcrição e tradução, possibilitando prever as possíveis articulações entre eles. Essas dez palavras do mapa conceitual, por serem relevantes para o estudo da Síntese de Proteína, selecionando conceitos e imagens para serem relacionados seguindo a estratégia do jogo de dominó convencional.

Os materiais utilizados para a confecção do jogo de dominó foram: papel, cola branca, madeira, feltro e velcro. Foi colado velcro no verso de cada pedra para melhor aderência ao tabuleiro. Dessa forma, as pedras não saem da sequência, o que é importante para posterior análise das possíveis dificuldades que cada grupo terá com os conceitos trabalhados no jogo. O jogo é constituído de 27 pedras de associação. Além dessas pedras de associação, foram confeccionadas outras, pequenas e coloridas, contendo os nomes dos 10 conceitos. Estas pedras foram colocadas em cada associação para identificar o conceito que o grupo decidiu relacionar com a associação em questão.

#### **4.2.2 Procedimentos do Jogo Dominogênio**

A turma foi dividida em três grupos com três alunos cada durante todo o período da sequência didática. Os jogos foram distribuídos para cada grupo, portanto, cada um teve o seu jogo e, portanto, sua sequência seguindo as regras do jogo.

As pedras foram emborcadas e mexidas. Em seguida foram escolhidas, aleatoriamente, pelos componentes de cada grupo, sete pedras do jogo. Sobraram sete pedras que ficaram voltadas para baixo no “dorme”.

As regras do jogo foram criadas de acordo com o número de participantes em cada grupo. Este jogo é realizado da direita para a esquerda (sentido horário) e iniciado por quem o grupo determinar. É importante ressaltar que este momento não é de competição entre os participantes de cada grupo e sim de cooperação. Entre as pedras existem dez carroças contendo de um lado o nome e do outro o conceito, sendo eles: carroça de gene, carroça de cromossomo, carroça de DNA, carroça de RNA, carroça de ciclo celular, carroça de



aminoácidos, carroça de ribossomo, carroça de proteína, carroça de transcrição e carroça de tradução.

Na sequência do jogo, quem não possui a pedra correspondente pegará aleatoriamente a pedra do “dorme” que, conseqüentemente, fará parte do seu jogo. O mesmo acontecerá com as outras pedras do “dorme”. Cada jogador tem direito a pegar pedra do dorme até acertar. O jogador, juntamente com seu grupo, decide qual o conceito em questão e coloca do lado de cada associação (ou servindo como ponte de ligação entre as duas pedras) a pedra colorida, que corresponde ao conceito escolhido. Nenhum aluno entra no jogo vazio de conceitos. Cada jogada requer uma associação com justificativa do jogador. Caso haja alguma interferência dos componentes do grupo, a argumentação de ambos (ou de todos) pode ser aceitável ou não. Na verdade cada um tem o direito de defender seu ponto de vista.

A negociação, o diálogo, o respeito, entre outros, são competências a serem avaliadas neste momento do jogo. Esse jogo não terá um vencedor, pois o objetivo é que cada grupo consiga fazer uma sequência lógica dessas pedras. O componente que finaliza suas pedras sai da jogada, porém não do jogo, pois suas observações podem ser válidas nas jogadas dos outros componentes. Caso sobre alguma pedra no final do jogo, o grupo a coloca à parte, presa no tabuleiro. Após o término do jogo cada grupo entrega o tabuleiro com todas as pedras presas.

## CAPÍTULO 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das atividades realizadas foi possível identificar as principais dificuldades de aprendizagem envolvidas no processo de formação de conceitos relacionados à síntese de proteína. Diante das dificuldades identificadas foi possível reestruturar uma sequência didática que contivesse vários instrumentos com a finalidade de facilitar e promover a aprendizagem dos conceitos abordados.

A sequência didática apresentada foi organizada segundo a proposta dos Parâmetros Curriculares + (PCN+) que considera que para se desenvolver todas as competências é imprescindível que os conhecimentos sejam apresentados como desafios cuja solução envolva mobilização de recursos cognitivos, investimento pessoal e perseverança para uma tomada de decisão. Nessas circunstâncias, é importante o desenvolvimento de atividades que solicitem dos alunos várias habilidades, entre elas o estabelecimento de conexões entre os novos conceitos e os conhecimentos prévios existentes, o desenvolvimento do espírito de cooperação, de solidariedade e de responsabilidade para com terceiros, como será discutido a seguir.

A proposta apresentada emergiu das dificuldades em aprender/ensinar e compreender conceitos relacionados à síntese de proteína pela autora desta pesquisa, devido à forma fragmentada e linear como tais conceitos são comumente apresentados, não contemplando a relação micro e macroscópica do conteúdo. Diante de tudo foi construída uma sequência didática que buscava identificar as dificuldades de aprendizagem dos futuros docentes, e ao mesmo tempo, trabalhar esses conceitos de maneira sistêmica e contextualizada.

O ensino dos conceitos abstratos de biologia é encarado como um desafio pelos docentes, uma vez que a ênfase na visão linear durante toda a graduação, na maneira fragmentada como os conteúdos são trabalhados em sala de aula, são refletidos na prática e na didática dos futuros docente. De acordo com depoimentos realizados durante toda pesquisa, essa é uma das principais dificuldades de aprendizagem e, mudanças nesse paradigma, requerem tempo e envolvimento.

## 5.1 Vídeo e Situação – Problema

Os resultados obtidos foram categorizados de acordo com a ordem da sequência didática apresentada. Inicialmente propusemos uma situação-problema e um vídeo que tinha como tema principal o uso de anabolizantes, retratando o caso da ex-nadadora Rebeca Gusmão, que foi afastada do esporte pela suspeita de *doping*. Os nove alunos que se dispuseram a participar da pesquisa foram separados de maneira aleatória em três grupos, e no primeiro momento foram convidados a refletir sobre o uso de anabolizantes e os efeitos metabólicos que eles podem causar ao organismo, retratando a mudança corporal da nadadora no curso de alguns anos.

O objetivo da situação-problema e do vídeo foi iniciar a sequência contextualizando o tema, identificando que tipo de relação os grupos poderiam estabelecer com os conceitos relacionados à síntese de proteínas que seriam trabalhados posteriormente, tentando identificar a visão linear ou sistêmica dos grupos estudados.

Todos os três grupos relataram que a mudança no corpo de Rebeca não seria uma mudança convencional pela prática do esporte e que sua massa muscular não só aumentou como também foram modificadas as características gerais do seu corpo. Como podem ser visualizados no quadro 5, todos os participantes afirmam que a mudança no corpo de Rebeca foi resultado de hormônios esteróides anabolizantes, uma vez que nenhum dos grupos conseguiu estabelecer relação com o conceito de síntese de proteína.

<b>Categorias</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>
<b>Biótipo da Nadadora</b>	Não Convencional	Não Convencional	Não Convencional
<b>Características Gerais</b>	Masculinizada	Diferenciada	Masculinizada
<b>Causas</b>	Uso de anabolizantes	Prática Esportiva	Alto índice hormonal

**Quadro 5: Síntese das discussões realizadas na apresentação de uma situação-problema sobre o uso de anabolizantes, caso de Rebeca Gusmão**

De acordo com o quadro acima podemos perceber a unanimidade das respostas no que diz respeito ao biótipo da nadadora, comparando-se com o biótipo convencional de uma mulher. Todos afirmam que a imagem apresentada tanto no vídeo, quanto na situação-problema diz respeito a um aumento exagerado da massa muscular que foi alterada, não apenas devido à

ação rotineira de hormônios no organismo, mas pela suposta utilização de substância que induziu esse aumento de massa corporal não convencional ao sexo feminino.

Dentro desta perspectiva, participantes de cada grupo fizeram referências às mudanças gerais do corpo de Rebeca:

*O nível de testosterona comum no corpo de uma mulher não é suficiente para trazer tantas mudanças no seu corpo (participante 9).*

*O próprio metabolismo de uma mulher não propicia tais mudanças como: redução dos seios, ombros largos e quadril mais estreito, mudança na pele e na fala devido à predominância de seus hormônios que não favorecem tais mudanças (participante 1).*

*Ela mudou totalmente, parece um homem até seu cabelo tá diferente (participante 4).*

*Eu acredito que o seu corpo masculinizado está associado a distúrbio hormonal com alto índice de testosterona no corpo pelo uso de anabolizantes (participante 3).*

*O índice de massa muscular dela é além do normal para uma mulher. Sabendo que sua prática esportiva já favorece um corpo diferenciado (participante 6).*

*Fisiologicamente o hormônio feminino não dá essas características e sim a testosterona que é um hormônio masculino que se apresenta em pequena quantidade no corpo não dando estas características masculinas (participante 7).*

Diante das colocações acima podemos destacar que em todos os grupos há um certo grau de conhecimento com relação à presença de hormônios no organismo e quanto ao seu papel no metabolismo humano. No entanto, ainda se desenvolva uma visão linear dos conteúdos, pois eles não conseguem estabelecer relação entre os conceitos relacionados à síntese de proteínas e a contextualização da situação-problema. Todos os grupos afirmam uma mudança radical no biótipo de Rebeca Gusmão devido à aparência masculinizada e diferenciada do sexo feminino.

Podemos concluir das colocações, que as concepções são as mesmas em todos os momentos, afirmando a não convencionalidade do biótipo da atleta e sua não-relação com os conceitos relacionados à síntese de proteína mostrando a visão fragmentada dos estudantes. No primeiro momento da discussão alguns participantes se colocaram sem muitos argumentos, mas logo após foi estabelecida uma ligação entre o vídeo apresentado e a situação que contextualizava

o conteúdo abordado. Eles não conseguiram descrever as modificações que os esteróides anabolizantes podem trazer para a atividade celular e nem destacar as alterações que as células podem sofrer.

A cada etapa da pesquisa o caso de Rebeca Gusmão foi evidenciado, permitindo aos grupos estabelecer relação com a problemática apresentada no início da pesquisa, para que ao término das etapas houvesse uma significativa relação entre o conteúdo e sua contextualização.

## **5.2 Mapa conceitual**

O mapa conceitual é um excelente instrumento facilitador da meta-aprendizagem. Através dele o professor ao mediar a relação dos alunos com o conhecimento, pode perceber lacunas conceituais. Esse ir e vir permite aos estudantes procurar subsídios para superar as dificuldades, facilitando e promovendo a construção de seu próprio conhecimento. Nesse sentido, o mapa conceitual é uma estratégia facilitadora da tarefa de aprender a aprender (TAVARES, 2007). A utilização desse instrumento nos permite fazer uma ponte entre o que o aluno já sabe e a aprendizagem que está a realizar, oferecendo condições de analisar as relações e organizações dos conceitos propostos. Através da estrutura esquemática de um mapa conceitual é possível representar uma rede de conceitos, sendo, por isso, considerado um estruturador de conhecimentos.

Após a situação problema e o vídeo foi proposto a cada grupo a construção de um mapa conceitual utilizado, para fins da pesquisa, como instrumentos de sondagem, relativo ao grau de organização dos 25 conceitos escolhidos pela autora através do mapa construído pela mesma (Apêndice B). Os conceitos propostos foram: RNA polimerase, DNA, RNAm, RNAt, RNAr, gene, cromossomo, cromatina, código genético, enzimas, ribossomos, mitose, interfase, códon, anticódon, retículo endoplasmático liso, retículo endoplasmático rugoso, aminoacil sintetase, anabolizantes, testosterona, tecido muscular esquelético estriado, tradução, transcrição, aminoácidos e proteínas.

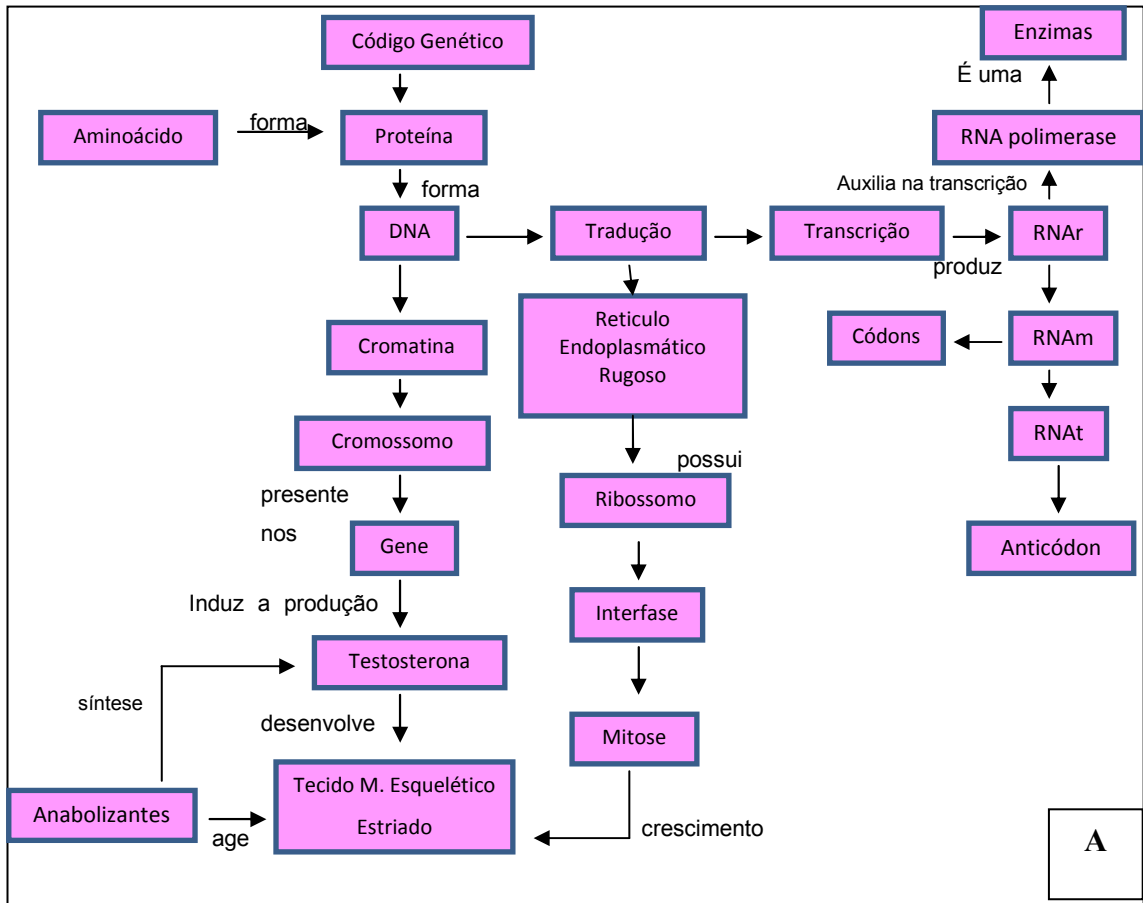
A construção desses mapas foi solicitada tanto na segunda etapa da pesquisa (sondagem) quanto na terceira (Intervenção pedagógica).

A partir dos mapas construídos pelos estudantes e de sua análise, foi possível identificar as concepções em relação à síntese de proteína, não deixando de relacioná-las ao uso de anabolizantes. Após a análise de cada mapa construído antes e depois da intervenção pedagógica, foi possível identificar dificuldades conceituais dos grupos e o grau de articulação entre os conceitos propostos.

O aspecto mais significativo observado no mapa construído pelo grupo 1 (Figura 10) foi a relação feita pelos alunos entre os anabolizantes e a testosterona. Os anabolizantes são drogas que, após metabolização hepática, passam a agir como esteróides masculinos (testosterona). Esta ação se dá no tecido muscular estriado esquelético, estimulando a síntese de proteínas relacionadas à contração muscular (principalmente actina e miosina), hipertrofiando ambas. Assim, o usuário pode suportar cargas maiores de exercícios e de peso. A droga também acelera o metabolismo e aumenta a capacidade de recuperação desses tecidos. Diante deste contexto o grupo não reconhece a relação entre as células e o tecido muscular esquelético estriado, não estabelecendo relação entre os mesmos. Destaca a relação entre as células e as organelas citoplasmáticas, no caso do retículo endoplasmático liso e rugoso, porém a célula não só contém essas organelas, outras também participam deste processo.

Diante das relações efetuadas não podemos deixar de evidenciar que o grupo avançou em sua organização hierárquica e nas articulações entre os diversos conceitos. Porém, torna-se clara a dificuldade de aprendizagem diante dos conteúdos apresentados, inclusive os microscópicos (síntese protéica), provavelmente por serem abstratos complexos e de difícil visualização.

5.2.1 Análise dos mapas conceituais (segunda e terceira etapa) do Grupo 1



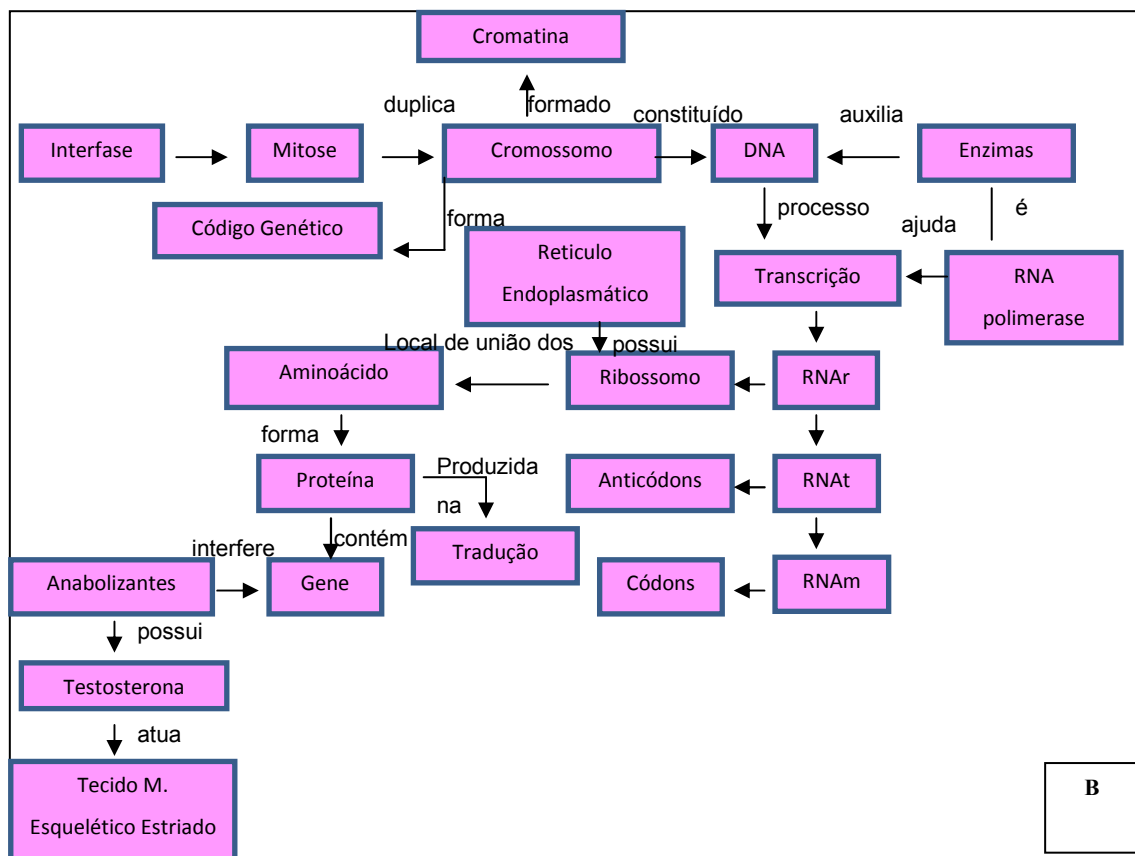


Figura 11: Esquema do mapa conceitual da segunda (A) e terceira (B) etapa da sequência didática do grupo 1

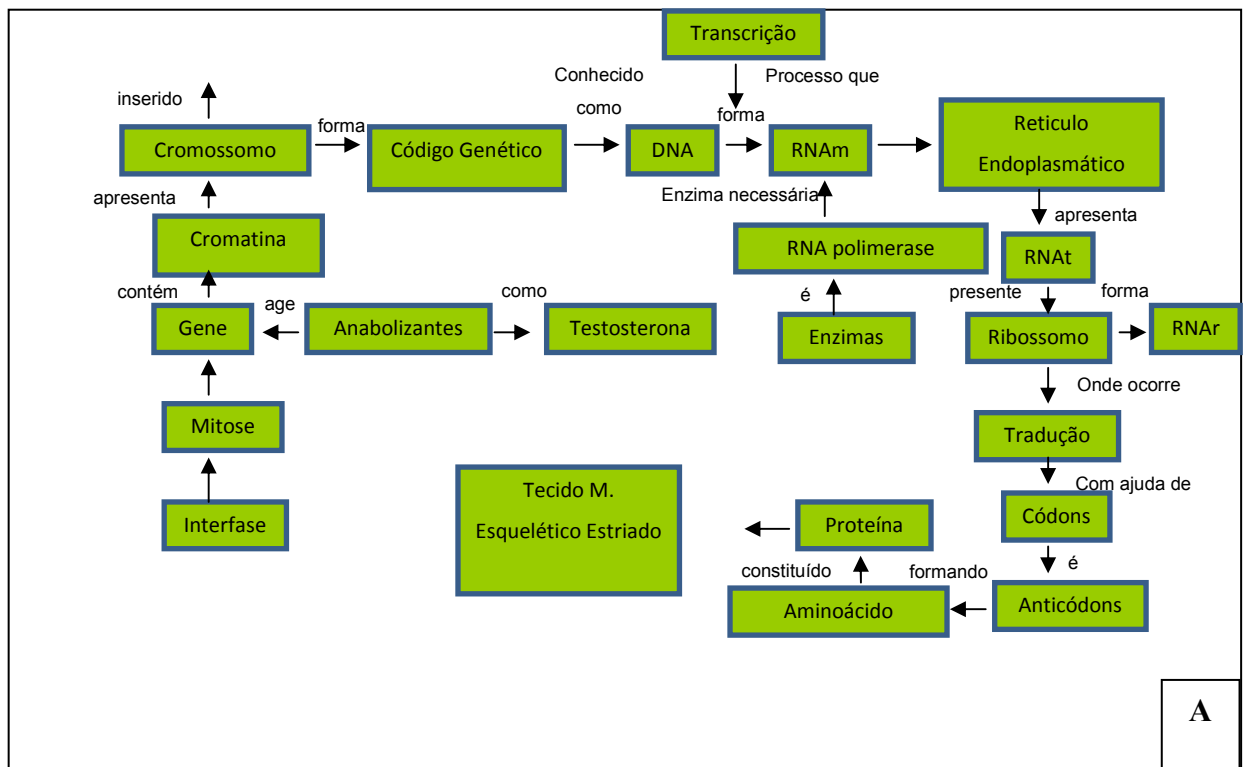
De acordo com a análise dos mapas produzidos pelo grupo 2, podemos observar algumas lacunas conceituais evidentes também no grupo 1, referentes à relação cromatina/cromossomo e códon/anticódon, havendo uma desarticulação entre esses conceitos. Por exemplo, eles não conseguem perceber que a célula muda de acordo com o seu tempo, ou seja, o período da intérfase e mitose são momentos distintos de organização e atividade. Outro ponto importante é a articulação entre o três tipos de RNA necessários para a formação de uma proteína, que também é colocado de maneira confusa pelos estudantes, eles não conseguem relacionar os tipos de RNAs, deixando-os soltos, unindo-se apenas ao DNA. Neste contexto, percebemos a visão linear do grupo em relação aos conceitos, sem haver relações e articulações entre os conceitos.

Ao observar a Figura 11 podemos visualizar que o mapa da segunda etapa se mostra bem fragmentado, sem muitas relações enquanto o mapa da terceira etapa já se apresenta com mais articulações. Neste momento o mapa já se encontra com inter-relações mais contundentes, com explicações mais fundamentadas, mostrando que houve melhor organização hierárquica e sistematização entre os conceitos. Foi possível identificar uma



melhor explicação entre as ligações, por exemplo, o RNAs que anteriormente eles não conseguiam associar, nesta etapa já classificaram de maneira correta, embora tenham permanecido com a visão confusa entre cromatina e cromossomo, ou seja, não identificaram que esses elementos mudam de acordo com o tempo da célula, no momento da divisão celular chamamos de cromossomo, já quando está na interfase é chamado de cromatina. Ao fazer relação entre os dois mapas podemos observar o avanço conceitual em alguns aspectos e instabilidade em outros, nos deixando na situação confortável de saber que a sequência didática proposta foi relevante para o avanço do grupo analisado.

### 5.2.2 Análise dos mapas conceituais (segunda e terceira etapa) do Grupo 2



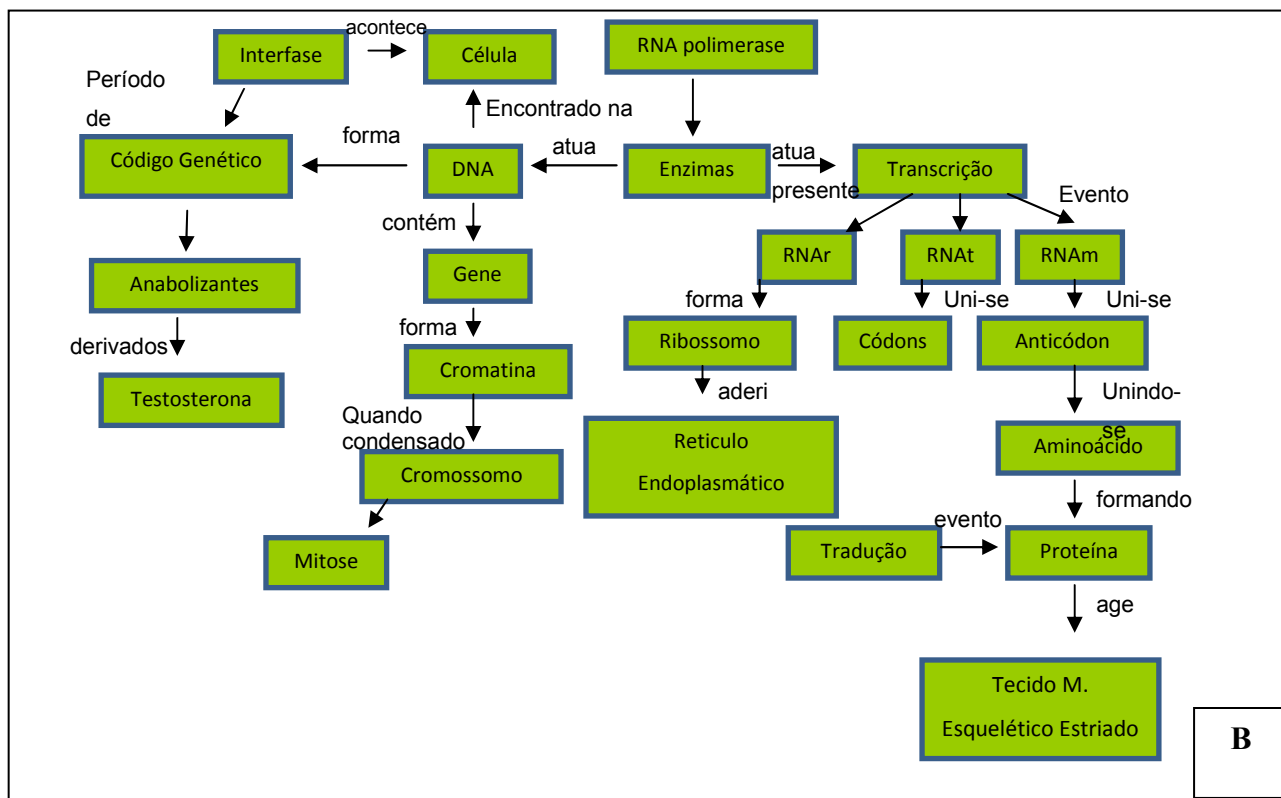
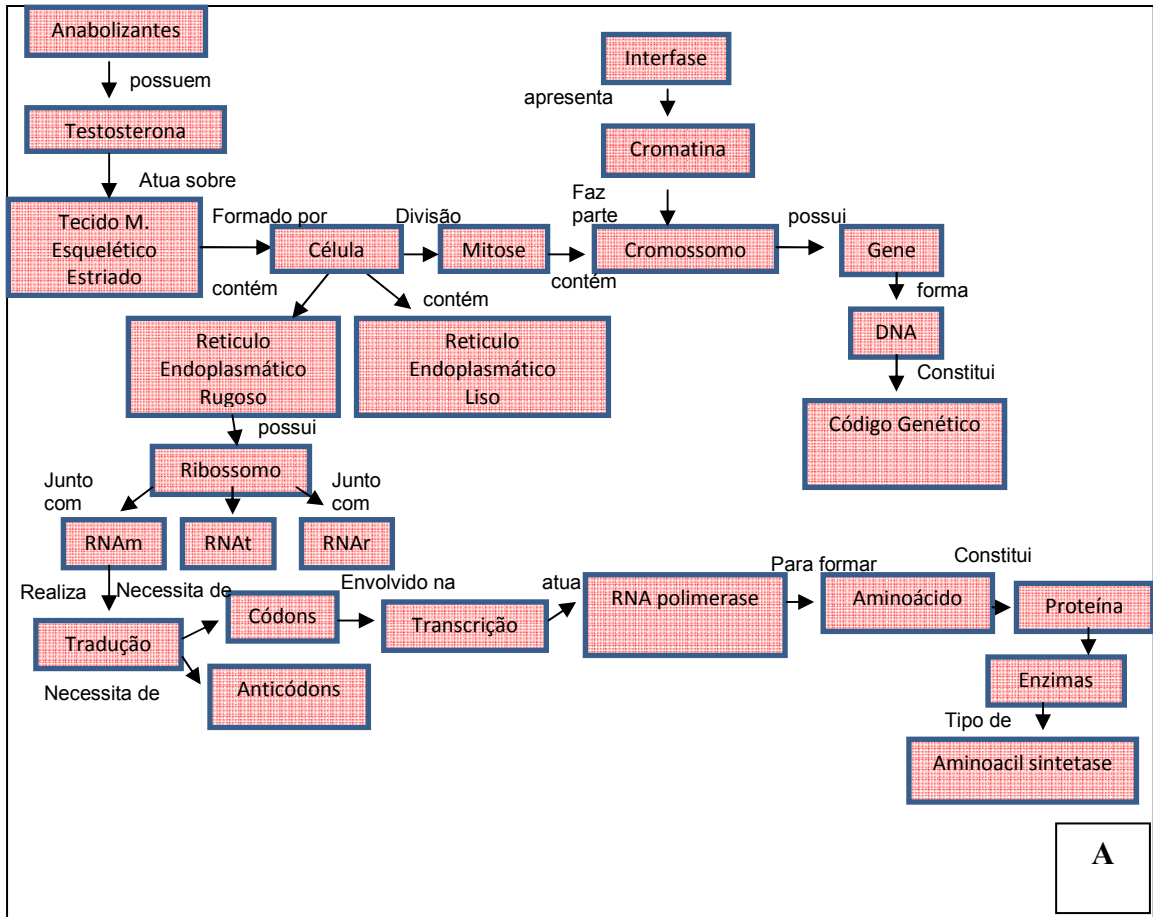


Figura 12: Esquema do mapa conceitual da segunda (A) e terceira (B) etapa da sequência didática do grupo 2

Já no terceiro grupo o aspecto relevante a ser discutido é a associação entre o RNAt, RNAm e o RNAr (Figura 12). Sabendo que o RNAr junto com proteínas é o próprio ribossomo, que será a organela responsável pela síntese de proteína. Todos os RNAs são necessários para que aconteça a tradução, desta forma o grupo não consegue perceber a fiel união que deve existir entre os códons e anticódons, mostrando assim uma das lacunas conceituais existentes. Portanto, o grupo faz relação correta quanto à tradução que acontece no período da interfase, porém há também confusão igual ao grupo 2 em relação à classificação entre cromossomo e cromatina porque é na expressão gênica que ele se apresenta em forma de cromatina e não como cromossomo.

Ao fazer um comparativo entre os dois mapas do grupo 3 percebemos que houve um avanço conceitual, com articulações mais corretas e estruturação mais organizada, por exemplo os códons e anticódons já são classificados de maneira correta, relacionados com o RNAm e o RNAt. Podemos destacar a questão hierárquica estrutural, uma melhor organização e relação entre os conceitos e a superação de algumas lacunas como a questão cromatina/cromossomo, códon/anticódon, DNA/gene e os RNAs.

-5.2.3 Análise dos mapas conceituais (segunda e terceira etapa) do Grupo 3



A

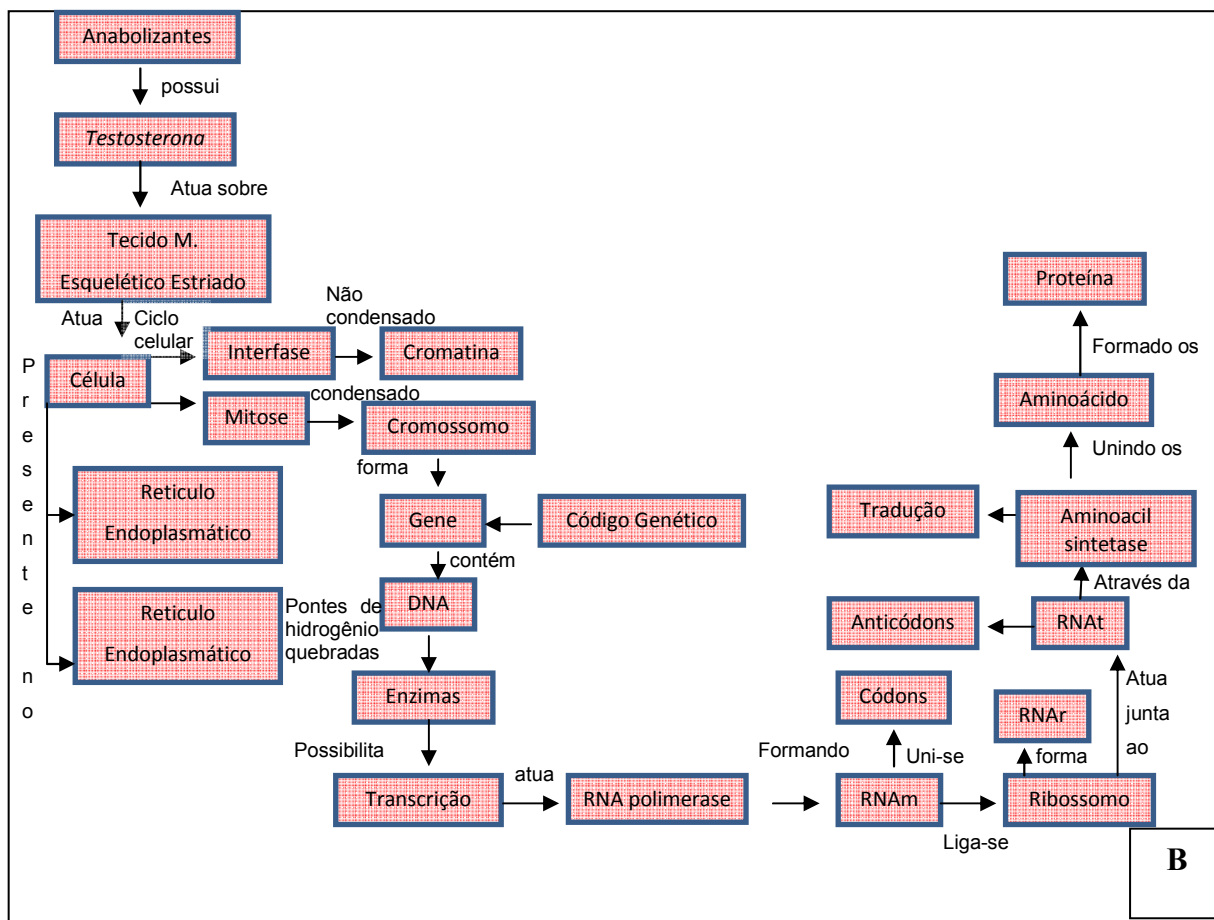


Figura 13: Esquema do mapa conceitual da segunda (A) e terceira (B) etapa da sequência didática do grupo 3

Podemos descrever a linearidade dos conceitos presentes nas lacunas conceituais de cada mapa dos três grupos. No que diz respeito à formação do conceito, segundo Vygotsky (1999), eles estão inseridos na fase de complexos, pois não encontramos uma organização sequencial das etapas, uma vez que há preocupação em conectar os elos entre os conceitos. As poucas conexões existentes são difusas e indeterminadas, embora haja um visível avanço entre os mapas.

Após a apresentação do vídeo, da vivência da situação-problema e da confecção do mapa conceitual ficaram evidentes as dificuldades dos estudantes em organizar os conceitos numa sequência cientificamente mais adequada, não podendo deixar de enfatizar as dificuldades conceituais identificadas como: as lacunas conceituais, a agregação desorganizada e a visão fragmentada de cada grupo. Isso nos leva a discutir o processo de ensino-aprendizagem hoje, ou seja, como os conteúdos são discutidos e trabalhados em sala de aula. A partir disso podemos afirmar que é difícil a superação das dificuldades listadas, uma vez que a evolução

de um conceito é um processo complexo sendo necessário quebrar alguns paradigmas, exige trabalhar os conceitos em sala de aula de maneira sistêmica e contextualizada. Esta nos parece à alternativa para a superação das dificuldades conceituais apontadas.

Diante de tudo que foi discutido não podemos deixar de falar do nível de formação dos conceitos em cada grupo. Sabemos que os conceitos científicos possibilitam um tipo de pensamento abstrato desvinculado das experiências práticas, remetendo ao contexto real do momento, que se caracteriza por uma atitude mediada por objetos concretos assim surgindo às relações hierárquicas e generalizações de conceitos presentes em cada mapa. Esse tipo de pensamento foi denominado por Vygotsky de pensamento conceitual.

### **5.3 Jogo Dominogênio**

A aprendizagem de conceitos é um processo ativo, no qual é necessário construir, modificar, enriquecer e diversificar os esquemas mentais, levando em consideração conteúdos diversos. Sendo assim, propomos a cada grupo como atividade lúdica, o Jogo de Dominó, que desafia os participantes a associar o maior número possível de pedras, identificando os conectores e elaborando um mapa conceitual de forma significativa e contextualizada.

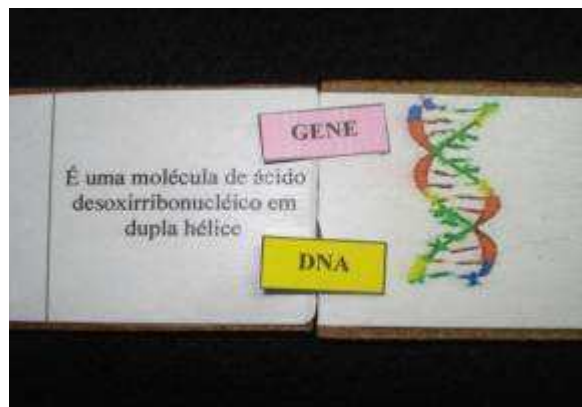
Nessa etapa da sequência didática, fica evidente o trabalho cooperativo entre os participantes, utilizando argumentos e negociações a cada jogada, permitindo o avanço cognitivo de cada grupo. O aspecto diferencial no Jogo de Dominó são as possíveis conexões conceituais numa mesma associação, permitindo expor a visão de cada grupo quanto às articulações e sobreposições entre os conceitos extremamente abstratos de síntese protéica nos universos micro e macroscópicos.

Ao analisar os dados ficou mais fácil a sua categorização que se fundamentou nos comportamentos atitudinais, na argumentação e nas representações conceituais, considerando as articulações e sobreposições de cada grupo, em cada jogada. Foi possível evidenciar, em cada grupo, as negociações feitas, na qual cada participante poderia intervir dando sugestões e alternativas de articulações a todo instante.

A riqueza dos dados obtidos nesta etapa nos permitiu traçar algumas categorias para retratar e discutir, de maneira fiel, como cada grupo realizou suas jogadas, identificando as principais

dificuldades conceituais entre os grupos no conteúdo trabalhado. Após a análise deste segundo momento foi planejada a sistematização, enfocando cada lacuna apresentada pelos grupos de acordo com a fase anterior vivenciada. Em seguida, foi planejado o terceiro momento da sequência didática trabalhando em cima das notáveis dificuldades apresentadas pelos licenciandos.

O Jogo Dominogênio possibilitou várias discussões durante o processo. Na segunda e terceira fase da sequência, quando o jogador pega suas peças, ele tenta relacioná-las podendo encontrar vários contextos, desde a visão micro até a macrocópica, que possa expressar determinados conceitos (Figura 14). Para possibilitar a identificação dos conceitos foram utilizados os conectores (peças coloridas que representam os conceitos evidenciados) fazendo relação a cada jogada efetuada.



**Figura 14: Associação da jogada contendo dois conectores para representar os contextos em que o fenômeno acontece**

De acordo com a figura acima observamos a presença de dois conectores na jogada representada. Podemos classificar este tipo de jogada como uma sobreposição, que apresenta coerência e onde são utilizados pelo menos dois conectores. De acordo com essas classificações podemos descrever o perfil, sistêmico ou não do grupo, uma vez que cada jogada se concretiza a medida que são feitas todas as argumentações e negociações até chegar a um consenso. Essa metodologia se mostrou diferenciada uma vez que representou às conexões conceituais de cada grupo, reforçando a importância de se trabalhar a biologia numa concepção sistêmica.

Ao fazer a relação entre termos-conceitos-imagens reunidos em um único instrumento, o Jogo Dominogênio, se torna um instrumento de aprendizagem diferenciado, levando cada jogador a

fazer a sua própria relação dos três signos apresentados, organizando o pensamento para a formação dos conceitos científicos dentro do sistema hierárquico de inter-relações conceituais presentes no jogo. Tais inter-relações implicam em uma estrutura mental superior que acontece no desenvolvimento de cada indivíduo.

Sendo assim, os conceitos espontâneos foram representados na forma de tema contextualizador, ficando mais fácil relacioná-lo com outras palavras. Já com os conceitos científicos, as relações entre palavras são possíveis desde que se tenha uma visão do todo, pois não há como compreender tais conceitos sem ligá-los a outros, por isso a necessidade de trabalhar a formação de conceitos de maneira sistêmica. Assim, o indivíduo só daria significado a uma palavra que designa um conceito científico se desse significado às outras palavras, que representam outros conceitos aos quais o primeiro está relacionado (TUNES, 1995).

Antes de aplicar o jogo suas regras foram estruturadas e apresentadas aos estudantes, dividindo os participantes de forma aleatória em três grupos, de três componentes cada, permanecendo juntos durante todas as fases da sequência didática. As regras do jogo foram estruturadas no intuito de possibilitar momentos de cooperação, argumentação e ativa participação dos integrantes de cada equipe nesta etapa da pesquisa, proporcionando assim, melhores condições ao pesquisador de diagnosticar as principais dificuldades apresentadas pelos participantes. O jogo foi também utilizado como instrumento de diagnose da pesquisa possibilitando a identificação dos aspectos cognitivos, atrelados à interação e à visão sistêmica desta atividade.

O procedimento do jogo contemplou três momentos: o reconhecimento das cartas, o esclarecimento das regras e o jogo propriamente dito. O reconhecimento das cartas é procedimento de extrema importância para o andamento do jogo, uma vez que é através dele que os jogadores vão saber quais conceitos vão ser trabalhados durante o jogo. O esclarecimento das regras do jogo é uma etapa fundamental, porque assim os grupos estabelecem suas estratégias de jogo. Por fim, iniciaram o jogo propriamente dito e, de acordo com o quadro 6, podemos verificar como cada grupo realizou essas etapas.

Grupos	Procedimentos	Características
1	Inicialmente os participantes leram as regras do jogo, questionando a ordem de cada jogador realizar sua jogada, em seguida reconheceram as cartas e iniciaram o jogo.	O jogo foi concluído com êxito, porém com pouco diálogo e as discussões foram realizadas com pouca segurança em discutir e fundamentar os conceitos e sem resistência em aceita-los.
2	O grupo iniciou as etapas reconhecendo as cartas, destacando a presença das carroças que apresentavam imagens correspondentes e se inteirando das regras antes de iniciarem o jogo.	Jogo realizado com bastante discussão fundamentada em questões trabalhadas em sala de aula; sempre muito cuidadosos em realizar a jogada revendo cada conceito, apresentando dificuldade em escolher os conectores que condiziam com a associação realizada.
3	O grupo iniciou com a leitura das regras, fazendo questionamentos em relação a ordem de cada peça ser jogada, defendendo a idéia de que uma peça jogada pode ser retirada da sequência de melhor uso em outro momento, substituindo-o. Posteriormente observaram as peças e iniciaram o jogo.	Apresentaram intensa negociação nas jogadas, apresentando várias dúvidas durante as associações e dificuldades na escolha dos conectores correspondentes.

**Quadro 6: Procedimento desenvolvido por cada grupo durante o jogo Dominogênio**

Ao analisar os dois momentos de cada equipe foi possível perceber um sentimento de competição, mesmo que sutil entre os participantes, permitindo uma maior dialogicidade, melhor socialização dos conceitos já construídos, senso ético e construção do conhecimento. A análise feita neste ângulo, principalmente no primeiro momento do jogo nos deu condições de saber quais conhecimentos prévios estiveram presentes em cada grupo, observando as dificuldades apresentadas durante este fase, servindo como elemento importante para o planejamento da sistematização dos conceitos que seriam abordados e trabalhados de outras maneiras na terceira fase da pesquisa.

De acordo com o Quadro 7 foi possível evidenciar todos os aspectos acima citados em cada um dos grupos. No entanto, as características peculiares de cada um, possibilitaram diferenciá-los entre si, partindo das diferentes estratégias traçadas enquanto grupo.



Grupo	Participantes	Características
1	1, 2 e 3	Foram observados alguns momentos de argumentações, dúvidas e compartilhamento de conhecimentos prévios, porém a argumentação era de pouca consistência e pouco frequente. Não houve resistência durante as negociações, chegando ao consenso rápido. Foram identificadas várias lacunas conceituais.
2	4, 5 e 6	Houve compartilhamento de dúvidas e de conhecimentos prévios, retratando idéias do cotidiano e de sala de aula para explicar jogadas de peças que apresentavam o tema contextualizador. Houve bastante negociação e interação durante todo o jogo. Apresentaram muita preocupação em utilizar peças que depois seriam essenciais para sua finalização, seriam de maneira extremamente linear, sem nenhuma sobreposição nas jogadas.
3	7, 8 e 9	O grupo se apresentava bastante ativo na hora do jogo possibilitando ricas discussões dos conceitos apresentados no jogo. Houve negociação, argumentação, dúvida e compartilhamento dos conhecimentos prévios, fazendo cada jogador repensarem sua jogada, exigindo um maior cuidado ao jogar querendo evitar um possível erro conceitual. Ao apresentar as regras do Dominogênio, o grupo foi o único que questionou, defendendo a idéia de que a qualquer momento as peças poderiam ser mexidas, se percebessem que outra peça, antes já jogada, se enquadrava melhor naquele momento.

**Quadro 7: Características gerais de cada grupo durante o Jogo Dominogênio**

No decorrer das observações foi interessante destacar um diálogo que aconteceu no grupo três, mostrando um momento de conflito entre os participantes, questionando as peças do jogo, devido às várias possibilidades de inter-relações existentes entre conectores e peças, sendo alegado pelo grupo um grande nível de semelhança entre as peças. Diante disso fica visível a visão linear do grupo que não conseguiu relacionar todos os possíveis conectores em uma só jogada.

- *Os conceitos são muito parecidos, parecem repetido, muito difícil.* (participante 7).
- *Complicado!* (participante 9).
- *Acho que é para confundir, ao mesmo tempo o conector parece ser gene, outra hora cromossomo, fico em dúvida...* (participante 8).

Já no grupo dois a maior discussão aconteceu no momento de conceituar o evento tradução e transcrição. Os participantes sabiam descrever os conceitos, porém não souberam explicar o evento em si, caracterizado como um *dogma central* que vai desde o DNA até a proteína sintetizada.

- *Do DNA para o RNA é o que?* (participante 4).
- *Tradução!* (participante 5).

- *Não, Não! Do DNA para o RNA é a transcrição e do RNA para a proteína é tradução.* (participante 5).
- *É verdade, tradução é do RNA para a proteína.* (participante 6).

O grupo 1 joga durante todo o tempo de maneira pouco ativa e com poucas discussões, apresentando negociações nas jogadas que apresentam imagens, uma vez que o participante 1 apresentava grande habilidade na leitura de imagens. De acordo com Martins (2005), as imagens comunicam de forma mais direta e objetiva do que as palavras, cuja leitura depende dos signos construídos por cada indivíduo.

- *Essa peça ta relacionada com o ciclo celular* (participante 1)
- *Por quê?* (participante 3)
- *Observa ela, tem G1, S e G2.* (participante 1)
- *São as fases do ciclo celular.* (participante 2)
- *Pois é! Pega o conector do ciclo celular.* (Participante 1)
- *Pode ser também tradução e transcrição, elas acontecem durante a fase da interfase.* (participante 2).

Diante das três situações relatadas acima podemos concluir que cada grupo se apresentou diante do jogo com perspectivas diferenciadas, questionando construção, regras, conceitos e imagens de cada jogada. Observando os vídeos de cada equipe e os tabuleiros da 2ª (Apêndice G) e 3ª fases (Apêndice H) após o término de cada etapa, foi possível traçar as dificuldades de aprendizagem dos conceitos encontradas nas duas fases e identificar quais foram superadas após a sistematização. Assim, tornou-se possível categorizar, discutir e analisar cada uma das dificuldades evidenciadas durante o processo através dos recursos utilizados na pesquisa.

Ao observar cada um dos tabuleiros da segunda fase da pesquisa pode-se perceber o real estado de aprendizagem conceitual das equipes diante das negociações, articulações e compartilhamento de dúvidas e conhecimentos prévios. Sendo assim, foi possível construir uma sistematização coerente com a necessidade do grupo trabalhando essas dificuldades, o que é de relevância para o processo de ensino-aprendizagem.

Após a análise dos tabuleiros é notório o avanço, desde a sua organização estrutural, estratégia do jogo, articulações mais corretas e conectores colocados com maior coerência (Quadro 8). O levantamento de cada jogada de todos os grupos nos permitiu observar o avanço de cada indivíduo no jogo após a sistematização, se apresentando com discussões mais fundamentadas para justificar suas jogadas.

Ao verificar e classificar cada tabuleiro, conforme apresentado nos quadros 8 e 9, foi possível uma melhor visualização das jogadas realizadas nos dois momentos da atividade proposta e, conseqüentemente, a observação das deficiências conceituais da maioria dos integrantes da equipe, principalmente no que diz respeito à aplicação de um conceito que foi apreendido e formulado num nível abstrato. Por isso a preocupação em destacar a todo o momento situações do cotidiano, contextualizando. No nosso caso utilizamos os “anabolizantes” e sua relação com o processo de síntese protéica, que foi evidenciada em todas as fases da pesquisas.

Jogo Dominó	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Números de Conectores	41	27	46
Uso de conectores por jogada	1 Conector = 16 2 Conectores = 8 3 Conectores = 3	1 Conector = 27 2 Conectores = 0 3 Conectores = 0	1 Conector = 12 2 Conectores = 11 3 Conectores = 4
Quantidade de conector por jogo	Ciclo Celular: 4 Cromossomo: 4 RNA: 5 DNA: 10 Gene: 3 Proteína: 4 Ribossomo: 3 Transcrição: 2 Tradução: 4 Aminoácidos: 2	Ciclo Celular: 3 Cromossomo: 4 RNA: 5 DNA: 6 Gene: 1 Proteína: 2 Ribossomo: 2 Transcrição: 2 Tradução: 2 Aminoácidos: 0	Ciclo Celular: 4 Cromossomo: 4 RNA: 4 DNA: 8 Gene: 5 Proteína: 6 Ribossomo: 6 Transcrição: 2 Tradução: 3 Aminoácidos: 4
Jogadas Coerentes	13	15	16

**Quadro 8: Levantamento quantitativo do jogo na segunda fase da sequência didática, antes da sistematização.**

Para Dohme (2003) o jogo com objetivo educacional é visto como um meio que conduz à aprendizagem. No entanto, muitos desses jogos ainda vêm sendo apresentados de forma fragmentada, refletindo na visão linear dos estudantes, como fica claro no Quadro 8 que demonstra o perfil de cada grupo diante do objetivo do jogo. O jogo também é utilizado como instrumento de diagnose da pesquisa, buscando identificar as principais dificuldades conceituais dos indivíduos e verificar até que ponto a sequência didática proposta ajuda para a

formação de conceitos científicos de biologia especificamente os relacionados à “síntese de proteína” que apresentam um alto nível de abstração.

Já no Quadro 9 podemos verificar o avanço de cada grupo após a aplicação da sistematização, que visou trabalhar de forma mais aprofundada cada dificuldade conceitual apresentada na segunda fase da sequência didática. Foram destacados os pontos cruciais das dificuldades encontradas pela falta de articulações entre conceitos. Embora não seja esperada a superação imediata da visão fragmentada e desarticulada, o avanço já foi percebido.

Jogo Dominó	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Números de Conectores	28	27	36
Uso de conectores por jogada	1 Conector = 26 2 Conectores = 1 3 conectores = 0	1 Conector = 27 2 Conectores = 0 3 conectores = 0	1 Conector = 18 2 Conectores = 9 3 conectores = 0
Quantidade de conector por jogo	Ciclo Celular: 10 Cromossomo: 2 RNA: 3 DNA: 6 Gene: 1 Proteína: 2 Ribossomo: 2 Transcrição: 2 Tradução: 0 Aminoácidos: 0	Ciclo Celular: 4 Cromossomo: 3 RNA: 4 DNA: 7 Gene: 2 Proteína: 3 Ribossomo: 2 Transcrição: 1 Tradução: 1 Aminoácidos: 0	Ciclo Celular: 4 Cromossomo: 4 RNA: 4 DNA: 6 Gene: 3 Proteína: 5 Ribossomo: 4 Transcrição: 3 Tradução: 1 Aminoácidos: 2
Jogadas Coerentes	16	22	16

**Quadro 9: Levantamento quantitativo do jogo na segunda fase da sequência didática, após a sistematização.**

A análise do quadro 9 nos permite reafirmar a idéia de um avanço conceitual em que cada um dos grupos melhorou nas jogadas com um todo, havendo um maior número de associações corretas e de jogadas coerentes. Fica claro que o grupo 2, que no segundo momento apresentava apenas quinze jogada coerente (vide quadro 8) e, após a sistematização avançou para vinte e duas (quadro 9). É surpreendente a maneira como eles melhoraram. No entanto, continuam com a visão fragmentada e linear não conseguindo fazer articulações com mais de um conector, ou seja, sem haver sobreposição. Já os grupos 1 e 3 também progrediram, porém de forma sutil. O grupo 3 conseguiu fazer um maior número de sobreposições corretas, enquanto o grupo 1 realizou apenas uma sobreposição.

Todos os grupos apresentaram uma grande dificuldade em utilizar os conectores aminoácidos e tradução. Esses dois conceitos foram pouco evidenciados e discutidos durante todo o jogo. Algumas vezes eles eram utilizados nas associações sem realizar discussões, tanto na segunda quanto na terceira etapa da intervenção pedagógica.

Quanto aos conceitos mais designados por eles continuou sendo o de DNA, sendo que no grupo 1 eles utilizaram o conector ciclo celular com mais frequência diferente da segunda fase, estando o DNA em segunda posição na lista dos conectores mais usados.

Segundo Vygotsky (1999) o desenvolvimento cognitivo de um indivíduo pode ser observado, a partir da sua capacidade de regular seus processos mentais, através de meios auxiliares como palavras e signos. Nesse processo, a palavra se destaca como tendo uma função diretiva para a formação dos conceitos verdadeiros, pois permite centrar de forma ativa a atenção, abstrair traços, sintetizá-los e simbolizá-los através de um signo.

Diante desses pressupostos, identificamos no jogo alguns obstáculos que podem dificultar a mediação do pensamento necessário na aprendizagem de conceitos abstratos e na visão sistêmica ausente nos grupos. Ao analisar os quadros 8 e 9 foi possível entender como cada grupo organizou seu jogo: o grupo 1 e o grupo 3 usaram um maior número de conectores e com a presença de algumas sobreposições; ou seja, dois ou mais conectores que representem uma só articulação, já o grupo 2 se apresentou de maneira bastante linear, não conseguindo nenhuma sobreposição, se remetendo a cada jogada à presença de apenas um conceito em todos os momentos do jogo (Quadros 8 e 9).

Todos os grupos utilizaram o conector DNA com maior frequência a todo o momento, sendo interessante a falta de relação do conceito de DNA com os de gene e cromossomo, entre outros conceitos presentes no jogo que possam interligá-los, uma vez que é inaceitável ainda uma visão tão estática dos grupos que partem do princípio que gene nada mais é que uma sequência definida de DNA. No entanto, diante de sua complexidade conceitual, é preciso que o professor ao abordar o tema mostre as diversas maneiras de entender o conceito, evitando uma visão linear, alcançando outras possibilidades de compreensão e, de sua abstração ao relacioná-lo com outros conceitos.

Não só a questão DNA/gene e cromossomo foi um exemplo de dificuldades conceituais, mas também no que se refere à classificação dos RNA's em seus tipos e as descrições dos eventos tradução e transcrição, correlacionando-os com a situação problema do uso de anabolizante também presente em todas as etapas da pesquisa.

Ao analisar as jogadas do Jogo Dominogênio de cada grupo, foi possível observar que os grupos 2 e 3 foram os que apresentaram melhor atuação no que diz respeito à questão conceitual daquele momento, mostrando maior coerência em suas jogadas, apresentando uma melhor articulação das peças e o uso dos conectores que representam cada conceito. No caso do grupo 2 ficou claro que, apesar de não fazer nenhum tipo de ligação de um conceito com o outro, durante todo o jogo, que os conceitos listados durante a atividade não tem relação nenhuma uns com os outros, que eles não se inter-relacionam, eles foram o que apesar da visão linear apresentaram um grande número de acertos nas jogadas. Já o grupo 1 apresenta uma performance um pouco parecida dos outros grupos, uma vez que eles já conseguem enxergar relação entre os conceitos, porém acertam com menos frequência as articulações entre termo/conceito/imagem e conector.

No quadro 10 é possível entender as categorias criadas para traçar o número de acertos a cada jogada dos três grupos, classificando todas as associações das peças do Dominogênio.

<b>Categorias</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>
Jogada correta/conector correto	10	14	9
Jogada correta/conector parcialmente correto	3	1	7
Jogada correta/conector incorreto	1	2	1
Jogada incorreta/conector correto	9	7	5
Jogada incorreta/parcialmente conector correto	2	0	2
Jogada incorreta/conector incorreto	2	3	3

**Quadro 10: Categorias de análise das associações do Jogo Dominogênio na segunda fase**

<b>Categorias</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>
Jogada correta/conector correto	12	21	14
Jogada correta/conector parcialmente correto	4	1	2
Jogada correta/conector incorreto	4	0	1
Jogada incorreta/conector correto	4	4	7
Jogada incorreta/parcialmente conector correto	0	0	2
Jogada incorreta/conector incorreto	3	1	1

**Quadro 11: Categorias de análise das associações do Jogo Dominogênio na terceira fase.**

Conforme mostram os quadros 10 e 11, fica evidente que o grupo 2 apresentou maior avanço em relação aos demais, visto que o mesmo grupo apresentava a visão mais linear de todos, sem utilizar nenhuma sobreposição durante as duas fases de aplicação do jogo. Observa-se que no total cada grupo teria vinte e sete opções de jogo, ou seja, vinte e sete associações dispondo de dez conectores (conceitos) que poderiam ser usados de acordo o nível conceitual de cada grupo.

De acordo com as categorias apresentadas nos quadros acima podemos perceber que a quantidade de associações e uso de conectores corretos aumentou na segunda aplicação do jogo, nos levando a discutir a relevância da sistematização apresentada aos grupos, que será descrita posteriormente. Mesmo assim não deixam de serem preocupantes as dificuldades apresentadas pelos estudantes no que diz respeito à formação de conceitos. Eles se apresentam desarticulados, durante a sua formação de professor. Diante disto podemos nos remeter a um questionamento: O que está norteadando a construção cognitiva epistemológica dos licenciandos?

Diante de tal questionamento sugerimos a utilização de uma visão sistêmica como alternativa de mudança dessa realidade. Trazendo como alternativa significativa para o processo de ensino-aprendizagem a abordagem em sala de aula de instrumentos e métodos diferenciados que propicie o desenvolvimento desta visão sistêmica tão desejava por todos.

As discussões e negociações trazidas pelo jogo foram fundamentais para identificar as dificuldades cognitivas dos participantes, sendo o jogo um instrumento que instiga e provoca

discussões, diagnosticando o nível de conhecimento de cada licenciando. Nesta perspectiva reforçamos a preocupação em utilizar tal alternativa didática com os futuros profissionais da educação, professores que buscam uma dimensão social, contínua e progressiva, onde a construção da identidade docente perpassa toda sua vida profissional, encontrando em Freire (1998), uma complementação do que falamos quando ele nos diz:

*[...] desde o começo do processo, vai ficando cada vez mais claro que, embora diferentes entre si, quem forma se forma e re-forma ao formar e quem é formado forma-se e forma ao ser formado.*

Nesse sentido, o professor precisa perceber-se como um ser inacabado não só durante sua formação, mas também durante toda sua vida profissional estando construindo a cada instante sua formação. Formação que acontece no dia-a-dia com a participação de todos os componentes da escola, com o aprofundamento dos saberes científicos, com a utilização de novas metodologias percebendo-se como um ser social que poderá intervir no ambiente buscando sempre a ação-reflexão-ação. Sendo assim, a formação é um processo que tem início, mas nunca terá um fim, pois é inconcluso. Esta inconclusão, este inacabamento do ser possibilitará a formação e re-formação constante que Freire nos aponta.

Algumas discussões interessantes foram realizadas durante todo o período do jogo, principalmente no grupo 1, que apresentou maior habilidade na leitura de imagens, porém com menor número de jogadas corretas, surgindo à discussão de utilizar o instrumento em sala de aula:

- *Vou sair primeiro com uma carroça!* (participante 1)
- *Qual?* (participante 3)
- *A imagem do ciclo celular e de uma célula.* (participante 1)
- *Agora sou eu que vou jogar, deixa eu pensar.* (participante 2)
- *Essa daqui acho que se encaixa bem. Período de síntese de RNA e proteína com a duplicação de DNA. Podemos colocá-la tanto na imagem de ciclo celular quanto na da célula.* (participante 2)
- *Joga tá certo!* (participante 1)
- *Acho que fica melhor do lado que fica a célula, porque podemos dá mais possibilidade de conectores.* (participante 3)
- *É! Vou colocar.* (participante 2)
- *Agora precisamos definir os conectores.* (participante 1)
- *Ciclo celular se encaixa ai.* (participante 2)
- *Tradução, transcrição.* (participante 1)
- *Você acha que fica bom.* (participante 2)
- *Os dois processos acontecem dentro da célula e o ciclo celular também.* (participante 3)



- *Tá certo!* (participante 1)
- *Esse jogo é interessante para trabalhar em sala de aula, agora sendo ele mais fácil.* (participante 3)

Diante dessa discussão ao realizar uma jogada, fica claro que há certa interação entre o grupo, que segundo Vygotsky (2007) a interação social, discussão, negociação entre indivíduos são fundamentais no processo de ensino-aprendizagem. A interação social permite a ampliação da ZDP, pois há uma construção conjunta de estratégias para solucionar pequenos desafios pertinentes para a compreensão contextualizada e articulada dos conceitos (PEREIRA, 2008).

Durante todo o processo foi percebidos em todos os grupos dificuldades conceituais referentes aos conceitos abstratos de biologia, especificamente à “síntese de proteína”. Identificar e trabalhar estas dificuldades foram nosso maior objetivo na pesquisa, mostrando a necessidade de se trabalhar estes conceitos de maneira sólida e embasada de acordo com a necessidade de cada público.

#### **5.4 Dificuldades Conceituais de Aprendizagem**

A aplicação das atividades permitiu identificar as dificuldades conceituais percebidas durante a aplicação de uma sequência didática que trabalhava a formação de conceitos científicos de biologia, especificamente “síntese de proteína”. De acordo com Sá (2007) a identificação das dificuldades que envolvem a formação de conceitos é importante para o entendimento dos resultados não satisfatórios que envolvem o processo de ensino- aprendizagem, segundo Zabala (1998):

*[...] refletir o que implica aprender o que propomos, e o que implica aprendê-lo de maneira significativa, pode nos conduzir a estabelecer propostas mais fundamentadas, suscetíveis de ajudar mais os alunos e ajudar nós mesmos. [...] devemos dispor de critérios que nos permitam considerar o que é mais convenientes num dado momento para determinados objetivos a partir da convicção de que nem tudo tem o mesmo valor, nem vale para satisfazer as mesmas finalidades. Utilizar estes critérios para analisar nossa prática e, se convém, para reorientá-la em algum sentido, pode representar, em principio, um esforço adicional, mas o que é certo é que pode evitar perplexidades e confusões posteriores (p.86).*

Diante da proposta de desenvolver uma sequência didática que trabalhe as principais dificuldades de aprendizagem encontradas durante o processo de formação dos conceitos,

caberá a cada professor desenvolver sua prática a partir desta nova visão de mundo (visão sistêmica) que busca um embasamento sólido dos conteúdos que ensina, destacando os objetivos deste ensino e o contexto no qual este conteúdo está inserido, ou seja, o tema contextualizador do momento.

Para categorizar as dificuldades no processo de aprendizagem, utilizamos a classificação desenvolvido por Sá (2007) (Vide quadro 12).

<b>Dificuldade</b>	<b>Caracterização</b>	<b>Referências</b>
<b>Efeito de distorção</b>	Interpretação distorcida diante de conteúdos científicos	Bastos, 2004.
<b>Agregação desorganizada</b>	Respostas gerais e vagas a qualquer questionamento, através de falsas explicações, utilizando uma única palavra explicativa, funcionando como imagem.	Baseado nos estudos de Bachelard (1996) sobre os obstáculos: verbal e do conhecimento geral; Baseado na fase de desenvolvimento cognitivo por agregação desorganizada e complexos, defendida por Vygotsky (1999).
<b>Complexidade do Conteúdo</b>	São conceitos abstratos, formulados, com necessidade de compreensão, sendo também necessário na sua formação, abstrair e isolar elementos, examinando-os separadamente da totalidade da experiência concreta de que fazem parte.	Vygotsky (1999); Zabala (1998).
<b>Lacunas conceituais</b>	Falta de informações adequadas para interpretar os fenômenos ocorridos ao nível abstrato da formação conceitual.	Mortimer e Carvalho (1996)
<b>Visão Fragmentada</b>	Quando se reduz um todo a seus constituintes fundamentais e se tenta explicar os fenômenos a partir deles, se perde a capacidade de entender as atividades do sistema como um todo.	Capra (2002)
<b>Transição entre níveis de realidade</b>	Dificuldade em transitar do conceito apreendido e formulado a um nível abstrato, a novas situações concretas e vice-versa.	Vygotsky (1999).
<b>Apartheid cognitivo</b>	Criam um compartimento para o conhecimento científico incompatível com sua visão de mundo por não ter significado para sua vida cotidiana.	Cobern (1996); El-Hani e Bizzo (1999, 2002).

Fonte: Sá (2007), p.48.

Quadro 12: Dificuldades de aprendizagem no ensino de conceitos de biologia

Utilizando as categorias estabelecidas por Sá (2007), identificamos durante a pesquisa, alguns obstáculos epistemológicos que dificultaram a mediação do pensamento necessário na aprendizagem de conceitos abstratos proposto.

- Efeito de distorção: Explicação dos eventos que dá origem a proteína.  
*Do DNA vamos ter o RNA, do RNA vai surgir à proteína. (Participantes 1)*
- Agregação desorganizada: Relações vagas e gerais a qualquer pergunta
  - *O DNA origina a proteína. (Participante 7)*
  - *Como?(Participante 8)*
  - *Ela se divide e dá origem a proteína de acordo com a necessidade da célula, por isso precisa da divisão celular. (Participante 7)*
- Lacunas conceituais: Problema de escala entre gene e cromossomo  
*No gene tem muitos cromossomos! (Participante 2)*
- Visão Fragmentada: Dificuldade em estabelecer relações da parte com o todo  
*Como a testosterona pode influenciar no tecido muscular estriado? (Participante 5)*
- Transição entre os níveis de realidade e *Apartheid* cognitivo: Dificuldade em transitar de um nível de conhecimento para outro.
  - *Os anabolizantes aumentam a massa muscular, sendo comparados com a testosterona, presentes nos homens. (Participante 4)*
  - *Certo! Mas eu não acredito que ele possa provocar tanta mudança no corpo, se eles apenas induzem o que já se encontra presente no corpo. Não sei como agem no corpo de uma mulher. (Participante 6).*

## **5.7 Sistematização do Conteúdo:**

A intervenção pedagógica foi ancorada nos resultados obtidos nas fases anteriores da pesquisa, buscando trabalhar as dificuldades identificadas nas etapas iniciais da sequência didática.

### 5.7.1 Dinâmica do Passa-ou-Repassa

A sistematização iniciou com uma dinâmica de grupo chamada de *passa-ou-repassa* que tinha como objetivo sondar os conhecimentos prévios dos conceitos trabalhados e fazê-los interagir e discutir os conceitos estudados. Foi formado um círculo com todos os participantes da pesquisa. No centro do círculo foram dispostos dez fichas com perguntas (apêndice D) relacionadas aos conceitos estabelecidos para a compreensão da síntese protéica da atividade. Ao iniciar a dinâmica cada participante pegava no sentido horário do círculo uma ficha com perguntas simples sobre conceitos selecionados à síntese de proteína.

Cada estudante lia em voz alta e respondia a questão de sua ficha. Caso não soubesse a resposta, a pergunta era repassada para o próximo participante até ser respondida. A cada resposta correta o estudante ganharia um chocolate. A dinâmica foi bastante construtiva, uma vez que os conhecimentos construídos foram apresentados e todos interagiram da melhor forma possível discutindo cada uma das perguntas estabelecidas, além da atividade ser muito divertida.

### 5.7.2 Modelo Esquemático de uma Célula

Dando continuidade à dinâmica inicial, foi apresentado aos grupos um modelo esquemático de célula (figura 16) contendo seus respectivos constituintes, as organelas. Esta atividade tinha como finalidade mostrar aos estudantes o ambiente que acontece a síntese e quais os elementos participam deste processo.



Figura 15: Modelo esquemático de uma célula

Desta forma a célula que foi montada por todos, discutindo sua organização estrutural e suas funções. Ao inserir os elementos, cada participante descrevia sua importância, neste instante a pesquisadora fazia a relação entre os elementos e o processo da síntese de proteína, todo o grupo contribuiu ativamente para a montagem da célula esquemática.

### **5.7.3 Modelo Esquemático adaptado de Mirian Krasilchick**

Ao finalizar este primeiro momento da sistematização, foi apresentada aos três grupos uma atividade que simulava o processo de síntese protéica, esta atividade foi adaptada de Krasilchick (2004) apêndice C, que tinha como objetivo simular o mecanismo pelo qual proteínas são sintetizadas na célula, compreendendo como os diferentes tipos de RNA interagem para assegurar que a tradução ocorra de acordo com as regras do código genético.

A atividade foi bastante construtiva e dinâmica, todos participaram da construção do modelo esquemática de maneira ativa, sempre discutindo os aspectos relevantes do processo, fazendo algumas indagações sobre a atividade:

- *Assim ficou mais fácil de compreender o processo.* (Participante 5)
- *É! Principalmente para entender a função dos três tipos de RNA.* (Participante 3)
- *E esses sítios de ligação, eu não tinha aprendido, agora eu entendi direitinho.* (Participante 6)
- *Quando falava de síntese de proteína eu não sabia a sequência exata de como as coisas aconteciam. Agora veja que cada elemento tem seu papel específico para que a proteína seja sintetizada.* (Participante 7)
- *Gostei bastante desse esquema, ele é simples e fácil de compreender, achei um excelente instrumento para utilizar nas aulas, porque ele mostra bem mesmo cada etapa da síntese.* (Participante 8)

A atividade proposta foi bastante aceita por todos os participantes, sendo ele cogitado como instrumento de grande importância para a compreensão do fenômeno da expressão gênica.

### **5.7.4 Vídeo Síntese de Proteína**

Para dar mais significado a aprendizagem dos conceitos relacionados ao processo da síntese de proteína foi apresentado a cada grupo um vídeo chamado síntese de proteína, de aproximadamente três minutos, do site *Youtube* que abordava o processo de síntese de

proteína (TOID, 2007). O vídeo reforçava de maneira ilustrativa tudo que já havia sido discutido nas etapas anteriores da sistematização.

*-O vídeo é bom, só que ele é muito rápido, se você não souber das etapas da síntese fica complicado entender. (Participante 4)*

*-Mas é bem legal ver como acontece tudo em movimento. (Participante 2)*

O arquivo multimídia utilizado foi de grande relevância na construção do referido conceito, pois percebemos a evolução da compreensão através dos questionamentos e colocações feitas pelos grupos.

### **5.7.5 Intervenção Pedagógica**

Após a apresentação do vídeo a autora da pesquisa fez sua intervenção pedagógica, sistematizando o conteúdo proposto utilizando vinte slides, sendo discutido individualmente cada um dos dez conceitos escolhidos, e posteriormente foi apresentado o tema contextualizador da pesquisa “anabolizantes” para trabalhar a visão sistêmica, não-linear do conteúdo.

A proposta da pesquisa era trabalhar conceitos de biologia de maneira sistêmica, aproximando o máximo possível dos eventos microscópios sem deixar, no entanto, de relacionar com os eventos do mundo macro. Durante este momento algumas discussões foram realizadas entre os estudantes, reforçando e ampliando a idéia de que todos os conceitos apresentados estão inter-relacionados entre si, esta foi uma das dificuldades anteriormente identificadas nos grupos.

### **5.7.6 Dinâmica Sintetizando Proteína**

Após a realização de todas as atividades da intervenção pedagógica realizamos uma dinâmica denominada “sintetizando proteína” como elemento de socialização e sistematização de todas as etapas já vivenciadas entre os grupos. Cada participante se auto-denominava um elemento necessário para que ocorresse a síntese de proteína, havendo uma posterior dramatização de todo o evento.

De acordo com as discussões realizadas a pesquisadora propôs aos estudantes uma atividade diferenciada, fazendo com que eles listassem os elementos importantes para que ocorra a síntese de proteína. Foram listados: DNA, RNAm, RNAt, RNAr, aminoacil sintetase, aminoácidos, ribossomos, proteína e os anabolizantes. Cada um dos participantes foi convidado a representar cada um dos elementos listados acima para em seguida dramatizar o fenômeno da expressão gênica. Eles se organizaram, escolheram os personagens, montaram o texto e discutiram como iria ser feita a apresentação, da maneira como entenderam o processo.

Foi destacado pela autora do projeto que seria relevante na apresentação da dinâmica um destaque para o uso de anabolizantes e sua interferência no metabolismo celular. Abaixo o texto criado pelos estudantes:

- *Numa bela tarde de verão ocorre à síntese de uma proteína.* (Participante 4)
- *Ai vem uma enzima e quebra as pontes de hidrogênio do DNA, dando origem ao RNA. Denominamos esse evento de transcrição.* (Participante 3)
- *O RNA produzido no núcleo da célula migra para o seu citoplasma.* (Participante 1)
- *O RNA se apresenta de três tipos: RNAr, RNAt e RNAm.* (Participante 1)
- *O RNAr e as proteínas se juntam e formam os ribossomos. Que são divididas em duas subunidades uma maior e outra menor.* (Participante 2)
- *Já o RNAm chamado de códon, se liga a subunidade menor do ribossomo, organela citoplasmática importante para que ocorra a síntese de proteína.* (Participante 4)
- *E o RNAt, anticódon, passeia pelo citoplasma à procura de seu fiel companheiro, os aminoácidos.* (Participante 5).
- *Para que ocorra a união do RNA com seus respectivos aminoácidos, surge o aminoacil sintetase.* (Participante 6)
- *Ao encontrar seus aminoácidos correspondentes e verificar a autenticidade da união, os dois aminoácidos + RNAt migram para a subunidade maior do ribossomo para os sítios de ligações P, A e E.* (Participante 7)
- *O primeiro RNAt + aminoácidos entra no sítio de ligação P, indo em seguida para o sítio E, por já se apresentam descarregado. Já a próxima união vai para o sítio A, unindo os aminoácidos por ligações peptídicas e liberando o RNAt para o citoplasma novamente a procura de outros aminoácidos correspondentes.* (Participante 4)
- *Todo esse processo acontece até aparecer o código de terminação que indica que a síntese vai acabar, liberando a cadeia polipeptídica para atuar na célula. Os ribossomos separam as suas duas subunidades e são dispersa no citoplasma novamente.* (Participante 3 )
- *A todo esse processo chamamos de tradução.* (Participante 5 )
- *Após todo o evento aparece um fator externo que não sabemos ao certo do que se trata.* (Participante 1 )
- *E ele tenta insistentemente entrar na célula, daí descobrimos sua origem “os anabolizantes”.* (Participante 8 )

- *Os anabolizantes conseguem entrar na célula e começam a desorganizar todo o seu metabolismo. (Participante 8 )*
- *Eles migram para o núcleo da célula e lá aceleram todo o processo da síntese de proteína, aumentando a frequência de como acontecem o fenômeno. (Participante 4)*
- *Produzindo uma maior quantidade de proteína em um ritmo bastante acelerado. Posteriormente essas proteínas atuaram nos tecidos musculares esqueléticos estriados que constituem os músculos. (Participante 4)*
- *Existe uma idéia específica em atuar neste tecido que é para agir na actina e miosina, proteínas responsáveis pela contração muscular. (Participante 8)*
- *Sendo assim as células irão trabalhar em ritmo acelerado fazendo com que haja uma grande quantidade de proteína sintetizada, fazendo com que a célula aumente o seu tamanho, fora dos padrões normais de crescimento, provocando um aumento da massa muscular. (Participante 3)*
- *Diante disso todas as pessoas que utilizam anabolizantes apresentam uma aparência física diferenciada, como o caso de Rebeca Gusmão discutido durante todo o tempo da pesquisa por nós. (Participante 1)*
- *Mais essa aparência desejável por muitos podem trazer graves consequência ao organismo. Entre esses efeitos colaterais podemos destacar: acne, menor potência sexual, testículos menores, cefaléia, distúrbios hormonais entre outros... (Participante 5 )*
- *Portanto esse processo é perigoso, uma vez que chega a certo tempo que a célula não consegue acompanhar esse ritmo acelerado proposto pelo uso de anabolizantes e ai chega às complicações para o organismo que faz uso desse produto. (Participante 4)*

Após a excelente apresentação do grupo, fica evidente que houve um avanço conceitual em relações ao conteúdo especificado, percebendo que todas as etapas do processo foram importantes para que houvesse a aprendizagem almejada no início da pesquisa. Diante disso foi apresentado novamente um mapa conceitual e o jogo dominogênio como pós-teste, para avaliar o avanço conceitual dos estudantes. Estes mesmos instrumentos já foram apresentados aos três grupos na segunda fase da pesquisa, sendo já discutido e analisado no início do capítulo. Os avanços foram evidentes, porém ainda existem dificuldades a serem superadas.

Ao término da sequência didática proposta, aplicamos questionário para avaliar todas as etapas da pesquisa, buscando validar a relevância dos instrumentos utilizados como material de apoio didático em sala de aula, reafirmando a idéia de que é necessário que os profissionais da educação revejam a prática, buscando trabalhar os conteúdos, principalmente de biologia, de maneira mais contextualizada e dinâmica.

Diante disso foi aplicada ao término de cada etapa da sequência um questionário para validar não só os instrumentos como também toda a sequência didática apresentada, possibilitando a sua aplicação em qualquer contexto profissional ou pessoal.



## 5.8 Validação da Sequência Didática

De acordo com a riqueza e quantidade dos dados obtidos foi pertinente traçar alguns procedimentos para que a sequência didática apresentada nas três fases da pesquisa fosse validada como uma alternativa de superação de algumas dificuldades conceituais, podendo ser adaptada a outros conteúdos específicos da biologia.

A partir das respostas ao questionário avaliativo proposto no final de cada etapa da sequência didática (Apêndice E e F) foi possível constatar (gráfico 1) que a todos os participantes tinham interesse em participar da pesquisa, que 56% dos entrevistados tinham como maior incentivo participar da atividade por acharem que seria importante para sua vida acadêmica; e os demais, 44% por terem curiosidade na atividade. Um dos participantes marcou as duas alternativas como respostas.

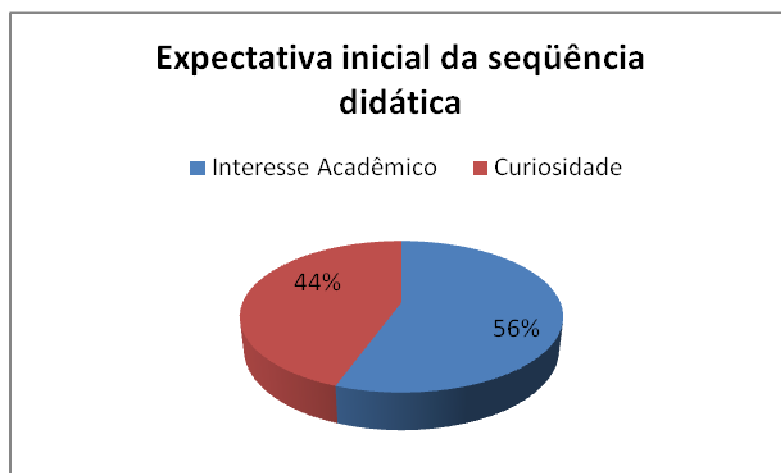
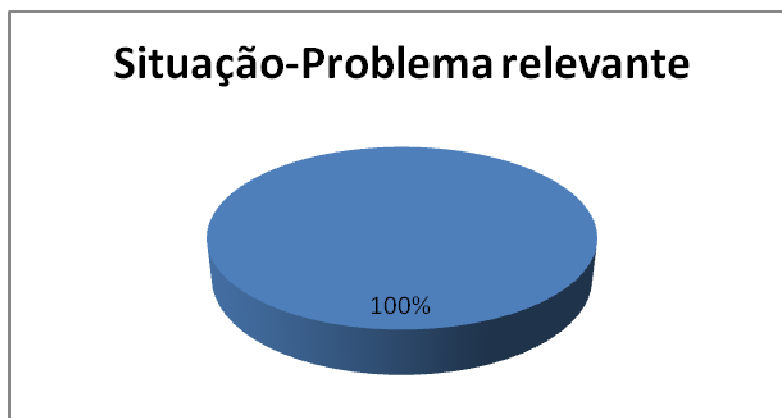


Gráfico 1 - Que expectativa você teve quando foi convidado para participar da estratégia didática.

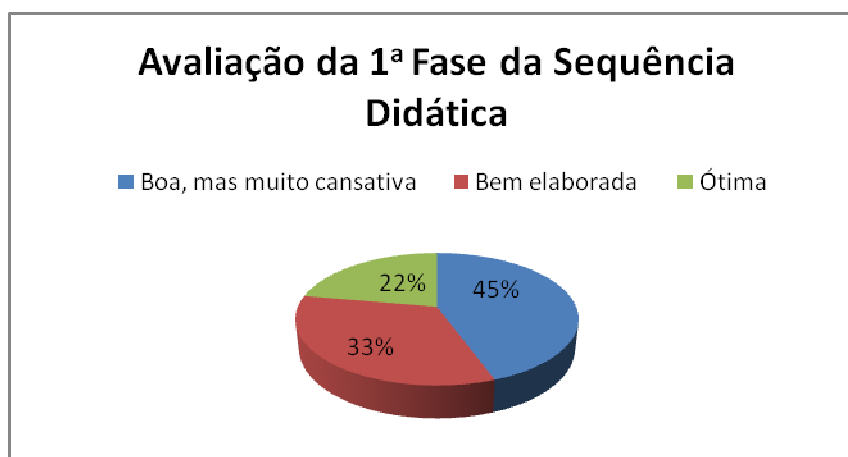
A segunda questão tratou de avaliar a utilização de uma situação-problema em atividades didáticas (gráfico 2), no qual 100% dos entrevistados acharam de grande relevância o seu uso.

*Foi através dela que houve uma maior relação entre os conceitos abordados e um fato da atualidade nos levando a fazer determinadas relações. (Participante 7)*



**Gráfico 2 - O uso de uma situação-problema na sequência didática**

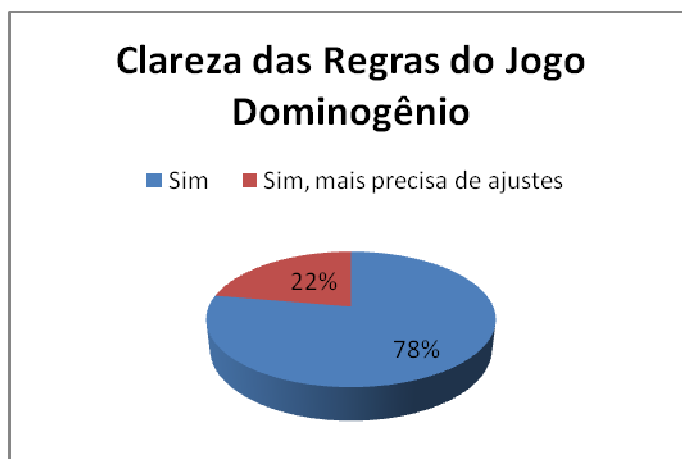
No gráfico 3 avaliamos o primeiro momento realizado com os estudantes, momento este em que foram apresentados: uma situação-problema; um vídeo contextualizado; a construção de um mapa conceitual; e o jogo dominogênio. Os resultados foram bastante satisfatório: 33% dos alunos acharam as atividades, bem elaboradas. Um grupo um pouco menor (45%) achou boa, porém muito cansativa e os 22% restantes a acharam a ótima.



**Gráfico 3 - Como você avalia este primeiro momento da estratégia**

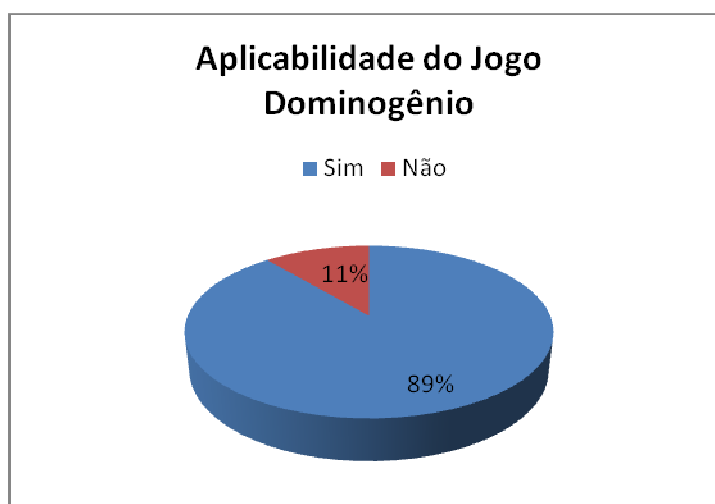
A quarta pergunta está relacionada à clareza das regras e sua adequação à prática do jogo. A maioria dos participantes (78%) disse que as regras estavam claras e compatíveis com a prática do jogo. Os 22% restantes responderam que estão claras, e necessitam de ajustes, no caso da sequência de cada jogada (gráfico 4).

*A ordem das jogadas não deveria ser definidas, acho que poderíamos mudar a peça já jogada assim que achar necessária. (Participante 8)*



**Gráfico 4 - Clareza das regras do jogo dominogênio**

No gráfico 5 os futuros educadores (89% dos participantes da pesquisa) afirmaram que utilizariam o instrumento em sala de aula e apenas 11% não utilizariam o jogo dominogênio alegando a complexidade das peças do jogo. Por isso, as relações deveriam ser mais simplificadas e o número de participantes no jogo deveria ser limitado.

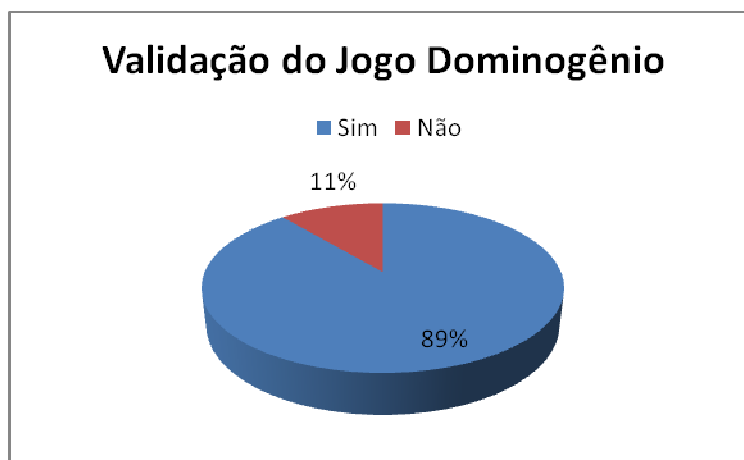


**Gráfico 5 - Você como futuro educador aplicaria esta estratégia em sua sala de aula**

*Depende do número de alunos da turma. Se a turma for numerosa fica complicado utilizá-lo! (Participante 9)*

Para validar o Jogo Dominogênio, como um instrumento didático que pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, representamos no gráfico 6 a questão relacionada ao uso do jogo como uma ferramenta didático pedagógica. Apenas um dos participantes (11%) acha que o jogo não pode ser considerado um instrumento didático, porém ele afirma que o jogo requer

um nível de aprendizagem bem elevado, servindo para fixar o conteúdo e não para formá-lo. Os 89% restantes o utilizariam em sala de aula como material didático pedagógico.



**Gráfico 6 - O jogo de Dominó pode ser uma ferramenta didática importante para o processo de ensino-aprendizagem**

Ao visualizar o gráfico 7 podemos destacar como os estudantes avaliaram a importância e aplicação do jogo dominogênio em sala de aula. Várias opções foram contempladas pelos licenciandos, que puderam escolher mais de uma alternativa para classificar o propósito de se aplicar o instrumento. As alternativas que apresentaram maior destaque foram: aprender (33%), avaliar e exercitar aparece empatado (20%), 13% confirma que o jogo serve apenas para fixar o conteúdo já aprendido anteriormente, e as demais alternativas com 7% cada uma delas.

Além do mais, o jogo dominogênio não só contempla estes aspectos mencionados no gráfico, mais também propicia estímulo à interação entre os jogadores a partir da negociação e argumentação, evidenciando o consenso em contrapartida à competição. Ao analisar os resultados do jogo no pós-teste podemos mostrar que ele foi um elemento importante para compreensão do conteúdo e superação das dificuldades antes identificadas.

*Ele ajuda-nos a ter uma visão mais ampla das possíveis relações existentes entre os conceitos trabalhados. (Participante 5)*

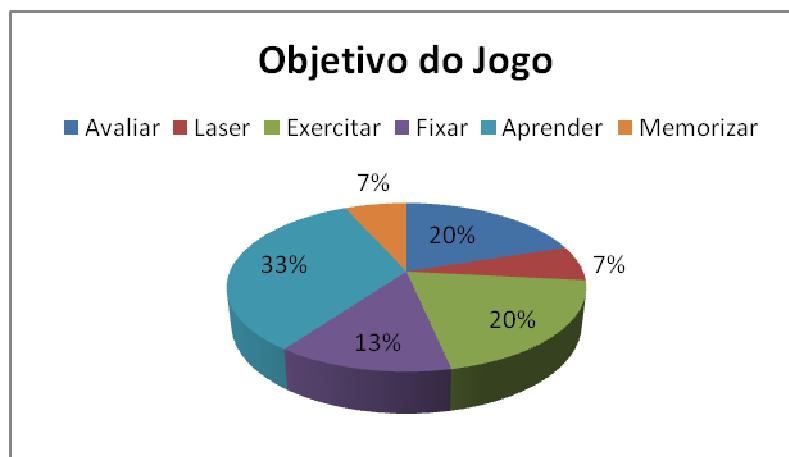


Gráfico 7- Qual o objetivo do jogo para o processo de ensino-aprendizagem

Perguntamos aos estudantes qual dos instrumentos utilizados durante toda a sequência didática precisava de ajustes. A grande maioria 67% afirmou que nenhum instrumento necessita de ajustes, porém 33% alegam que o jogo precisa ser reavaliado, por se apresentar de forma muito complexa (gráfico 8). Acharam difícil fazer determinadas relações conceituais, principalmente com as peças que apresentam o tema contextualizador.

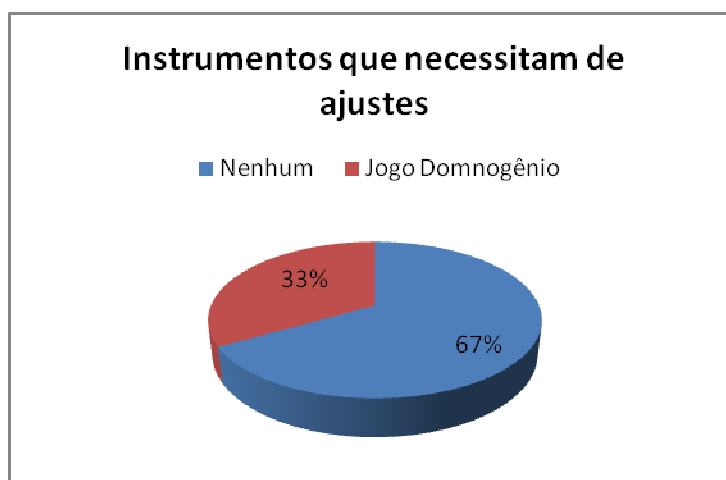
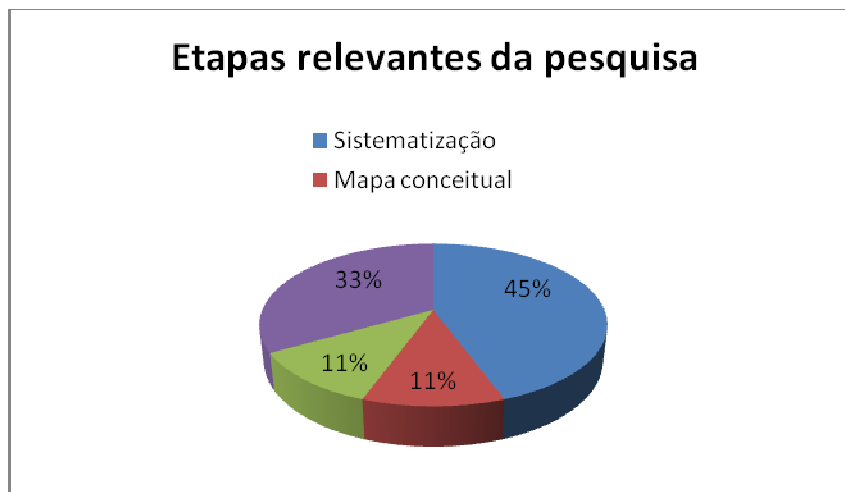


Gráfico 8 - Quais os instrumentos utilizados na pesquisa necessitam de ajustes

*Não é fácil! Mudar a maneira de pensar os conceitos e vê-los por outro ângulo requer uma maior compreensão dos conceitos para relacioná-los de maneira correta. (Participante 9)*

Através do gráfico 9 podemos visualizar as respostas dadas diante do questionamento de qual foi o momento mais significativo da pesquisa e qual o momento mais importante para que houvesse a formação de conceitos. A grande maioria destacou a sistematização como um momento de maior importância para a aprendizagem de conceitos. Este momento ganhou destaque por proporcionar maiores discussões sobre os conceitos propostos. Em segundo

lugar (para 33%) é o jogo de dominó visto como elemento importante para o processo de ensino-aprendizagem. Por outro lado, a situação-problema e o vídeo junto com o mapa conceitual ganharam pouco destaque.



**Gráfico 9 - Momento significativo para a aprendizagem dos conceitos**

A sistematização é o momento em que o professor retoma o seu papel de organizar o conteúdo em estudo. Este momento é tão mais valioso quanto mais tenha sido significativa a vivência da seqüência didática. A contextualização, trazida à tona pelo vídeo, foi utilizada para tornar instigante a situação-problema, fazendo referência a questão problematizadora. O mapa conceitual teve o seu papel na identificação do “estado da arte” da estrutura cognitiva do estudante, ou seja, o que eles entendiam e que relações faziam do conteúdo sob estudo. Teve o papel de orientar o trabalho de sistematização do professor e permitir ao aluno perceber onde estava e até onde progrediu. O jogo teve ainda o papel de ajudar o aluno a testar seus conhecimentos de várias maneiras, além de propiciar momentos para o surgimento de dúvidas que permitiam acender ainda mais o interesse pela sistematização além de exercitar e fixar/memorizar. Muito importante também foi seu papel na interação porque na discussão entre os participantes do jogo houve “desequilíbrio”, ao confrontar suas idéias com os colegas e o momento pedagógico de utilizar argumentos para subsidiar suas jogadas. Esse momento dialógico foi extremamente importante no processo de uma aprendizagem significativa. Os estudantes, habituados com a idéia de que se “aprende” com a aula do professor, naturalmente consideram o momento da sistematização como o mais significativo. No entanto, ele só conseguiu esse “status” pelas atividades anteriores. É isto que os futuros professores precisam entender!

Por fim, representamos no gráfico 10 como os participantes avaliaram a aplicação da sequência didática. Os resultados obtidos foram bastante satisfatórios. A avaliação foi muito positiva. Este resultado mostra a relevância do trabalho. No geral os estudantes acharam a etapas da sequência ótima, reafirmando a estratégia didática desenvolvida como bem elaborada o que favoreceu, segundo eles, uma melhor compreensão do fenômeno da síntese protéica.



**Gráfico 10 - Avaliação final da seqüência didática**

Pelo exposto, acreditamos que a sequência se torna uma possibilidade de inovação pedagógica, promovendo uma maior interação, compreensão e relação do mundo macro e micro de forma dinâmica e divertida. Desta forma a atividade favoreceu uma perspectiva não-linear entre os conceitos, possibilitando aos estudantes, futuros professores, romperem com os paradigmas de trabalhar conceitos de maneira fragmentada e linear.

Para finalizar a avaliação das atividades propostas construímos o quadro 13 que descreve os aspectos considerados positivos e negativos da atividade proposta. Quanto aos aspectos positivos a sua grande maioria descreveu como momento de ótima aprendizagem dos conceitos promovendo uma maior interação e compreensão conceitual. Além disso, alguns deles afirmam que é bastante gratificante e enriquecedor participar de uma pesquisa desse cunho para sua vida profissional. Quanto aos aspectos negativos das atividades muitos deles afirmam não acharem nenhum aspecto negativo ao não ser os questionados pelos participantes 2, 7 e 8 que reforçam o nível de semelhanças entre as peças do jogo, apresentando dificuldades em estabelecer relações entre os conceitos e quanto ao esclarecimento das regras.

<b>Participantes</b>	<b>Aspectos Positivos</b>	<b>Aspectos Negativos</b>
<b>1</b>	Vida Profissional	Nenhum
<b>2</b>	Aprendizagem dos conceitos	Conceitos parecidos
<b>3</b>	Aprendizagem dos conceitos	Nenhum
<b>4</b>	Vida Profissional	Nenhum
<b>5</b>	Aprendizagem dos conceitos	Nenhum
<b>6</b>	Aprendizagem dos conceitos	Jogo Complexo
<b>7</b>	Interação e revisão dos conceitos	Nenhum
<b>8</b>	Excelente para aprendizagem	Jogo Complexo
<b>9</b>	Excelente para aprendizagem	Regras do Jogo

**Quadro 13: Avaliação dos aspectos positivos e negativos da sequência didática.**

A proposta desta pesquisa foi avaliar a sequência didática como um momento facilitador para a superação das dificuldades de aprendizagem relacionadas à formação de conceitos referentes à síntese de proteínas. Além do mais, a sequência didática utilizada nos permitiu ainda diagnosticar aspectos cognitivos atrelados à interação e à visão sistêmica, aspectos estes importantes para o processo de ensino-aprendizagem.

Concluindo, os conceitos de biologia envolvidos na síntese protéica foram trabalhados de maneira diferenciada e significativa, o que ajudou na abstração desses conceitos, e na sua compreensão dentro de uma visão mais sistêmica.



## CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo identificar a viabilidade de uma sequência didática para a formação de conceitos relacionados à síntese de proteína, diagnosticando as principais dificuldades de aprendizagem, para posteriormente intervir tentando promover o aprendizado de maneira contextualizada e sistêmica. O grande diferencial na pesquisa foi a utilização de diversos instrumentos didáticos (vídeo, mapa conceitual, jogo didático, situação-problema e dinâmicas) que facilitaram a aprendizagem dos conceitos abstratos de biologia envolvidos no estudo.

Ao final de cada etapa da sequência didática apresentada, os resultados foram analisados e considerados positivos, uma vez que a sequência de atividades utilizada ajudou na identificação de dificuldades de aprendizagem relacionadas aos conceitos científicos discutidos e serviu como elemento chave para a elaboração de nova sequência didática, contextualizada e sistêmica, que ajudasse na superação das dificuldades anteriormente pontuadas. Desta forma, as etapas da sequência tiveram como objetivo auxiliar na formação dos conceitos científicos propostos, ajudando o aprendiz a relacionar os conteúdos discutidos, com o seu universo, aplicando-os em situações diversas de seu cotidiano. Desta maneira, os futuros profissionais da educação seriam estimulados a discutir o universo micro e macro de forma paralela e de maneira sistêmica.

A primeira etapa da sequência didática se deteve basicamente na elaboração efetiva dos instrumentos que seriam utilizados durante todo o processo, desde a escolha do tema contextualizador até a adaptação do jogo didático utilizado, buscando quebrar o paradigma das aulas tradicionais e mostrando outras alternativas de se trabalhar em sala de aula. Na segunda etapa, diagnosticamos as principais dificuldades conceituais dos alunos quanto aos conceitos propostos, na idéia de efetivamente minimizá-las. Já na terceira e última fase da atividade, validamos a sequência didática, uma vez que a mesma ajudou na superação das dificuldades conceituais e na aprendizagem dos conceitos relacionados à síntese de proteína e sua relação quanto ao uso dos anabolizantes.

## **6.1 Construção da sequência didática**

Esta etapa resultou primeiramente na escolha do tema contextualizado a ser utilizado durante toda a pesquisa que foi “o uso de anabolizantes”. Este tema teve a finalidade de articular o universo micro-macro no estudo conceitos básicos que emergem da síntese de proteína e do uso de anabolizantes. Portanto, todos os instrumentos utilizados durante as etapas da sequência estariam vinculada diretamente a estes dois pólos: síntese protéica x anabolizantes.

A elaboração da sequência didática foi uma tentativa de trabalhar a Biologia de maneira sistêmica e contextualizada, fugindo do paradigma universalmente utilizado que é o ensino tradicional, em que o aluno é sujeito passivo do processo de aprendizagem. Partindo disto elegemos dez conceitos básicos que estariam intimamente ligados ao conteúdo proposto, a elaboração de um mapa conceitual, uma situação-problema, vídeos e a adaptação do Jogo Dominogênio desenvolvido por Pereira (2008) foram utilizados como instrumentos de diagnose de uma sequência didática para estudar a aprendizagem dos conceitos envolvidos na síntese protéica. Após rever o papel de cada instrumento, planejamos e organizamos as atividades que seriam vivenciadas em cada etapa da pesquisa.

## **6.2 Avaliação diagnóstica das dificuldades de aprendizagem que permeiam os conceitos envolvidos na síntese de proteína**

Esta etapa foi de grande relevância para a realização e efetivação da estratégia didática, uma vez que permitiu visualizar o nível de compreensão de cada conceito pelos aprendizes. Os dados apresentados nos mostram que, ao relacionar os conceitos abstratos discutidos com o universo macroscópico, os estudantes ainda arriscam estabelecer relações. Entretanto, quando eram feitas inferências no sentido contrário ao universo microscópico nenhum grupo conseguiu responder. Estes resultados representam o ensino fragmentado, descontextualizado e desarticulado contribuindo para as dificuldades de aprendizagem discutidas. Como podemos justificar tal contexto? A metodologia utilizada nas salas de aulas? As dificuldades conceituais constatadas nos docentes? A forma desarticulada e fragmentada como as aulas são desenvolvidas? Ou a esse universo de questionamentos?

É importante destacar que o grupo pesquisado foi constituído por concluintes (8º período) do curso de Licenciatura em Biologia, ou seja, futuros professores. É estarrecedor à constatação de que ainda apresentam uma visão desarticulada, não conseguindo relacionar a parte com o todo. Diante dessas evidências é possível concluir que os cursos de formação de professores ainda se encontram distantes das novas tendências educacionais. A parte pedagógica continua sendo trabalhada de forma desarticulada dos conteúdos específicos, não havendo articulação entre os mesmos.

Outro aspecto identificado nesta fase foi a dificuldade de compreensão e aplicação das imagens presentes no Jogo Dominogênio quando era necessário relacioná-lo com o universo micro e macroscópico. Os estudantes apresentavam erros conceituais, principalmente quando era necessário relacionar os conceitos com o tema contextualizador. Desta forma, os instrumentos didáticos utilizados (mapa conceitual, vídeo e jogo) foram importantes para a identificação das dificuldades conceituais mais evidentes, relacionadas ao processo de transcrição e tradução. Esta etapa foi de grande relevância para que a sequência didática fosse reestruturada e reaplicada de forma a superar as dificuldades apontadas.

### **6.3 Validação da sequência didática (sistematização)**

Ao identificar as dificuldades conceituais, de articulação e de entendimento do processo da expressão gênica como um todo, os estudantes também se apresentaram inseguros ao relacionar os conceitos tanto com o universo macroscópico quanto com o microscópico. Diante dessas evidências a sistematização, segundo os resultados, favoreceu a aprovação da sequência didática proposta, uma vez que ela foi elaborada no intuito de superar as dificuldades e compreender os conceitos, levando em consideração o que os aprendizes já sabiam.

Tanto o mapa conceitual quanto o Jogo Dominogênio possibilitaram avaliar se houve ou não avanço conceitual e superação das dificuldades apontadas, já que ambos foram utilizados nos dois momentos como instrumentos de sondagem. Na avaliação individual de cada participante a sistematização foi o momento de maior relevância da sequência didática. Desta maneira, identificamos que os grupos avançaram em relação ao primeiro momento, sendo notória esta

ascensão. Segundo os estudantes, trabalhar de maneira contextualizada e sistêmica é um jeito eficaz de se atingir a aprendizagem, principalmente dos conceitos abstratos.

Para os discentes todo professor deve renovar sua prática para que a aprendizagem seja desenvolvida de forma efetiva em todas as disciplinas de modo intra e interdisciplinar, possibilitando aos aprendizes articular e interconectar os saberes científicos com o saber popular.

## CONCLUSÕES

- A identificação das dificuldades de aprendizagem referentes ao conceito de síntese protéica dos estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas foi de grande relevância no processo de formação dos conceitos, pois foi através de sua diagnose que tivemos condições de ancorar a sequência didática que visava superar tais dificuldades.
- A sequência didática desenvolvida, utilizando jogos educativos entre outros instrumentos, foi validada no favorecimento da aprendizagem dos conceitos propostos dentro de uma perspectiva sistêmica e contextualizada.
- A estratégia didática foi avaliada como elemento facilitador na aprendizagem da síntese protéica por possibilitar aos aprendizes o estabelecimento de relações entre os conceitos discutidos em várias instâncias de sua realidade, articulando os universos micro e macroscópicos.

## REFERÊNCIAS

- ALBERTS, B. *et. al.* **Fundamentos da Biologia da Celular**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- ALBERTS, B. **Biologia Molecular da Célula**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- ALMEIDA, P. N. **Dinâmica lúdica**: técnica e jogos pedagógicos. São Paulo: Loyola, 1981.
- ALMEIDA, R.M. Dificuldades de aprendizagem: repensando um olhar e prática no cotidiano da sala de aula. In: **Jornada da Educação Especial**, 6., 2002, Marília. São Paulo. **Resumos**, Marília: 2002.
- ANDERSSON, B. The experimental gestalt of causation: a common core to pupils preconceptions in science. **European Journal of Science Education**, v. 8, p.155-171, 1986.
- ANDRADE T. M; IRIART, J. A. B. Musculação, uso de esteróides anabolizantes e percepção de risco entre jovens fisiculturistas de um bairro popular de Salvador, Bahia. Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.18, n.3, p.1379-1387, set./out. 2002.
- ANDRÉ, M. **Etnografia na prática escolar**. Campinas: Papyrus, 2007.
- ANDRÉ, M. **Pesquisa em Educação**: buscando rigor e qualidade. São Paulo: Fundação Carlos Chagas: Cortez. 2001
- ARNONI, M. E. B. Critérios de organização metodológica do jogo pedagógico, na perspectiva da mediação dialética. Unesp/Ibilce, 2006.
- AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; e HANESIAN, Helen. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. 625p.
- BEHRENS, M. A; A prática pedagógica e o desafio do paradigma emergente. **Revista brasileira de Estudos pedagógicos**. Brasília, v. 80, n. 196, p. 383-403, set./dez. 1999.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: uma contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BIZZO, N. **Ciência**: fácil ou difícil? São Paulo: Ática, 2002.
- BOLSOVER, S.R. *et. al.* **Biologia celular**. Rio de Janeiro: Guanabara, 2005.
- BRASIL. **Diário Oficial**. República Federativa do Brasil. Brasília – DF. Ano CXXXIV. Nº 248 Segunda-feira, 23 de dezembro de 1006. Atos do Poder Legislativo. Lei nº 9.394, de 20 de Dezembro de 1996. Presidente Fernando Henrique Cardoso.
- BRASIL. Ministério da Educação **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio-PCNEM**. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias – PCNEM. Brasília-DF, 1999. 364p.

BRASIL. **PCN+ Ensino Médio**: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias./ Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Brasília: MEC: SEMTEC, 2002. 144p.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Introdução aos parâmetros curriculares nacionais. Brasília, DF: MEC/SEF, 1997. 126p.

CACHAPUZ. A. Ciência, educação em ciências e ensino das ciências. Ed.Lisboa, 2002.

CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. **Didática de ciências**: o ensino-aprendizagem como investigação. São Paulo: FTP, 1999.

CAPRA, F. **A teia da vida**. São Paulo, SP: Cultrix, 1996. 256p.

CAPRA, F. **As conexões ocultas**. 4 ed. São Paulo, SP: Cultrix, 2005.

CAPRA, F. **O ponto de mutação**. 24 ed. São Paulo, SP: Cultrix, 2003.

CAPRA, (Org.). Prefácio: como a natureza sustenta a teia da vida. In: CAPRA, F. **Alfabetização ecológica**: a educação das crianças para um mundo sustentável. São Paulo: Cultrix, 2006.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências**: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Thompson, 2004.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A.; PRAIA, J.; VILCHES, A. (Org.) **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CARVALHO, A. O que há de comum no ensino de cada um dos conteúdos específicos. In: CARVALHO, A. (Coord.) **Formação continuada de professores: uma releitura das áreas de conteúdo**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

CARVALHO, A. M. P. GIL- PEREZ, D. **Formação de professores de ciências**: tendências e inovações. São Paulo: Cortez, 2006.

CATTELAN . J. C. Nova escola: uma escola nova? **Revista Faz Ciência**. Paraná, v. 8, n. 1, p. 307-324, ago./set. 2006.

CID, M. **Da aprendizagem dos alunos à construção do conhecimento do professor de biologia**: um estudo no âmbito da genética. (Tese de doutorado), Universidade de Évora, 2004.

CUNHA, N. **Brinquedo, desafio e descoberta**. Rio de Janeiro: FAE. 1988.

CZEPIELEWSKI, M.A; DANIELSKI, R.; SILVA, P.R.P. Esteróides anabolizantes no esporte. **Revista Brasileira de Medicina no Esporte**, v 8, n 6, p 235-243, 2002.

DE ROSE, E.H.; NÓBREGA, A.C.L. Drogas lícitas e ilícitas. In: GHORAYEBN, BARROS T. **O Exercício**. São Paulo: Atheneu, 2004.

ARCANJO, J.G. Síntese protéica: um estudo sobre a formação de conceitos

DOHME, V. **Atividades lúdicas na educação: o caminho de tijolos amarelos do aprendizado.** Petrópolis: Vozes, 2003.

DRIVER, R. Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, f. 1, p. 3-15, 1986.

DRIVER, R. Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo de ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, p. 109-120, 1988.

FABRÍCIO, M. F. L. **Obstáculos à compreensão das Leis de Mendel por alunos de Biologia na Educação Básica e na Licenciatura.** 2005. 102f. Dissertação Mestrado em Ensino das Ciências - Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005.

FAZENDA, I. **Metodologia da pesquisa educacional.** 10 ed. São Paulo: Cortez, 2006.

FONTES, O. L. **Educação biomédica em transição conceitual.** Piracicaba: Unimep, 2001.

FORTUNATO R. S.; DORIS R.; CARVALHO D. P. de. **Abuso de esteróides anabolizantes e seu impacto sobre a função tireóidea.** São Paulo, v, 51, n.9, Dez. 2007.

FREIRE P. **Educação e Mudança.** 25ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2001.

FREIRE P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 26. ed. São Paulo: Paz e Terra; 2003.

FREIRE P. **Aprendendo com a própria história.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 168 p. (Educação e Comunicação; v.19). 1987.

FREIRE, P. **Professora sim, tia não: cartas a quem ousa ensinar.** São Paulo: Olho D'água, 1993.

FREIRE P. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a Pedagogia do oprimido.** 9. edição. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002.

FREIRE P. **Pedagogia do oprimido.** 17. ed. São Paulo: Paz e Terra; 2007.

FREITAS, M.; DUARTE, M. C. Ensino de biologia: implicações da investigação sobre as concepções alternativas dos alunos. **Revista Internacional**, v. 3, n. 11/12, p. 125-137, 1990.

GADOTTI, M. **Perspectivas atuais da educação.** Porto Alegre, Ed. Artes Médicas, 2000

GALIAZZI, M. **Educar pela pesquisa: ambiente de formação de professores de ciências.** Ijuí, RS: Ed. Unijuí, 2003.

GILBERT, J. K. Children's science and its consequences for teaching. **Science Education**, v. 66, p. 623-633, 1982.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

GIL PÉREZ, D. La metodología científica y la enseñanza de de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. **Enseñanza de las Ciencias**, v.4, p.111-121, 1986.

GIORDAN, A.; VECCHI, G. **As origens do saber**: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos. 2 ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

GUIMARÃES, V. S. **Formação de Professores**: saberes, identidade e profissão. Campinas, SP: Papyrus, 2004.

GRIFFITHS, A. J. F.; *et. al.* **Introdução à genética**. Rio de Janeiro: Guanabra Koogan, 2006. 743 p.

IMBERNÓN, F. **Formação docente e profissional**: formar-se para a mudança e a incerteza. São Paulo: Cortez, 2006.

KISHIMOTO, T. M. **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. São Paulo: Cortez, 1996.

KINCHELOE, J. **A formação do professor como compromisso político**: mapeando o pós-moderno. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo: EDUSP, 2004. v. 1. 197p.

KRASILCHIK, M ; MARANDINO, M. **Ensino de ciências e cidadania**. São Paulo: Moderna, 2004. v. 1. 88p.

LIMA, V. F. Nada substitui o treinamento. *Ciência Hoje*. Vol. 26, No 153, 1999

LIMA, A. P. B. A teoria sócio-histórica de Vygotsky e a Educação: reflexões psicológicas. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**. Brasília, DF, v. 81, n. 198, p. 219-228 - Maio/Ago. 2000.

LINKE, R. D.; VENZ, M. I. Misconceptions in physical science among non-science background students. **Research in Science Education**, v. 9, p. 103-109, 1979.

LOPES, M. G. **Jogos na educação**: criar, fazer, jogar. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

MACHADO, L.M. **Pesquisa em Educação**: passo a passo. Edições MT, Marília. São Paulo, 2007.

MALDANER, O. A formação inicial e continuada de professores de química. Ijuí, RS: Ed. Unijuí, 2000

MARIOTTI, H. **Paixões do ego**: complexidade, política e solidariedade. São Paulo: Palas Athena, 2000.

MAURAS, N. Growth hormone and testosterone: effects on whole body metabolism and skeletal muscle in adolescence. **Hormone Research**, v. 66, p. 42-48, 2006.



ARCANJO, J.G Síntese protéica: um estudo sobre a formação de conceitos

MARTINS, I. Aprendendo com imagens. **Revista Ciência e Cultura**. v.57 n. 4 São Paulo. Out/Dez 2005.

MATURANA, H. Transdisciplinaridade e Cognição. In: NICOLESCU, Basarab (Org.) **Educação e Transdisciplinaridade**. Brasília: Unesco, Edições Unesco, 2000.

MERIEU, P. **Aprender... sim, mas como?** 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

MIZUKAMI, M.G.N. **Ensino**: as abordagens do processo. São Paulo: EPU, 1986.

MORAES, R.; RAMOS, M. e GALIAZZI, M. **A epistemologia do aprender no educar pela pesquisa em ciências**: alguns pressupostos teóricos. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. Educação em Ciências: produção de currículos e formação de professores. Ijuí: Editora Unijuí, 2004.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 8 ed. São Paulo: Cortez, 2003. 118p.

MORIN, E. **Educação e complexidade** - os sete saberes e outros ensaios. São Paulo: Cortez, 2002.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de Ciências: para onde vamos? **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, 1996.

MORTIMER, E. F. Linguagem e formação de conceitos no Ensino das Ciências. Belo Horizonte, UFMG, 2000.

NEBIAS, C. **Formação dos conceitos científicos e práticas pedagógicas**, In: apresentado em mesa-redonda no - ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 9., 1998, Águas de Lindóia [s.n.], 1998.

NOVAK, J. **Theory of education**. Ithaca: Cornell University Press, 1977.

OLIVEIRA, S. S. Concepções alternativas e ensino de biologia: como utilizar estratégias diferenciadas na formação inicial de licenciandos. **Educar**, Curitiba, n.26, p. 233-250, 2005.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky** - Aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico. 4 ed. São Paulo: Scipione, 1997.

PEREIRA, A. F. **Diagnóstico das dificuldades de articulação e sobreposição dos conceitos básicos da genética utilizando jogos didáticos**. 208, 189f. Dissertação - Mestrado em Ensino das Ciências - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

PIETROCOLA, M. Curiosidade e Imaginação - os caminhos do conhecimento nas Ciências, nas Artes e no Ensino. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa (Org.). **Ensino de Ciências**: Unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thompson, 2004. p. 119-133.

POZO, J. I. **Teorias cognitivas da aprendizagem**. 3 ed. Porto Alegre: Artes Médicas 1998. 284p.

ARCANJO, J.G. Síntese protéica: um estudo sobre a formação de conceitos

REGO, T. C. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. 6 ed. Petrópolis: Vozes, 1998.

RIBEIRO, P.C.P. O uso indevido de substâncias: esteróides anabolizantes e energéticos. **Adolescência Latinoamericana**, p 97-101, 2001.

SÁ, R.G. B. **Um estudo sobre a evolução conceitual de respiração**, 2007, 168f. Dissertação - Mestrado em Ensino das Ciências - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2007.

SANTOS, M. E. V. M. **Mudança conceitual na sala de aula: um desafio epistemologicamente fundamentado**. Lisboa: Livros Horizonte, 1998.

SANTOS, A. F. *et.al.* Anabolizantes: conceitos segundo praticantes de musculação em Aracajú (SE). **Psicologia em estudo**, Maringá, v. 11, n. 2, p. 371-380, mai./ago. 2005.

SILVA, P. R. P. DA; DANIELSKI, R.; CZEPIELEWSKI, M. A. Esteróides anabolizantes no esporte. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Niterói, v.8, n.6, Nov./Dez 2002.

SCHNETZLER, R. **O professor de ciências: problemas e tendências de sua formação**. In: SCHNETZLER, R.; ARAGÃO, R. (Org.) **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Campinas: UNIMEP: CAPES, 2000.

TAVARES, O. Doping: argumentos em discussão. **Movimento**, v 8, nº1, p 41- 55, 2002.

TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. **Ciências & Cognição**; Ano 04, Vol 12. 2007.

TEDESCO, J. C. **O novo pacto educativo: educação, competitividade e cidadania na sociedade moderna**. São Paulo. Ática, 1998.

TEIXEIRA, F. M. Fundamentos teóricos que envolvem a concepção de conceitos científicos na construção do conhecimento das ciências naturais. **Ensaio**, vol. 8, No 2, dez. 2006

TOLEDO, R. K. Venda ilegal de esteróides anabolizantes em Florianópolis, 2005, 68f. Trabalho de conclusão de curso (especialização) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

TUNES, E. Os conceitos científicos e o desenvolvimento do pensamento verbal. **Cadernos CEDES** Nº35. 29-39, 1995.

TURNER, P.C. **Biologia molecular**, 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. 3. ed. São Paulo: M. Fontes, 2005.

VYGOTSKY, L. S. **Psicologia Pedagógica**. São Paulo: Martins Fontes. 1984.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VYGOTSKY, L. S. **O desenvolvimento psicológico na infância**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 5 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

WATSON, J.D. *et al.* **Biologia molecular do gene**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

ZABALA, A. **A Prática educativa**. Porto Alegre [s.n], 1998.

ZAHA, A. *et al.* **Biologia molecular básica**. 3. Ed., Porto Alegre: Mercado Aberto, 2003.

ZEICHNER, K. M. Formando professores reflexivos para a educação centrada no aluno: possibilidades e contradições. In: BARBOSA, R. L. L. (Org.). **Formação de educadores: desafios e perspectivas**. São Paulo: Ed. UNESP, 2003.

ZEICHNER, K. M. **A Formação Reflexiva de Professores, Idéias e Práticas**. EDUCA, Lisboa 1993.

KOZLOWSKI G. **Rebeca Gusmão e o doping**. Esporte espetacular. Nov. 2007. Disponível em: <http://video.globo.com/Videos/Busca/0,,7959,00.html?b=rebeca%20gusmão%20o%20pan> Acesso: 12 Mar. 2008.

TOID, P. **Sintetizando proteína**. *you tube*, Fev. 2007. Disponível em: <http://br.youtube.com/watch?v=QY8I2KpzC-w>. Acesso: 28 Fev. 2008

ABRIL. Doping nas olimpíadas. **Revista VEJA**. ed. Abril, jul. 2008. Disponível em: [http://veja.abril.com.br/idade/exclusivo/perguntas\\_respostas/doping/index.shtml#1](http://veja.abril.com.br/idade/exclusivo/perguntas_respostas/doping/index.shtml#1). Acesso em: 12 Jul. 2008.

## APÊNDICE A



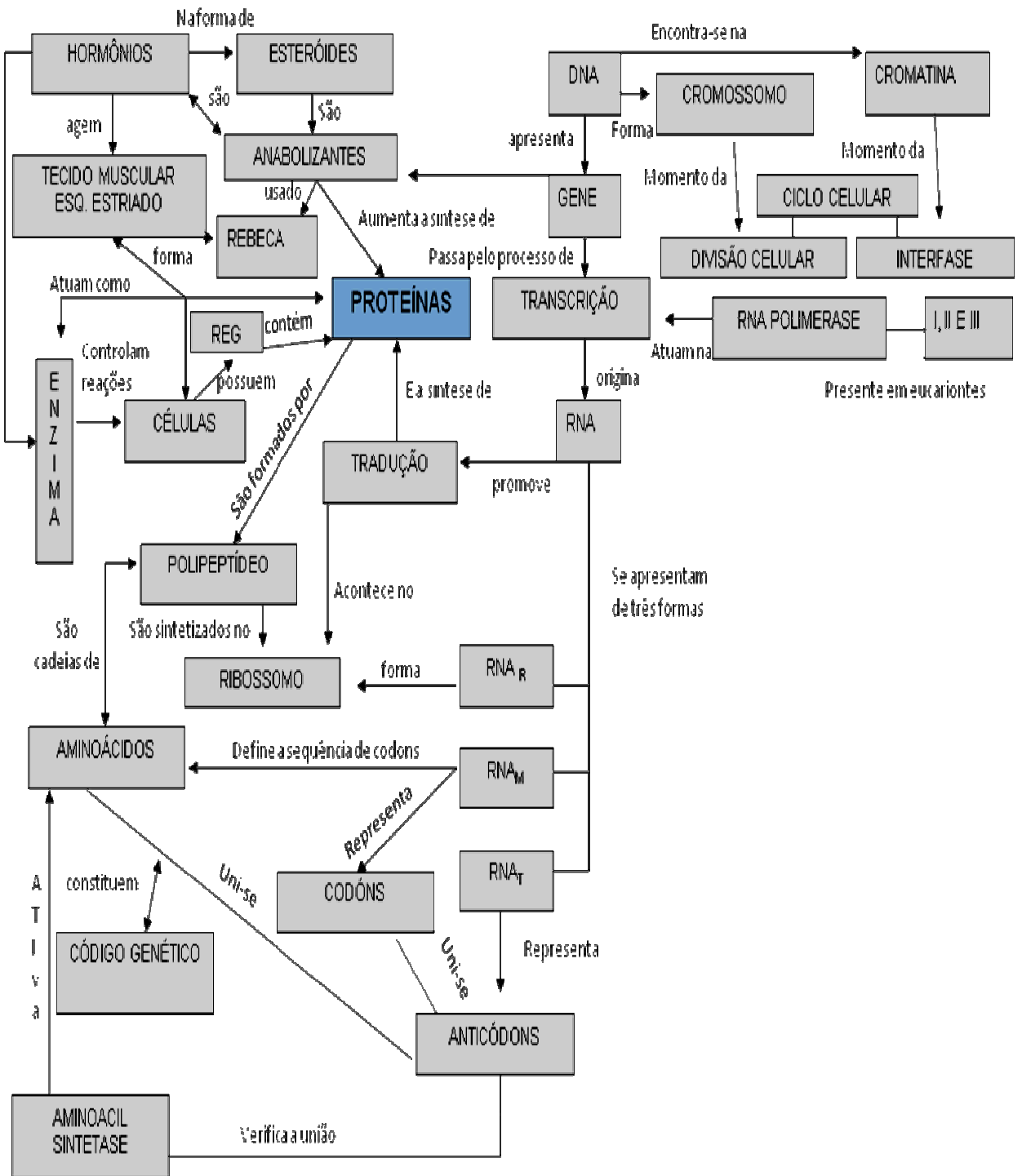
**Fonte:**<http://vivirlatino.com/i/2008/05/Menos%20musculosa,%20Rebeca%20Gusmão%20no%20Pan%20de%20Santo%20Domingo,%20em%202003.JPG>

**Figura 16: Rebeca e a sua mudança corporal**

Em novembro de 2007 a nadadora Rebeca Gusmão que ganhou quatro medalhas nos Jogos PAN-Americanos do Rio de Janeiro, recebeu a notícia de que em seu exame antidoping havia sido encontrado um alto índice de testosterona, além dos níveis normais. Todos os questionamentos foram fundamentados a partir das mudanças em seu corpo nos últimos anos.

É convencional encontrar mulheres com o biótipo de Rebeca? Por quê?

## APÊNDICE B



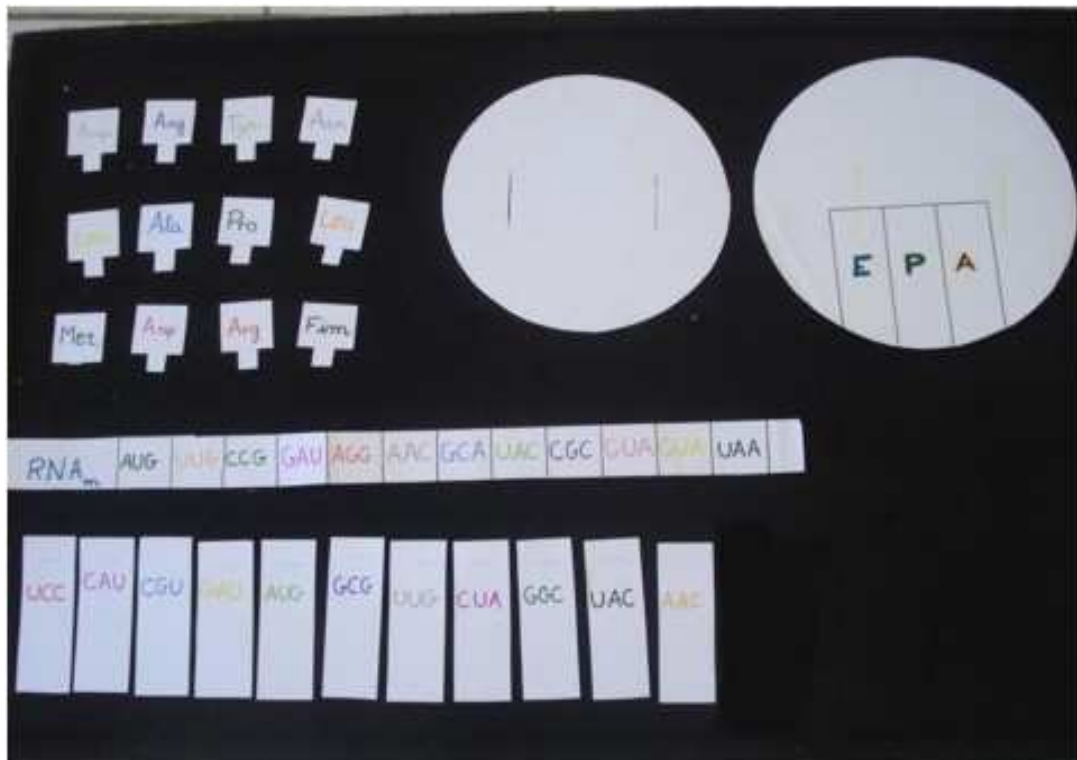


Figura 17: Modelo esquemático de como uma proteína é sintetizada

## APÊNDICE D

Dinâmica do PASSA OU REPASSA (Perguntas):

- Como são classificadas as bases nitrogenadas?
- De que são constituídos os genes?
- Quais os tipos de RNA?
- Qual a diferença entre DNA e RNA?
- Qual a organela citoplasmática responsável pela síntese de proteína?
- De que são formadas as proteínas?
- Quais os eventos que originam as proteínas?
- Qual o período do ciclo celular em que a célula duplica seu DNA?
- Que substância presente no organismo se assemelha aos anabolizantes?

#### APÊNDICE E

- 1º.) Que expectativa você teve quando foi convidado para participar da estratégia?  
( ) Curiosidade ( ) Achou interessante para sua vida acadêmica

2º.) Como você avalia a utilização e uma situação problema na estratégia ?

Relevante    Irrelevante

3º.) Como pode ser avaliada a segunda etapa da sequência didática?

Boa, porém cansativa    Ótima    Bem elaborada

4º.) As regras do jogo foram claras?

Sim    Não    Sim, mais precisa de alguns ajustes

4º.) Você como um futuro educador, acha viável a aplicação deste jogo em sala de aula?

Sim    Não

5º) Descreva quais os aspectos positivos e negativos da primeira etapa da estratégia.

---

---

#### APÊNDICE F

1º.) Você classificaria o jogo dominogênio como ferramenta importante para ser utilizada no processo de ensino-aprendizagem?

Sim       Não



2º.) De acordo com a pergunta acima, na sua opinião o jogo de dominogênio utilizado para aprendizagem de conceitos pode ser usado em sala de aula para:

( ) Laser ( ) Memorizar ( ) Exercitar ( ) Fixar ( ) Avaliar ( ) Aprender

3º.) Quais dos instrumentos utilizados na sequência didática precisam de ajustes?

( ) Nenhum ( ) Vídeo ( ) Situação Problema ( ) Jogo ( ) Mapa Conceitual

Justifique\_\_\_\_\_

4º.) Qual momento da sequência didática foi mais significativo para sua aprendizagem?

( ) Jogo de dominó ( ) Sistematização ( ) Mapa, vídeo e situação

5º.) Com o término da sequência didática, como você a avalia?

( ) Excelente ( ) Ótima ( ) Boa ( ) Regular ( ) Ruim

6º.) Qual a sua sugestão para melhorar nossa estratégia?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



Figura 18: Tabuleiro do Jogo Dominônio do grupo 1 construído na segunda etapa da pesquisa, antes da sistematização

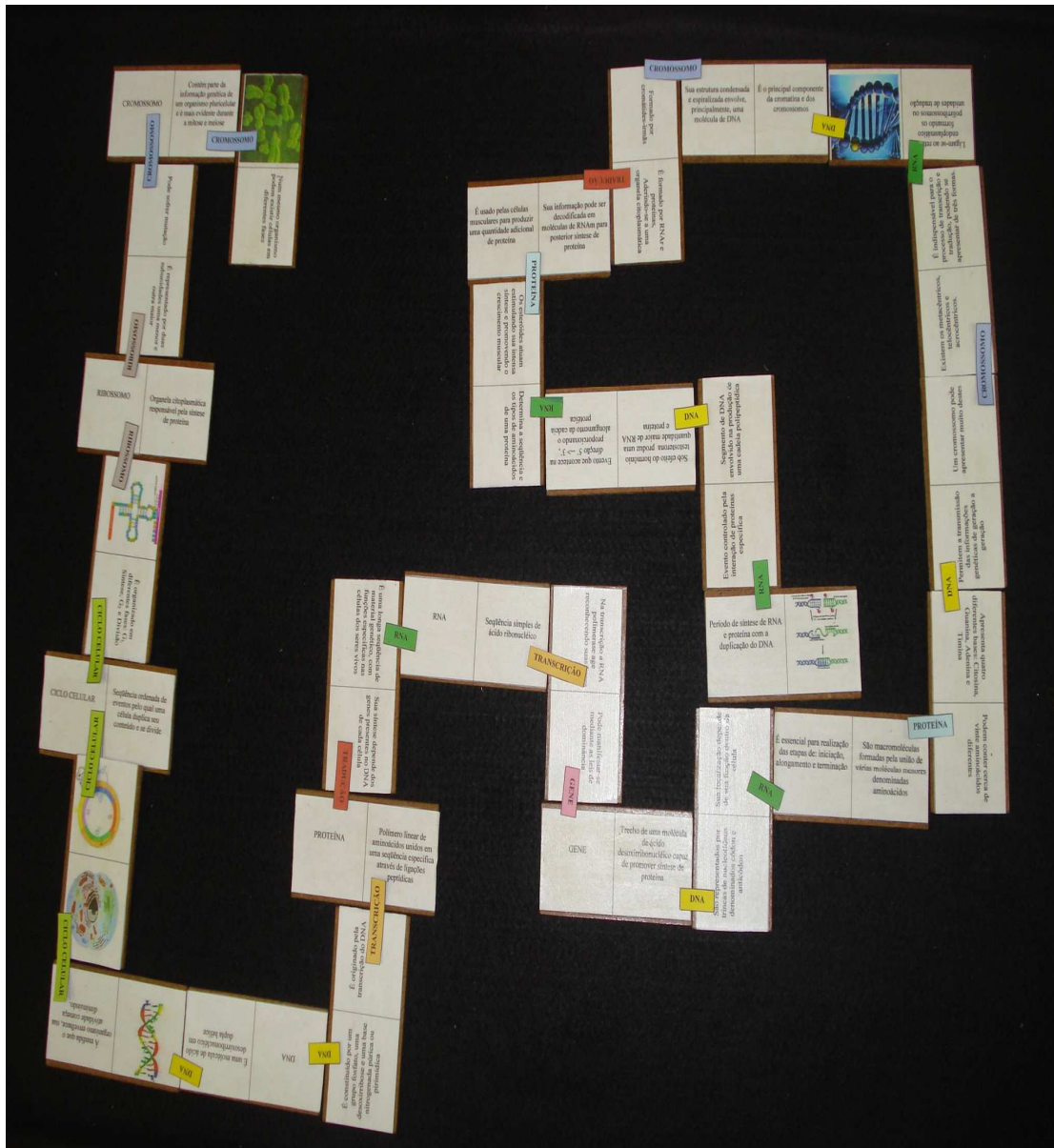


Figura 19: Tabuleiro do Jogo Dominônio do grupo 2 construído na segunda etapa da pesquisa, antes da sistematização



Figura 20: Tabuleiro do Jogo Dominógeno do grupo 3 construído na segunda etapa da pesquisa, antes da sistematização



Figura 21: Tabuleiro do Jogo Dominônio do grupo 1 construído na terceira etapa da pesquisa, após sistematização



Figura 22: Tabuleiro do Jogo Dominogênio do grupo 2 construído na terceira etapa da pesquisa, após sistematização



Figura 23: Tabuleiro do Jogo Dominó dos grupos 3 construído na terceira etapa da pesquisa, após sistematização

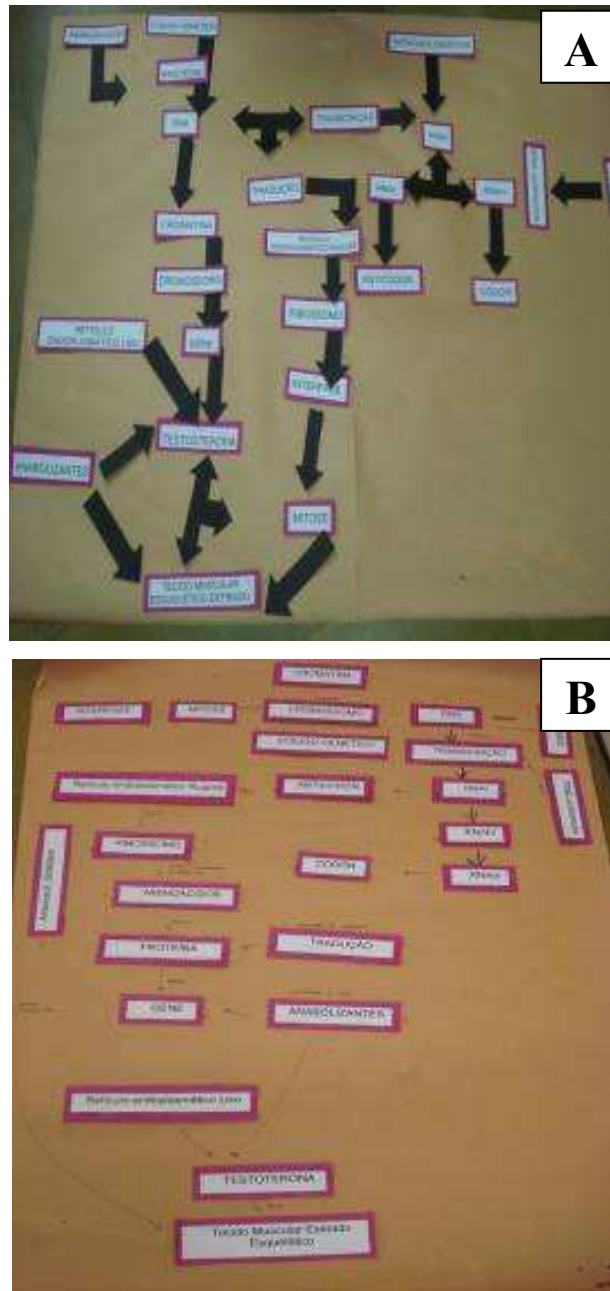


Figura 24: Mapa conceitual pré (A) e pós (B) sistematização do grupo 1 construído na segunda e terceira etapa da pesquisa.



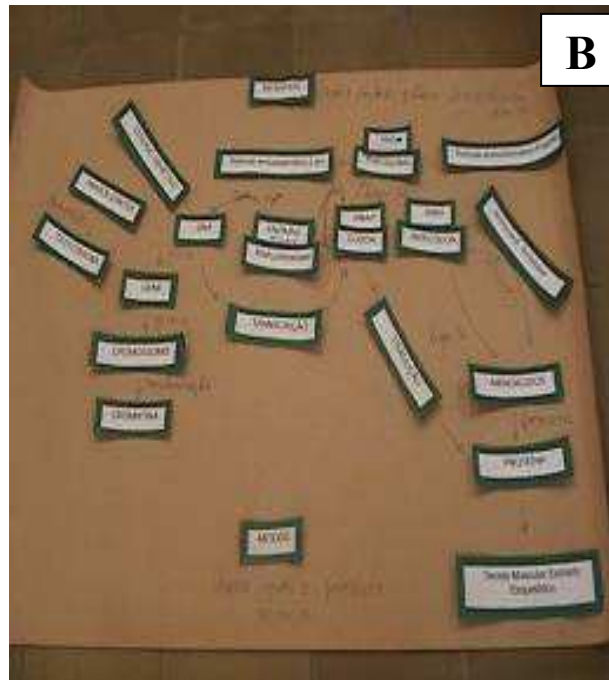


Figura 25: Mapa conceitual pré (A) e pós (B) sistematização do grupo 2 construído na segunda e terceira etapa da pesquisa.



Figura 26: Mapa conceitual pré (A) e pós (B) sistematização do grupo 3 construído na segunda e terceira etapa da pesquisa.

## ANEXO 1