

+

Dione Cordeiro Calado

**Modelo Didático Interativo do Dogma Central da Biologia:
uma proposta de Transposição Didática para o Ensino Médio**

Campo Grande – MS

2019

Dione Cordeiro Calado

Modelo Didático Interativo do Dogma Central da Biologia: uma proposta de
Transposição Didática para o Ensino Médio

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências do Instituto de Física da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito final para obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências, sob orientação do Prof. Dra. Ester Tartarotti.

Campo Grande – MS

2019

AGRADECIMENTOS

A Deus, que pelo seu infinito amor e bondade, me concedeu o dom da vida, e por tantas vezes tê-la me devolvido quando me fez emergir a toda sorte de tormentas enfrentadas em meu viver, seja no corpo ou na alma.

A minha esposa, pela compreensão e força nos momentos mais difíceis.

A minha mãezinha que foi a primeira professora desta grande família, pelos conselhos tão sábios.

Ao meu pai, (*in memoriam*) pelo legado que nos deixou, ensinando-nos o caminho da fé e ter como meta, uma vida de honestidade e vencer pelo trabalho.

A minha orientadora, profa. Dra. Ester Tartarotti, por ter acreditado no meu trabalho,

Aos colegas professores e alunos pelo apoio e contribuição nas pesquisas.

A todos que de alguma forma contribuíram com este trabalho.

MENSAGEM

Senhor, tu me sondas e me conheces, sabes quem realmente eu sou. Sabes quando me sento e quando me levanto; de longe percebes os meus pensamentos. Sabes muito bem quando trabalho e quando descanso; todos os meus caminhos te são bem conhecidos. Antes mesmo que eu diga uma só palavra, tu já a conheces inteiramente, Senhor. Esse conhecimento é maravilhoso demais e muito elevado, está além de todo entendimento do homem. Tua presença enche os Céus e a Terra, para onde poderia eu que sou humano, fugir da tua presença? Se eu subir aos céus, lá estás; se eu descer ao abismo também lá estás, se eu subir com as asas da alvorada e morar na extremidade do mar, mesmo ali a tua mão direita me guiará e me sustentará. Mesmo na escuridão, verei que nem as trevas são escuras para ti. Tu criaste o meu ser e permitiste a minha existência ainda na forma embrionária no ventre de minha mãe. Eu te louvo porque me fizeste de modo especial e admirável. Tuas obras são maravilhosas! Disso tenho plena certeza! Meus ossos não estavam escondidos de ti quando em secreto fui gerado e entretecido como nas profundezas da terra. Os teus olhos viram o meu embrião; todos os dias determinados para mim foram escritos no teu livro antes de qualquer um deles existir. Como és maravilhoso e sábio ó Deus! Como é grande a soma dos Teus pensamentos.... Se eu tivesse capacidade de os contar seriam mais do que os grãos de areia da Terra. Sonda-me, ó Deus, e conhece o meu coração; prova-me, e conhece as minhas inquietações. Vê se em minha conduta há algo que te ofende, e dirige-me pelo caminho eterno.

Salmo 139

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** Diagrama do Dogma Central da Biologia.....
- Figura 2.1.** Transposição Didática: Saber sábio; saber a ensinar e saber ensinado.....
- Figura 2.2.** Os componentes da noosfera e suas ações.....
- Figura 2.3.** Relação indivíduo – instituições - sujeito - pessoa (X).....
- Figura 2.4.** Relação entre pessoa (X) e objeto (O) institucional.....
- Figura 2.5.** Blocos interdependentes da Praxeologia
- Figura 2.6.** Relação Tarefa (T) e tipo de tarefa (t).....
- Figura 2.7.** Representação gráfica da duplicação semiconservativa.....
- Figura 3.** Esquema da sequência didática.....
- Figura 4.1.** Logo do Modelo Didático Interativo do DCB.....
- Figura 4.2.** Célula eucarionte utilizada na etapa vivencial do modelo didático.....
- Figura 4.3.** Material distribuído para a etapa 01 - replicação.....
- Figura 4.4.** Etapa 01 – Simulando a duplicação semiconservativa.....
- Figura 4.5.** Etapa 02 – Simulando a transcrição.....
- Figura 4.6.** Peças para montagem da etapa 03 Simulando a síntese de proteínas.....
- Figura 4.7.** Etapa 3 Simulando a síntese de proteínas.....

Lista de tabelas

- Tabela 1.** Constituintes da praxeologia.....
- Tabela 2.** Praxeologia no ensino de Biologia.....
- Tabela 3.** Perfil dos professores.....
- Tabela 4.** Quadro Matricial 01.....
- Tabela 5.** Quadro Matricial 02.....

SUMÁRIO

Resumo.....	
Introdução.....	04
Objetivos.....	11
Justificativa.....	11
A Construção Dos Conceitos Do Dogma Central Da Biologia Ao Longo Do TEMPO.....	13
REFERENCIAL TEÓRICO	16
Transposição Didática (TD)	16
Teoria Antropológica do Didático (TAD)	21
Praxeologia e os Momentos de Estudo.....	24
Modelos didáticos no ensino de Biologia.....	27
A sequência didática no ensino.....	30
PERCURSO DA PESQUISA.....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
APÊNDICES.....	40
Apêndice 01- Termo de Consentimento Livre E Esclarecido- Professores	40
Apêndice 02- Termo de Consentimento Livre E Esclarecido- Pais	
Apêndice 03- Termo de Consentimento Livre E Esclarecido – Alunos.....	
Apêndice 04 - Termo de Assentimento Livre E Esclarecido – Alunos.....	
Apêndice 05- Instrumento de Pesquisa Prévio – Professores.....	
Apêndice 06- Instrumento de Pesquisa Prévio – Alunos	
Apêndice 07- Instrumento de Pesquisa Posterior – Alunos.....	

APRESENTAÇÃO DO AUTOR E APONTAMENTOS SOBRE A TRAJETÓRIA DA PESQUISA

Meu ingresso profissional na educação teve início em 1998, quando por meio de concurso público, fui admitido no setor administrativo na Rede Estadual de Ensino do Mato Grosso do Sul, na cidade de Deodápolis. A escola em que fui lotado foi à mesma onde estudei Ensino Médio, o convívio com meus ex-professores, que se tornaram meus colegas de trabalho e muitos me incentivaram a lutar por uma ascensão profissional na carreira do magistério. Decidi fazer o vestibular, e no momento da escolha do curso, a princípio fiquei na dúvida entre Matemática e Ciências Biológicas, entretanto, os anos de convívio no meio rural na infância e adolescência, certamente pesaram na minha decisão pela Biologia e nunca me arrependi.

No ano 2000 fiz o vestibular para o curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, campus de Ivinhema e fui aprovado. Foram quatro longos anos, muitos desafios, mas foi um marco em minha vida, tive excelentes professores, aprendi muito mais do que conteúdos.

Em 2005, já domiciliado em Campo Grande, iniciei a carreira de professor numa escola privada e também no Programa Nacional de Inclusão de Jovens - PROJOVEM. Nesse mesmo ano, fiz dois concursos no magistério, um para Rede Estadual e outro para a Rede Municipal de ensino, e pela graça de Deus, fui aprovado em ambos, sendo empossado no início de 2006.

Almejando o crescimento profissional, em 2007 fiz um curso de especialização em Organização do Trabalho Pedagógico, o qual muito contribuiu para minha vida profissional. Em 2010, fui convidado a atuar também como coordenador da Sala de Tecnologias Educacionais – STE, no período noturno, na mesma escola onde eu já lecionava no período matutino, permanecendo nessa função por cerca de três anos. Em 2014, quando foram implantados os laboratórios de ciências nas escolas da Rede Municipal, após uma seleção interna, passei a atuar como professor de laboratório de ciências, função que desenvolvo até o presente momento.

Além da paixão pelo ensino de Biologia, também trago comigo uma estreita relação com as artes visuais, principalmente o desenho, que uso como recurso didático

em minhas aulas. Sou ilustrador autodidata, e em 2012 fui convidado a fazer parte da Associação dos Ilustradores Científicos do Centro Oeste Brasileiro – AICCOB (Brasília-DF), e por meio desta associação, fiz alguns cursos de ilustração científica e conheci muitos ilustradores. Apaixonado pelo desenho científico, procurei fomentar essa arte por meio de oficinas de ilustração científica em escolas e universidades da região (UFMS, UCDB, UFGD).

Além do desenho, o uso de materiais concretos, orgânicos ou não, é algo frequente em minha prática pedagógica. Materiais como ossos, sementes, frutos, insetos entre outros ou modelos didáticos construídos pelos alunos (células, membrana plasmática, ternários e outros). No conteúdo de citologia, costumo solicitar que os alunos elaborem modelos de células comestíveis como bolos, tortas, doces, pizzas e outros, evitando o descarte de materiais como isopor, muito comum nesses tipos de maquetes. Esse tipo de trabalho acabou tornando-se uma tradição na escola onde trabalho.

Quando entrei para o programa de Mestrado em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, o objetivo era trabalhar o desenho científico na pesquisa para dissertação. Porém no meio do caminho, acabamos mudando o projeto e resolvi investir na proposta do Dogma Central da Biologia – DCB, e na criação de um modelo didático para trabalhar estes conteúdos, considerando a dificuldade de encontrar materiais abordando essa temática. Usando os recursos tradicionais como projetores, notebook e vídeos para o ensino do DCB, percebi a necessidade de algo que permitisse aos alunos melhores reflexões sobre o assunto. A princípio criamos um modelo a partir de materiais reciclados, totalmente artesanal. Entretanto vi que poderia melhorar e criar um modelo que pudesse ser reproduzível por outros professores e que fosse de fácil transporte, manipulação e de material durável. Com algumas ideias na cabeça, lápis e papel, fiz o esboço do projeto, observando também ilustrações dos livros didáticos de Biologia. Com o esboço pronto, a próxima etapa foi definir o tipo de material que seria usado na produção do modelo. Pensei então na possibilidade de produzir o material em impressoras 3D, pois atualmente esses equipamentos já estão sendo usados de forma mais ampla e com os avanços da tecnologia, essas impressoras possivelmente estarão nas escolas num futuro bem próximo. Ao fazer uma busca rápida na internet, encontrei uma empresa que faz impressão 3D em Campo Grande. Como não conhecia nada sobre esse tipo de

impressão, o próximo passo foi pesquisar qual o formato de arquivo de imagem é usado nesse tipo de impressora. As informações sobre impressão 3D que obtive em alguns sites especializados (tecnoblog.net, tecmundo.com.br entre outros), relatam que os objetos a serem impressos devem ser criados em programas de ilustração 3D e depois exportados no formato STL (*Standard Triangle Language*), que é um dos formatos de arquivos usados para a impressão 3D (o formato STL descreve apenas a forma geométrica de um objeto em três dimensões). Com essas informações, passei a pesquisar por programas de ilustração em 3D, e encontrei vários, *ArchiCad*, *AutoCad*, *Lumion 3D* e *SketchUp* e outros. Gostei bastante deste último *que* é um programa utilizado na arquitetura, é bastante intuitivo e relativamente fácil de usar, desta forma, comecei a projetar os desenhos tridimensionais. Foi uma tarefa exaustiva, trabalhando com uma carga horária de 40 horas, além das aulas do mestrado, levei meses para o desenvolvimento dos arquivos 3D, que necessita extrema precisão nas dimensões e traços que formam as imagens, todas milimetricamente calculadas. Posteriormente ao término dos arquivos em 3D e exportação para o formato STL, enviei para o serviço de impressão 3D. Passando-se duas semanas a empresa contratada me ligou avisando que houve um equívoco no orçamento, o preço da impressão das peças saltou para um valor muito superior ao combinado. Isso me deixou bastante chateado e fiz o cancelamento da impressão, concluindo que esses valores tornaria o modelo economicamente inviável.

Mas não desisti da ideia, passei a pesquisar alternativas para confeccionar o modelo que virtualmente já estava pronto. Certo dia, quando fui pegar um *banner* numa gráfica, observei que ali trabalhavam com a confecção de caixinhas e outros objetos em MDF (material constituído de fibra de madeira de média densidade), com cortes bastante delicados e precisos, o ideal para o encaixe de partes pequenas como as bases nitrogenadas do nosso projeto.

Para usar MDF na elaboração do modelo didático tridimensional, era preciso redesenhar cada parte que forma os componentes do modelo, separadamente para depois montar os componentes. Após a plotagem e impressão de todas as partes do modelo, levei-os até a gráfica para orçamento. Os cortes das peças foram orçados em MDF cru (expressão usada nas gráficas para as chapas de MDF com a cor natural, sem tingimentos), na espessura de 3mm.

O projeto ficou com um custo muito baixo, o que me deixou bastante otimista. Alguns dias depois, recebi os cortes de MDF e fiz a montagem do modelo fixando as

peças com cola instantânea de alta resistência. O resultado me agradou bastante, ainda precisei fazer algumas mudanças e adaptações, mas valeu a pena todo o empenho, acredito que será de grande utilidade a todos aqueles que desejam ensinar esses conteúdos tão complexos, de forma lúdica e motivadora.

RESUMO

A Biologia é uma ciência de caráter importantíssimo para a sociedade, pois atua nas grandes descobertas científicas, produzindo numerosos saberes que se expandem cada vez mais, principalmente nos últimos tempos, onde o conhecimento sobre a molécula de DNA tem apresentado ampla abordagem no meio científico e social. Sendo assim, na educação básica, principalmente no Ensino Médio, é imprescindível que os estudantes sejam bem qualificados quanto aos principais conceitos da Biologia moderna, isso inclui necessariamente conhecimentos sobre o material genético dos seres vivos. Por outro lado, o professor necessita aperfeiçoar seus conhecimentos sobre a trajetória dos saberes, pois estes, são produzidos em ambientes distintos da sala de aula, com contexto e motivações diferentes daquelas em que os estudantes vão se encontrar no momento em que se deparam com o saber. Cabe ao professor o processo de transposição didática interna, as recontextualizações necessárias para uma boa aprendizagem. Sendo assim, a presente pesquisa propôs a elaboração de uma Sequência Didática (SD) sobre a temática Dogma Central da Biologia (DCB), para ser aplicado por meio de um modelo didático interativo do DCB, desenvolvido após a análise qualitativa dos dados prévios coletados entre os participantes. A pesquisa teve como suporte teórico a Teoria da Transposição Didática (TTD) e a Teoria Antropológica do Didático (TAD) de Yves Chevallard (1996). A pesquisa foi realizada em uma escola pública da Rede Estadual, em Campo Grande – MS, com professores de Biologia da escola campo e de outras unidades escolares públicas e alunos do segundo ano do Ensino Médio. Na primeira parte da pesquisa investigou-se os desafios dos professores de Biologia, no ensino do DCB e na segunda etapa, foi investigado a aprendizagem dos estudantes sobre os conceitos básicos de Biologia celular: tipos de bases nitrogenadas, complementaridade das bases, replicação semiconservativa, tipos e funções do RNA, transcrição, síntese de proteínas entre outros conceitos. Segundo os professores participantes, o principal desafio de ensinar os conteúdos referentes ao DCB, é principalmente a falta de recursos didáticos. Os docentes afirmaram ainda não terem elaborado modelos didáticos ou participado de formações abordando esses conteúdos. A análise dos dados prévios coletados dos estudantes, revela que a maioria teve dificuldades em responder as questões, mostrando a possível falta de apropriação desses conteúdos. Depois das análises, buscamos desenvolver um modelo didático que atendesse as necessidades reveladas pelos professores e alunos pesquisados. Decidimos fazer as peças do modelo em material que apresentasse boa durabilidade, então optamos por fazer em chapa de MDF de 3mm de espessura. Desenhamos as peças do modelo com bases nas figuras adaptadas dos livros didáticos e encaminhamos para uma gráfica que fez o corte a laser das peças e posteriormente fizemos a montagem. Os estudantes tiveram vivências com material didático desenvolvido na pesquisa, que foi aplicado por meio de sequência didática fundamentada em Zabala (1998), e nos momentos de estudos e praxeologia da Teoria Antropológica do Didático (TAD). Após as vivências, foram realizadas coletas de dados por meio de questionários referentes as informações do DCB. Os dados coletados na pesquisa foram analisados de acordo com o método de análise de conteúdo de Bardin (2011). A pesquisa teve como expectativa contribuir com o ensino de citologia, especialmente o DCB, no que se refere a topografia celular, molécula de DNA,

replicação do DNA, molécula de RNA, transcrição da molécula de DNA em RNA e síntese de proteínas. O estudo analisou ainda as condições de trabalho dos professores, quanto a presença ou não de laboratórios de Biologia e a disponibilidades de materiais pedagógicos para ensino de Biologia complementares ao uso do livro didático. Fazemos uma abordagem de como o ensino de temas tão abstratos como o DCB são vivenciados pelos educadores frente aos desafios de recontextualizar ou ressignificar esses saberes científicos, transpondo-os como saberes escolares. Como fazer uma transposição didática interna eficiente, ou ainda quais recursos utilizar como elementos mediadores da transposição didática? São questões como estas que permeiam este estudo, trazendo para o centro das discussões o uso de modelos didáticos como uma proposta de transposição didática para o ensino do DCB no Ensino Médio.

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO

A ciência e a tecnologia estão cada vez mais presentes na sociedade, inseridas em diversos setores da vida contemporânea (saúde, alimentação, cosméticos e etc.), e vem promovendo múltiplas e constantes transformações sejam econômicas, sociais ou culturais. Nestes aspectos a Biologia é uma ciência de caráter importantíssimo, pois tem atuado nas grandes descobertas científicas, produzindo uma gama sem precedentes de saberes. Áreas biológicas como a citologia e a genética, tem se expandido progressivamente, gerando informações que extrapolam o meio acadêmico e atingem o público em geral através dos meios de comunicação em massa como a televisão e a internet (PEDRANCINI, 2007). O modelo de dupla hélice do DNA proposto em 1953 por Francis Crick e James Watson (Alberts, 1998) é provavelmente, uma das estruturas moleculares mais representadas atualmente. É utilizada até mesmo como *marketing* para vendas em rótulos e em comerciais de vários produtos, e, também como ícone da ciência e modernidade em diversos eventos. Porém, a maior parte da população mundial não compreende esses conteúdos científicos, possivelmente pela própria natureza abstrata desses conceitos, como é, por exemplo, o caso da estrutura da molécula de DNA, os genes, sua replicação, a síntese de proteínas, dentre outros (JANN e LEITE, 2010). Nos processos de escolarização a apropriação do conhecimento científico pelos alunos do ensino básico, é um direito dos estudantes e imprescindível para compreensão do mundo moderno, nesse sentido, podemos entender que se faz necessário que o ensino de Biologia seja consistente e não apenas propedêutico, principalmente porque aponta para importantes questões ligadas a saúde, produção de alimentos, reprodução e outros. Por razões como estas precisamos formar cidadãos educados cientificamente e capazes de desenvolver o pensamento críticos diante de questões tão relevantes.

Para o ensino de Biologia, os Parâmetros Curriculares do Ensino Médio - PCNEM, (2000) deixam clara a necessidade da descrição do material genético em sua estrutura e composição, vinculada a uma abordagem que permita o desenvolvimento de um posicionamento crítico relativo ao conjunto das construções e intervenções humanas no mundo, como temos visto atualmente nos processos de clonagem e produção de organismos transgênicos (FERREIRA e JUSTI, 2004). Conteúdos como divisão celular,

especialmente a mitose explica, por exemplo, como as células se multiplicam gerando crescimento, regeneração de tecidos e até mesmo doenças como o câncer, quando o ciclo tem seus controles alterados (Alberts, 1998). Estes saberes são diretamente ligados ao estudo do material genético das células o DNA (ácido desoxirribonucleico), que contém as informações hereditárias dos seres vivos, e das moléculas de RNA (ácido ribonucleico), responsáveis pela síntese de proteínas (Alberts, 1998). São conteúdos importantes no Ensino Médio, entretanto, para que os alunos consigam entender estes saberes, logicamente é necessário um bom entendimento dos conceitos de estrutura do DNA e RNA e seus respectivos mecanismos de atuação, denominados como Dogma Central da Biologia (DCB).

Estes saberes são complexos, devemos considerar que a exposição de conteúdos teóricos e de imagens planas no livro texto ou mesmo projetadas, pode não ser suficiente para que ocorra a compreensão satisfatória desses conceitos, o que torna necessário a introdução de novas metodologias e recursos que aperfeiçoem a aprendizagem.

O ensino do DCB envolve o estudo da Biologia molecular, trata-se de moléculas químicas conhecidas como ácidos nucleicos, que armazenam todas as informações genéticas dos seres vivos (Griffiths, 2006). As moléculas menores que formam o DNA, denominadas de nucleotídeos são diferenciadas apenas por quatro tipos de bases nitrogenadas: Timina, Citosina, Guanina e Adenina formando pares complementares (Timina – Adenina e Citosina – Guanina) no complexo “quebra-cabeça” da vida (Griffiths, 2006; Albert, 1998). Desta forma, o ensino de citologia, incluindo os processos intracelulares como a replicação do DNA, transcrição do DNA em RNA e a síntese de proteínas (Tradução), não se constitui em uma tarefa fácil na educação básica, pois envolvem conhecimentos da biologia molecular, em que se concentra elevado grau de abstração (Lazzaroni e Teixeira, 2027).

Estes saberes são oriundos de décadas de pesquisas científicas para serem ensinados em poucas aulas no Ensino Médio, o que certamente contribui para tornar o trabalho do professor uma tarefa exaustiva, principalmente para despertar a atenção e interesse dos alunos para aprender tais conteúdo. Outro agravante é a escassez de recursos pedagógicos disponíveis para o professor da escola pública, a maioria não tem laboratórios ou aparelhagens como microscópios para auxiliarem nas aulas de Biologia.

Entretanto, não se pode negar o ensino destes saberes, se faz necessária a busca de metodologias inovadoras que favoreçam ao aluno vivenciar as etapas do conhecimento científico de forma reflexiva, possibilitando ao estudante a devida apropriação desses saberes.

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

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

Segundo Ferreira e Justi (2004), estudos apontam que a maioria dos alunos do Ensino Médio no Brasil tem muita dificuldade de compreender conceitos básicos relacionados ao estudo dos ácidos nucléicos. Diversos fatores podem estar relacionados a esses resultados, pode ser situações decorrentes do grau de complexidade do conteúdo, da dificuldade de contextualização ou a ausência de recursos didáticos que favoreçam o ensino desses conteúdos durante as aulas. Nesse sentido, entendemos que o uso de material didático para o ensino de conteúdos como o DNA/RNA e a síntese proteica pode ser uma excelente alternativa no processo de ensino e aprendizagem, pois oportuniza ao aluno maior e melhor interação como o objeto de estudo, podendo promover uma aula mais produtiva e enriquecedora para alunos e para o professor.

No ensino de Biologia e outras ciências o uso de modelos didáticos tem se mostrado eficiente, pois favorece a interação entre os alunos e o professor o que pode

promover discussões e diálogos contribuindo de forma significativa para a formação dos estudantes. Nesta perspectiva, ORLANDO et al (2009) afirma que o ensino de citologia é uma das áreas da Biologia que mais necessita do desenvolvimento e emprego de materiais didáticos de apoio ao livro texto, pois trabalha com conceitos abstratos e aspectos microscópicos. Sobre a aprendizagem dos conceitos biológicos por alunos da educação básica, PEDRANCINI (2007) chama atenção para a realidade apontada por pesquisas em que esses estudantes apresentam dificuldades na construção do pensamento biológico, mantendo ideias alternativas em relação aos conteúdos básicos da Biologia. A autora afirma que pesquisas revelam, por exemplo, que a maioria dos estudantes destes níveis de ensino apresenta uma ideia sincrética, portanto, pouco definida sobre célula, organelas e núcleo celular, confundindo-os com os conceitos de átomo. Para Pedrancini (2007), falta uma proposta que seja eficiente para o ensino de citologia, que possibilite aos alunos uma melhor compreensão de temas atuais como a biotecnologia, conteúdo ligado aos conceitos do DCB.

Diante dessa realidade, parece evidente que o modo como o ensino é organizado e conduzido está sendo pouco eficaz em promover o desenvolvimento conceitual. Um exemplo das implicações do ensino promovido dessa forma é a incompreensão ou compreensão equivocada dos atuais avanços biotecnológicos, tais como: a transgenia, o mapeamento e sequenciamento de genomas, clonagem de organismos, células-tronco, entre outros. PEDRANCINI (2007, p. 300)

Com relação ao ensino de Biologia, os PCNEM esclarecem a necessidade da descrição do material genético em sua estrutura e composição, vinculada a uma abordagem que permita o desenvolvimento de um posicionamento criterioso relativo ao conjunto das construções e intervenções humanas no mundo, tais como nos processos de clonagem e produção de organismos geneticamente modificados. Cabe também nesse contexto, trabalhar com o aluno no sentido de ele perceber que a estrutura de dupla hélice do DNA é um modelo construído a partir dos conhecimentos sobre sua composição química, promovendo assim, interdisciplinaridade. (BRASIL, 2000; FERREIRA e JUSTI, 2004. p. 39).

Nesta perspectiva, o presente trabalho apresenta uma proposta didática para trabalhar o Dogma Central da Biologia (DCB), por meio de modelos didáticos interativos e dinâmicos, podendo contribuir no ensino de citologia, especificamente os conceitos de DNA e RNA, a localização dessas moléculas no meio celular, assim como os mecanismos de replicação,

transcrição e tradução, que juntos formam o Dogma Central da Biologia. Nesta proposta empregou-se como prática inovadora e lúdica, o uso de um modelo didático para o ensino do DCB numa proposta de Transposição Didática Interna (TDI) para o Ensino Médio. Acreditamos que o uso de modelos no ensino do DCB possibilita ao professor fazer diversas inferências durante o processo de manipulação e vivência com o material didático, explicando aos estudantes conceitos fundamentais de genes, DNA, RNA e síntese de proteínas entre outros que normalmente são difíceis de serem compreendidos em aulas simplesmente expositivas.

O ensino por meio das vivências com material didático desenvolvido na pesquisa corrobora com Zabala (1998), no sentido em que aponta para um trabalho pedagógico, cujos conteúdos não se limitam aos conceitos, mas também procedimentos e atitudes, pois oportuniza ao aluno a manipulação de material, podendo conduzi-los a diversas reflexões e experiências em grupo, promovendo interação dos alunos e dos mesmos com o professor. Ainda Segundo Zabala (1998), o desenvolvimento dessas relações é muito relevante, pois favorecem o estudo em turmas formadas por estudantes com diferentes potencialidades e níveis de cognição, e é importante que o professor perceba essas diferenças para fazer as intervenções necessárias de forma que possa auxiliar aos alunos a superarem suas dificuldades, cada um em seu nível de aprendizagem.

A base teórica desta pesquisa é a Teoria da Transposição Didática (TTD) e a Teoria Antropológica do Didático (TAD). Essas teorias foram trabalhadas pelo teórico francês Yves Chevallard. Na teoria da Transposição Didática (Chevallard, 1991) o saber escolar ou a ensinar é resultante de transformações do saber sábio durante seu trajeto, desde as pesquisas científicas em que são gerados, até tornarem-se objetos de ensino. Entendemos que uso de modelos didáticos pode ser um recurso importante na práxis docente, pois proporciona ao aluno sair da abstração teórica proporcionada pelo livro didático, para um encontro com um material concreto, manipulável, podendo levar o educando a uma reflexão epistemológica.

Nessa proposta de ensino o aluno poderá compreender cada uma das etapas do DCB por meio de material pedagógico na forma de modelo didático interativo, vivenciando a representação concreta dos fenômenos biológicos, o que pode configurar

um caminho a reflexão. Nesse sentido Oliveira e Caldeira (2015) argumentam que apesar da natureza das ciências estarem bem definida e descrita na literatura, há carência de materiais didático-pedagógicos. O uso de modelos didáticos no ensino de citologia com objetos tridimensionais e coloridos podem ser utilizados como auxiliares do aprendizado, complementando o conteúdo escrito e as figuras planas e, muitas vezes, descoloridas dos livros-texto. Além do lado visual, esses modelos permitem ao estudante manipular o material, visualizando-o de vários ângulos, ampliando assim a compreensão sobre o conteúdo abordado (ORLANDO et al, 2009).

Desta forma o ensino do DCB, com uso de modelos didáticos e organizado na forma de uma sequência didática fundamentada nos Momentos de Estudos da Teoria Antropológica do Didático de Yves Chevallard, pode contribuir com os processos de ensino de Biologia.

Esta pesquisa foi desenvolvida na forma de sequências didáticas que norteou a condução dos trabalhos vivenciados pelos alunos. De acordo com ZABALA (1998), uma sequência didática é o conjunto de atividades escolares sistematicamente organizadas com um objetivo definido, no caso desta pesquisa, o ensino do DCB. Nossa proposta para o ensino de citologia, transposto por meio de modelo didático interativo, tem potencial de proporcionar maior interação entre docentes e estudantes nas unidades de ensino. ZABALA (1998), fala da importância da relação professor/aluno e no desenvolvimento de atividades que possam levar os alunos a serem protagonistas do processo de ensino/aprendizagem e a desenvolverem habilidades como o diálogo, o trabalho em grupo, a elaboração de questionários, pesquisas, entre outras ações motivadoras, que podem tornar as atividades da sequência didática significativas e funcionais. Segundo Bassoli (2014), é dever dos professores a elaboração de estratégias metodológicas que favoreçam uma maior interatividade entre os objetos de estudo e os alunos, assim como entre os alunos e ainda entre alunos e professor. Nesse sentido, a vivência com os modelos didáticos mediados pelo professor, pode contribuir para a aprendizagem, já que os estudantes têm oportunidade de manipular os materiais, direcionados por uma sequência didática elaborada pelo professor em um processo de transposição didática interna que agrega potencial de favorecer o processo de ensino e aprendizagem.

2. OBJETIVOS

Objetivo geral:

Verificar como a vivência de um modelo didático referente ao Dogma Central da Biologia pode contribuir no ensino de citologia em uma escola pública do município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

Objetivos específicos:

Analisar as concepções dos professores de biologia quanto aos desafios do ensino do Dogma Central da biologia;

Desenvolver um modelo didático para o ensino de citologia, especificamente o Dogma Central da Biologia.

Desenvolver uma sequência didática para o Ensino do Dogma Central da Biologia.

Investigar o efeito que a vivência com o modelo didático referente ao DCB proporciona no ensino de conceitos tais como: regiões celulares do DCB, Molécula de DNA e sua estrutura, Duplicação do DNA, Molécula de RNA, Transcrição da molécula de DNA em RNA, Síntese de Proteínas – Tradução.

3. JUSTIFICATIVA:

A importância deste trabalho está relacionada ao grau de dificuldade do tema estudado e a exigência de abstração do mesmo. Como o Dogma Central da Biologia aborda fenômenos moleculares de alta complexidade, a vivência dos estudantes com modelos didáticos como complemento ao livro texto, pode otimizar a compreensão dos estudantes, pois vai além das figuras planas, trata-se de um material manipulável, dinâmico e para ser trabalhado em grupos de alunos mediados pelo professor de Biologia, estimulando os alunos na construção dos conhecimentos do DCB.

De acordo com o referencial teórico da Rede Estadual de Ensino de Mato Grosso do Sul, os alunos do Ensino Médio deverão desenvolver as seguintes habilidades relativas a Biologia celular e molecular: identificar o papel do núcleo dando continuidade ao conhecimento adquirido sobre as interações que ocorrem nas atividades celulares; conhecer os ácidos nucleicos quanto às suas características principais reconhecendo-os como parte das atividades celulares. Esta pesquisa poderá proporcionar aos alunos vivências de cada uma das etapas do DCB de forma reflexiva e ao mesmo tempo lúdica e o desenvolvimento e uso de modelos didáticos justifica-se devido ao grau de complexidade do conteúdo e também pela carência de laboratórios e outros recursos nas escolas.

4. OS CONCEITOS RELACIONADOS AO DOGMA CENTRAL DA BIOLOGIA AO LONGO DO TEMPO

A descoberta da estrutura do DNA, bem como todo conhecimento científico, deve ser apresentada como um conhecimento humanamente produzido em um dado contexto histórico, afirma os PCNEM (BRASIL, 2000). Nessa perspectiva, introduziremos alguns aspectos históricos do DNA em relação a construção do seu conhecimento ao longo dos séculos.

A sigla DNA vem do inglês *Deoxyribonucleic acid*, em português a correspondente é ADN - ácido desoxirribonucleico. É uma longa molécula orgânica, constituída por uma cadeia dupla de moléculas menores denominadas nucleotídeos, espiraladas de forma helicoidal e unidas de forma transversal através de pontes de hidrogênio. Cada nucleotídeo é composto por três partes: uma molécula de açúcar (desoxirribose), um grupamento fosfato (PO^4) e uma base nitrogenada (Alberts, 1998). As bases nitrogenadas Adenina e a Guanina contêm dois anéis carbônicos, sendo chamadas de purinas; as bases Citosina e a Timina são conhecidas como pirimidinas. A base Adenina se liga com a Timina (A-T) e a base Guanina se liga com a citosina (G-C), formando cadeias complementares. Assim, as informações genéticas estão armazenadas na forma de ácidos nucléicos. (Alberts, 1998, Lodish, 2006; Vieira et al 2010).

Os ácidos nucléicos foram descobertos em 1869 por Friedrich Miescher (Alberts, 1998). No início do século XX o bioquímico Kossel evidenciou a existência de dois tipos de ácidos nucléicos: o ácido desoxirribonucleico (DNA) e o ácido ribonucleico (RNA). O DNA contém o gene enquanto que o RNA serve como agente intermediário na atividade do gene. O RNA mensageiro (RNAm) é transcrito a partir do DNA e traduzido em sequências de aminoácidos que formam as proteínas (Lodish, 2006; VIEIRA et al 2010). Mas toda essa gama de conhecimento científico possui uma trajetória histórica foram séculos de estudos e descobertas, desenvolvimento de aparelhagens, aprimoramento de técnicas e outros fatos importantes na história da ciência. Desde a descoberta da célula, atribuída ao inglês em Robert Hooke em 1663 (Junqueira e Carneiro, 2000), até as proposições da teoria celular dos biólogos alemães Theodor Schwann e Mathias Jakob Schleiden, em 1838, passaram-se quase dois séculos. (Silva & Aires, 2016). Quando então lançaram a ideia de que os seres vivos são

formados por células, dando início ao desenvolvimento da Teoria Celular e os estudos das microestruturas presentes nas células, entre elas o núcleo celular no qual estão concentradas as moléculas químicas que contêm as informações genéticas dos seres vivos (COOPER, 2000). Em 1865, Jhoan Gregor Mendel estudou a transmissão das características hereditárias com ervilhas cultivadas por ele. Em 1865, Mendel supõe que as características hereditárias são transmitidas dos pais para os filhos por “fatores” (genes) que se separam na formação dos gametas (Snustad et al ,2001). Mendel descobriu as leis fundamentais da herança genética e seus padrões matemáticos, publicou em 1865 “Experimentos com Hibridização de Plantas”, no entanto, Mendel foi ignorado pois era um homem que estava à frente do seu tempo. Nessa mesma época, o inglês Charles Darwin estudava a origem das espécies e buscava uma explicação para as características observadas nos seres vivos e propôs a Origem das Espécies por meio da Seleção Natural, postulada por Darwin e Wallace (Snustad et al, 2001). O suíço Friedrich Miescher, em 1869, isola a partir de secreções purulentas em humanos, uma substância com alto teor de fosfato, denominada nucleína pois foi encontrada no núcleo de linfócitos, essa foi a primeira preparação de DNA (MICKLOS, 2001). Porém não estabeleceu nenhuma relação entre a molécula com outros fenômenos celulares. Em 1882 os cientistas Walter Flemming e Eduard Strasburger identificaram estruturas em forma de bastão no interior do núcleo celular e deram o nome de cromossomos, associando-os ao processo de divisão celular, descrevendo então a mitose. Entre 1880 e 1890 o alemão Theodor Boveri observa que o número de cromossomos em células germinativas em um determinado estágio, reduzia-se à metade, sendo o primeiro indicio de meiose (MICKLOS, 2005).

August Weismann nos anos de 1883 a 1885 percebeu distinção fundamental entre as células que compõem os tecidos e as células produzidas nos órgãos sexuais (gametas). Em 1900 os cientistas Hugo De Vries, Carl E. Correns e Erich von Tschermak redescobriram os trabalhos de Mendel, o que provocou interesse de alguns cientistas na determinação dos fatores Mendelianos. William Bateson, biólogo inglês da Universidade de Cambridge foi um dos que ajudou na divulgação dos trabalhos de Mendel. Em 1905, usou o termo “genética” pela primeira vez. Então, no início do século XX, o estudo dos cromossomos tornou-se um assunto importante entre a comunidade científica. Podemos destacar William Sutton (1877-1916) que realizou

estudos de Meiose em Gafanhotos, publicando seu trabalho em 1902, confirmando a redução do número cromossômico na meiose.

O conceito de genes como parte dos Cromossomos surge com os estudos de Walter Sutton e Theodor Boveri, confirmando os estudos de Mendel sobre a separação independente dos genes na formação dos gametas. A primeira evidência dos Cromossomos sexuais foi descoberta por Nettie Stevens em 1905, em seus estudos com besouro *Tenébrio*. O par de heteromórficos foi classificado como X, o que ocorria tanto em machos quanto fêmeas e denominou Y o outro cromossomo que nunca ocorre nas fêmeas (MICKLOS, 2001). Em 1909 W. L. JOHANNSEN, fisiologista vegetal e geneticista dinamarquês introduz o termo genótipo para designar a unidade mendeliana das características dos indivíduos e fenótipo para as características externas. No entanto, ainda não havia uma associação entre o DNA e as características hereditárias, apenas falava-se que havia nas células, uma molécula que seria o “princípio transformante” termo cunhado por Frederick Griffith em 1928 e que as proteínas seriam responsáveis pela propagação hereditária. Em 1944 (ver esta data) Oswald Avery e seus Colaboradores identificam através de experimentos a natureza química do DNA, e este como princípio transformante. Em 1950 o austríaco Erwin Chargaff considera que o DNA armazena informações genéticas, descobrindo que a quantidade das bases nitrogenadas Adenina e Timina era aproximadamente a mesma, assim como as bases Citosina e Guanina, o que ficou conhecido como a regra de Chargaff. A partir de 1950, ocorre uma verdadeira corrida para descoberta da estrutura do DNA, que foi apresentada pelos cientistas Francis Crick e James Watson em 1953, após estudarem o trabalho de Linus Pauling sobre Estrutura de Moléculas e observarem as imagens da estrutura de DNA por difração de raios X, de propriedade de Rosalind Franklin. Os pesquisadores então montaram o modelo da molécula de DNA com duas cadeias de nucleotídeos, formando uma dupla hélice. O trabalho de Watson e Crick foi publicado em Abril de 1953, rendendo-lhes o Prêmio Nobel de Medicina da época. Depois da apresentação do modelo de Watson e Crick o DNA foi considerado o material genético, pois a sua própria estrutura já apontava como poderia ocorrer a sua replicação e como era armazenada as informações genéticas. Posteriormente, Watson e Crick publicaram mais outros trabalhos falando sobre o assunto e discutindo as implicações moleculares do modelo na genética, comentando sobre a replicação do DNA. Em 1958, Francis Crick introduziu a expressão “dogma central” para descrever a fluência das informações

genética dentro das células, a partir do DNA e deste para o RNA que é traduzido para a proteína. Para explicar Crick criou um simples diagrama para resumir essas relações.

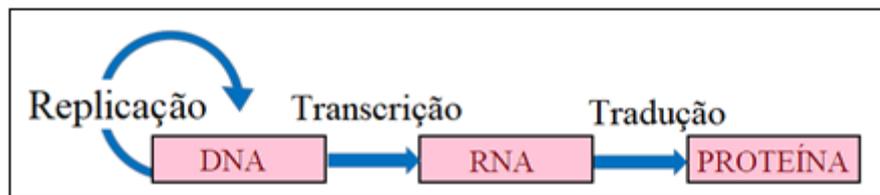


Figura 1. Diagrama criado por Francis Crick (adaptação com base em Griffiths 2006)

Na esquerda a seta circular representa a replicação do DNA (figura 1), processo pelo qual uma cópia do DNA é produzida. Esse processo torna possível que cada uma das duas células-filhas resultantes da divisão celular, apresente uma cópia de todo o DNA da célula genitora. A outra seta liga o DNA ao RNA (figura 1), representando como a sequência dos pares de bases em um gene (DNA) é copiada para uma molécula de RNA, este processo é a transcrição. Um grupo de moléculas de RNA sintetizada por meio da transcrição é o RNA mensageiro, ou RNAm, que é o molde para a síntese proteica (Alberts, 1998; Griffiths, 2006). A última seta (figura 1), simboliza a síntese proteica ou a tradução da informação contida na sequência de bases específica no RNAm em uma sequência de aminoácidos que compõem uma proteína e estas produzem os componentes estruturais das células. O processo de tradução acontece nos ribossomos, que se encontram no citoplasma de cada célula (Griffiths, 2006). O código genético é escrito em trincas de bases nitrogenadas, os códons. Cada códon é responsável por aminoácido em uma proteína, por exemplo, o códon ACG identifica o aminoácido *glutamina*, AUC *isoleucina* e assim sucessivamente. Um fator curioso é que Crick escolheu a palavra dogma pensando que ela significava “hipótese”, pois essa era a intenção dele, não sabendo ele que na realidade dogma significa “*uma crença que deve ser aceita sem dúvidas*” (Griffiths, 2006).

5. REFERENCIAL TEÓRICO

O presente trabalho está fundamentado em teorias que estudam os processos de ensino, a relação triangular professor – aluno – saber, e a prática pedagógica no ambiente sala de aula. Nesse sentido, nos respaldamos na Teoria da Transposição Didática (TTD) e Teoria Antropológica do Didático (TAD) do Teórico francês Yves Chevallard. São teorias originadas no campo da matemática na França, porém tem sido utilizada no Brasil em outros países para estudos em áreas como a Biologia, Química, Física entre outras.

5.1. A Transposição Didática

O termo Transposição Didática foi usado pela primeira vez em 1975, pelo sociólogo francês Michel Verret, em sua tese de doutorado (Siqueira, 2006; Weckerlin e Machado, 2013) e levado para o âmbito da didática da matemática na década de 80, pelo matemático francês Yves Chevallard (BROCKINGTON e PIETROCOLA, 2004). Chevallard propagou amplamente esta teoria, publicando livros e diversos artigos, tornando-se a principal referência nesse campo de estudo, sendo citado em diversas pesquisas em ensino de Matemática, Biologia, Química entre outras áreas do conhecimento, no Brasil e em outros países.

Os estudos de Chevallard sobre a TD chamam a atenção de pesquisadores, professores e outros grupos sociais sobre a importância de se entender os processos que envolvem a produção e comunicação dos saberes e a qualidade da formação dos estudantes. Segundo PERRELLI (1996), a TD é uma teoria com foco no estudo dos saberes e nas modificações que estes sofrem durante o processo de sua disseminação. Trata de questões relacionadas tanto ao saber do cientista quanto à elaboração de um objeto de saber para ser ensinado nas escolas. Esta teoria discute também as relações entre os sistemas de ensino e o ambiente social do entorno, permitindo identificar alguns elementos que interferem na escolha dos conteúdos escolares. Chevallard (1991) define a TD como o conjunto das transformações sofridas pelos saberes em uma trajetória que

vai desde suas origens, ou seja, das pesquisas em que são produzidos, até sua chegada à sala de aula como um produto didático.

“Um conteúdo de saber que tenha sido definido como saber a ensinar, sofre, a partir de então, um conjunto de transformações adaptativas que irão torná-lo apto a ocupar um lugar entre os objetos de ensino. O ‘trabalho’ que faz de um objeto de saber a ensinar, um objeto de ensino, é chamado de transposição didática.” (CHEVALLARD, 1991, p. 39).

Em sua obra, com o título francês *“La transposition didactique du savoir savant au savoir enseigné.”* (A transposição didática, do saber sábio ao saber ensinado), Chevallard destaca os sistemas de saberes em três categorias: O *“savoir savant”* (saber sábio), aquele produzido por pesquisadores em seus trabalhos científicos, comunicado através de meios específicos como revistas científicas e periódicos. Esse saber não vai diretamente para os livros didáticos, devido a linguagem técnica, restrita aos pesquisadores e instituições de pesquisas. Para o saber sábio tornar-se um saber a ser ensinado, é necessário passar por modificações, o que implica na *despersonificação, descontextualização e desincretização* desses saberes, estes são os imperativos da Transposição Didática. A despersonificação começa ainda no âmbito científico, porque no processo de textualização do saber para que seja publicado e assim divulgado nas revistas e periódicos especializados, muito das dimensões dos problemas em que o pesquisador estava inserido, inevitavelmente se perde devido à publicidade do saber, pois na forma textual da pesquisa não podemos conhecer, por exemplo, os seus recuos, avanços, reflexões, motivações pessoais e outras particularidades que não acompanham o texto escrito. A desincretização ocorre porque os saberes produzidos na pesquisa não são publicados na íntegra nos livros didáticos, o que provoca o desincretismo, ou seja, o desligamento ou ainda, certa desarticulação dos saberes. Para Chevallard a descontextualização dos saberes mostra que estes podem passar por modificações que os distanciam do problema original da pesquisa, ou seja, seu próprio sentido (Chevallard, 1991; Perrelli, 1996, Pereira, 2016;).

A primeira transposição é classificada (Chevallard 1985 apud Perrelli, 1996), como Transposição Didática Externa (TDE), porque ocorre fora da sala de aula, é o currículo formal, determinado pela noosfera, da qual falaremos mais adiante. Já a transformação do saber a ser ensinado em saber ensinado, ou seja, aquele que é ensinado na escola, pelo professor ao aluno, depois das modificações adaptativas ou

recontextualização realizadas pelo professor, é classificado por Chevallard como Transposição Didática Interna (TDI), pois ocorre dentro da sala de aula, sendo esse o currículo real (PERRELLI, 1996; Weckerlin e Machado, 2013).

Na figura 2.1, podemos observar os processos que envolvem a TTD em seus diferentes níveis ou ambientes. Da origem dos saberes, o saber sábio, produzido por meio de pesquisas científicas, discutido e publicado em meios específicos, é filtrado pela noosfera e sofre didatização, sendo transformado em saber a ser ensinado, ou conteúdos escolares. Este por sua vez, sofre novas recontextualizações pelo professor (P), o agente da TD, e se torna saber ensinado ao aluno (A), o sujeito da TD.

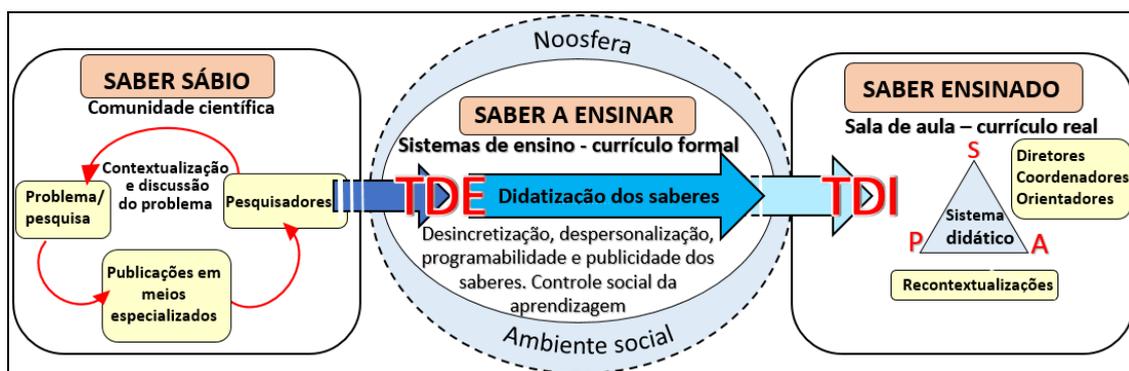


Figura 2.1. Transposição Didática: Saber sábio; saber a ensinar e saber ensinado. Didatização dos saberes: Processos da TTD. (Imagem autoral).

A TDE ocorre nos Sistemas de Ensino, controlando os sistemas didáticos, existe um grupo de formação heterogênea, denominado por Chevallard de Noosfera (figura 2.2). Esse grupo é constituído de diversos seguimentos ou representantes dos grupos sociais. São professores, associação de professores, representantes dos sistemas políticos, pais de alunos, especialistas de áreas, cientistas e outros que pensam algo sobre o ensino e nele atuam no sentido de renovar, modificar o saber a ser ensinado. A noosfera atua filtrando os saberes e adequando-os aos sistemas didáticos, fazendo uma transposição institucional, ou seja, a transposição de saberes de forma que possam configurar como objeto de ensino nas instituições de ensino (PERRELLI, 1996). É a noosfera que decide quais saberes se tornarão em saberes escolares, e normalmente, não é percebida pelos professores, até que apareçam conflitos entre o ambiente externo e o sistema didático. A noosfera atua nesses conflitos, promovendo reformas no ensino e interferindo no sistema didático e consequentemente na relação professor – aluno –

saber. Na figura 2.2, representamos de forma esquemática, o que Chevallard denomina de noosfera e de seus componentes. No centro está o sistema didático, como já citado, composto pela triangulação professor – saber – aluno. E do lado externo, o ambiente social (entorno), onde surgem os conflitos.

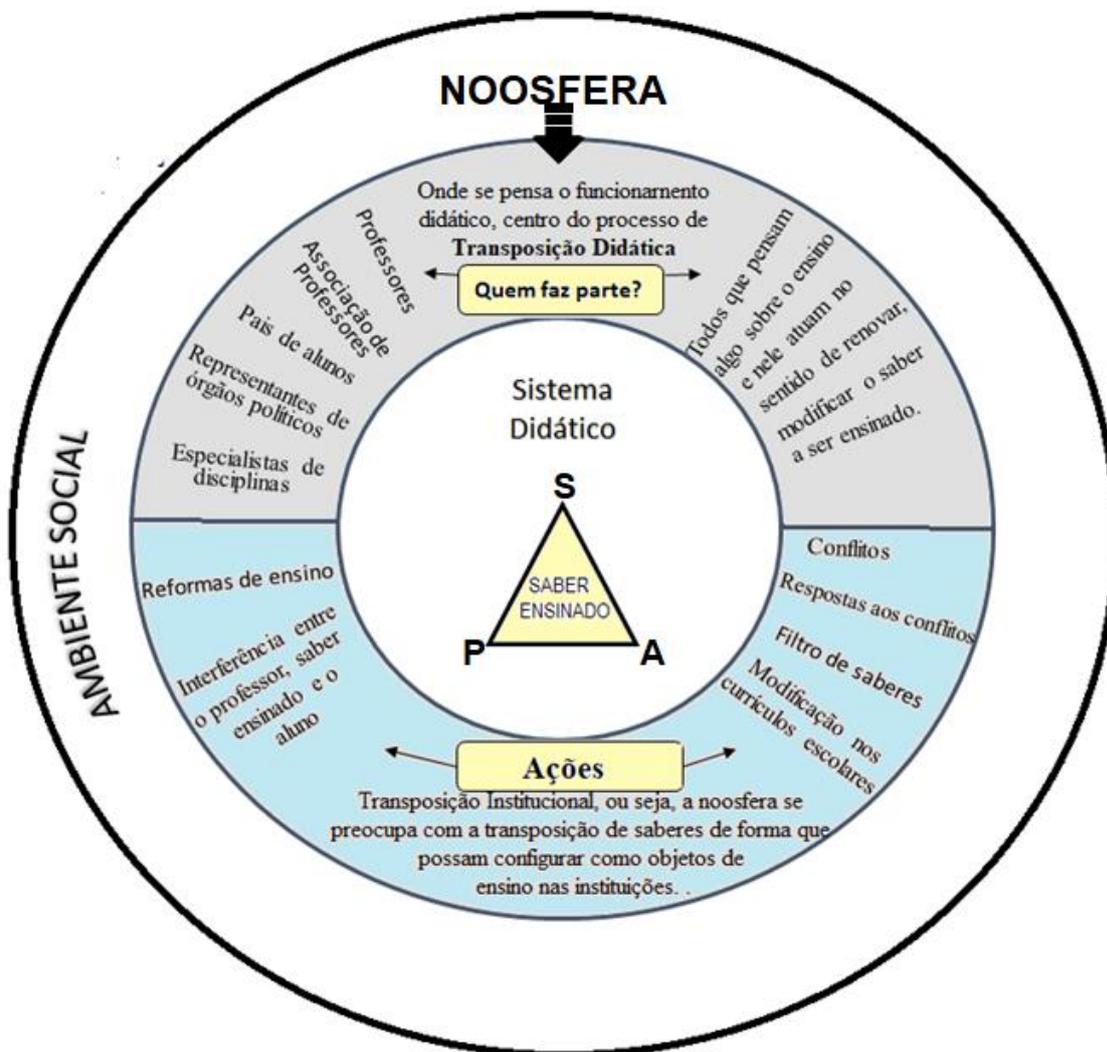


Figura 2.2. Os componentes da noosfera e suas ações (imagem autoral).

Chevallard considera o saber a ensinar, que ocorre externamente à sala de aula, como o currículo formal e o saber ensinado, que ocorre internamente, como o currículo real, aquele que acontece na prática. E que estas modificações não são apontadas por Chevallard como boas ou ruins, porém necessárias ou até mesmo inevitáveis (PERRELLI, 1996).

Para Zanardi (2013), a TD possibilita ao professor analisar de forma epistemológica a sua prática pedagógica, pois se trata de um referencial para análise do processo didático, oferecendo ao professor condições de entender o objeto de ensino e seu processo de construção. [...], “*pois abre a possibilidade do professor praticar a vigilância epistemológica e verificar se o que ele ensina está de acordo com os objetivos traçados, uma vez que com a compreensão e vigilância desse processo, o professor pode organizar e estruturar os saberes que ele deseja ensinar*” (ZANARDI, 2013. p. 604). O processo de adaptação do saber sábio para ensinável pode causar distorções conceituais no objeto ensinado. É tarefa dos agentes do sistema de ensino, principalmente os professores, exercer a vigilância epistemológica para que essas distorções não ocorram. Assim, esse processo preserva a distância necessária entre o saber sábio e o saber escolar, ao mesmo tempo em que garante que tal separação não cause erros conceituais ao objeto de saber (PEREIRA et al, 2016). Em relação a vigilância epistemológica PERRELLI afirma:

Exercer a vigilância epistemológica é pensar, antes de qualquer reforma dos conteúdos escolares, na inevitabilidade do processo da Transposição didática. O quê, por que e até onde são inevitáveis ou evitáveis estas transformações? Onde podemos efetivamente operar enquanto integrantes da noosfera? Que saber é este que se apresenta de forma tão natural, tão sem história, tão evidente, tão atemporal e impessoal como saber a ser ensinado nas escolas? Qual a sua origem? Exercer a vigilância epistemológica é pensar que a fabricação de um objeto de ensino das disciplinas científicas começa muito antes da escola. É pensar que as configurações que assumem os saberes escolares não são fruto apenas dos desejos do sistema didático. As transformações decorrentes da textualização do saber e as pressões da noosfera exercem, certamente, fortes influências na modelagem do saber a ensinar (PERRELLI, 1996. p.87).

Nessa perspectiva, nossa pesquisa se imbuí em ensinar os conceitos relacionados ao ensino do DCB, por meio de modelos didáticos concretos como recursos desenvolvidos sob o alicerce da Transposição Didática Interna (TDI) e organizados em sua etapa vivencial na forma de sequência didática, dentro do sistema didático, entreposto na relação saber – professor – aluno. O material didático é representativo, com configuração semelhante às imagens do livro texto, porém na forma tridimensional e manipulável. Com o apoio do conteúdo do livro didático (saber a ser ensinado) os estudantes ao manipular as peças para organizar os eventos moleculares do DCB estarão sujeitos de forma ativa a TDI proposta e mediada pelo professor.

5.2. Teoria Antropológica do Didático

Várias pesquisas na área de Ensino apontam dificuldades enfrentadas por professores quanto ao planejamento das aulas e a concretização do objetivo desse plano de ensino, ou seja, o aprendizado do aluno (SANTOS e MENEZES, 2015). Diante desse desafio, vamos de encontro à Teoria Antropológica do Didático (TAD), uma possibilidade para professor rever sua práxis, refletir sobre sua epistemologia e melhorar a aprendizagem de seus alunos, pois a TAD permite reflexões sobre as relações estabelecidas entre indivíduos, objetos de ensino e o ecossistema ou ambiente sala de aula. Compreendemos que este termo ecossistema, na TAD se aplica ao local onde o sistema didático desenvolve-se, pois tem a sua própria ecologia (SANTOS e MENEZES, 2015). A TAD pode ser entendida como uma ampliação da Teoria da Transposição Didática (TD) no momento que prolonga esses ecossistemas para relações entre objetos de ensino, e esta última, como uma teoria que dá suporte para compreender-se os percursos pelos quais os saberes percorrem até tornarem-se objetos de ensino (CAVALCANTE e RODRIGUES, 2017; SANTOS e MENEZES, 2015, 2008). Podemos entender que o ponto central da TAD está em considerar o estudo das relações mantidas entre **Objetos (O)**, **Instituições (I)** e **pessoas (X)**. Como se trata do cerne da TAD, julgamos importante buscarmos a definição dos conceitos dessa tríade O, I e X, que será explicitado a seguir. O objeto (O) é a matéria prima da construção teórica (Menezes e Santos, 2008). Neste sentido, a concepção de Chevallard é que tudo será objeto.

De forma ampla, tudo pode ser considerado um objeto: O alargamento do quadro, levado a cabo por necessidades de análise conduziu-me a propor uma teorização em que todo objeto possa aparecer: a função logarítmica é, evidentemente, um objeto (matemático), mas há também o objeto “escola”, o objeto “professor”, o objeto “aprender, o objeto “saber”, o objeto “dor de dente”, o objeto “fazer pipi”, etc.”. Assim, passa-se de uma máquina a pensar um universo didático restrito a um conjunto de máquinas de alcance mais amplo, apto, em princípio, a nos permitir situar a didática no seio da antropologia (CHEVALLARD, 1996, p.127).

Em termos gerais, Chevallard (apud SANTOS e MENEZES, 2015), considera que os objetos (O) são entidades materiais ou não, e que existem para pelo menos uma pessoa ou instituição (I). Assim, surgirá à relação pessoal de (X) com (O), representada

por $\{R(X, O)\}$, e a relação institucional de (I) com (O), representada por $\{R(I, O)\}$. Ou seja, o objeto (O) irá existir caso seja reconhecido por (X) ou (I).

De acordo com SANTOS e MENEZES, 2015, as instituições (I), segundo a TAD, não representam apenas associações ou organizações de caráter social, educativo ou de ensino como o nome sugere. As atividades do sistema didático podem ser instituições, por exemplo: uma escola é uma instituição (I), que possui outras instituições (I) dentro de si ($I_1, I_2, I_3...$ e etc.). Uma sala de aula é uma instituição (I) dentro da instituição escola. A instituição (I) sala de aula também tem outras instituições (I) agregadas e subordinadas, como por exemplo, a instituição (I) trabalhos de Biologia, instituição (I) tarefas de matemática e etc. Diante do exposto, o conceito de instituição (I) pode ser definido como sendo um dispositivo social, total ou parcial, que impõe aos seus sujeitos formas de fazer e de pensar, que são próprias a cada “tipo ou forma” de instituição (I), ou seja, a instituição (I) é uma estrutura heterogênea, em que existem várias relações de pessoas (X) com objetos (O) que pertencem à instituição (I).

Para compreendermos o último elemento da TAD, Pessoa (X), é preciso conhecer a sua origem. (X) é dividido em três estágios: o indivíduo, o sujeito e a pessoa (Santos e Menezes, 2015). O indivíduo seria o primeiro estágio, tendo visto que ele não está sujeito nem sofre mudanças com as relações que tem com instituições ou objetos. A esse respeito Chevallard afirma que:

Bem entendido, no curso do tempo, o sistema das relações pessoais de X evolui; objetos que não existem para ele passam a existir; outros deixam de existir; para outros enfim a relação pessoal de X muda. Nesta evolução, o invariante é o indivíduo; o que muda é a pessoa” (CHEVALLARD, 1999, p.226, apud SANTOS e MENEZES, 2015, p.652).

Segundo a TAD, o indivíduo se torna um sujeito quando se relaciona e sujeita-se a uma determinada Instituição I, seja ela qual for, e passa a agir sob suas demandas, hábitos, formas e outros, tornando-se um sujeito. Desde seu nascimento todo indivíduo sujeita-se a muitas instituições, como por exemplo, família, escola, clubes, associações e outras, onde se torna sujeito. A pessoa, aqui identificada por (X), é formada pelo indivíduo que se tornou sujeito ao se relacionar com instituições (I), ou seja, o conjunto de sujeitos do indivíduo forma a pessoa (X), que muda à medida que estabelece relações com instituições ao longo do tempo (fig.2.3).

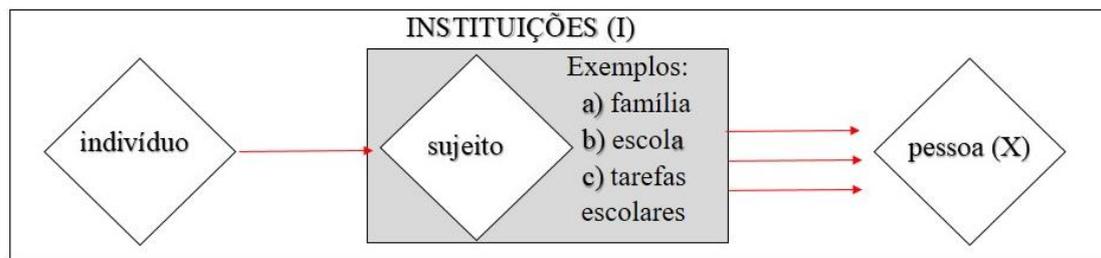


Figura 2.3. Relação do indivíduo com as instituições, tornando-se sujeito e pessoa (autoral).

A pessoa (X), quando submetida à relação com a Instituição (I) passa ser denominada de sujeito. A sujeição corresponde ao conjunto de comportamentos que o indivíduo incorporou, influenciando seu jeito de fazer ou de pensar (ARAÚJO, 2009). Entendendo as noções de objetos, pessoas e instituições, e também das relações estabelecidas entre esses conceitos, outros conceitos vão aparecendo, como no caso do conhecimento nas relações $\{R(X, O)\}$ e $\{R(X, I)\}$. Nesse sentido, a aprendizagem para Chevallard se define na TAD, a partir do momento que (X) se torna sujeito de (I), e como (O), mantém uma relação com (I), este passará existir para (X), assim a relação de $\{R(X, O)\}$ será construída ou modificada, ou seja, ocorre a aprendizagem.

Ainda sobre as relações que ocorrem entre (I) e (O), observa-se o mesmo objeto (O), pode ter relações diferentes, dependendo da instituição (I). Pois cada instituição (I) está associada a um conjunto de objetos (O) que são conhecidos por ela, ou seja, existe uma relação institucional $\{R(I, O)\}$. O objeto (O) se relaciona com a instituição (I) através de suas características próprias. Para explicar melhor, vamos pensar no conceito do objeto (O) proteína, que para a instituição (I) academia de musculação, pode representar massa muscular, ou suplementos alimentares, enquanto para a Biologia pode representar macromoléculas formadas pela união de micromoléculas ou monômeros unidos por ligações peptídicas. Desta forma o objeto (O) pode estabelecer diferentes formas de relações de acordo com a instituição (I), $R_1(O)$, $R_2(O)$, $R_3(O)$, etc.

O desenvolvimento dessas relações dentro destas instituições (I) pode vir a ser modificado com o passar do tempo, ou seja, evoluir, envelhecer ou até mesmo desaparecer (SANTOS e MENEZES, 2015).

No processo de aprendizagem segundo a TAD, podemos dizer que: (X) entra para (I), onde existe (O), (aqui chamado de objeto institucional), assim que (X) entra para (I), passa a se relacionar com (O). Neste caso, a relação institucional $\{R(X, O)\}$. Ocorrendo mudanças na Relação $\{R(X, O)\}$, houve aprendizagem de (X) sobre (O), ou seja, da

pessoa sobre o objeto de ensino ou conteúdo escolar, conforme representaremos a seguir na figura 2.4.

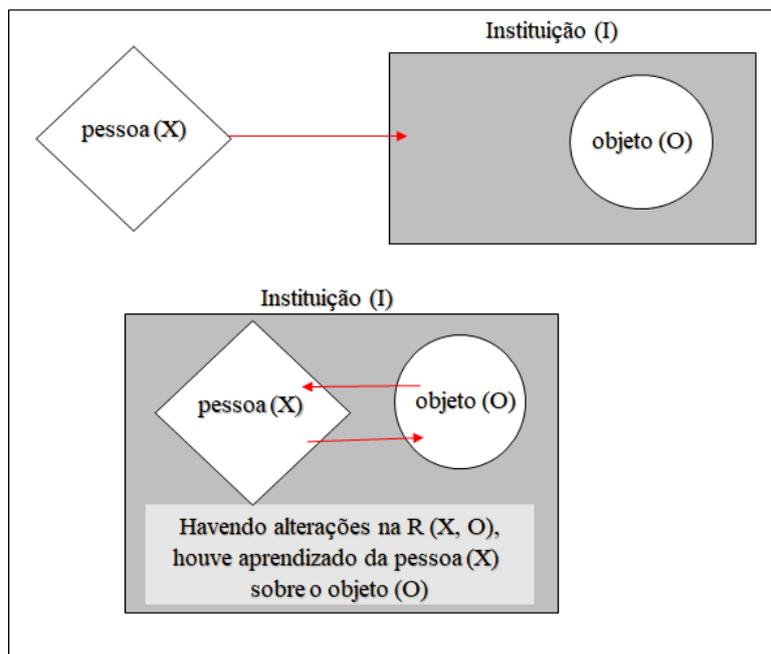


Figura 2.4 Relação entre pessoa (X) e objeto (O) institucional (imagem autoral).

Entendemos que na TAD, a pessoa (X), indivíduo que ao longo da vida vai sendo submetido ou sujeitando-se a instituições (I), modifica-se e ganha poder. As submissões são fonte do nosso poder, não no sentido de dominar pessoas, mas no sentido de ter capacidade de agir. Desse ponto de vista, segundo a TAD, podemos afirmar que “*somos o que as nossas sujeições fizeram de nós*”. Por meio dessas sujeições temos uma cultura, uma língua, um determinado nível de conhecimento sobre algo ou objetos (O), com os quais temos uma relação, que muda dentro do espaço e do tempo.

Praxeologia

O termo praxeologia usado por Chevallard, de acordo com Bellemain (2012), tem sua origem etimológica da cultura grega, onde as palavras *práxis* e *logos* significam prática e conhecimento (saber-fazer). O termo diz respeito a uma atividade humana situada numa dada instituição e respaldada de um discurso e de um sentido que a justifica (BELLEMAIN, 2012 apud TEIXEIRA, 2013 p. 03).

Para entendermos uma organização praxeológica se faz necessário conhecermos os elementos constituintes ou conceitos fundamentais da praxeologia, descritos a seguir com seus respectivos símbolos: Tipo de tarefa (T), tarefa (t), técnica (τ), tecnologia (Θ) e teoria (Θ). A tabela abaixo (tabela 01) apresenta os símbolos e significados desses constituintes da praxeologia (Diogo, Osório e Silva, 2015).

Tabela 01. Constituintes da praxeologia, símbolos e significados.

Constituintes	Símbolos	Significados
Tipo de tarefa	(T)	Classe de tarefas a serem realizadas, ações humanas.
tarefas	(t)	Uma determinada ação a ser realizada
Técnica	(τ)	Como realizar uma tarefa
Tecnologia	(Θ)	Justifica e explica as técnicas
Teoria	(Θ)	Justifica, explica e fornece suporte às tecnologias.

Fonte: autoral.

O sistema (T, t, τ , Θ , Θ), forma dois blocos interdependentes e inseparáveis: um é o da prática – a *práxis*, o outro, do saber – o *logos*, juntos constituem a praxeologia (CHEVALLARD; BOSCH; GÁSCON, 2001), como está sendo representado abaixo, na figura 2.5.

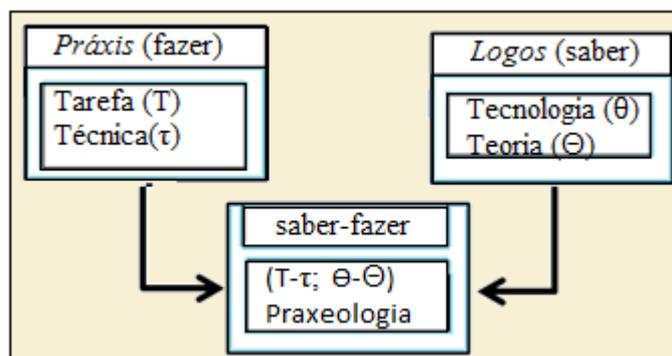


Figura 2.5. Blocos interdependentes constituintes da praxeologia.

Na organização praxeológica, para a realização de certo tipo de tarefa (T), é necessário um modo de fazer, ou seja, uma técnica (τ). Essa associação tarefa-técnica (T- τ) determinará um saber-fazer especificamente para esse tipo de tarefa. Entretanto a relação tarefa – técnica necessita de um amparo tecnológico-teórico (saber), que é formado por uma tecnologia (θ), que irá dar uma racionalidade e uma sustentação inteligível à técnica (τ) aplicada. Para explicar e justificar a tecnologia (θ) utilizada é necessária uma teoria (Θ). Como explica a tabela a seguir:

Tabela 02. Exemplo da praxeologia no ensino de Biologia na educação básica.

Tipo de tarefa (T)	Como explicar a duplicação semiconservativa do DNA?	tarefas (t)	T1: quais são as bases nitrogenadas do DNA
			T2: Como ocorre o pareamento das bases nitrogenadas do DNA?
			t3: o que é duplicação semiconservativa?
Técnica (τ)	Como fazer?	Identificar as bases nitrogenadas complementares de acordo com o encaixe das peças.	
		Elaborar uma molécula dupla do DNA a partir da seguinte sequência de bases: ATCGCGATATCGCGAT.	
Tecnologia (Θ)	Modelo didático do DCB. Livro didático: <i>Biologia Moderna (Amabis e Martho, Moderna, 2016)</i> .	DNA - Adenina se liga com Timina e Citosina com Guanina.	
		Na replicação da molécula de DNA, uma molécula origina duas novas moléculas, sendo que cada molécula recém-formada conserva uma das cadeias precedente da molécula mãe, que lhe serviu de molde.	
Teoria (Θ)	Alberts, 1998, Griffiths, 2006	Regra de Chargaff.	
		Estrutura molecular do DNA - Francis Crick e James Watson, 1953.	

Fonte: autoral

Para Chevallard, todas as ações humanas (andar, pegar, resolver, comprar, estudar e etc.) são tarefas e para resolver cada uma dessas tarefas, é necessário o emprego de pelo menos uma técnica, formando a relação $T - \tau$ (tarefa – técnica). Para que essa técnica seja ensinada ou aprendida é preciso de uma tecnologia (θ), que por sua vez é subsidiada por uma teoria Θ . Desta forma o sistema $[T, \tau, \theta, \Theta]$ compõe uma praxeologia.

Observação: Apesar de os conceitos de tipo de tarefa (T) e tarefa (t) estarem estreitamente relacionados, eles são distintos. Tipo de tarefa (T) corresponde a uma determinada classe que engloba várias tarefas (t) semelhantes (Santos e Menezes, 2015). Como podemos observar no exemplo abaixo:

- Tipo de tarefa (T) – Determine o pareamento das bases nitrogenadas dos ácidos nucléicos.
- t1 – Determinar quais são as bases nitrogenadas do DNA.
(Adenina, citosina, guanina e timina)
- t2 – Determinar quais são as bases nitrogenadas do RNA.
(Adenina, citosina, guanina e uracila)
- t3 – Determinar quais são as bases nitrogenadas complementares no DNA
(adenina – timina, citosina – guanina)

- t4 – Determinar quais são as bases nitrogenadas complementares no RNA
(*adenina – uracila, citosina – guanina*)

A relação entre (T) e suas respectivas tarefas (t1, t2, t3, t4,...) é explicitado de forma gráfica na figura 2.6.

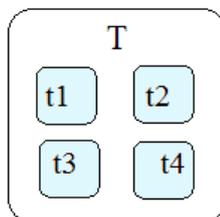


Figura 2.6. Representação gráfica da relação entre um Tipo de tarefa (T) e suas respectivas tarefas (t)
Fonte (autoral).

Como se pode observa na ilustração (figura 2.6), tipo de Tarefa (T) forma uma classe ou grupo, no qual estão as tarefas semelhantes.

Momentos de Estudo

A praxeologia está estruturada por um mecanismo de estudo, uma organização que se sustenta em um processo homogêneo por diferentes momentos, denominado por Chevallard, Bosch e Gascón (2001), de Momentos de Estudo (ME). Os autores elaboraram, com base no processo de estudo vivido pelo professor, uma relação com cada momento no processo didático das realizações de atividades/tarefas em sala de aula.

Os ME fazem parte de uma dimensão das atividades de estudo, não necessariamente limitada a um período cronológico ou temporal, mas distribuídos de formas dispersas no decorrer do processo de estudo (SANTOS e MENEZES, 2015).

De acordo com MATTOS (2015) e SANTOS e MENEZES (2015), esses momentos são vivenciados por estudantes de acordo com a tarefa/atividade apresentada pelo professor.

Tais momentos foram descritos por CHEVALLARD, BOSCH, GASCÓN (2001) como:

- Momento do primeiro encontro – Quando os objetos que constituem um problema são apresentados aos alunos.

- O momento exploratório: quando relaciona o problema com a técnica que será utilizada para a sua resolução.
- . No momento do trabalho da técnica ocorre o domínio da técnica utilizada para resolver o problema (podendo surgir novas técnicas para resolver o problema inicial).
- O *momento tecnológico-teórico*, momento em que ocorre a justificativa para realização da técnica que foi utilizada para resolver o problema, que justifica a tecnologia da técnica e a teoria da tecnologia.
- O *momento de institucionalização* é o momento de amplitude em que não somente a técnica, mas de toda a organização praxeológica, usa-se uma amplitude de elementos que dá referência para a resolução do problema como um todo.
- E, por fim, o *momento de avaliação*, em que o domínio do problema ou atividade/tarefa é avaliado, chamado pelos autores de “*momento relativamente solene*” (CHEVALLARD; BOSH; GASCÓN, 2001).

Os Momentos de Estudo e o ensino do Dogma Central da Biologia

Para exemplificarmos a aplicação dos ME e o modelo didático do DCB, vamos utilizar os dados da **Tabela 02**, em que a Tarefa ou situação problema proposta é : *Como explicar duplicação semiconservativa do DNA¹*? Considerando que os estudantes já tenham visto os conceitos básicos de molécula de DNA e bases nitrogenadas, se deparam com o problema em questão. Por se tratar de uma temática complexa, a introdução do modelo didático, talvez traga melhores resultados após os alunos já terem um primeiro encontro com o conteúdo “duplicação semiconservativa”, seja por meio do livro didático, texto elaborado pelo professor, vídeos entre outros. Se assim for o primeiro ME será um reencontro, conforme explica Mattos (2015 p. 4).

O segundo ME, é o momento exploratório, quando relaciona o problema (tarefa) com a técnica (τ) que será utilizada para a sua resolução (T- τ). O professor pode solicitar aos alunos que montem um modelo de molécula dupla do DNA a partir de uma

¹ Segundo o referencial curricular da Rede Estadual de Mato Grosso do Sul, analisar o modelo da molécula do DNA, conhecendo o processo de autoduplicação desta molécula, são competências/habilidades a serem desenvolvidas por alunos do primeiro ano do Ensino Médio.

determinada sequência de bases, como por exemplo “ATCGCGATATCGCGAT”, ou deixar que os alunos por si mesmo construam sua própria sequência. E depois façam o emparelhamento das bases complementares e então por último, simulem a duplicação semiconservativa. Durante o processo poderão surgir outras técnicas, criadas a partir das necessidades impostas por aquela situação didática (MATTOS (2015)).

O terceiro ME é o momento do trabalho com a técnica, seu domínio e precisão. é o bloco tecnológico-teórico ($\tau - \Theta$), que representa o “saber”, que justifica o bloco prático-técnico, o “saber-fazer”, em uma tarefa/atividade (MATTOS (2015 p.4)).

Na aplicação em questão, os elementos tecnológicos são vários, como por exemplo: Esquemas e figuras do livro didático, os modelos de bases nitrogenadas identificadas pelas diferentes cores e siglas (A, T, C, G), noções de complementaridade das bases nitrogenadas do DNA, de duplicação semiconservativa e outras. A partir desses elementos tecnológicos o aluno deverá ser capaz de fazer os encaixes entre as peças que representam as bases nitrogenadas, formando cadeias complementares, promovendo uma simulação do mecanismo de replicação.

O quarto ME é o momento tecnológico-teórico ($\theta - \Theta$), em que segundo CHEVALLARD; BOSH; GASCÓN (2001) e MATTOS (2015 p.6), ocorre a justificativa para realização da técnica que foi utilizada para resolver o problema, que justifica a tecnologia da técnica e a teoria da tecnologia.

De acordo com MATTOS (2015), O que se questiona nesse momento é se as técnicas elaboradas poderão servir de forma eficiente para ser aplicada em outras tarefas/atividades semelhantes. Nos reportando ao uso do modelo didático do DCB, apresentado nesta pesquisa, podemos citar por exemplo, “*como explicar a transcrição do DNA?*”. A transcrição do DNA em RNA, faz parte do Dogma Central da Biologia, portanto os elementos tecnológicos deverão ser ampliados, mas as técnicas de observar as siglas e cores dos modelos de bases nitrogenadas, encaixar as peças, “abrir a molécula”, são técnicas que poderão ser aplicadas em outras tarefas similares.

O quinto ME, momento de institucionalização é momento de amplitude em que não somente a técnica, mas de toda a organização praxeológica, usa-se uma amplitude de elementos que dá referência para a resolução do problema como um todo. De acordo com MATTOS (2015), o momento da institucionalização possui o objetivo de definir o que é, precisamente, essa organização biológica criada. Momento em que algumas técnicas podem ser descartadas outras devem permanecer ou seja, são

institucionalizadas. Em nosso exemplo, a duplicação semiconservativa do DNA, os alunos, caso já tenham o domínio de técnicas como os tipos e o emparelhamento das bases nitrogenadas do DNA (Adenina se liga com Timina e Citosina se liga com Guanina), poderão representa-las, graficamente, sem a necessidade dos modelos. Exemplificando: O professor apresenta uma determinada sequência de bases: ATCGTCGTA ACTG, e solicita aos estudantes que completem a outra parte da cadeia e depois façam a duplicação semiconservativa, como representado na figura 2.7, mas pode ser de outras formas. Uma vez institucionalizado, o que importa agora é o domínio sobre o objeto de estudo. Aquilo que for necessário, será conservado, o que for contingente, logo será esquecido (Chevallard, 199, p. 244 apud SANTOS e MENEZES, 2015, p. 665)

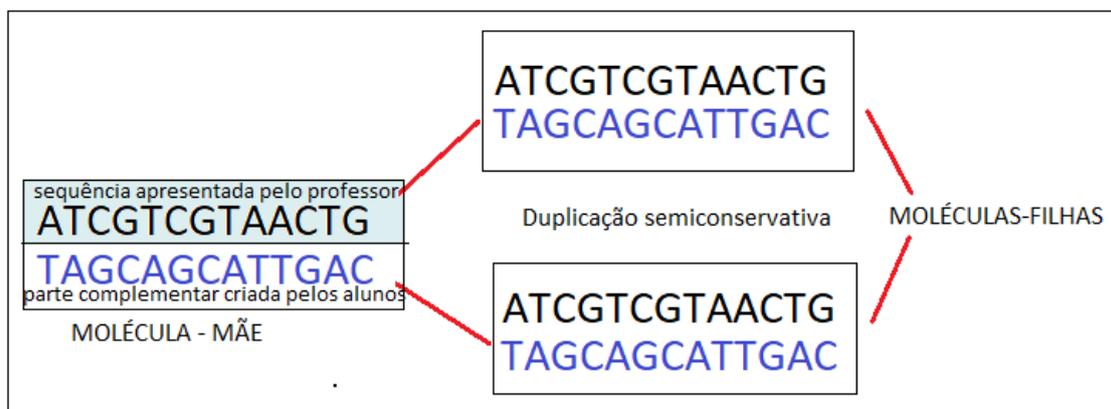


Figura 2.7 - Exemplo de uma representação gráfica da duplicação semiconservativa do DNA.

Dessa forma, as organizações praxeológica que pertencem à cultura institucional de ensino, vão sendo modificadas, enriquecidas, simplificadas ou retiradas a cada processo de estudo (MATTOS, 2015).

O sexto ME é o momento de avaliação, está vinculado com a institucionalização, pois tem como objetivo, avaliar o que de fato foi aprendido na organização praxeológica, o que os estudantes dominam, sobre as técnicas, tecnologias e teorias apresentadas para a realização dos tipos de Tarefas propostos (SANTOS e MENEZES, 2015).

6. MODELOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE BIOLOGIA

Existe uma necessidade natural do ser humano em criar modelos para construção do seu conhecimento sobre o mundo que o cerca, (Quinto e Ferracioli, 2008). A elaboração de modelos para explicar fenômenos da natureza ou processos biológicos é utilizado pelo homem há muito tempo, são os denominados modelos mentais, que a partir dos anos 90, tem alcançado uma grande importância na pesquisa em ensino de ciências (Justina e Ferla, 2006).

Os modelos são importantes recursos aproximativos e auxiliam no processo de ensino e aprendizagem, proporcionando melhor compreensão da realidade por parte dos estudantes (PAZ, 2006). De acordo com Lazzaroni e Teixeira (2017), a simplificação da visualização de um processo complexo e abstrato certamente contribui para uma aprendizagem mais consistente, pois possibilita ao aprendiz a exploração do material concreto, ao invés da simples abstração teórica. E apesar dos modelos trazerem uma facilitação da realidade, a sua utilização assume importância e valor educacional quando o objetivo é facilitar à compreensão, desta forma a simplificação do modelo não é considerado um inconveniente, mas uma necessidade (DUSO et al, 2013).

Observamos que nesse contexto, as palavras modelagem e modelização, estão sempre presentes em artigos e periódicos que envolvem o emprego do tema modelos aplicados ao ensino de ciências. Na busca por uma definição para estas palavras, encontramos vários autores que definem o termo modelagem como uma permanente reconstrução da realidade de maneira artificial, tornando os modelos estruturas em constantes transformações, um processo de estabelecer relações entre entidades importantes de um sistema (Quinto e Ferracioli, 2008; Paz et al, 2006; Santos, 2002; Pietrocola e Alves Filho, 2001.). A visão ou imagem que o modelador tem do sistema real é o seu modelo mental, a partir do qual será construído um modelo específico sinóptico. O termo modelização pode ser é definido, segundo Paz (2006), como um processo de elaboração de modelos ou à apropriação de modelos já elaborados e consensuados (Duso et al, 2013).

Krapras et al (1997) realizaram uma revisão de literatura, analisando cerca de 130 pesquisas com base no critério de existência da palavra modelo nos artigos encontrados.

O estudo envolve o período de 1986 a 1996 e foi realizado através do banco de dados ERIC (*Educational Resources Information Center*), revelando assim que o tema modelos estaria recebendo uma atenção especial pela comunidade acadêmica internacional, que realiza pesquisa na área de Ensino em Ciências. Os autores classificam os modelos em diversas categorias: modelo mental, modelo consensual, meta-modelo e modelo pedagógico. O conceito de modelo mental, em síntese podemos dizer que é o conhecimento que está na mente de alguém, um modelo pessoal, construído pelo indivíduo e que pode se expressar através da ação, da fala, da escrita ou do desenho (KRAPAS et al, 1997, p. 185 - 205). Embora seu uso seja generalizado, não há uma definição geral ou única do que possa ser entendido como modelo mental (GRECA e MOREIRA, 2002. p.31-53). O modelo mental está relacionado com dois sistemas; um que é conhecido, ou seja, aquilo que o indivíduo já sabe, chamado de fonte de analogia e o segundo, desconhecido, que é o que se pretende aprender, chamado de sistema alvo (BORGES, 1997. p.208). Em outras palavras, os modelos mentais são estruturas cognitivas idiossincráticas, que acontecem na memória de trabalho do sujeito que quer compreender, explicar ou prever uma situação ou processo específico, atuando como análogos estruturais dessa situação ou processo (GRECA e MOREIRA, 2002. p.31-53).

Modelo consensual é aquele formalizado rigorosamente, compartilhado por grupos sociais (por exemplo, pela comunidade científica e é aprovado por estes) com o propósito de compreender/explicar ideias, objetos, eventos, processos ou sistemas. O Meta-modelo, construído com o propósito de compreender/explicar o processo de construção e funcionamento de modelos consensuais ou de modelos mentais (KRAPAS et al, 1997, p. 185 - 205).

Já o modelo pedagógico é o modelo construído com o propósito de promover a educação. No sentido amplo, um modelo pedagógico inclui os processos de mediação didática, isto é, os processos de transformação de conhecimento científico em conhecimento escolar. O modelo pedagógico pode ser definido como um modelo didático, especialmente construído para auxiliar na compreensão de um modelo consensual. No sentido estrito, modelo pedagógico ou didático, se refere à representação de uma ideia, objeto, evento, processo ou sistema que se constitua em objeto de estudo, com o objetivo de facilitar a compreensão por parte dos estudantes.

Para Gilbert e Boulter (1995) apud Krapas (1997) a educação em ciências deveria incluir aprendizagem dos modelos, reflexão sobre os modelos e aprendizagem dos processos de modelagem, pois promovem os meios necessários para a compreensão dos modelos consensuais pelos educandos, desta forma o modelo didático se torna a fonte de onde se desenvolve um modelo mental aceitável do modelo consensual.

Nos processos de escolarização o emprego de modelos didáticos vem sendo descrito como uma alternativa pedagógica muito promissora (Justina e Ferla, 2006). Temas envolvendo o uso de modelos têm contribuído para reflexões sobre a cognição humana. O mesmo tema tem aparecido também nas pesquisas voltadas para o ensino de ciências (Krapas et al, 1997).

Sobre o uso de modelos no ensino de ciências, Júnior e Princival (2013) consideram que os modelos didáticos são recursos potencialmente eficazes na prática docente para a abordagem de conteúdos que muitas vezes são de difícil compreensão pelos estudantes, principalmente no que se refere aos assuntos ligados ao ensino de Ciências e Biologia.

Segundo Cavalcante & Silva (2008), o uso de modelos didáticos proporciona aos estudantes o contato físico por meio da experimentação (pois trata-se de trabalhos experimentais), permitindo que façam uma associação entre teorias e práticas, possibilitando aos alunos a compreensão de conceitos e desenvolvimento de habilidades que, por sua vez, podem conduzir os estudantes a uma reflexão do ambiente em que estão inseridos. Desse modo, cabe ao professor na perspectiva de utilização de um modelo didático na sua prática, criar possibilidades de produzi-lo a partir da busca conceitual sobre esse instrumento pedagógico. Nesse caso, como forma de explorar o sentido a que se propõe a sua prática de ensino através da utilização desse recurso, visando a explicação de um determinado fenômeno ou processo que possa garantir a construção do conhecimento no processo de ensino-aprendizagem (SETUVAL, 2009).

Em consonância com o tema ORLANDO et al (2009), afirmam que os modelos didáticos concretos e tridimensionais são recursos importantes do ponto de vista pedagógico, pois permitem aos estudantes uma melhor visualização de estruturas e processos antes restritos a imagens planas do livro didático, facilitando a relação do todo com as partes e as partes com o todo

Na elaboração de um modelo didático é necessário um bom planejamento, escolher os materiais adequados nem sempre é uma tarefa fácil. Lazzaroni e Teixeira

(2017) relatam os desafios da elaboração de um modelo didático para o ensino dos processos biológicos da tradução gênica no Ensino Médio. Apesar do êxito da atividade descrita pelos autores e participantes, os mesmos mencionam diversos problemas enfrentados com o modelo didático criado, como as dimensões, transporte e a fragilidade dos materiais:

A bola de isopor que representa o ribossomo teve que ser restaurada, pois se danifica facilmente com o manuseio de muitos alunos durante a aula. Também foi apontado que os adesivos utilizados nos tubos de PVC que representam as bases nitrogenadas se descolam com facilidade. Além disto, tivemos alguns relatos sobre o seu peso e sugestões para que seja miniaturizado, quando reproduzido, para facilitar o seu transporte (Lazzaroni e Teixeira, 2017. p.8).

Para Lazzaroni e Teixeira (2017) há carência de um modelo didático concreto que exemplifique a síntese proteica e auxilie aos estudantes do Ensino Médio a aprender esses conteúdos abstratos. De acordo com DUSO et al (2013), Atualmente, artigos relacionados ao uso da modelização no ensino da Biologia, mostram que a temática está presente desde o ensino fundamental até a formação de professores. No entanto, tendo em vista a natureza dos conhecimentos da Biologia, os modelos constituídos ainda são predominantemente compostos por representações tridimensionais estáticas, ou seja, maquetes, onde cabe ao estudante apenas observar, como pouca ou nenhuma sem interação com o material didático.

Neste trabalho de pesquisa, apresentamos um modelo didático para o ensino do Dogma Central da Biologia (DCB). Não se trata de um modelo estático, mas de um material interativo, em que os estudantes participam ativamente do processo. O modelo permite a interação entre os alunos e entre alunos e professor, contribuindo para maior protagonismo dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, o modelo apresentado nesta pesquisa vem de encontro com a necessidade ressaltada por Duso et al (2013), quando os autores afirmam que no ensino de Biologia, a maior parte dos modelos ainda são simples maquetes. O modelo didático do DCB proporcionou interação entre os estudantes e entre estudantes e professor, favorecendo o processo de transposição didática, tendo o aluno como participante ativo no processo e o professor como mediador dos saberes.

7. SEQUÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO

A presente pesquisa tem como um de seus objetivos o desenvolvimento de uma sequência didática para o ensino do Dogma Central da Biologia (DCB) envolvendo modelo didático construído. Segundo SOUZA (2016) a Sequência Didática (SD) surgiu na França, anos de 1980, com o propósito de melhorar o ensino da língua materna, na busca de um ensino menos fragmentado e mais integrado. “No início foi alvo de uma série de resistências por parte dos pesquisadores, mas aos poucos a proposta foi tomando forma, e muitos estudiosos da didática do ensino começaram a trabalhar com pesquisas que usam a implantação de SD no ensino da língua francesa” (Oliveira, 2013, apud SOUZA, 2016). No Brasil o uso da Sequência Didática passou a ser utilizada na década de 90, com a publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) em 1997.

Atualmente um dos principais autores com enfoque no uso e desenvolvimento de sequências didáticas é Antoni Zabala, filósofo e cientista da educação, que trouxe significativas transformações no sistema de ensino espanhol. Em sua obra intitulada “*A prática educativa: como ensinar*”, Zabala discute a relação da proposta metodológica e as concepções de ensino que o docente possui e enuncia sobre os processos de aprendizagem dos alunos.

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

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

Segundo DOLZ et al, (2004) estrutura de base de uma sequência didática pode ser representada pelo seguinte esquema:

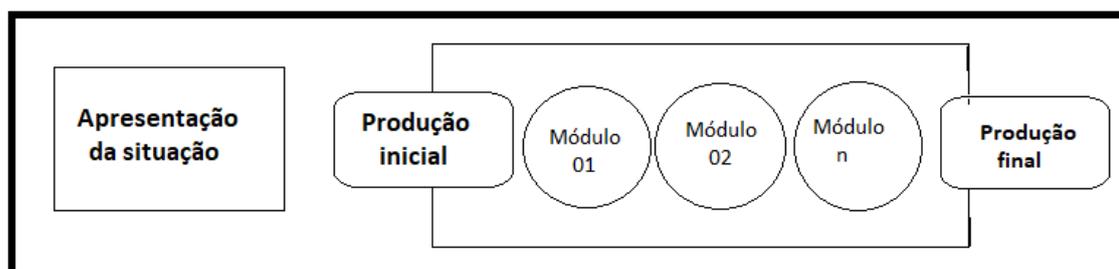


Figura 3. Esquema da sequência didática com base em Doltz et al (2004, p.97).

A apresentação da situação é a tarefa que os alunos irão realizar, deve ser apresentada de maneira detalhada. A produção inicial é o primeiro trabalho oral ou escrito. Nesta etapa o professor terá meios para avaliar as capacidades e fazer as interferências necessárias, como por exemplo, o ajuste das atividades da SD de acordo as possibilidades e dificuldades da sala. Os módulos são formados pelas atividades ou exercícios de maneira sistemática e aprofundada, permitindo ao professor e alunos medirem os progressos alcançados. A produção final, o fechamento das atividades, serve para avaliar os aspectos trabalhados durante a SD. Segundo ZABALA (1998), quando o professor elaborar uma SD, deverá observar se as atividades propostas por ele na SD permitem uma averiguação dos conhecimentos prévios de seus alunos e ainda se existe relação desses conhecimentos com os novos que estão sendo apresentados. Se estes novos conteúdos possuem um significado funcional para meninos e meninas e se estão adequados ao nível de desenvolvimento desses alunos.

A elaboração e aplicação de uma SD contribuem para o ensino e a aprendizagem de ciências. Entretanto, deve haver cuidado na elaboração das atividades, principalmente com o conteúdo a ser ensinado, o cognitivo dos alunos, a significância do conhecimento e o planejamento da execução da atividade (LEACH et al apud

PEREIRA e PIRES, 2012 p.385 - 413). Nesse sentido a SD deve representar desafios que sejam alcançáveis pelos alunos e considerar suas atuais competências de tal forma que permitam criar zonas de desenvolvimento em que intervenções possam ser feitas. As atividades/tarefas, devem ser motivadoras, auto estimulantes, permitindo ao aluno perceber seus avanços, a desenvolver habilidades de aprender a aprender (ZABALLA, 1998. P. 64).

8. PERCURSO DA PESQUISA

Esta pesquisa apresenta análise de dados qualitativos com o intuito de compreender as perspectivas e as opiniões dos indivíduos envolvidos no estudo, que são professores e alunos do Ensino Médio de uma escola da Rede Estadual de ensino no município de Campo Grande – MS. Participaram da pesquisa seis professores de Biologia, sendo três da escola campo e três de outras escolas públicas no município de Campo Grande – MS. Os professores de outras escolas além da escola campo foram convidados a participar por meio de amostragem por cadeia de referência, que segundo Albuquerque (2009), utiliza uma amostra aleatória dos participantes (*local network design*), tal técnica foi elaborada a partir do método da bola de neve (*snowball*). Esta técnica tornou possível coletar informações em dois níveis: o primeiro são as informações sobre os indivíduos participantes, e o segundo são as informações referentes às relações destes participantes, ou seja, outros participantes podem agregar a pesquisa. É importante salientar que tanto no caso dos educandos como no caso dos professores, a pesquisa contou com os devidos termos de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e termos de assentimento livre e esclarecido (TALE). Para os professores de Biologia a pesquisa ocorreu por meio de instrumento de pesquisa na forma de questionários, com questões semiestruturadas abertas, sobre o fazer pedagógico no ensino do DCB, disponibilidade de recursos utilizados e possíveis desafios enfrentados. As análises dos questionários dos professores foram pautadas na análise de conteúdo de Bardin (2011), de acordo com a referida autora a análise de conteúdo é um conjunto de técnicas que permite analisar as comunicações visando obter procedimentos sistemáticos das descrições dos conteúdos das mensagens possibilitando a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção. A análise dos questionários foi realizada com leitura flutuante exaustiva para organizar e formular hipóteses e objetivos de indicadores que direcionam a interpretação e as inferências. Os professores participantes da pesquisa foram denominados de P1 – professor um até P6 – professor seis.

Os estudantes convidados para esta pesquisa foram alunos do segundo ano do Ensino Médio que já haviam estudado os conteúdos referentes ao Dogma Central da

Biologia (DCB) pelo sistema tradicional. A investigação com os educandos ocorreu por meio de instrumento prévio e posterior de pesquisa na forma de questionários, com perguntas semiestruturadas abertas, contemplando a análise prévia dos conhecimentos dos educandos e as suas vivências a respeito da temática “Dogma Central da Biologia” e análises posteriores à vivência didática com o modelo na forma de um roteiro de bordo estruturado com base nos questionários prévios. A pesquisa foi realizada no período matutino e os alunos foram identificados pela letra A, seguida de numeração, sendo aluno 01 (A1) e assim sucessivamente. As análises dos instrumentos de pesquisa prévios e posteriores “roteiro de bordo” foram organizadas, analisadas e avaliadas também por meio da análise de conteúdo de acordo com as recomendações de Bardin (2011).

É importante salientar que a escola campo está localizada em uma região periférica da cidade, em que a maioria dos alunos reside em bairros adjacentes, e de acordo com o Projeto Político Pedagógico (PPP) da escola, a maior parte desses estudantes é de famílias carentes, pertencentes às classes sociais humildes e a participação dos pais na escola não é habitual. Ainda segundo o PPP da escola, muitos alunos faltam as aulas, porque precisam trabalhar (fazem pequenos serviços na comunidade) para complementar a renda familiar ou precisam prestar cuidados aos irmãos menores para que os pais possam sair para trabalharem. Devido estas condições, a pesquisa foi aplicada no mesmo turno em que os alunos estudam, em horário acordado previamente com a direção e coordenação escolar. Foram convidados cerca de trinta alunos do segundo ano do Ensino Médio e destes, apenas vinte participaram a etapa inicial da pesquisa, os demais faltaram na escola nesse dia. Esses vinte participantes foram orientados quanto à importância de sua participação na etapa final e foi ajustada uma data em que todos disseram que estariam presentes, contudo alguns faltaram na segunda etapa da pesquisa, reduzindo o número da amostragem para 15 participantes efetivos, pois consideramos apenas os alunos presentes nas duas etapas da pesquisa.

A partir da análise dos instrumentos dos professores e instrumentos prévios dos estudantes foi desenvolvido um modelo didático interativo contemplando os desafios observados para transpor os conhecimentos do DCB. O modelo didático foi elaborado a partir de ilustrações da literatura e suas peças confeccionadas numa empresa gráfica, o material utilizado foi chapa de fibra de madeira de média densidade (MDF), sem tingimentos, também conhecido como MDF “crú”. A espessura das chapas são de 3mm,

e as peças cortadas a laser, sendo posteriormente montadas com cola instantânea de alta resistência. As peças depois de montadas foram identificadas com adesivos, contendo siglas em diferentes cores, facilitando o reconhecimento das figuras das moléculas e estruturas representadas no modelo didático.

As etapas de vivências dos estudantes com o modelo didático ocorreram por meio de sequências didáticas organizadas e elaboradas com base no referencial de Zabala (1998), e pautadas nos Momentos de Estudos (ME) da Teoria Antropológica do Didático (TAD), de Yves Chevallard. As oficinas pedagógicas vivenciadas pelos estudantes com o uso do modelo didático do DCB ocorreram no ambiente escolar em horários de aula, previamente acertado com escola campo. O material didático elaborado foi ajustado a partir de observações levantadas pelos estudantes nos momentos da efetiva prática e interação com o objeto de aprendizagem da pesquisa. Durante as vivências da oficina pedagógica, foram aplicados os instrumentos posteriores de pesquisa e coleta de dados com os educandos, na forma de um roteiro de bordo, investigando os conceitos e os saberes relativos à vivência do modelo didático do DCB, permitindo a avaliação do material pedagógico na construção dos conceitos relacionados ao estudo da biologia celular.

Na etapa das vivências com o modelo didático, os estudantes foram divididos em quatro grupos de três alunos. Cada grupo recebeu um kit contendo: 10 (dez) modelos de bases nitrogenadas Timina, 10 (dez) Adenina, 10 (dez) Citosina, 10 (dez) Guanina, 10 (dez) uracila, 04 (quatro) moldes para os modelos de moléculas de DNA, 01(um) molde de modelo de RNAt (transportador), 01(um) molde para modelo de RNAm (mensageiro), 01 (um) suporte para o modelo de RNAm, 01 (um) modelo de ribossomo, 04 (quatro) modelos de aminoácidos, 08 (oito) clips pequenos (cerca de 15mm) e 01(um) roteiro de bordo.

Durante a etapa vivencial da pesquisa os estudantes trabalharam com o modelo didático com mediação do professor que orientou as etapas por meio do roteiro de bordo e questões norteadoras de problematização, ou seja, as tarefas e técnicas presentes na sequência didática do produto educacional da pesquisa.

A oficina foi dividida em três etapas, que são descritas a seguir:

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

Etapa 2 – conhecendo o RNA (transcrição), abordando os conteúdos: localização do RNA na célula, complementaridade e emparelhamento de bases nitrogenadas do RNA, transcrição e RNAm.

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

No primeiro tempo ocorreu a apresentação do material para os educandos, e foi demonstrado como fazer a montagem das peças que compõem as três etapas do modelo. Na primeira etapa, os alunos foram orientados a organizarem uma molécula de DNA a partir do seguinte sequenciamento: ATGCATGCA. Após o término, a próxima tarefa foi a duplicação semiconservativa, em que cada aluno do grupo participou de forma ativa, inserindo ou trocando as peças de acordo com a complementaridade das bases. No final da primeira etapa, os alunos responderam individualmente as questões relativas ao mecanismo de replicação e duplicação semiconservativa.

Prosseguindo, os estudantes foram orientados a usarem o modelo didático para simularem o processo de transcrição do DNA em RNAm. Nesse instante, usaram uma das moléculas de DNA resultantes do processo anterior, posicionando-a na parte central da mesa, e um dos estudantes abriu a molécula desemparelhando as bases nitrogenadas que foram afastadas para lado opostos. Com o molde do RNAm no centro, iniciaram o sequenciamento das bases do RNAm. Neste momento, o pesquisador interagiu com os alunos explicando a troca da base timina do DNA por uracila no RNA, foram feitos vários questionamentos e discussões mediadas pelo pesquisador. Após o molde de RNAm estar completo, um estudante retirou-o, enquanto outro fechou novamente a molécula de DNA. Após o término do processo, houve um momento para discussão, oportunizando aos alunos a participação ativa e a exposição dos conhecimentos que aprenderam com a prática, assim também, como as principais dúvidas. Posteriormente, os alunos responderam as questões relativas ao mecanismo de transcrição no roteiro de bordo.

Em continuidade as oficinas, a terceira etapa teve início com a fixação do RNAm produzido na etapa 2, ao suporte onde ocorrerá todo o processo de síntese de proteínas. É importante ressaltar, que nesse instante, as atividades passaram para o plano vertical, onde o suporte formado por uma base de apoio de 400 mm x 100 mm permite a sustentação de todas as peças envolvidas na síntese proteica. Nesse suporte são

facilmente encaixados o RNAm e o ribossomo. O ribossomo tem liberdade de movimento horizontal no sentido da esquerda para direita e da direita para esquerda, permitindo aos estudantes avançar sobre o RNAm a cada Códon reconhecido. Com o RNAm e ribossomo encaixados no suporte, os alunos montaram os RNAt, formando os anticódons. No ribossomo é encaixado o RNAt, na região demarcada como sítio “P”. O RNAt formando o anticódon pode ser movido pelos estudantes na direção vertical, nos sentidos de cima para baixo e de baixo para cima, possibilitando o encaixe entre o códon e anticódon. No RNAt foi anexado um aminoácido, preso por um clip pequeno. Esse processo foi repetido quatro vezes, a cada códon do RNAm, um anticódon (RNAt) era organizado e ocorrendo o encaixe Códon – anticódon, o aminoácido era deixado no sítio “P” do ribossomo, formando o peptídeo. Ao final, depois de mais um momento de discussões, os alunos responderam as questões relativas ao mecanismo de tradução. No final, houve interação entre o pesquisador e os estudantes, em que muitos alunos expuseram suas opiniões sobre a importância do tema para a sociedade e sobre o uso do modelo didático.

As vivências dos estudantes da escola campo com o modelo didático resultou no desenvolvimento do produto educacional “Sequência Didática do Dogma Central da Biologia”, destinada para professores de Biologia para uso em sala juntamente com o “Modelo Didático Interativo do Dogma Central da Biologia” disponibilizado neste trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO DA PESQUISA

9.1. O ensino do Dogma Central da Biologia e seus desafios na concepção de professores de escolas públicas.

Os professores participantes dessa pesquisa atuam em escolas públicas de Ensino Médio no município de Campo Grande – MS. A maioria lecionava nos períodos matutino e noturno e um lecionava em uma escola de tempo integral no curso de Técnico em agropecuária. Os professores participantes eram todos licenciados em Ciências Biológicas (alguns também bacharéis) e a maioria concluiu cursos de pós-graduação, conforme consta na tabela 1.

Tabela 03. Perfil dos professores participantes.

Professores	Sexo	Formação	Pós-graduação
<i>P 01</i>	F	Licenciatura/Ciências Biológicas	-
<i>P 02</i>	F	Licenciatura/Ciências Biológicas	Especialização
<i>P 03</i>	M	Licenciatura/Bacharelado/Ciências Biológicas	Especialização
<i>P 04</i>	F	Licenciatura/Bacharelado/Ciências Biológicas	Mestrado
<i>P 05</i>	F	Licenciatura/Ciências Biológicas	Doutorado
<i>P 06</i>	F	Licenciatura/Ciências Biológicas	Mestrado

Fonte: autores

Os dados coletados pelos instrumentos de pesquisa, foram organizados no quadro matricial 01, na categoria: *o ensino do Dogma Central da Biologia e seus desafios na concepção de professores de escolas públicas*. Esta categoria está dividida em 6 temas: Tema 1: dificuldades dos alunos compreenderem o ensino do DCB. Tema 2: Desafios para o ensino do DCB. Tema 3: Sugestões para elaboração de material didático sobre o DCB. Tema 4: Disponibilidade de materiais didáticos de apoio ao ensino do DCB nas escolas. Tema 5: Presença de laboratórios ou outros ambientes para o ensino do DCB. Tema 6: Formação ou oficina relacionados ao tema DCB.

Tabela 04 - Quadro Matricial 01.

Categoria: O ensino do Dogma Central da Biologia (DCB) e seus desafios na concepção de professores de escolas públicas.	
Conceito Norteador: As principais dificuldades encontradas pelos professores são o grau de abstração e a complexidade que o tema Dogma Central da Biologia traz. Por se tratar de conceitos relacionados moléculas de DNA/RNA, são considerados por todos os participantes como conteúdo muito complexo para o entendimento dos alunos no Ensino Médio. Segundo o relato dos professores a maioria das escolas em que trabalham não tem laboratórios para o ensino de biologia e não há material didático complementar para o ensino do DCB, exceto o livro didático e projetores. A maior parte dos entrevistados nunca participou de oficinas ou algum tipo de formação envolvendo o DCB.	
Tema 1	Síntese das respostas dos professores
Dificuldades dos alunos compreenderem o ensino do DCB	<p>P1: <i>A principal dificuldade que observo é visualizar como o DNA está localizado no interior das células, além da forma e estrutura do mesmo. Por mais que o professor utilize figuras durante as aulas, os alunos demonstram dificuldades.</i></p> <p>P2; P3; P4 <i>dificuldades encontradas é os estudantes compreender o que é o DNA e como ocorre os processos que envolve ele.</i></p> <p>P5: <i>Na minha opinião a dificuldade se dá por se tratar de um assunto “abstrato”, de difícil visualização e entendimento. Os alunos sabem que o corpo é composto por células, DNA e outras substâncias, mas não conseguem entender o funcionamento disso.</i></p> <p>P6: <i>Observa-se uma dificuldade em abstrair o modelo da dupla hélice, em imaginar como as bases nitrogenadas são formadas, como ocorre a formação das proteínas.</i></p>
Tema 2	Síntese das respostas dos professores
Desafios para o ensino do DCB	<p>P1; P2: <i>Dentre os principais desafios, pode-se destacar a falta de materiais nas escolas, especialmente para o ensino de ciências e biologia. Grande parte das escolas recebem livros a cada três anos e não temos materiais e equipamentos tecnológicos para facilitar o ensino.</i></p> <p>P3: <i>Complexidade dos conceitos, conceitos muito abstratos, falta de tempo para elaboração de materiais didáticos diversificados, mais eficazes.</i></p> <p>P4: <i>Não ter materiais/recursos para trabalharmos esse conteúdo sobre transcrição, replicação do DNA.</i></p> <p>P6: <i>Fazer com que este estudo se torne significativo, embora tudo se inicie no DNA, não temos ferramentas como laboratórios para trabalhar de forma prática com os alunos o que dificulta seu entendimento sobre o assunto.</i></p>
Tema 3	Síntese das respostas dos professores

Sugestões para elaboração de material didático sobre o DCB	<p>P1: <i>Eu considero interessante trabalhar o conteúdo com atividade prática de laboratório, por exemplo: extração de DNA da cebola. Além disso, pode-se construir jogos para construção em forma de maquete da molécula de DNA, replicação, transcrição e síntese protéica.</i></p> <p>P2: <i>Utilização de materiais presentes no cotidiano dos estudantes para a montagem do material.</i></p> <p>P3: <i>Modelos que permitam o entendimento dos processos envolvidos e de fácil reprodução/confecção.</i></p> <p>P4: <i>Poderia construir modelos com blocos de madeira ou plástico e um programa em 3D para fazer os processos do DNA.</i></p> <p>P5: <i>Para abordar esse tema e facilitar o entendimento do aluno, considero interessante o uso de materiais lúdicos, maquetes, vídeos e até mesmo massa de modelar, para ir montando e compondo as partes das células.</i></p> <p>P6: <i>Construção de modelos de dupla hélice e bases nitrogenadas que formam DNA/RNA e dos aminoácidos para que de forma prática possa ser formada tais moléculas. Poderia ser um material plástico ou EVA.</i></p>
Tema 4	Síntese das respostas dos professores
Disponibilidade de materiais de apoio ao ensino do DCB.	<p>P1: <i>Em uma das escolas (Ensino Fundamental – Municipal) temos laboratório de ciências, e faço em laboratório a construção da molécula de DNA e a extração do mesmo. Na outra escola (Ensino Médio – Estadual), há apenas livros didáticos.</i></p> <p>P2; P3: <i>Não</i></p> <p>P4: <i>Não, creio que ainda não foram inventados materiais específicos para isso.</i></p> <p>P5: <i>São disponibilizados televisão e data show.</i></p> <p>P6: <i>Não, pela escola não. Mas tenho meu próprio material e uso em sala com meus alunos.</i></p>
Tema 5	Síntese das respostas dos professores
Laboratórios/ ambientes para ensino do DCB.	<p>P1: <i>Não há laboratórios de Biologia.</i></p> <p>P2; P3: <i>Não.</i></p> <p>P4: <i>Das duas escolas que dou aula, uma delas possui vários laboratórios, entre eles, um de biologia e um de química, mas nenhum deles possuem materiais para trabalhar o Dogma Central da Biologia.</i></p> <p>P5: <i>Sim. Na escola onde atuo, há laboratório de ciências, onde é possível desenvolver aulas de biologia voltada para o Dogma Central. Infelizmente não há microscópio, mas mesmo assim é possível desenvolver aulas diferenciadas.</i></p>
Tema 6	Síntese das respostas dos professores
Participação em formações e ou oficinas didáticas relacionadas ao ensino do DCB	<p>P1; P2; <i>Não</i></p> <p>P3: <i>Não participei</i></p> <p>P4: <i>Não, nunca</i></p> <p>P5: <i>Não Apesar de eu ser formada também em licenciatura, não realizei alguma formação na área em questão</i></p> <p>P6: <i>Sim, já realizei e participei de formação sobre o tema.</i></p>
Tema 7	Síntese das respostas dos professores
Experiência com elaboração ou emprego de materiais didáticos do DCB.	<p>P1 – P4: <i>Não, nunca usei ou elaborei esse tipo de material</i></p> <p>P5 e P6: <i>Não</i></p>

O ensino de Biologia não se configura em uma tarefa fácil, principalmente nas escolas públicas onde há escassez de recursos como laboratórios, microscópios e outros materiais de apoio didático para professores e alunos (Lazzaroni e Teixeira, 2017). Os PCNEM afirmam que os estudantes devem aprender conceitos de Biologia como, por exemplo, o material genético em sua estrutura de dupla hélice e composição química, vinculada a uma abordagem que permita o desenvolvimento de um posicionamento criterioso relativo ao conjunto das construções e intervenções humanas no mundo, tais como nos processos de clonagem e produção de organismos geneticamente modificados (BRASIL, 2000). Esses conteúdos estão diretamente ligados ao estudo do material genético e seus mecanismos de atuação, conteúdos normalmente de difícil compreensão por alunos na educação básica, configurando um trabalho desafiador para os professores (Teodoro, 2017; Ferreira e Justi, 2004).

A análise do quadro matricial 01 cuja categoria é: O ensino do Dogma Central da Biologia (DCB) e seus desafios na concepção de professores de escolas públicas, em seu conceito norteador, apresentam as principais dificuldades apontadas pelos professores no ensino dos conceitos referentes ao DCB. Segundo os professores participantes da pesquisa, os maiores desafios são o grau de abstração e a complexidade que o tema traz. Por se tratar de conceitos relacionados à Biologia molecular do DNA e RNA, são considerados pelos docentes que participaram desse estudo, como conteúdos muito complexos para o entendimento dos alunos no Ensino Médio. Além disso, a maioria das escolas não tem laboratórios para o ensino de Biologia e não há material didático específico para trabalhar o tema em questão, afirmaram os professores.

Os indicadores abordados nessa categoria foram: tema 1 - Dificuldades dos alunos compreenderem o ensino do DCB; tema 2 - Desafios para o ensino do DCB; tema 3 - Sugestões para elaboração de material didático sobre o DCB; tema 4 - Disponibilidade de materiais de apoio ao ensino do DCB nas escolas; tema 5 - Presença de Laboratórios ou outros ambientes para o ensino do DCB; tema 6 - Formação ou oficina relacionada ao tema DCB e tema 7- Experiência com elaboração e emprego de materiais didáticos do DCB.

O tema 01 (categoria 1), apresenta as principais dificuldades que o professor tem observado em seus alunos na compreensão dos conteúdos relacionados ao Dogma Central da Biologia. As análises dos dados revelaram que para esses professores, as maiores dificuldades dos alunos estão relacionadas ao nível de complexidade e

abstração dos conteúdos, como podemos observar nas considerações dos professores P5 e P6.

P5: *Na minha opinião a dificuldade se dá por se tratar de um assunto “abstrato”, de difícil visualização e entendimento. Os alunos sabem que o corpo é composto por células, DNA e outras substâncias, mas não conseguem entender o funcionamento disso.*

P6: *Observa-se uma dificuldade em abstrair o modelo da dupla hélice, em imaginar como as bases nitrogenadas são formadas, como ocorre a formação das proteínas.*

Estudos apontam que as principais dificuldades apresentadas pelos estudantes, são o elevado grau de abstração dos conteúdos e a falta de material didático que facilite a transposição didática interna (Pedrancine et al, 2007; Primon e Rezende, 2000; Leite; Ferrari; Delizoicov, 2001; Lazzaroni e Teixeira, 2017). Corroborando com esses resultados, Silva et al (2006) observaram o mesmo problema quando pesquisaram o conhecimento de alunos do Ensino Médio na disciplina de Biologia. Segundo os autores, a pesquisa revelou um baixo rendimento trazendo em evidencia a dificuldade que os alunos possuem em compreender conceitos complexos e abstratos; foi constatado que aproximadamente metade dos alunos do estudo não compreende de forma suficiente o conceito de célula. Em consonância com essa questão, JUSTINA e FERLA (2006), afirmam que para muitos alunos do Ensino Médio, falta uma compreensão básica dos conceitos elementares da Biologia, como por exemplo, o conceito do que é um gene, sua função básica, onde poderia ser achado e como se relaciona com as outras estruturas. Segundo as autoras, para alguns dos estudantes pesquisados, os genes e os cromossomos eram compostos de células.

Esses fatos chamam atenção para a necessidade de mudanças urgentes na educação científica em nosso país, pois não se pode resolver esse problema com um ensino propedêutico. Os conhecimentos científicos, assim como os tecnológicos devem fazer parte da formação do cidadão, pois são debatidos na sociedade. Nessa perspectiva a escola configura o ambiente principal para a formação do indivíduo crítico, dessa forma, a Biologia deve ser ensinada de maneira a permitir ao educando desenvolver habilidades e competências para compreender, organizar, julgar e reelaborar o conhecimento dessa forma procurando promover benefícios para a sociedade (Moura et al, 2013).

Nesse sentido, a teoria da Transposição Didática (TD) explica a necessidade da ressignificação desses saberes, a transformação do objeto de conhecimento científico

em objeto de conhecimento escolar, para ser ensinado pelos professores e aprendido pelos alunos (Transposição Didática Interna-TDI), ou seja, selecionar e inter-relacionar o conhecimento acadêmico, adequando-o às possibilidades cognitivas dos alunos e exemplificando de acordo com a sua realidade circundante (POLIDORO e STIGAR, 2010. p. 155). Como estamos tratando de um conteúdo complexo é evidente a necessidade de metodologias inovadoras, pelo meio das quais a TDI ocorra de forma mais consistente nos processos de ensino.

Nesta perspectiva, Pessoa et al (2018), ressaltam que conteúdos como a Biologia Celular não devem ter seu ensino apenas voltado a aulas expositivas ou transmitidas, pois perdem muito de seu significado. Melo e Carmo (2009), afirmam que os discentes podem vir a memorizar o conteúdo, preocupados apenas com avaliação teórica, deixando de construir o conhecimento no processo de aprendizagem. No Ensino Médio, quando o indivíduo está concluindo uma relevante etapa da vida na educação básica, é importante que haja construção efetiva dos conhecimentos, proporcionando ao estudante, uma fundamentação teórico-prática satisfatória aos anseios de uma sociedade moderna, cada vez mais envolta por ciência e tecnologia.

No indicador 2 (categoria 1), trata dos desafios para o ensino do DCB. Quando os professores foram questionados sobre quais seriam os maiores desafios enfrentados para o ensino de conteúdos como DNA/RNA e os mecanismos de replicação, transcrição e tradução ou síntese de proteínas, os professores foram praticamente unânimes, apontando para a falta de materiais pedagógicos para auxiliar no processo de transposição desses saberes. Mesmo nas escolas em que há laboratórios de biologia, os professores afirmaram que não há material didático para ensino do Dogma Central da Biologia, como podemos observar nas menções de professores participantes:

P1; P2: *Dentre os principais desafios, pode-se destacar a falta de materiais nas escolas, especialmente para o ensino de ciências e biologia. Grande parte das escolas recebem livros a cada três anos e não temos materiais e equipamentos tecnológicos para facilitar o ensino.*

P3: *Complexidade dos conceitos, conceitos muito abstratos, falta de tempo para elaboração de materiais didáticos diversificados, mais eficazes.*

P4: *Não ter materiais/recursos para trabalharmos esse conteúdo sobre transcrição, replicação do DNA.*

Sabemos que muitos dos conteúdos de Biologia são envoltos de conceitos complexos, e a necessidade de materiais de apoio é fundamental para uma boa aprendizagem. Somente a oralidade talvez seja pouco quando se trata do ensino da Biologia Celular, desta forma, o uso de materiais didáticos concretos e representativos pode ser uma opção importante para o ensino dos conceitos pertinentes ao DCB. Em consonância com esta discussão, Orlando (2009) afirma que os conteúdos de biologia celular empregam conceitos bastante abstratos e microscópicos sendo necessário o desenvolvimento de materiais didáticos para auxiliar a compreensão desses conteúdos. É o que também ressalta Silva et al (2006), quando afirmam que trabalhar com conceitos sistematizados e abstratos da citologia requer uma prática educativa em que o ensino dos conteúdos não seja apenas teórico, como o método tradicional de ensino, pautado no uso de livros didáticos, fundamentados na memorização e com poucas possibilidades de contextualização. Para os autores o uso de modelos didáticos representacionais é uma alternativa metodológica que desperta o interesse dos alunos e conferem sentidos aos fenômenos biológicos, difíceis de serem compreendidos apenas com o uso de livros textos.

Nos termos da Transposição Didática, especificamente a TDI, onde cabe ao professor fazer transposição dos saberes [saber a ser ensinado – saber ensinado] o uso de materiais concretos analógicos no ensino do DCB, pode contribuir muito com os estudantes no processo de aprendizagem dos saberes ensinado, pois a visualização, a manipulação e as possíveis discussões fomentadas pela interação aluno – aluno e professor-aluno, são fatores cruciais dentro de todo sistema didático, promovendo uma aprendizagem mais eficaz (Polidoro e Stigar, 2010; Paz et al, 2006; Duso, 2012. p.2).

No tema 3 - Sugestões para elaboração de material didático sobre o DCB; neste indicador solicitamos aos professores sugestões de materiais didáticos para trabalhar os conteúdos do DCB. A análise nos permitiu observar que há um reconhecimento geral dos professores em relação a necessidade do uso ou desenvolvimento de materiais didáticos para o ensino, conforme as transcrições seguintes.

P1: ... *pode-se construir jogos para construção em forma de maquete da molécula de DNA, replicação, transcrição e síntese proteica.*

P2: *Utilização de materiais presentes no cotidiano dos estudantes para a montagem do material.*

P3: *Modelos que permitam o entendimento dos processos envolvidos e de fácil reprodução/confecção.*

P4: *Poderia construir modelos com blocos de madeira ou plástico e um programa em 3D para fazer os processos do DNA.*

P5: *Para abordar esse tema e facilitar o entendimento do aluno, considero interessante o uso de materiais lúdicos, maquetes, vídeos e até mesmo massa de modelar, para ir montando e compondo as partes das células.*

P6: *Construção de modelos de dupla hélice e bases nitrogenadas que formam DNA/RNA e dos aminoácidos para que de forma prática possa ser formada tais moléculas. Poderia ser um material plástico ou EVA.*

Observamos que a maioria dos professores acredita que o emprego de modelos didáticos e outros materiais pedagógicos auxiliares seriam importantes no ensino do DCB. O que corrobora com Paz et al (2006), quando afirmam que os modelos são recursos aproximativos que auxiliam no processo explicativo e, dessa forma, promovem uma maior compreensão por parte dos estudantes. KRAPAS et al (1997), afirmam que o emprego de recursos como os modelos didáticos, tem se revelado como uma alternativa pedagógica muito promissora, pois permite ao aluno maior interação e participação ativa no processo educativo, favorecendo melhor assimilação dos conhecimentos por parte dos estudantes e permitindo ao professor otimizar o processo de transposição didática interna.

No indicador 4 – Referente à disponibilidade de materiais de apoio ao ensino do Dogma Central da Biologia (DCB) nas escolas. Quando questionados sobre materiais de apoio para ensinar os conteúdos ligados ao DCB nas escolas, a maioria dos professores disse não haver esse tipo de material. Algumas escolas possuem somente o livro didático, outras têm televisor e projetores. Mesmo nas escolas que contam com laboratório de Biologia, de acordo com os professores participantes da pesquisa, não há material específico para o ensino do DCB, como descrito nas respostas dos professores a seguir:

P1: *Em uma das escolas (de Ensino Fundamental - Municipal) temos laboratório de ciências, e faço em laboratório a construção da molécula de DNA e a extração do mesmo. Na outra escola (Ensino Médio – Estadual), há apenas livros didáticos.*

P2; P3: *Não*

P4: *Não, creio que ainda não foram inventados materiais específicos para isso.*

P5: *São disponibilizados televisão e data show.*

A despeito da falta de recursos para tornar o ensino de Biologia mais eficiente, os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1999), no que tange às Ciências Naturais,

sugerem que no Ensino Médio o aluno desenvolva competências que lhe permitam entender o mundo em que vive e atuar como indivíduo e como cidadão crítico, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica. Mas será que na atual situação em que a maioria das escolas públicas se encontra é possível? O professor tem condições de fazer uma recontextualização e assim realizar a TDI de forma eficiente apenas com aulas expositivas e livro didático? Bonzanini (2005) afirma que a necessidade de melhorias no ensino de Biologia é urgente, pois muitos professores enfrentam precárias condições de trabalho, além da escassez de material e de recursos pedagógicos, fatores que dificultam o trabalho dos professores e prejudica o aprendizado dos alunos (Keller et al 2011).

No tema 5, abordou-se a presença de laboratórios ou outros ambientes para o ensino do DCB. A presença de laboratórios didáticos nas escolas pode auxiliar no ensino de Biologia por meio de materiais didáticos confeccionados que podem ficar armazenados ou expostos. Apesar da complexidade do DCB algumas práticas de microscopia podem lançar um pouco de luz nesses saberes, contribuindo com o processo de TDI. Quando questionados sobre o assunto, a maioria dos professores disse não haver laboratórios nas escolas onde trabalham. Dois professores (**P4** e **P5**), disseram que pelo menos em uma escola onde trabalhavam há laboratório, porém não havia nenhum material para trabalhar o DCB:

P4: *Das duas escolas que dou aula, uma delas possui vários laboratórios, entre eles, um de biologia e um de química, mas nenhum deles possuem materiais para trabalhar o Dogma Central da Biologia.*

Na outra escola o laboratório não tem microscópios, mesmo assim o professor disse que dá para trabalhar o DCB:

P5: *Sim. Na escola onde atuo, há laboratório de ciências, onde é possível desenvolver aulas de biologia voltada para o Dogma Central. Infelizmente não há microscópio, mas mesmo assim é possível desenvolver aulas diferenciadas.*

O laboratório é muito importante para o ensino de Biologia, pois a experimentação se faz necessária para aproximar os alunos dos fenômenos ensinados nas aulas teóricas ou expositivas (FALA; CORREIA e PEREIRA, 2010), é semelhante a um poderoso catalisador no processo de aquisição de novos conhecimentos, pois a vivência de certa experiência facilita a aprendizagem (POSSOBON et al, 2003), favorecendo os processos da transposição didática dos saberes.

O tema 6, formação ou oficina relacionada ao tema DCB, a pesquisa indaga se o(a) professor(a) já participou de alguma formação ou oficina relacionada ao ensino do DCB. A maioria afirmou nunca ter participado de oficinas ou formações com esse tema.

P1; P2: *Não*

P3: *Não participei*

P4: *Não, nunca*

P5: *Apesar de eu ser formada também em licenciatura, não realizei alguma formação na área em questão.*

Nossa pesquisa revela a necessidade de formações para professores de Biologia que tratem de temas específicos como o Dogma Central da Biologia, devido a explícita carência de uma educação científica mais consistente nas escolas públicas. É necessário formar pessoas que sejam capazes de entender o constante avançar do conhecimento científico, pois as novas perspectivas trazem várias questões de ordens sociais, econômicas e éticas e o aluno faz parte desse contexto, ele precisa se apropriar de conhecimentos científicos básicos para se posicionar diante das inovações que farão parte da sua vida num futuro bem próximo (Reznik, 1995, apud XAVIER et al 2006).

Em sua tese de doutorado, Borges (2000), investiga a importância da produção de material Didático na formação de professores de Biologia. Segundo o autor, esse tipo de atividade leva o docente a prática reflexiva, contribuindo para a formação de um professor mais crítico sobre seu trabalho e, possivelmente, mais preocupado com a melhoria da qualidade do ensino, diante dos constantes avanços da Biologia.

O indicador 7, experiência com elaboração ou emprego de materiais didáticos do DCB, revelou que a maioria dos professores participantes não possuíam experiência com o desenvolvimento ou emprego de materiais didáticos no ensino do DCB. Esses resultados são melhores compreendidos quando analisamos o indicador anterior, em que a maioria dos professores declara não ter participado de formações ou oficinas voltadas para a elaboração de material didático para o ensino do DCB.

De acordo com MOURA et al (2013), o professor de biologia tem sido historicamente exposto a muitos desafios que o impelem a acompanhar as descobertas científicas e tecnológicas, e o principal desafio é a construção coletiva do conhecimento de forma sistematizada e acessível, o que demanda tempo, estudo e muita dedicação. Outro agravante é a carga horária excessiva, fazendo com que o professor não tenha tempo hábil para se preparar e se atualizar, podendo fazer com que a formação do professor seja considerada arcaica poucos anos depois de sua formação.

De acordo com nossas observações e relato dos professores participantes desta pesquisa constatamos que há defasagem em cursos de formação de professores quando o assunto é o Dogma Central da Biologia. O tema é pouco explorado pelos formadores e muitos professores têm dificuldades em ensinar esses conteúdos devido ao grau de abstração dos mesmos. As escolas não possuem material didático para o ensino do DCB. Ensinar a replicação do DNA, transcrição e síntese de proteínas tendo apenas como apoio o livro didático é um grande desafio para os professores, já que a maioria das escolas onde os participantes lecionam não conta com laboratórios de biologia. Existe a clara e real necessidade de capacitações e desenvolvimento de materiais didáticos que favoreçam o ensino e aprendizagem de temas como replicação, transcrição e síntese de proteínas, pois são fundamentais para o letramento científico de nossos alunos e conseqüentemente a busca por melhores alternativas para resolver os problemas que circundam a vida na Terra.

10. O MODELO DIDÁTICO DO DOGMA CENTRAL DA BIOLOGIA

O uso de modelos didáticos vem sendo apontado como uma forma promissora no ensino de ciências. De acordo com Justina e Ferla (2006), um modelo é uma construção, uma estrutura que pode ser utilizada como referência, uma imagem analógica que permite materializar uma ideia ou um conceito, tornados assim, diretamente assimiláveis. Do ponto de vista epistemológico, cabe ao professor entrepor a mediação dos saberes, como um agente da transposição didática interna, precisa de recursos e metodologias que sejam eficientes nesse processo (Setúval, 2009; Cavalcante, 2008). Desta forma, o uso de recursos pedagógicos como os modelos didáticos é relevante no processo da transposição didática, pois possibilita a participação ativa dos estudantes através da interatividade, fomentando a discussão em grupo, tornando a aula mais cativante, proporcionando uma aprendizagem com maior potencial de efetividade, permitindo aos alunos o desenvolvimento do pensamento crítico/reflexivo, princípios importantes e necessários à vida moderna.

Para o ensino de Biologia, os PCNEM deixam clara a necessidade da descrição do material genético em sua estrutura e composição, vinculada a uma abordagem que permita o desenvolvimento de um posicionamento criterioso relativo ao conjunto das construções e intervenções humanas no mundo, como nos processos biotecnológicos (BRASIL, 2006).

Bonzanini (2005) dialoga no sentido de um ensino de Biologia em um novo contexto, com temas atuais e com metodologias inovadoras:

... A incorporação de temáticas atuais, que motivem o aluno a aprender determinados conceitos, precisa levar em consideração também o uso de estratégias e recursos para instigar, motivar, surpreender os estudantes levando-os a participar dessas discussões. Para isso, faz-se necessário que o professor disponha de diversos instrumentos para que as aulas sejam mais interessantes e menos monótonas, promovendo discussões nas quais ouça o ponto de vista de cada aluno e não somente exponha o seu como uma verdade absoluta, fazendo com que possam relacionar isso ao seu dia a dia, aos benefícios e prejuízos que podem trazer, bem como analisar criticamente e opinar sobre questões polêmicas de uma maneira coerente. É preciso que o educador promova uma educação científica que divulgue os avanços da ciência, pois, além de necessidade, é um dever social. (BONZANINI, 2005, p.188).

Os estudos citados apontam para uma necessidade de melhorias no ensino de ciências como a Biologia, com propostas que sejam inovadoras, criativas e que possibilite a reflexão. Que professores participem continuamente de cursos de formação e estejam atualizados frente a uma ciência que está em constante transformação.

9.2. Apresentação do Produto Educacional: Modelo Didático Interativo do Dogma Central da Biologia.

Neste tópico apresentamos o produto pedagógico aplicado na pesquisa “Modelo Didático Interativo do Dogma Central da Biologia: uma proposta de Transposição Didática para o Ensino Médio” e os métodos utilizados e a sua organização didática. Ressaltamos ainda que as sequências didáticas que envolvem o uso deste modelo didático foram realizadas considerando-se o nível de complexidade crescente dos conteúdos para a aprendizagem dos alunos. As sequências foram planejadas dando liberdade ao professor para usar o modelo didático do DCB de forma completa ou modular, de acordo com os saberes a serem contextualizados com seus alunos.

A sequência didática desenvolvida como um dos produtos desta pesquisa foi elaborada fundamentando-se nos momentos do processo de estudo de Chevallard, Bosch e Gascón: *Cada momento do processo de estudo faz referência a uma dimensão ou aspecto da atividade de estudo, mais do que um período cronológico preciso. Portanto, os momentos estão distribuídos de uma forma dispersa ao longo do processo de estudo e não podem ser vividos “de uma só vez”* (CHEVALLARD, BOSCH, GASCÓN, 2001. p. 276). Na pesquisa utilizamos os Momentos de Estudo (ME) de Chevallard, (2001) e a sua organização praxeológica para assim, desenvolvermos o modelo didático. As sequências didáticas aqui apresentadas são norteadas pelos preceitos de Zabala (1998).

Cada etapa do modelo didático do Dogma Central da Biologia apresentou tarefas a serem resolvidas pelos estudantes, e estas, podiam ser solucionadas por meio de diferentes técnicas ao longo das vivências com o material didático, ou seja, os estudantes observavam o material, realizam leituras no roteiro de bordo e montavam as estruturas solicitadas no roteiro de bordo. As vivências com o modelo didático permitiu uma boa interação do professor pesquisador com os alunos, bem como entre os

estudantes, por meio de reflexões e interpretações que o material propunha. Os saberes envolvidos nas três etapas do modelo didático do Dogma Central da Biologia, ou seja, a tecnologia foi alicerçada em conhecimentos presentes nas teorias científicas sobre o tema com base em referenciais atualizados da área da Biologia Celular como Alberts, *Fundamentos da Biologia Celular* (1998), Cooper, *A célula: Uma abordagem* (2001), Griffiths, *Introdução a Genética* (2006), Junqueira e Carneiro, *Biologia Celular e Molecular* (2001), Lodish, *Biologia Celular e Molecular* (2005) e outros.

O modelo didático do Dogma Central da Biologia apresenta três etapas, cada uma com um tema relevante da biologia celular molecular que culmina com a síntese de proteínas. As Etapas foram agrupadas da seguinte forma: etapa 1 – Replicação do DNA, etapa 2 – Transcrição do DNA em RNA e etapa 3 – Síntese de proteínas ou tradução. O desenvolvimento das tarefas com o uso do modelo didático, como já citado, foi fundamentado momentos de estudo da Teoria Antropológica do Didático (TAD). Os Momentos de estudos são divididos de acordo com Chevallard, Bosch e Gascón (2001), em: Momento do Primeiro Encontro, Momento Exploratório, Momento do Trabalho da Técnica, Momento Tecnológico-Teórico, Momento de Institucionalização e Momento de avaliação. Esses momentos de estudos norteiam o emprego dos produtos elaborados neste trabalho.

- Momento do Primeiro Encontro - nesta etapa ocorre quando os estudantes são confrontados pela primeira vez com as tarefas do modelo didático (ou reencontro, caso já tenham visto este tipo de tarefa ou conteúdo com outra organização pedagógica), essas tarefas constituem os problemas a serem resolvidos pelos alunos, onde surgirá a necessidade de aprender determinadas técnicas, como por exemplo, identificar os tipos e pares de bases nitrogenadas do DNA.

- Momento Exploratório – constituiu-se na análise do material didático com a finalidade da construção das técnicas necessárias a solução dos diferentes problemas, técnicas estas mediadas pelo professor e por meio das tecnologias presentes no material didático. Esta etapa corresponde a relação tarefa – técnica, como por exemplo, trabalhar em equipe, organizar as bases nitrogenadas no molde de DNA, reconhecer os pares complementares das bases nitrogenadas pelo encaixe das peças, posicionar os moldes de DNA para fazer duplicação semiconservativa, são tarefas que necessitam de um saber-fazer, alicerçados em tecnologias, neste caso, o próprio modelo didático do Dogma Central da Biologia, justificadas pelas teorias, ou seja a literatura científica (como já

citado), enquadrando-se portanto, nos conceitos da organização praxeológica, de acordo com a Teoria Antropológica do Didático.

- Momento do Trabalho da Técnica - Neste ponto ocorreu o domínio da(s) técnica(s) utilizada(s) para resolver o problema, pois os estudantes interagiram diretamente com o modelo didático e foram capazes de aplicar as técnicas, ou seja, simularam a duplicação do DNA utilizando o modelo didático.

- Momento Tecnológico - Teórico: constitui-se do próprio modelo didático que didaticamente traz a justificativa, ou seja, a tecnologia para realização da técnica que foi utilizada para resolver o problema e por sua vez justificava a tecnologia da técnica e a teoria da tecnologia pautada nos referenciais didáticos do estudo do Dogma Central da Biologia, como Alberts, *Fundamentos da Biologia Celular* (1998), Cooper, *A célula: Uma abordagem* (2001), Griffiths, *Introdução a Genética* (2006), Junqueira e Carneiro, *Biologia Celular e Molecular* (2001), Lodish, *Biologia Celular e Molecular* (2005) e outros.

- Momento de Institucionalização é o instante em que as técnicas e toda a organização praxeológica sofrem amplitude, pois são usadas em uma diversidade de elementos que darão referências para a resolução dos problemas como um todo, ocorrendo juntamente com a avaliação do domínio das técnicas. No modelo didático do DCB todo o saber fazer foi institucionalizado por meio das diversas tarefas que cada etapa apresentava e do conjunto de técnicas realizadas para as soluções dos problemas (a transcrição do DNA em RNA, por exemplo), respaldados pelas tecnologias e teorias pertinentes.

- Momento de Avaliação – quando o momento em que o domínio do problema ou atividade/tarefa é avaliado, aqui é posto à prova o uso da técnica e todos os conhecimentos do bloco teórico que está empregado à técnica.

Apresentaremos agora o “Modelo Didático Interativo do Dogma Central da Biologia”, material didático utilizado no desenvolvimento das sequências didáticas, produto desse estudo. A apresentação neste momento será por meio de imagens do material desenvolvido e aplicado na pesquisa com os alunos na escola campo. No produto educacional apresentamos uma sequência didática destinada ao professor com o objetivo de tornar o processo vivencial do produto no contexto escolar.

Salientamos que na sequência do Modelo Didático do Dogma Central da Biologia, o produto passou por uma adaptação em relação a nomenclatura da praxeologia de

Chevallard (1991), para melhor aproximação ao público alvo, ou seja, aos professores de Biologia. Optamos fazer uma relação entre a praxeologia e as referências utilizadas por Zabala (1998), desta forma as tarefas foram substituídas por problemas a serem resolvidos, as técnicas pelas habilidades esperadas para os alunos e as tecnologias apresentam-se nos objetivos e nas teorias concernentes ao referencial empregado nos estudos da biologia celular, os quais se encontram listados no corpo do trabalho.

A figura 2.1 apresenta o logo do modelo didático do DCB, que estampa a capa do roteiro de bordo. A figura faz uma alusão ao tema estudado, tendo a palavra “Dogma Central da Biologia” preenchida com a cor preta e sequências de bases nitrogenadas do DNA, tendo como pano de fundo a imagem do nosso modelo de ribossomo. A figura 2.2 foi criada para facilitar a compreensão da topografia celular, onde o estudante poderá observar em qual local da célula ocorrem os eventos relacionados ao dogma central.

O logo do modelo didático

Figura 2.1 Logo do Modelo Didático Interativo do DCB.



Figura 4.1 (autoral).

Figura 2.2. Célula eucarionte utilizada na etapa vivencial do modelo didático

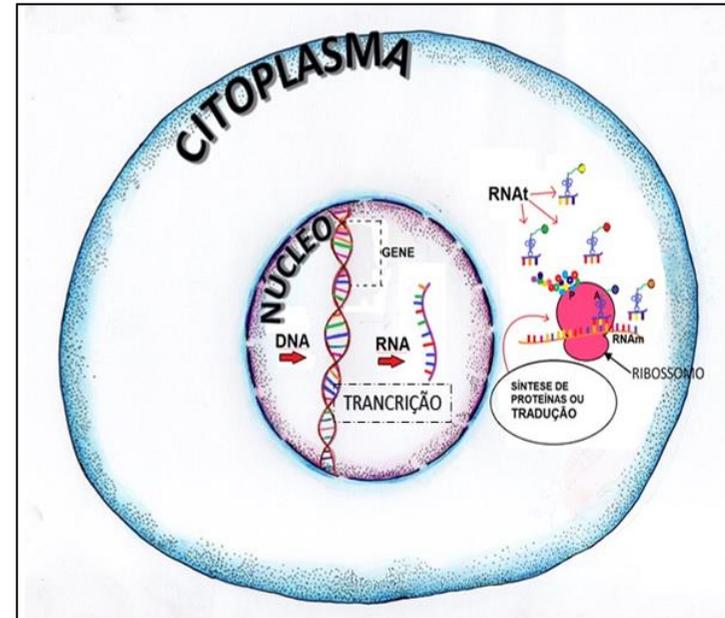


Figura 4.2. (Ilustração autoral).

9.3. Etapa 01 – Tema: replicação do DNA

As etapas da sequência didática apresentadas no produto educacional deste trabalho trazem consigo tarefas relacionadas aos respectivos temas: Etapa 1, sequência de bases nitrogenadas: ATGCATGCA a ser pareada pelos estudantes durante etapa vivencial.

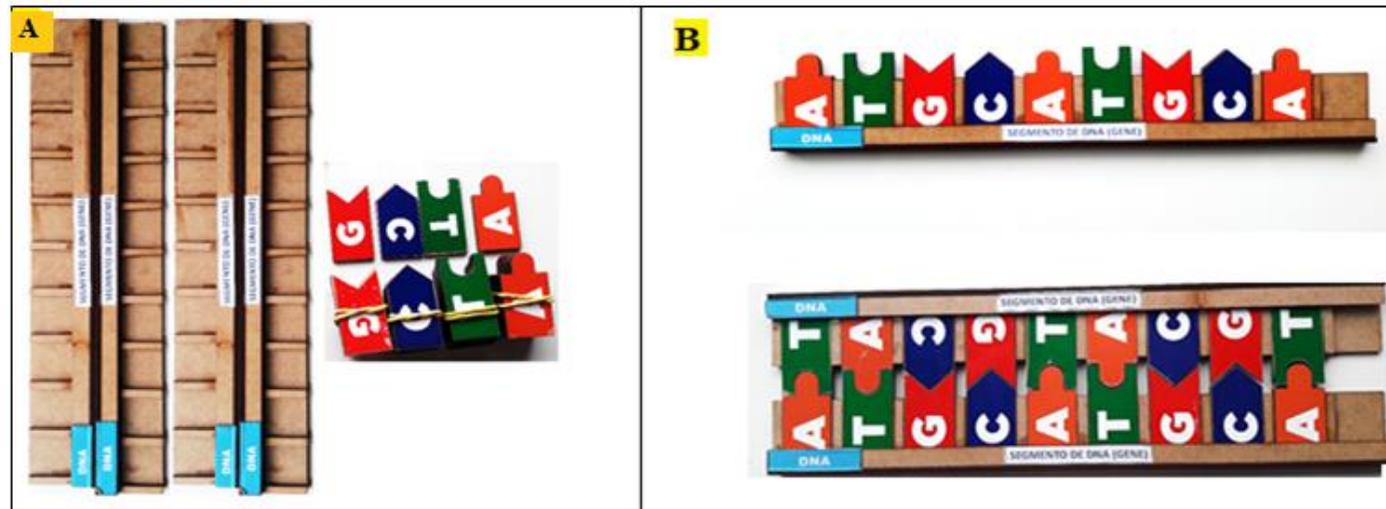


Figura 4.3 A. Material distribuído para a etapa 01 – replicação. B. Sequência de bases dada ATGCATGCA a ser montada pelos estudantes. C. Sequência ATGCATGCA e sua complementar, formando a molécula de DNA. Fonte: autores.

Para simular a duplicação semiconservativa, o modelo da molécula de DNA é aberto e dois novos moldes são inseridos, as novas bases são encaixadas preenchendo os moldes “novos”, resultando em duas novas moléculas de DNA, cada uma com uma parte da molécula original e outra parte nova (figura 4.4 A).

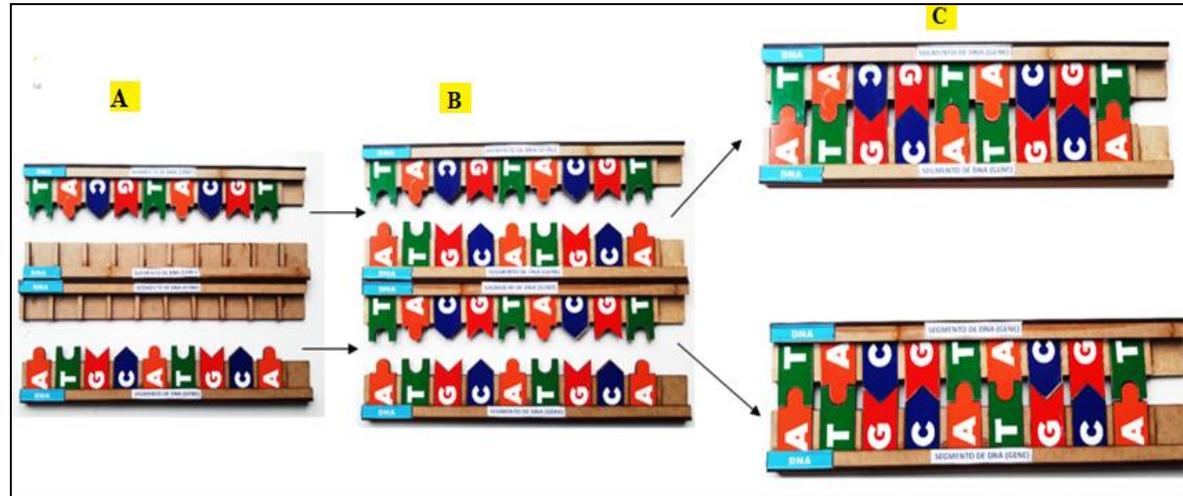


Figura 4.4 A. Simulação da desnaturação da molécula de DNA. B. Novas fitas de DNA recém-sintetizadas são inseridas na simulação. C. Resultado final da duplicação semiconservativa. Fonte: autores

9.4. Etapa 02 – Tema: Transcrição do DNA em RNA

Nesta etapa, fazer a transcrição do DNA em RNAm constitui-se no problema a ser resolvido. Desta forma, um dos modelos das moléculas de DNA criada na primeira etapa é aberta e introduzido um molde da molécula de RNAm (**figura 4.5 B**). Em sequência foram inserindo as bases nitrogenadas de acordo com os pares complementares do RNAm (**figura 4.5 C**). Após esses procedimentos, o RNAm montado é retirado e a molécula de DNA é recomposta (**figura 4.5 D**).

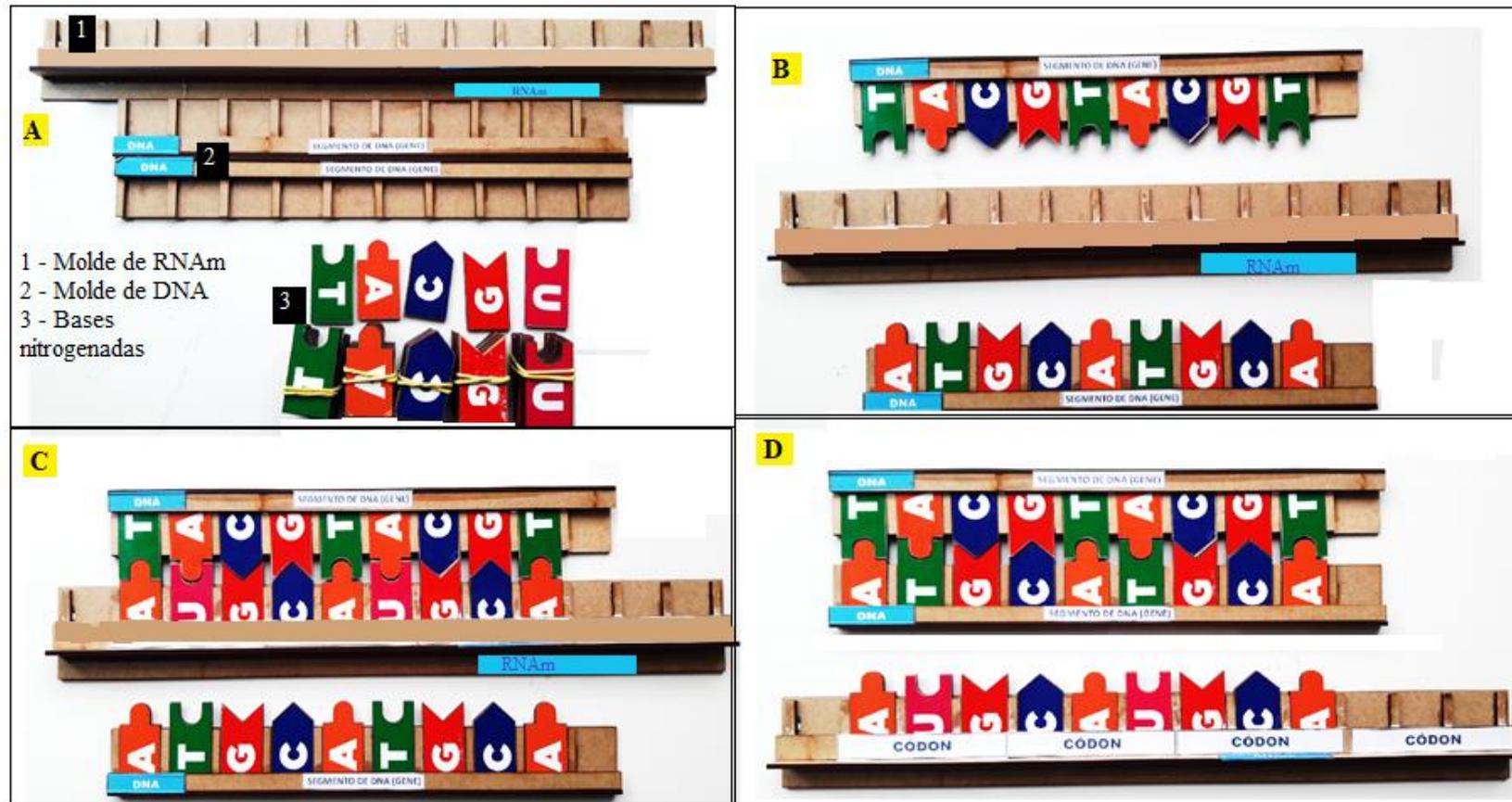


Figura 4.5 A. materiais necessários para esta etapa. B. Simulação da Molécula de DNA desnaturada e um molde para a sequência de RNAm. C. Bases complementares do RNAm inseridas representando o processo de transcrição. D. Molécula de DNA renaturada e D) RNA recém transcrito.

Fonte: autores

9.5. Etapa 03 – Tradução

O mecanismo da síntese de proteínas ou tradução, é simulado na etapa 03, desta vez, utiliza-se todas as peças do modelo didático, como descrito na **figura 4.6**.



Figura 4.6 Peças para montagem do modelo didático da síntese proteica. Fonte: autores

O RNAm é inserido no suporte do modelo e encaixa-se o ribossomo, posicionado sobre o primeiro conjunto de três bases nitrogenadas do RNAm, ou seja, sobre o primeiro códon (**figura 4.7 A**). O RNAt é montado, inserindo-se no molde três bases nitrogenadas que constituirão o

anticódon (**figura 4.7.B**). No RNAt foi anexado através de um clip, o aminoácido que será transportado até o sítio “P” do ribossomo (**figura 4.7.C**).



Figura 4.7 **A.** Modelos do RNAm e ribossomo encaixados no suporte. **B.** RNAt descarregado, com as bases formando o anticódon. **C.** RNAt carregado com aminoácido. **D.** Modelo do códon posicionado no sítio “A”, simulando o início da síntese de proteínas. Fonte: autores

Neste momento informamos aos estudantes que um mesmo anticódon pode transportar mais de um tipo de aminoácido. Entretanto, como não trabalhamos neste modelo o código genético, os aminoácidos foram diferenciados apenas pelas cores, tendo todos a sigla “aa”. Os alunos ao montarem o anticódon, precisavam observar a complementaridade das bases nitrogenadas do códon, ou seja, Adenina se liga com Uracila e Citosina se liga com Guanina.

Para simular as ligações peptídicas, o códon é levemente empurrado para baixo, encaixando-se perfeitamente no códon, como mostra a **figura 4.7. D**. Prosseguindo no mecanismo de tradução, o modelo de aminoácido é retirado do RNAt e fixado através de um clip, no sítio “P” do modelo de ribossomo, como mostra abaixo a **figura 4.7. E**. O processo é repetido até completar os quatro espaços do RNAm, formando uma proteína hipotética com quatro aminoácidos em sua composição, como é mostrado na **figura 4.7. F**.

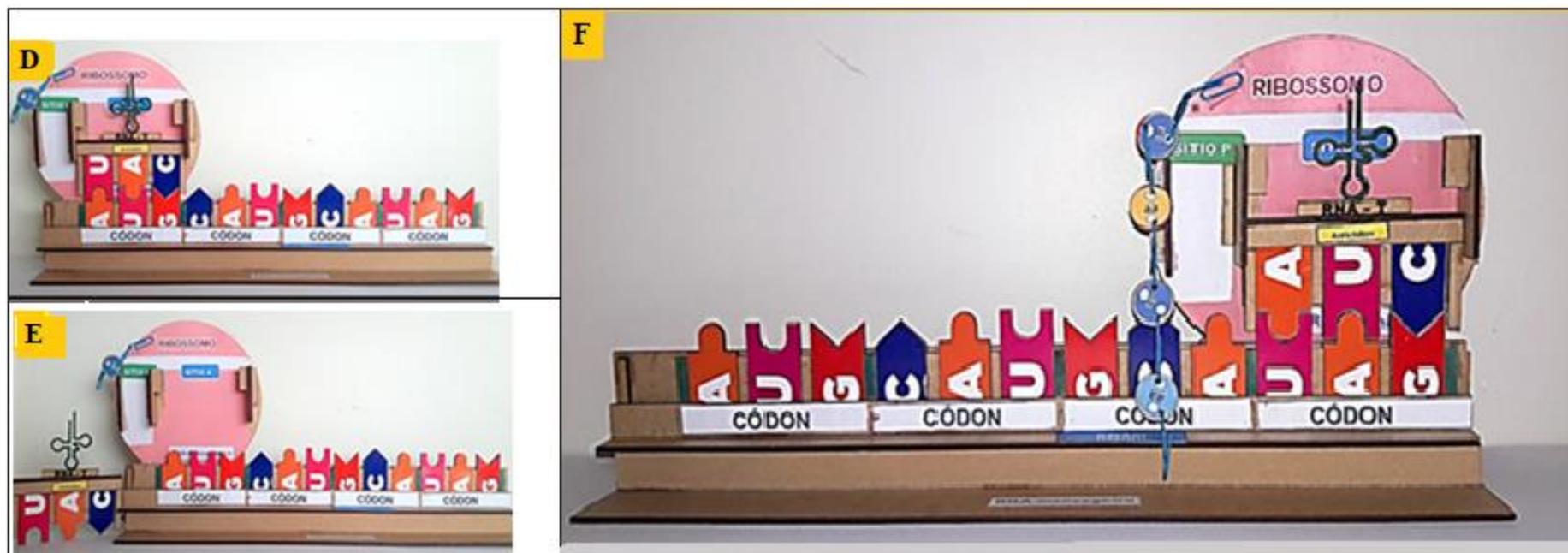


Figura 4.7. **D.** Simulação do Anticódon e códon ligados. **E.** Aminoácidos no sítio “P” e representação da subsequente liberação do RNAt. **F.** Ribossomo chega ao final do RNAm, percorrendo quatro códon, formando uma proteína hipotética com quatro aminoácidos. Fonte: autores

As etapas da sequência didática trazem consigo tarefas relacionadas aos respectivos temas: etapa 01 solicitou-se aos estudantes à formação aleatória de uma sequência de nove (09) bases nitrogenadas no molde do DNA, formando metade de uma molécula de DNA. Prosseguindo, montar a outra sequência complementar à primeira, formando as duas cadeias da molécula de DNA, que foi “encaixada” uma na outra, formando uma molécula de cadeia dupla (**figura 4.3. B e C**). Para trabalhar a duplicação semiconservativa os alunos, seguindo as orientações do roteiro, fizeram a separação da cadeia dupla de DNA e adicionaram novos moldes e bases nitrogenadas, criando duas novas moléculas de forma semiconservativa, ou seja, cada nova molécula possuindo metade da molécula primária e metade nova (**figura 4.3. D, E, F**).

Na etapa 02. Para simular a transcrição, os estudantes orientados pelo roteiro de bordo e pelo professor, “abriram” uma das moléculas de DNA criadas na primeira etapa e introduziram o molde da molécula de RNAm. Depois, foram encaixando as bases nitrogenadas de acordo com os pares complementares (**figura 4.4. C, D, E**).

Na etapa 3 os estudantes inseriram o RNAm no suporte do modelo, para simularem a síntese de proteínas. Na sequência, após serem orientados pelo professor, encaixaram o ribossomo posicionado sobre o primeiro códon (conjunto de três bases nitrogenadas do RNAm). Seguindo o roteiro, inseriram as bases no RNAt (de acordo com a complementaridade do primeiro códon) formando o anticódon, no qual foi fixado um aminoácido. Continuando, encaixaram o anticódon no sítio A do ribossomo, observando que houve “ligação” das bases (**Figura 4.5. H**), retiraram o aminoácido do anticódon, que foi inserido no sítio “P” do ribossomo (**Figura 4.5. I**). Depois, os alunos repetiram o processo com o segundo códon e ligando com um clip o segundo aminoácido com o primeiro, representando as ligações peptídicas. Desta forma, os estudantes simularam ligações peptídicas com uma sequência de quatro aminoácidos (**Figura 4.5. J**).

O material ofereceu interações diretas dos educandos com o material instrucional, com mediação do professor, sendo assim, uma proposta do aprender, interagindo com os conceitos e conhecimentos do campo da Biologia celular. As etapas e vivências com material didático pautaram-se nos momentos de estudo (Chevallard; Bosh; Gascón, 2001) bem como pela praxeologia, (Chevallard, 1999) e Transposição Didática (Chevallard, 1991). Após a realização dessas tarefas, os alunos responderam individualmente ao questionário pós-vivências.

9.6. Análise das investigações com os estudantes anterior e posterior a vivência com o modelo didático.

A seguir faremos as análises e discussões dos dados referentes aos instrumentos de pesquisa e coleta de dados na forma de questionários, que foi realizado por meio de métodos qualitativos baseado no referencial para análise de conteúdo de Bardin (2011). Os resultados, prévios e posteriores à vivência dos alunos com o modelo didático foram plotadas no quadro matricial 2. Estas análises foram realizadas de forma comparativa nas situações prévias e posteriores às vivências com modelo didático.

Quadro Matricial 02

Categoria 2: Conhecimentos prévios e posteriores dos estudantes referentes ao Dogma Central da Biologia.

Subcategoria 2.1: Conhecimentos relacionados ao DNA.

Conceito Norteador: Conhecimentos prévios dos educandos a respeito do Dogma Central da Biologia, do DNA e sua composição e emparelhamento das bases nitrogenadas que compõem o DNA e sua localização na célula. A maioria dos estudantes afirmou não saberem o que é o Dogma Central da Biologia, nem quais eram as bases nitrogenadas presentes nas moléculas de DNA, conseqüentemente não conseguiram determinar o emparelhamento das bases nitrogenadas do DNA, quando foi solicitado. Quanto ao conceito de gene a maioria dos estudantes demonstrou desconhecer ou entendem que é o DNA, sem apresentar um raciocínio claro sobre o tema. Nos conhecimentos posteriores ao uso do modelo didático do Dogma Central da Biologia (DCB) a maioria dos estudantes estabeleceu associação do DCB aos processos de Replicação do DNA, transcrição do DNA em RNA e a síntese de proteínas. Que as bases nitrogenadas que compõem as moléculas de DNA são timina, adenina, citosina e guanina e quando solicitado que fizessem o emparelhamento complementar das bases nitrogenadas a partir de uma seqüência de bases citadas, a maioria conseguiu fazer o pareamento correto. “Timina – Adenina, Citosina – Guanina”. E no conceito de gene, os estudantes, em sua maioria, afirmaram que um gene é “Um pedaço do DNA”.

Tema 1: localização do DNA

Síntese das respostas dos alunos:

Respostas prévias	Respostas pós o uso do modelo do DCB	
A1	<i>Não sei/Não lembro</i>	<i>No núcleo</i>
A2	<i>Núcleo</i>	<i>Núcleo</i>
A3	<i>Não sei/Não lembro</i>	<i>Núcleo</i>
A4	<i>No núcleo</i>	<i>Núcleo</i>
A5	<i>Nucleos</i>	<i>Núcleo</i>
A6	<i>Não sei/Não lembro</i>	<i>No Núcleo celular</i>
A7	<i>Não sei/Não lembro</i>	<i>No Núcleo da célula</i>
A8	<i>Genética</i>	<i>Núcleo</i>
A9	<i>Trompa de falópio</i>	<i>No Núcleo celular</i>
A10	<i>Não sei/Não lembro</i>	<i>No Núcleo celular</i>
A11	<i>Não sei/Não lembro</i>	<i>Está localizado no Núcleo</i>
A12	<i>Não sei/Não lembro</i>	<i>Está localizado no Núcleo</i>
A13	<i>Não sei/Não lembro</i>	<i>No núcleo</i>
A14	<i>Núcleo</i>	<i>Núcleo</i>
A15	<i>Não sei/Não lembro</i>	<i>Núcleo</i>

Tema 2: Nomenclatura e emparelhamento das bases nitrogenadas do DNA

Síntese das respostas dos alunos:

Respostas prévias		Respostas pós o uso do modelo do DCB
A1	<i>Não sei</i>	A – T, C – G
A2	<i>Núcleos</i>	As duas células se juntam para se duplicar
A3	<i>Não sei</i>	Timina, Guanina, Citosina, Adenina
A4	Timina, Guanina, Citosina, Adenina	Purinas e pirimidinas
A5	<i>Não sei</i>	Códon
A6	<i>Não sei</i>	Timina, Guanina, Citosina, Adenina
A7	<i>Não sei</i>	Timina, Guanina, Citosina, Adenina
A8	<i>Não sei</i>	Timina, Guanina, Citosina, Adenina
A9	<i>Não sei</i>	Timina, Guanina, Citosina, Adenina
A10	<i>Não sei</i>	Códon
A11	<i>Não sei</i>	Códon
A12	<i>Não sei</i>	Timina, Guanina, Citosina, Adenina
A13	<i>Não sei</i>	A – T, C – G
A14	<i>Núcleos</i>	As duas células se juntam para se duplicar
A15	<i>Não sei</i>	Timina, Guanina, Citosina, Adenina

Tema 3: sequência e complementaridade de bases do DNA.

Síntese das respostas dos alunos:

Respostas prévias		Respostas pós o uso do modelo do DCB
A1	<i>Não sei/não lembro</i>	ATCGCGATATCGCGAT TAGCGCTATAGCGCTA
A2	<i>Não sei/não lembro</i>	ATCGCGATATCGCGAT TAGCGCTATAGCGCTA
A3	ATCGCGATATCGCGAT AACGAGATCTCGAA	ATCGCGATATCGCGAT TAGCGCTATAGCGCTA
A4	ATCGCGATATCGCGAT TAGCGCTATAGCGCTA	ATCGCGATATCGCGAT TAGCGCTATAGCGCTA
A5	<i>Não sei/não lembro</i>	ATCGCGATATCGCGAT TAGCGCTATAGCGCTA
A6	<i>Não sei/não lembro</i>	ATCGCGATATCGCGAT TAGCGCTATAGCGCTA
A7	<i>Não sei</i>	ATCGCGATATCGCGAT TAGCGCTATAGCGCTA
A8	ATCGCGATATCGCGAT ACTGAGCCGTA CTAG	ATCGCGATATCGCGAT TAGCGCTATAGCGCTA
A9	<i>Não sei/não lembro</i>	ATCGCGATATCGCGAT TAGCGCTATAGCGCTA
A10	<i>Não sei/não lembro</i>	ATCGCGATATCGCGAT TAGCGCTATAGCGCTA
A11	ATCGCGATATCGCGAT ACTGAGCCGTA CTAG	ATCGCGATATCGCGAT TAGCGCTATAGCGCTA
A12	<i>Não sei/não lembro</i>	ATCGCGATATCGCGAT TAGCGCTATAGCGCTA
A13	<i>Não sei/não lembro</i>	ATCGCGATATCGCGAT TAGCGCTATAGCGCTA
A14	<i>Não sei/não lembro</i>	ATCGCGATATCGCGAT TAGCGCTATAGCGCTA
A15	ATCGCGATATCGCGAT AACGAGATCTCGAA	ATCGCGATATCGCGAT TAGCGCTATAGCGCTA

Tema 4: Conceito de Gene

Síntese das respostas dos alunos:

Respostas prévias		Respostas pós o uso do modelo do DCB
A1	DNA	É o DNA
A2	<i>Não sei/não lembro</i>	É um segmento de DNA

A3	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Segmento de DNA</i>
A4	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Síntese de proteína</i>
A5	<i>Dentro do DNA</i>	<i>É uma síntese de proteínas</i>
A6	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Não sei</i>
A7	<i>Contém informações e participa da síntese de proteínas.</i>	<i>As características de um indivíduo herdadas por seus pais.</i>
A8	<i>Genética = DNA</i>	<i>Segmento de DNA</i>
A9	<i>DNA</i>	<i>Um pedaço do DNA</i>
A10	<i>DNA</i>	<i>É um pedaço de DNA</i>
A11	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>É a molécula que liga o DNA ao RNA</i>
A12	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>É uma parte do DNA onde estão localizadas as bases nitrogenadas.</i>
A13	<i>DNA</i>	<i>DNA</i>
A14	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>É um segmento de DNA</i>
A15	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Segmento de DNA</i>

Tema 5. Duplicação semiconservativa

Síntese das respostas dos alunos:

Respostas prévias		Respostas pós o uso do modelo do DCB
A1	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Não respondeu</i>
A2	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>É quando se conserva a base para surgir uma nova célula.</i>
A3	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>É quando se conserva uma base, aí se torna uma nova e surge uma nova célula.</i>
A4	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Não respondeu</i>
A5	<i>Duplica o DNA para conservar</i>	<i>Quando o RNA é compatível com o DNA</i>
A6	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Não sei</i>
A7	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>A reprodução das moléculas do DNA</i>
A8	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>É quando se conserva a base para surgir uma nova.</i>
A9	<i>A duplicação não é completa</i>	<i>É quando se conserva a base e cria uma nova.</i>
A10	<i>É uma duplicação não completa, o clone</i>	<i>É quando se conserva a base e se cria uma nova.</i>
A11	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>É quando o DNA completo se desfaz e cada parte despedaçada forma um novo DNA com a mesma característica.</i>
A12	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>É o processo em que uma parte do DNA divide-se para dar origem a outra</i>
A13	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Não respondeu</i>
A14	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>É quando se conserva a base para surgir uma nova molécula de DNA</i>
A15	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>É quando se conserva uma base, aí se torna uma nova e surge outra molécula de DNA.</i>

Subcategoria 2.2: Conhecimentos relacionados ao RNA

Conceito Norteador: Conhecimentos prévios dos educandos relacionados a conceitos do RNA, tipos de bases nitrogenadas, composição e emparelhamento das bases nitrogenadas durante a transcrição e topografia celular. A maioria dos estudantes afirmou não saberem ou não se lembrarem de quais eram os tipos de bases nitrogenadas, nem como ocorre o emparelhamento dessas bases. Quanto a topografia celular do RNA a maioria disse não saber ou não se lembrar, outros responderam de forma equivocada, como “*nucleotídeo*” ou ainda “*núcleo do citoplasma*”. Quando foram questionados os tipos de RNA os alunos disseram que não sabiam ou não se lembravam. Nos conhecimentos posteriores ao uso do modelo didático do Dogma Central da Biologia (DCB) a maioria dos estudantes respondeu que o processo de transcrição “*É o processo de formação das moléculas de RNA*”, ou ainda “*Quando se forma o RNA*”. Quanto aos tipos de bases nitrogenadas do RNA a maioria citou uracila, adenina, citosina e guanina. Entretanto houve alguns estudantes que usaram equivocadamente a palavra “*uranina*” ao invés de uracila. Quando a complementaridade das bases nitrogenadas do RNA, a maioria respondeu: A-U; C-G (adenina se liga com uracila e guanina se liga com citosina). Já no tema topografia celular do RNA, a maioria indicou a organela ribossomo, como local onde se encontra o RNA. No entanto, a maioria apontou os tipos de RNA sendo: RNA mensageiro, RNA transportador e RNA ribossômico.

Tema 6. Localização celular do RNA.

Síntese das respostas dos alunos:

Respostas prévias		Respostas pós o uso do modelo do DCB
A1	<i>Núcleo celular</i>	<i>No ribossomo</i>
A2	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Códon</i>
A3	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Códon</i>
A4	<i>Nucleotídeo</i>	<i>Não respondeu</i>
A5	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Não respondeu</i>
A6	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>No ribossomo</i>
A7	<i>Núcleo do citoplasma</i>	<i>Não respondeu</i>
A8	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>No ribossomo</i>
A9	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>No ribossomo</i>
A10	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>No ribossomo</i>
A11	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Está localizado no ribossomo</i>
A12	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>No ribossomo</i>
A13	<i>Núcleo celular</i>	<i>No ribossomo</i>
A14	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Códon</i>
A15	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Códon</i>

Tema 7. Nomenclatura das bases nitrogenadas do RNA

Síntese das respostas dos alunos:

Respostas prévias		Respostas pós o uso do modelo do DCB
A1	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Uranina, citosina, guanina e adenina</i>
A2	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Anticódon</i>
A3	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Anticódon</i>
A4	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Adenina Uracila, Citozina e Guanina</i>
A5	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>adenina uracila, sitoquina e guanina</i>
A6	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Uranina, citosina, guanina e adenina</i>
A7	<i>Adenina, uracila. Guanina, citosina</i>	<i>Citosina, adenina, guanina e uracila</i>
A8	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Uracila, adenina, citosina e guanina</i>
A9	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Uracila, adenina, citosina e guanina</i>
A10	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Uracila, adenina, citosina e guanina</i>
A11	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Adenina, citosina, guanina e uranina</i>
A12	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Adenina, uranina, citosina, guanina</i>
A13	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Uranina, citosina, guanina e adenina</i>
A14	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Anticódon</i>
A15	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Anticódon</i>

Tema 8. Sequência de RNA - complementaridade de bases

Síntese das respostas dos alunos:		
Respostas prévias		Respostas pós o uso do modelo do DCB
A1	<i>Não sei/não lembro</i>	ATCGAGATATCTCGAA <i>UAGCUCUAUA</i> UAGAGCUU
A2	<i>Não me lembro</i>	ATC GAG ATA TCT CGA A <i>UAG CUC UAU AGA GCU U</i>
A3	<i>Não sei/não lembro</i>	ATC GAG ATA TCT CGA A <i>UAG CUC UAU AGA GCU U</i>
A4	<i>Não lembro</i>	ATC GAG ATA TCT CGA A <i>UAG CUC UAU AGA GCU U</i>
A5	<i>Não sei/não lembro</i>	ATC GAG ATA TCT CGA A <i>UAG CUC UAU AGA GCU U</i>
A6	<i>Não sei/não lembro</i>	ATC GAG ATA TCT CGA A <i>UAG CUC UAU AGA GCU U</i>
A7	<i>Não sei/não lembro</i>	ATC GAG ATA TCT CGA A <i>TAG CGA TAT ATC GCA A</i>
A8	<i>Não sei/não lembro</i>	ATC GAG ATA TCT CGA A <i>UAG CUC UAU AGA GCU U</i>
A9	<i>Não sei/não lembro</i>	ATC GAG ATA TCT CGA A <i>UAG CUC UAU AGA GCU U</i>
A10	<i>Não sei/não lembro</i>	ATCGAGATATCTCGAA <i>UAGCUCUAUA</i> UAGAGCUU
A11	<i>Não sei/não lembro</i>	ATC GAG ATA TCT CGA A <i>UAG CUC UAU AGA GCU U</i>
A12	<i>Não sei/não lembro</i>	ATC GAG ATA TCT CGA A <i>UAG CUC UAU AGA GCU U</i>
A13	<i>Não sei/não lembro</i>	ATC GAG ATA TCT CGA A <i>UAG CUC UAU AGA GCU U</i>
A14	<i>Não sei/não lembro</i>	ATC GAG ATA TCT CGA A <i>UAG CUC UAU AGA GCU U</i>
A15	<i>Não sei/não lembro</i>	ATC GAG ATA TCT CGA A <i>UAG CUC UAU AGA GCU U</i>

Tema 9. Conceito de transcrição

Síntese das respostas dos alunos:		
Respostas prévias		Respostas pós o uso do modelo do DCB
A1	<i>Não sei/não lembro</i>	É o processo de formação da molécula de RNA
A2	<i>Não sei/não lembro</i>	Quando o DNA transcreve o seu DNA no RNA
A3	<i>Não sei/não lembro</i>	É quando o DNA transcreve para o RNA
A4	<i>Não sei/não lembro</i>	Processo de formação do RNA
A5	<i>Não sei/não lembro</i>	É a formação do RNA
A6	<i>Não sei/não lembro</i>	É o processo de formação das moléculas de RNA.
A7	<i>Não sei/não lembro</i>	Quando se forma o DNA
A8	<i>No sangue</i>	É quando o DNA transcreve para o RNA
A9	<i>Não sei/não lembro</i>	É o processo de formação da molécula de RNA.
A10	<i>Não sei/não lembro</i>	É o processo de formação da molécula de RNA
A11	<i>Não sei/não lembro</i>	É o processo pelo qual o Gene transforma DNA em RNA.
A12	<i>Não sei/não lembro</i>	É o processo pelo qual o DNA separa para ligar-se com o RNA
A13	<i>Não sei/não lembro</i>	É o processo de formação da molécula de RNA
A14	<i>Não sei/não lembro</i>	Quando o DNA transcreve o seu DNA no RNA
A15	<i>Não sei/não lembro</i>	É quando o DNA transcreve para o RNA

Tema 10. Tipos de RNA e suas respectivas funções

Síntese das respostas dos alunos:		
Respostas prévias		Respostas pós o uso do modelo do DCB
A1	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Não lembro</i>
A2	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Ribossômico – ribossomo Mensageiro – genética Transportador – transporta ao DNA</i>
A3	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>RNA mensageiro – transporta a mensagem genética. RNA transportador – Quando transporta o DNA para o RNA RNA ribossômico – transmite os ribossomos.</i>
A4	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Ribossômico, transportador e mensageiro</i>
A5	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Ribossômico - ribossomo</i>
A6	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Uranina, citosina e guanina</i>
A7	<i>Mensageiro, transportador, ribossomo</i>	<i>RNA mensageiro, RNA transportador</i>
A8	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Ribossômico – ribossomo, mensageiro – mensagem genética e transportador –transporta o DNA para o RNA</i>
A9	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Ribossômico – ribossomo, mensageiro – mensagem genética e transportador –transporta o DNA para o RNA</i>
A10	<i>Retrovírus</i>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p style="text-align: center;">Ribossômico mensageiro e transportador</p> <p style="text-align: center;">↓ ↓ ↓</p> <p style="text-align: center;">ribossomo mensagem transporta DNA para genética o RNA</p> </div>
A11	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>RNA- Ribossômico = produz proteínas RNA – Transportador = transporta as proteínas RNA-mensageiro = define o código</i>
A12	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>RNA – Transportador – transporta as proteínas RNA – Ribossômico produz as proteínas RNA –mensageiro = define o código de proteína</i>
A13	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Não lembro</i>
A14	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Ribossômico – ribossomo Mensageiro – genética Transportador – transporta ao DNA</i>
A15	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>RNA mensageiro – transporta a mensagem genética. RNA transportador – Quando transporta o DNA para o RNA RNA ribossômico – transmite os ribossomos.</i>

Subcategoria 2.3: conhecimentos relacionados a síntese de proteínas

Conceito Norteador: Os conhecimentos prévios dos educandos relacionados à síntese de proteínas revelam que a maior parte dos participantes não reconhecia os aminoácidos como moléculas menores constituintes das proteínas, assim como desconhecia os conceitos de códon, anticódon e tradução. Nos conhecimentos posteriores ao uso do modelo didático do Dogma Central da Biologia (DCB) a maioria dos estudantes reconheceu os aminoácidos como unidades formadoras das proteínas. Quando o foram questionados a respeito do conceito de códons e anticódons, responderam associando os termos ao RNA, indicando algum tipo de ação ou movimento relacionado ao RNA, como por exemplo: “Códon é RNA mensageiro e anticódon é o transportador”. A maioria também associou a palavra tradução ao mecanismo de síntese de proteínas.

Tema 11. Região celular da tradução e suas terminologias

Síntese das respostas dos alunos

Respostas prévias		Respostas pós o uso do modelo do DCB
A1	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Ribossomo</i>
A2	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>RNA</i>
A3	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>RNA</i>
A4	<i>Mesossomos</i>	<i>RNA</i>
A5	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>RNA</i>
A6	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Ribossomo</i>
A7	<i>retículo endoplasmático granuloso</i>	<i>Núcleo</i>
A8	<i>Pele</i>	<i>RNA</i>
A9	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Ribossomo</i>
A10	<i>RNA</i>	<i>Ribossomo</i>
A11	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>São produzidas no RNA ribossômico</i>
A12	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>RNA ribossômico</i>
A13	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Ribossomo</i>
A14	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>RNA</i>
A15	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>RNA</i>

Tema 12. Monômeros das proteínas

Síntese das respostas dos alunos:

Respostas prévias		Respostas pós o uso do modelo do DCB
A1	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Não respondeu</i>
A2	<i>Ribossomo</i>	<i>Aminoácidos</i>
A3	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Aminoácidos</i>
A4	<i>Ribossomos</i>	<i>Aminoácidos</i>
A5	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Aminoácidos</i>
A6	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Não sei</i>
A7	<i>Aminoácidos</i>	<i>Aminoácidos</i>
A8	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Aminoácidos</i>
A9	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Aminoácidos</i>
A10	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Aminoácidos</i>
A11	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Aminoácidos</i>
A12	<i>Ribossomos</i>	<i>Aminoácidos</i>
A13	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Não respondeu</i>
A14	<i>Ribossomo</i>	<i>Aminoácidos</i>
A15	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Aminoácidos</i>

Tema 13. Códon e anticódons

Síntese das respostas dos alunos:

Respostas prévias		Respostas pós o uso do modelo do DCB
A1	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Códon é RNA mensageiro e anticódon é o transportador</i>

A2	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Anticódon leva o RNA, Códon recebe o RNA</i>
A3	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Anticódon leva o RNA, Códon o que recebe</i>
A4	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Anticódon – RNA, códon</i>
A5	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>É a parte do DNA, anticódon RNA</i>
A6	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Códon é o código do RNA mensageiro e Anticódon é o RNA transportador.</i>
A7	<i>Sequência das três bases nitrogenadas do RNA</i>	<i>Códon é o RNA mensageiro o Anticódon faz a transcrição</i>
A8	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Anticódon leva o RNA e Códon recebe o RNA</i>
A9	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Anticódon leva o RNA e Códon recebe o RNA</i>
A10	<i>Não entendi</i>	<i>Anticódon leva o RNA e Códon recebe o RNA</i>
A11	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Anticódon leva e Códon recebe o RNA</i>
A12	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Códon são o trio de bases nitrogenadas do RNA. Anticódon são as bases que se ligam ao códon pelo RNA.</i>
A13	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Códon é RNA mensageiro e anticódon é o transportador</i>
A14	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Anticódon leva o RNA, Códon recebe o RNA</i>
A15	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Anticódon leva o RNA, Códon o que recebe</i>

Tema 14. Processo de tradução

Síntese das respostas dos alunos:

Respostas prévias		Respostas pós o uso do modelo do DCB
A1	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Tradução</i>
A2	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Tradução</i>
A3	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Tradução</i>
A4	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Tradução</i>
A5	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Proteína</i>
A6	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Tradução</i>
A7	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Ribossomos</i>
A8	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Tradução</i>
A9	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Tradução</i>
A10	<i>Eucarioto</i>	<i>Tradução</i>
A11	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Tradução</i>
A12	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Tradução</i>
A13	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Tradução</i>
A14	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Tradução</i>
A15	<i>Não sei/não lembro</i>	<i>Tradução</i>

Subcategoria 2.4. Dogma central da biologia

Conceito Norteador: Os conhecimentos prévios dos educandos relacionados ao Dogma Central da Biologia – DCB. Os alunos manifestaram muitas dúvidas sobre o tema, apenas um participante respondeu de forma coerente: “O dogma central da biologia foi criado para relacionar o DNA, o RNA e as proteínas”. Porém a maior parte dos estudantes não tinha um conceito definido sobre o assunto. Nos conhecimentos posteriores ao uso do modelo didático do DCB, a maioria dos estudantes respondeu associando o tema aos processos de Replicação do DNA, Transcrição do DNA em RNA e síntese de proteínas, como por exemplo: “É a Replicação do DNA, Transcrição do RNA e a Tradução ou síntese de proteínas”.

Tema 15. Dogma Central da Biologia

Síntese das respostas dos alunos:

Respostas prévias		Respostas pós o uso do modelo do DCB
A1	<i>O dogma central da biologia foi criado para relacionar o DNA, o RNA e as proteínas</i>	<i>Replicação do DNA, Transcrição do RNA e Tradução, síntese de proteínas.</i>
A2	<i>Não sei</i>	<i>Replicação do DNA, Transcrição do RNA e Tradução, síntese de proteínas.</i>

A3	<i>Não lembro</i>	<i>É a Replicação do DNA, Transcrição do RNA e a Tradução ou síntese de proteínas.</i>
A4	<i>Não sei</i>	<i>Não respondeu</i>
A5	<i>É o centro que explica o como ocorre o fluxo da genética</i>	<i>Não respondeu</i>
A6	<i>Não sei</i>	<i>Replicação do DNA, Transcrição do RNA e Tradução, síntese de proteínas.</i>
A7	<i>Não sei</i>	<i>Replicação=DNA, Transcrição= RNA, Tradução = síntese de proteínas.</i>
A8	<i>Não sei</i>	<i>Replicação →DNA, Transcrição → RNA, Tradução → síntese de proteínas.</i>
A9	<i>A vida, tanto dos seres humanos, animais e plantas</i>	<i>Replicação →DNA, Transcrição → RNA Tradução → síntese de proteínas.</i>
A10	<i>A vida em si, tanto dos seres humanos, animais e plantas</i>	<i>Replicação=DNA, Transcrição= RNA, Tradução = síntese de proteínas.</i>
A11	<i>Não sei</i>	<i>Conhecendo o DNA (replicação) Conhecendo o RNA (Transcrição) Entendendo a síntese de proteínas (Tradução)</i>
A12	<i>Não sei</i>	<i>Processo de Duplicação do DNA, processo de transcrição do RNA, Síntese de proteínas.</i>
A13	<i>O dogma central da biologia foi criado para relacionar o DNA, o RNA e as proteínas</i>	<i>Processo de Replicação do DNA, Transcrição do RNA e Tradução, síntese de proteínas.</i>
A14	<i>Não estou lembrado</i>	<i>É a replicação do DNA, Transcrição do RNA e Tradução, síntese de proteínas.</i>
A15	<i>Não sei</i>	<i>Replicação do DNA, Transcrição RNA e a Tradução a síntese de proteínas.</i>

Quadro matricial 3 - Depoimentos sobre a atividade vivencial com o modelo didático.

Categoria 3: Depoimentos sobre a atividade vivencial com o modelo didático do DCB.

Conceito norteador: os estudantes que participaram deste trabalho de pesquisa avaliaram o modelo criado e a sequência didática. Pontuaram como “muito bom” os materiais desenvolvidos e afirmaram que a oficina didática foi importante para a aprendizagem.

Respostas dos alunos

A1	<i>Ótimo método de ensinar</i>
A2	<i>Achei interessante, pois mostra o que não conseguimos ver</i>
A3	<i>Acho muito bom, isso nos ajuda a entender mais sobre o assunto e nos motiva a querer saber</i>
A4	<i>Muito boa, ótima</i>
A5	<i>Muito legal, fez a gente descobrir mais coisas sobre o DNA</i>
A6	<i>As atividades foram bem práticas e importante conhecimento sobre meu estudo. Os conceitos são importantes e vão nos ajudar muito ao nosso futuro.</i>
A7	<i>Eu particularmente gostei de retomar os estudos sobre esse assunto, mesmo sendo poucos dias. aprendi mais e me interessei mais pelo conteúdo.</i>
A8	<i>Achei muito bom, ensina super bem e com o estudo na prática ficou bem mais fácil de entender o que é o RNA e DNA e suas funções.</i>
A9	<i>Faz com que reflitam como foram nas aulas</i>
A10	<i>Para nos ensinar, e nós vamos ter mais conhecimento sobre a biologia, aprofundar mais dentro dos assuntos.</i>
A11	<i>A atividade trouxe uma nova realidade, porque “apartir” dessas atividades, conseguimos conhecer um pouco mais sobre o assunto e relembrar o que havia esquecido.</i>
A12	<i>Importante para relembrarmos desse assunto para o futuro</i>

A13	<i>Ótimo método de ensinar</i>
A14	<i>Achei interessante</i>
A15	<i>Achei muito bom</i>

Quadro matricial 4 - Dogma Central da Biologia na sociedade.

Categoria 4 – Reflexões dos alunos sobre Dogma Central da Biologia na sociedade.

Conceito norteador: Os estudantes comentaram sobre os principais assuntos relacionando os conceitos abordados no Dogma Central da Biologia e questões sociais. A maioria dos estudantes relacionou o DCB com os exames de DNA para determinar a paternidade.

Respostas dos alunos	
A1	<i>DNA – teste de paternidade</i>
A2	<i>DNA – faz com que eles tenha um teste de paternidade</i>
A3	<i>Não respondeu</i>
A4	<i>Não sei</i>
A5	<i>Não sei</i>
A6	<i>Não respondeu</i>
A7	<i>Teste de paternidade com segurança</i>
A8	<i>Teste de paternidade com segurança</i>
A9	<i>Teste de paternidade com segurança</i>
A10	<i>O DNA, RNA e as proteínas tem um papel muito importante na nossa vida, pois através disso que conseguimos descobrir o sexo, formato as características do indivíduo e trazendo uma vida mais saudável</i>
A11	<i>Utilizamos para estudar sobre as doenças e suas formas</i>
A12	<i>DNA – teste de paternidade</i>
A13	<i>DNA – teste de paternidade</i>
A14	<i>DNA – faz teste de paternidade</i>
A15	<i>Teste de paternidade</i>

O quadro matricial 2, em sua categoria 2 trata dos Conhecimentos prévios e posteriores dos estudantes referentes ao Dogma Central da Biologia (DCB), está dividido em quatro subcategorias: subcategoria 2.1, em que são analisados os conhecimentos dos alunos relacionados ao DNA. Esta subcategoria está dividida em cinco temas: tema 1 - Localização do DNA; tema 2 – nomenclatura e emparelhamento das bases nitrogenadas do DNA; tema 3 – sequência do DNA e complementaridade de bases; tema 4 – conceito de gene e tema 5 – duplicação semiconservativa.

Na subcategoria 2.2, são analisados os conhecimentos dos alunos relacionados ao RNA. Esta subcategoria está dividida em cinco temas: tema 6 – topografia do RNA; tema 7 – nomenclatura das bases nitrogenadas do RNA; tema 8 – sequência e complementaridade de bases nitrogenadas do RNA; tema 9 – conceito de transcrição e tema 10 – tipos de RNA e suas respectivas funções.

Na Subcategoria 2.3, são analisados os conhecimentos dos alunos relacionados à síntese de proteínas. São divididos em quatro temas: tema 11 – região celular (topografia) da tradução e suas terminologias, tema 12 – monômeros das proteínas, tema 13 – códons e anticódons e tema 14 – processo de tradução.

Na subcategoria 2.4 – trata dos conceitos relacionados ao Dogma Central da Biologia, com o tema 15: Dogma Central da Biologia.

Quadro matricial 3. Traz o parecer dos estudantes referentes à atividade vivencial com a sequência didática e modelo do DCB. O quadro matricial 4 – apresenta as reflexões dos alunos sobre o Dogma Central da Biologia na sociedade.

Seguindo a organização dos dados acima citada, passaremos a discutir os resultados prévios e posteriores da pesquisa.

O tema 1 (categoria 2, subcategoria 2.1), concernente a topografia celular do DNA, observamos que na situação anterior a atividade didática desenvolvida a maior parte dos estudantes não souberam responder qual a região da célula eucariota onde o DNA se encontra, apenas o participante A2 respondeu de forma satisfatória: “A2 – *Núcleo*”, como podemos ver em algumas das repostas abaixo:

- A1, *Não sei*
- A2 *Núcleo*
- A3 *Não sei/Não lembro*
- A8 *Genética*
- A9 *Trompa de falópio*
- A15 *Não sei/Não lembro*

Esses resultados demonstram a falta de apropriação do conhecimento pelos estudantes, já que o tema é básico e está inserido no currículo de ciências da educação básica desde o Ensino Fundamental, segundo consta nos referenciais curriculares da Secretaria Municipal de Educação de Campo Grande – MS/SEMED, e da Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso do Sul - SED/MS. De acordo com os respectivos referenciais curriculares, os alunos devem reconhecer os níveis de organização dos seres vivos, metabolismo celular e identificar as organelas celulares e suas respectivas funções. Conforme o referencial da SED/MS, identificar a organização celular como característica fundamental de todas as formas vivas, são competências e habilidades que os alunos devem desenvolver no primeiro ano do Ensino Médio (SED/MS, 2012).

No momento posterior as vivências com a sequência didática e modelo didático do DCB, os estudantes apontaram o núcleo celular como região onde está localizado o DNA dos eucariotos, como podemos observar abaixo:

- A1, A2, A3, A4, A5 - *No núcleo*
- A6 -*No Núcleo celular*
- A7 -*No Núcleo da célula*
- A8 -*Núcleo*
- A9, A10 -*No Núcleo celular*
- A11, A12 -*Está localizado no Núcleo*

O contato com o material concreto e o trabalho em grupo fomentou discussões e provavelmente facilitou o entendimento dos participantes. De acordo com Lazzaroni e Teixeira (2017), a simplificação da visualização de um processo complexo e abstrato certamente contribui para uma aprendizagem mais eficiente, pois possibilita ao aprendiz a exploração do material concreto, ao invés da simples abstração teórica. Em consonância com o assunto, Duso et al (2013), afirmam que os modelos facilitam o entendimento de temas complexos que necessariamente são simplificados através dos modelos.

O tema 2 (categoria 2, subcategoria 2.1), traz como problemática a nomenclatura e emparelhamento das bases nitrogenadas do DNA. Na coleta de dados, no momento anterior as vivências com o material pedagógico desenvolvido nesta pesquisa, os alunos foram questionados sobre a nomenclatura e o emparelhamento das bases nitrogenadas do DNA, e constatamos que a maioria não soube responder, exceto o participante A4, que respondeu de forma correta a nomenclatura: “*Adenina, citosina, timina e guanina*”. Entretanto, não mencionou como essas bases se emparelhavam. Os demais alegaram não saberem ou não se lembrarem, conforme consta nas respostas abaixo:

A1 - não sei
A2 - Núcleos
A3 - Não sei
A4 - Timina, Guanina, Citosina, Adenina
A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13 - Não sei
A14 - Núcleos
A15 - Não sei

Após as vivências com a sequência didática e o modelo do DCB, os estudantes responderam ao questionamento sobre as bases nitrogenadas do DNA, sendo que a maioria conseguiu identificar de alguma forma, a nomenclatura das bases, como podemos observar nas respostas abaixo:

A1 - A – T, C – G
A2 - As duas células se juntam para se duplicar
A3 - Timina, Guanina, Citosina, Adenina
A4 - Purinas e pirimidinas
A5 - Códon
A6, A7, A8, A9 Timina, Guanina, Citosina, Adenina
A10, A11 - Códon
A12 - Timina, Guanina, Citosina, Adenina
A13 - A – T, C – G
A14 - As duas células se juntam para se duplicar
A15 - Timina, Guanina, Citosina, Adenina

Apesar de a maioria identificar as bases do DNA através da nomenclatura, ainda houve equívocos, quando por exemplos os alunos A5, A10 e A11, citaram a palavra *Códon*. Em

consonância com esses resultados, Júnior e Princival (2013) consideram que o uso de modelos didáticos no ensino de Biologia é muito importante, pois são recursos potencialmente eficazes na abordagem de conteúdos complexos. Para Orlando et al (2009), objetos concretos no ensino de ciências permite ao estudante a visualização daquilo que é a representação dos processos complexos e assim, pode melhor relacionar as partes com o todo.

No tema 3 (categoria 2, subcategoria 2.1) a questão abordando a complementaridade das bases nitrogenadas do DNA, apresentava em seu enunciado uma sequência aleatória de bases: ATCGCGATATCGCGAT. Os alunos deveriam preencher abaixo a sequência complementar. No questionário prévio nota-se que a maioria dos estudantes afirmou não saber as bases complementares, como mostra as respostas abaixo:

A1, A2 - Não sei
A3 - ATCGCGATATCGCGAT
AACGAGATCTCGAA
A4 - ATCGCGATATCGCGAT
TAGCGCTATAGCGCTA
A5, A6, A7 - Não sei
A8 - ATCGCGATATCGCGAT
ACTGAGCCGTAAG
A9, A10 - não lembro
A11 - ATCGCGATATCGCGAT
ACTGAGCCGTAAG
A12, A13, A14 - Não sei
A15 - ATCGCGATATCGCGAT
AACGAGATCTCGAA

As respostas posteriores às vivências com o material desenvolvido na pesquisa, foi positivo, resultando em 100% dos estudantes responderam corretamente, como podemos observar abaixo.

A1, A2, A3, A4 A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15
ATCGCGATATCGCGAT
TAGCGCTATAGCGCTA

Fazendo um retrospecto histórico, os conceitos de complementaridade das bases nitrogenadas do DNA foram formulados a partir de 1949, quando o bioquímico austríaco Erwin Chargaff, após fazer experimentos analisando o DNA de células do timo de bovinos, concluiu que a quantidade de bases nitrogenadas adenina (A) era semelhante à quantidade de timina (T) e a quantidade das bases citosina (C) e guanina (G) também eram semelhantes, estabelecendo a chamada regra de Chargaff (Griffiths, 2006; Leite, Ferrari, Delizoicov, 2001). Na educação básica é importante que o aluno compreenda

esses saberes, pois é uma necessidade da sociedade moderna. Onde informações do meio científico são torrencialmente divulgadas pela mídia (Pedrancini et al, 2007).

Os PCNEM vêm sinalizando para a necessidade de reformas educacionais, inserindo novas visões atualizadas da Biologia, especificamente no tocante aos conceitos referentes ao estudo do DNA. Segundo esses documentos, dois dos seis novos temas que estruturam a disciplina de Biologia, estão relacionados ao estudo e à aplicabilidade de novas tecnologias associadas ao DNA (Xavier, Freire, Moraes, 2006. p.275 - 289).

No tema 4 (categoria 2, subcategoria 2.1), no momento prévio, os alunos foram questionados quanto ao conceito de gene. Muitos relacionaram ao DNA, porém sem uma resposta clara que pudesse definir o conceito formado sobre o tema, como podemos observar a seguir:

- A1 - DNA*
- A2, A3, A4 - Não sei/não lembro.*
- A5 - Dentro do DNA*
- A6 - Não sei/não lembro*
- A7 - Contém informações e participa da síntese de proteínas.*
- A8 - Genética*
- A9, A10 - DNA*
- A11, A12, A14, A15 - Não sei/não lembro.*

Nas respostas posteriores as vivências com a sequência didática e modelo didático do DCB, observamos que a maioria dos estudantes respondeu com coerência. Responderam que o gene é parte ou segmento do DNA e não todo o DNA como no momento anterior. Abaixo seguem as respostas obtidas nos instrumentos de coleta posteriores:

- A1 - É o DNA*
- A2 - É um segmento de DNA*
- A3 - Segmento de DNA*
- A4 - Síntese de proteína*
- A5 - É uma síntese de proteínas*
- A6 - Não sei*
- A7 - As características de um indivíduo herdadas de seus pais.*
- A8 - Segmento de DNA*
- A9 - A10 Um pedaço do DNA.*
- A11 - É a molécula que liga o DNA ao RNA*
- A12 - É uma parte do DNA onde estão localizadas as bases nitrogenadas.*
- A13 - DNA*
- A14 - É um segmento de DNA*
- A15 - Segmento de DNA*

Constatou-se, através destes depoimentos, que a maioria dos estudantes conseguiu explicar com uma boa definição do conceito de gene. Como se trata de um tema

complexo, consideramos como satisfatória a maior parte das respostas dos estudantes. Em estudos realizados com alunos do 3º ano do Ensino Médio, Pedrancini et al (2007), afirmam que a maioria apresentou dificuldade em definir o que são genes, revelando a necessidade de melhorias no ensino de Biologia. A apropriação de conceitos como DNA, cromossomo e gene é fundamental para a compreensão de questões, muitas vezes, polêmicas, como por exemplo, os alimentos transgênicos, cada vez mais presentes no dia-a-dia das pessoas. Falar sobre essas questões ou emitir opiniões, exige conhecimento dos conceitos que as envolvem.

O tema 5 (categoria 2, subcategoria 2.1), aborda a duplicação semiconservativa. As respostas dos alunos no momento anterior as vivências com o produto desta pesquisa, revela que não há uma apropriação do conceito de duplicação semiconservativa, como nota-se nas respostas abaixo:

A1, A2, A3, A4 - Não sei/não lembro
A5 - Duplica o DNA para conservar
A6, A7, A8 - Não sei/não lembro
A9 - A duplicação não é completa
A10 - É uma duplicação não completa, o clone
A11, A12, A13, A14, A15 - Não sei/não lembro

Na coletânea de respostas posteriores, observamos que o tema duplicação semiconservativa, é uma problemática que pode causar confusões. O aluno A5, por exemplo, respondeu: “*Quando o RNA é compatível com o DNA*”. Percebemos que é necessário melhorar o planejamento, desenvolver estratégias que levem o estudante a melhores reflexões, pois nem sempre há uma ruptura de barreiras por parte dos estudantes e sem isso, possivelmente não haverá sujeição aos novos saberes. Neste trabalho de pesquisa observamos alguns possíveis fatores que contribuíram para que alguns dos alunos participantes não tenham conseguido êxito no emprego das técnicas necessárias para a resolução das tarefas, como o tempo e a falta de conhecimentos prévios. Em consonância que estes fatores aqui elencados, Moreira e Silva (2001), afirmam que a falta de conhecimentos prévios em áreas como a citologia, é um dos problemas mais frequentes no ensino de Biologia. Entretanto, outros alunos responderam com uma definição mais coerente, como podemos ver em algumas das respostas abaixo:

A2 - É quando se conserva a base para surgir uma nova célula.
A3 - É quando se conserva uma base, aí se torna uma nova e surge uma nova célula.
A4 - Não respondeu
A5 - Quando o RNA é compatível com o DNA
A6 - Não sei
A7 - A reprodução das moléculas do DNA

A8, A9, A10 - É quando se conserva a base para surgir uma nova.
A11 - É quando o DNA completo se desfaz e cada parte despedaçada forma um novo DNA com a mesma característica.
A12 - É o processo em que uma parte do DNA divide-se para dar origem a outra.
A13 - Não respondeu
A14 - É quando se conserva a base para surgir uma nova molécula de DNA. - A15 É quando se conserva uma base, aí se torna uma nova e surge outra molécula de DNA.

Houve estudantes que responderam de maneira satisfatória, dentro do esperado, mas alguns cometeram equívocos. Mesmo assim, considerando que o tempo para ser trabalhada a sequência didática foi limitado, e que os alunos haviam estudado esse conteúdo no ano anterior ao da pesquisa, consideramos que houve um resultado positivo. Certamente para a maioria dos estudantes faltou mais e melhores reflexões, possivelmente devido a fatores temporais.

A subcategoria 2.2 (categoria 2), em seu conceito norteador aborda os conhecimentos prévios dos estudantes relacionados aos conhecimentos básicos do RNA, como os tipos de bases nitrogenadas presentes no RNA, como ocorre o emparelhamento dessas bases nitrogenadas durante o processo de transcrição e sua localização na célula. Esta subcategoria é composta de cinco temas: tema 6. Localização celular do RNA, tema 7. Nomenclatura das bases nitrogenadas do RNA, tema 8. Sequência e complementaridade das bases nitrogenadas do RNA, tema 9. Conceito de transcrição, tema 10. Tipos de RNA e suas respectivas funções. Dadas às definições dos temas desta subcategoria, passaremos para a análise dos temas que a compõem.

Tema 6. (Subcategoria 2.2, categoria 2) Localização celular do RNA Nas análises dos instrumentos de coleta de dados prévios, observou-se que a maioria dos estudantes afirmaram não saberem ou não se lembrarem da localização do RNA na célula, como podemos ver na coletânea de respostas abaixo:

A1 - núcleo celular
A2, A3, não sei/não lembro
A4 - nucleotídeo
A5, A6 - não sei/não lembro
A7 - núcleo do citoplasma
A8, A9, A10, A11, A12 – Não sei
A13 - núcleo celular
A14, A15 - não sei/não lembro

Após as vivências com o material proposto nesse trabalho, observamos que não ficou evidente para os estudantes a região celular onde se localiza o RNA. Apesar de termos enfatizado para os alunos, durante a oficina didática, que na transcrição o RNA é

sintetizado no núcleo e posteriormente vai para o citoplasma e participa da síntese de proteínas, o modelo não trazia ênfase a estas regiões celulares. O que possivelmente induziu a maioria dos estudantes a dizerem que o RNA está localizado no ribossomo, pois o RNAm é percorrido pelo ribossomo, onde se localizam-se o sítio A, que é por onde passa o RNAt transportando os aminoácidos. Ainda que tenhamos discutido sobre a topografia celular o que provavelmente marcou foi à experiência com o modelo durante a síntese de proteínas, evidenciando o ribossomo, como podemos notar nas respostas coletadas abaixo:

A1 - No ribossomo
A2, A3 - Códon
A4, A5 - Não respondeu
A6 - No ribossomo
A7 - Não respondeu
A8, A9, A10 - No ribossomo
A11 - Está localizado no ribossomo
A12, A13 - No ribossomo
A14, A15 - Códon

Em consonância com estes resultados, Primon e Resende (2013), ao realizarem uma pesquisa com alunos do último semestre de um curso de graduação em biologia, em que a maioria apresentou dificuldades em responder questões relacionadas aos conceitos básicos do DNA, RNA e proteínas. Segundo os autores, apenas um acadêmico respondeu de forma coerente, revelando ainda que os saberes dos quais se lembrava, era proveniente do Ensino Médio, quando na época havia trabalhado os referidos conteúdos como o uso de modelos didáticos. Ele inicia a resposta resgatando a lembrança do modelo, mostrando a importância de trabalhar temas abstratos no Ensino Médio, usando modelos didáticos, pois possibilita a compreensão da natureza da ciência.

Tema 7. (Categoria 2, subcategoria 2.2), nomenclatura das bases nitrogenadas do RNA.

Nos instrumentos de coletas prévios, foi solicitado que os estudantes falassem sobre nomenclatura das bases nitrogenadas do RNA. Apenas um estudante respondeu de forma satisfatória: *A7- Adenina, uracila. Guanina, citosina.* Os demais, afirmaram que não sabiam ou não se lembraram, conforme nota-se a seguir:

A1, A2, A3, A4, A5, A6, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15 - Não sei/não lembro.

Nas respostas posteriores ao uso do material didático proposto nesta pesquisa, nota-se que a maioria dos estudantes respondeu de forma satisfatória, dizendo que as bases do RNA eram adenina, uracila, citosina e guanina. Entretanto, alguns escreveram a palavra “*uranina*” ao invés de uracila, como nota-se na coletânea de respostas abaixo:

A1 - Uranina, citosina, guanina e adenina
A2, A3 - Anticódon
A4 - Adenina Uracila, Citozina e Guanina
A5 - adenina uracila, sitoquina e guanina
A6 - Uranina, citosina, guanina e adenina
A7 - Citosina, adenina, guanina e uracila
A8, A9 - Uracila, adenina, citosina e guanina
A11 - Adenina, citosina, guanina e uranina
A12 - Adenina, uranina, citosina, guanina
A13 - Uranina, citosina, guanina e adenina
A14, 15 – Anticódon

De acordo com Ferreira e Justi (2004), a maioria dos alunos do Ensino Médio no Brasil tem dificuldade de compreender conceitos básicos relacionados ao estudo dos ácidos nucleicos. Para as autoras, diversos fatores podem estar relacionados a esses resultados, pode ser situações decorrentes do grau de complexidade do conteúdo, da dificuldade de contextualização ou a ausência de recursos didáticos que favoreçam o ensino desses conteúdos durante as aulas. Nos resultados acima, nota-se que os estudantes encontraram mais facilidade para identificar a nomenclatura das bases nitrogenadas do RNA, o que nos leva a acreditar na eficácia do uso de materiais didáticos como este desenvolvido nesta pesquisa, principalmente para trabalhar conteúdos complexos como os ácidos nucleicos.

No tema 8 Sequência de RNA - complementaridade de bases nitrogenadas do RNA (categoria 2, subcategoria 2.2), nenhum dos estudantes conseguiu responder como ocorre a complementaridade das bases nitrogenadas no RNA. De forma unanime, responderam que não lembravam ou não sabiam. As bases Adenina e Uracila são complementares, assim como Citosina e Guanina (Griffiths, 2006). De acordo com o referencial curricular do Ensino Médio da rede estadual de ensino do Estado de Mato Grosso do Sul, conhecer os ácidos nucleicos quanto às suas características principais, reconhecendo-os como parte das atividades celulares dos seres vivos, são habilidades a serem desenvolvidas no primeiro ano do Ensino Médio. Para (Pedrancini et al, (2007), a maior parte do saber científico ensinado na escola é rapidamente esquecido. Diversas pesquisas apontam que as possíveis causas da falta de apropriação desses saberes pelos alunos no Ensino Médio. As principais são o elevado grau de abstração dos conteúdos e a falta de material didático

que facilite a transposição didática interna (Pedrancine et al, 2007; Primon e Rezende, 2000; Leite; Ferrari; Delizoicov, 2001; Lazzaroni e Teixeira, 2017).

Após as vivências com o material didático a maioria dos estudantes conseguiram estabelecer a relação de complementaridade entre as bases nitrogenadas que compõem as moléculas de RNA. No instrumento de coleta posterior foi apresentada aos estudantes a seguinte sequência de bases de DNA: *ATCGAGATATCTCGAA*. Para resolver esta tarefa, os estudantes deveriam escrever abaixo a sequência complementar de bases do RNA. A maioria respondeu de forma satisfatória, como observa-se na coletânea de respostas abaixo:

A1 - ATCGAGATATCTCGAA
UAGCUCUAUAUAGAGCUU
A2, A3, A4 A5, A6, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15

ATC GAGATATCTCGAA
UAG UCUAUAGAGCUU

A abstração dos conceitos moleculares da biologia celular torna o ensino e aprendizagem um desafio para educadores e estudantes. Porém o uso de modelos didáticos tem se mostrado uma ferramenta muito importante e com resultados positivos (Justina e Ferla, 2006). DUSO et al, (2013), afirmam: “apesar dos modelos didáticos trazerem uma facilitação da realidade, a sua utilização assume importância e valor educacional quando o objetivo é facilitar a compreensão, desta forma a simplificação do modelo não é considerado um inconveniente, mas uma necessidade”. Segundo Gregório; Oliveira; Matos (2016), o uso de modelos e simulações como atividades práticas no ensino de conceitos de Biologia celular e molecular, são ferramentas com grande potencial e podem melhorar os processos de ensino e aprendizagem.

O tema 9 (categoria 2, subcategoria 2.2), aborda o conceito de transcrição, que é o mecanismo de síntese de RNA. Nesse processo, o DNA é transcrito na forma de RNA, possibilitando assim a síntese de proteínas ou tradução genica (Grifths, 2006). A compreensão destes saberes é de suma importância para a educação científica dos estudantes do Ensino Médio. A apropriação de conceitos como o RNA, é fundamental para a compreensão de questões, muitas vezes, polêmicas presentes no dia-a-dia das pessoas. Falar sobre elas, emitir opiniões exige o conhecimento dos conceitos que as envolvem (Pedrancini et al, 2007). No momento prévio, todos os participantes disseram não lembrar ou não saber dos conceitos básicos do processo biológico de transcrição.

A1, A2, A3, A4, A5, A6, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15 -
Não sei/não lembro.

Após as vivências com o material didático desta pesquisa, a maioria dos estudantes conseguiu estabelecer a relação entre o DNA e RNA, assim como o processo de síntese dos ácidos ribonucleicos, como consta nas respostas abaixo:

A1 - É o processo de formação da molécula de RNA
A2 - Quando o DNA transcreve o seu DNA no RNA
A3 - É quando o DNA transcreve para o RNA
A4 - Processo de formação do RNA
A5 - É a formação do RNA
A6 - É o processo de formação das moléculas de RNA.
A7 - Quando se forma o DNA
A8 - É quando o DNA transcreve para o RNA
A9, A10 - É o processo de formação da molécula de RNA.
A11 - É o processo pelo qual o Gene transforma DNA em RNA.
A12 - É o processo pelo qual o DNA separa para ligar-se com o RNA
A13 - É o processo de formação da molécula de RNA
A14 - Quando o DNA transcreve o seu DNA no RNA
A15 - É quando o DNA transcreve para o RNA

Houve estudantes que responderam de maneira satisfatória, dentro do esperado, outros porém, cometeram equívocos, como por exemplo, o aluno A11, que se refere à transcrição como “o processo pelo qual o gene transforma DNA em RNA” e o participante A12 que disse... ”É o processo pelo qual o DNA separa para ligar-se com o RNA”.

Entretanto esses problemas podem ser resolvidos com maior tempo ou com um reencontro com os conceitos, pois o modelo e a sequência didática permitem ao professor fazer intervenções e levar o aluno a reflexões mais concisas, revendo assim os conceitos adquiridos, readequando-os (Krapas et al, 1997).

Concernente ao tema 10 (categoria 2, subcategoria 2.2), em que os estudantes são questionados quanto aos tipos de RNA e suas respectivas funções, a maioria dos alunos disseram desconhecer ou não se lembrarem destes conceitos, como mostra a coletânea de respostas previas abaixo:

A1, A2, A3, A4, A5, A6 - Não sei/não lembro
A7 - Mensageiro, transportador, ribossomo
A8, A9 - Não sei/não lembro.
A10 - Retrovírus
A11, A12, A13, A14, A15 - Não sei/não lembro.

De acordo com Primon e Rezende (2000), um dos objetivos do currículo de ciências é proporcionar formação científica para todos os estudantes como parte de sua formação geral, de modo a permitir que os alunos do Ensino Médio sejam capazes de

tomar decisões pessoais relacionadas aos resultados das novas tecnologias. Essas novas tecnologias envolvem conhecimento científico no ramo da biologia, pois é uma das ciências que mais produzem saberes na atualidade, uma das mais presentes no cotidiano das pessoas (Pedrancini, 2007). É evidente que a forma como se educa cientificamente na atualidade precisa mudar. É necessária a busca por metodologias inovadoras e mais eficazes no ensino de ciências (Bozanini, 2005; Giacóia, 2006).

Nos instrumentos de coleta de dados posteriores as vivências com o modelo didático, os alunos participantes responderam de forma satisfatória, relacionando as moléculas de RNA com as funções que desempenham, como mensagem genética, transporte e formação dos ribossomos. Entretanto, para alguns não houve associação do RNAt com o transporte de aminoácidos, atribuíram ao RNAt a função de “transportar o DNA” ou “transporte de proteínas” como vemos abaixo, nas respostas dos alunos A10 e A11.

A2 - Ribossômico – ribossomo, Mensageiro – genética

Transportador – transporta ao DNA.

A3 - RNA mensageiro – transporta a mensagem genética.

RNA transportador – Quando transporta o DNA para o RNA

RNA ribossômico – transmite os ribossomos.

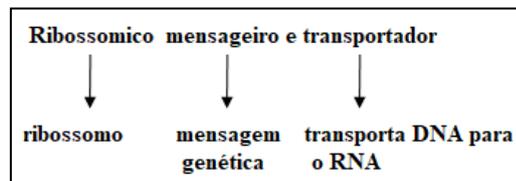
A4 - Ribossômico, transportador e mensageiro

A7 - RNA mensageiro, RNA transportador

A8 - Ribossômico – ribossomo, mensageiro – mensagem genética e transportador – transporta o DNA para o RNA

A9 - Ribossômico – ribossomo, mensageiro – mensagem genética e transportador – transporta o DNA para o RNA

A10 -



A11 - RNA-

Ribossômico = produz proteínas

RNA – Transportador = transporta as proteínas

RNA-mensageiro = define o código

A12 - RNA – Transportador – transporta as proteínas

RNA – Ribossômico produz as proteínas

RNA-mensageiro = define o código de proteína

Transportador – transporta ao DNA

A15 - RNA mensageiro – transporta a mensagem genética.

RNA transportador – Quando transporta o DNA para o RNA

RNA ribossômico – transmite os ribossomos.

Analisando esses dados posteriores, nota-se que a maioria dos estudantes reconheceu haver três tipos de RNA e até relacionaram, mesmo que com alguns

equivocos, os diferentes tipos de RNA com suas respectivas funções. Sabemos que esse complexo mecanismo precisaria de mais de duas ou três aulas para que ocorra a construção ou aquisição satisfatória destes saberes, havendo claro, a disposição do aluno em aprender. Observamos ainda que é necessário melhorar ou dar mais ênfase em algumas partes da sequência didática, principalmente no tocante ao RNAt e sua função, para que os estudantes consigam estabelecer melhor a relação deste RNA como transportador dos aminoácidos.

Na subcategoria 2.3 (categoria 2), o conceito norteador aborda os conhecimentos relacionados a síntese de proteínas, e estão divididos em quatro (4) temas: tema 11 – região celular da tradução e suas terminologias, tema 12 – monômeros das proteínas, tema 13 – códons e anticódons e tema 14 – processo de tradução.

Segundo Griffiths (2006), as proteínas são as biomoléculas capazes de regular e sinalizar o funcionamento celular, pois são organizadas em complexas redes de interação funcional coordenando desde a divisão até a morte da célula. As proteínas estão presentes em alimentos como carnes, leite, ovos, feijão, soja e muitos outros. Nessa perspectiva, o conhecimento de como proteínas são sintetizadas, é muito importante para se compreender vários outros aspectos da Biologia e imprescindível para a formação científica dos estudantes no Ensino Médio (Lazzaroni e Teixeira, 2017).

No tema 11 (categoria 2, subcategoria 2.3), abordando os conhecimentos sobre o local da tradução, os resultados prévios revelaram que a maior parte dos participantes não sabiam ou não lembravam da região da síntese proteica, nem mesmo as organelas que participam do processo.

A1, A2, A3 - Não sei/não lembro
A4 - Mesossomos
A5, A6 - Não sei/não lembro
A7 - retículo endoplasmático granuloso
A8 - Pele
A9 - Não sei
A10 - RNA
A11, A12, A13, A14, A15 - Não sei/não lembro

Percebe-se que os alunos não se apropriaram dos conceitos básicos do processo de tradução, imprescindível para entender questões que envolvem a genética, biotecnologia, biologia evolutiva entre outros, tão presentes atualmente no cotidiano da maioria das pessoas (Pedrancini et al, 2007).

No presente estudo, as respostas posteriores às vivências com o material apresentado neste trabalho, verificou-se que a maioria dos estudantes apontou para o

ribossomo, como local da síntese proteica, como mostra abaixo a coletânea de respostas posteriores.

A1 - Ribossomo
A2, A3, A4 A5 - RNA
A6 - Ribossomo
A9, A10 - Ribossomo
A11 - São produzidas no RNA ribossômico
A12 - RNA ribossômico
A13 – Ribossomo

Embora estivéssemos esperando que os estudantes respondessem que a síntese de proteínas ocorre no citoplasma, consideramos satisfatórias as respostas, pois a maioria relacionou o processo com as organelas responsáveis pela tradução. Numa real situação em que o professor terá condições temporais para refletir melhor com seus alunos, o modelo didático utilizado com a sequência didática propostos nessa pesquisa, possivelmente facilitará os encaminhamentos necessários para uma melhor aprendizagem.

Nesta mesma perspectiva, Gregório; Oliveira e Matos (2016), afirma que os conceitos envolvendo a síntese proteica são de grande complexidade para serem explicados utilizando apenas palavras ou figuras estáticas. Ou seja, esses conteúdos exigem do aprendiz a capacidade de abstração, e o uso de modelos didáticos vêm de encontro com esta necessidade, como recurso facilitador, promovendo discussões, interações e ludicidade (Orlando et al, 2009; Lazzaroni e Teixeira, 2017).

O tema 12 (categoria 2, subcategoria 2.3), abordou o conceito de monômeros das proteínas, ou seja, as unidades constituintes das proteínas. Nos conhecimentos prévios, apenas um estudante respondeu que são os aminoácidos. “A7 Aminoácidos”. Os demais responderam de forma equivocada ou disseram que não sabiam ou não se lembravam como nota-se nas respostas abaixo:

A1 - Não sei/não lembro
A2 - Ribossomo
A3 - Não sei/não lembro
A4 - Ribossomos
A5, A6, A8, A9, A10, A11 - Não sei/não lembro
A12 - Ribossomos
A13 - Não sei/não lembro
A1 - Ribossomo

A15 - Não sei/não lembro

Compreender os processos biológicos e químicos está entre as habilidades a seres desenvolvidas pelos alunos do Ensino Médio, de acordo com o referencial curricular da Rede Estadual de Mato Grosso do Sul (SED/MS). Possivelmente a forma e o modo como o ensino de Biologia é organizado e conduzido está sendo pouco eficaz em promover o desenvolvimento conceitual (Pedrancini et al, 2007).

A1 - Não respondeu

A2, A3, A4 A5 - Aminoácidos

A6 - Não sei

A7, A8, A9, A10, A11, A12 - Aminoácidos

A13 - Não respondeu

A14, A15 – Aminoácidos

Durante as vivências com o modelo didático, foi enfatizado aos participantes o papel dos aminoácidos na formação das proteínas, bem como as ligações peptídicas representadas por cliques, que faziam a união entre os “aminoácidos”. Neste momento houve vários questionamentos por parte dos alunos, referentes à formação das proteínas. Observa-se através da coletânea de respostas posteriores, que a maioria dos alunos respondeu que as proteínas são constituídas de aminoácidos, resultado possivelmente associado às interações proporcionadas pelo modelo e sequência didática.

De acordo com Primon e Rezende, 2000, atravessamos um período no qual a Biologia está dentre as mais comentadas ciências e a que ocupa maior espaço na mídia, devido à popularização dos cuidados com a saúde e do bem-estar físico. Para os autores, a intensa divulgação e popularidade da Biologia trazem novas responsabilidades, especialmente para os professores de Ensino Médio, os quais são, muitas vezes, a única fonte de consulta e esclarecimento dos estudantes.

O tema 13 (categoria 2, subcategoria 2.3), aborda os termos códon e anticódon, que se refere ao conjunto de três bases nitrogenadas do RNA, também conhecidos como “trincas” de RNA. Neste caso, o conjunto de três bases nitrogenadas do RNAm corresponde a um códon e o conjunto de três bases nitrogenadas do RNAt corresponde ao anticódon. Quando há complementaridade entre códon e anticódon o aminoácido transportado até o sítio “A” do ribossomo, é liberado e vai para o sítio “P” onde será ligado ao polipeptídeo em formação (Griffiths, 2006). Nos instrumentos de coleta de dados anteriores, a maioria dos estudantes não conseguiu responder à questão, dizendo que não lembrava ou não sabiam como consta abaixo:

A1, A2, A3, A4 A5, A6 - Não sei/não lembro.

A7 - Sequência das três bases nitrogenadas do RNA.

A8, A9 - Não sei/não lembro.

A10 - Não entendi.

A11, A12, A13, A14, A15 - Não sei/não lembro.

Na coleta de dados posteriores as vivências com o material didático desenvolvido neste trabalho de pesquisa, observa-se que a maioria dos estudantes respondeu de forma coerente e apesar de alguns equívocos, como podemos observar nas respostas abaixo:

A1 - Códon é RNA mensageiro e anticódon é o transportador

A2 - Anticódon leva o RNA, Códon recebe o RNA

A3 - Anticódon leva o RNA, Códon o que recebe

A4 - Anticódon – RNA, códon

A5 - É a parte do DNA, anticódon RNA

A6 - Códon é o código do RNA mensageiro e Anticódon é o RNA transportador.

A7 - Códon é o RNA mensageiro o Anticódon faz a transcrição

A8, A9, A10 - Anticódon leva o RNA e Códon recebe o RNA

A11 - Anticódon leva e Códon recebe o RNA

A12 - Códon são o trio de bases nitrogenadas do RNA. Anticódon são as bases que se ligam ao códon pelo RNAt.

A13 - Códon é RNA mensageiro e anticódon é o transportador

A14, e15 - Anticódon leva o RNA, Códon recebe o RNA

Estes resultados revelam que os alunos conseguiram estabelecer uma relação entre os conceitos de códon e anticódon com o RNA mensageiro e o RNA transportador. Como por exemplo, o participante A12 afirma: “*Códon são o trio de bases nitrogenadas do RNA. Anticódon são as bases que se ligam ao códon pelo RNAt*”. De acordo com Fontes, Chapani e Souza (2013), o mecanismo de síntese de proteínas, poderia ser mais efetivamente compreendido pelos alunos se fossem utilizados materiais e atividades diversificadas que pudessem apoiar o conteúdo presente nos livros didáticos. Entre as atividades sugeridas os autores citam a utilização de modelos didáticos como meio de proporcionar aos estudantes uma visão mais concreta e aproximada do assunto.

O tema 14 (categoria 2, subcategoria 2.3), aborda os saberes relacionados a síntese proteica ou tradução. Esse complexo mecanismo biológico é didaticamente dividido em duas etapas principais: a transcrição e a tradução. Na transcrição um segmento ou trecho de uma das enzimas RNA polimerase se liga a região do DNA (chamada de promotora) que determina o início da transcrição. Após a ligação na região promotora do DNA, as enzimas RNA polimerase desenrolam a dupla hélice, expondo suas bases nitrogenadas. Então, começam a encaixar os ribonucleotídeos de acordo com a complementaridade das bases (Uracila com Adenina, Citosina com Guanina), formando assim, a fita simples do

RNAM. A transcrição termina em determinada sequência de bases do DNA, chamada de sequência de término de transcrição (Griffiths, 2006).

Desta forma, o RNAm sintetizado no interior do núcleo é transportado para o citoplasma da célula, onde juntamente com o RNAr e RNAt, participarão da síntese de proteínas, processo denominado de tradução (Griffiths, 2006; Lodish, 2005; Alberts, 1998).

A síntese de proteínas inicia-se com a associação da subunidade menor do ribossomo, um RNAm e o RNAt da metionina, o códon de iniciação é sempre AUG. A formação da cadeia peptídica prossegue, e assim, o segundo RNAt, com anticódon complementar ao códon situado no RNAm se prende ao ribossomo (Lodish, 2005; Watson, 2006). Prosseguindo, a próxima etapa é a formação de uma ligação peptídica unindo os dois aminoácidos. Após essa reação, o ribossomo avança pela cadeia do RNAm, percorrendo o RNAm até um códon de finalização (que pode ser UAA, UAG ou UGA), que são reconhecidos pelos fatores de liberação que estão nos ribossomos, esses fatores permitem a liberação da proteína finalizada (Watson, 2006; Griffiths, 2006).

São saberes complexos e necessários para uma educação científica de qualidade, entretanto sabemos que a falta de recursos pedagógicos está entre os principais fatores que contribuem para a deficiência na transposição didática interna, e conseqüentemente na aprendizagem desses saberes. De acordo com FONTES, CHAPANI e SOUZA (2013), o mecanismo de síntese de proteínas, poderia ser mais efetivamente compreendido pelos alunos se fossem utilizados materiais e atividades diversificadas que pudessem apoiar o conteúdo presente nos livros didáticos. Entre as atividades sugeridas os autores citam a utilização de modelos didáticos como meio de proporcionar aos estudantes uma visão mais concreta e aproximada do assunto.

Os conhecimentos prévios dos educandos relacionados à síntese de proteínas, obtidos pelos instrumentos de coleta de dados (tema 14, categoria 2 e subcategoria 2.3), revelaram que a maior parte dos participantes não sabiam ou não se lembraram do nome dado ao processo de síntese proteica no Dogma Central da Biologia, como observa-se nas respostas a seguir.

A1, A2, A3, A4 A5, A6, A7, A8, A9 - Não sei/não lembro

A10 - Eucarioto

A11, A12, A13, A14, A15 - Não sei/não lembro

Após as vivências com o modelo didático, os estudantes demonstraram entendimento quanto a nomenclatura convencionalmente utilizada no Dogma Central da Biologia Respostas pós o uso do modelo didático do DCB.

A1, A2, A3, A4 A5, A6, A5 - Proteína
A6 - Tradução
A7 - Ribossomos
A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15 – Tradução

Quanto aos conhecimentos prévios dos educandos relacionados ao Dogma Central da Biologia – DCB (subcategoria 2.4, tema 15). Os alunos manifestaram muitas dúvidas sobre o tema, apenas um participante respondeu de forma coerente: A1 – “*O dogma central da biologia foi criado para relacionar o DNA, o RNA e as proteínas*”. Porém a maioria não tinha um conceito definido sobre o assunto. Esses dados corroboram com Lazzaroni e Teixeira (2017), quando afirmam que em geral, os estudantes possuem muitas dificuldades para entenderem os processos e conceitos da síntese de proteínas. São conteúdos considerados muito difíceis de aprender e de ensinar, pois os estudantes estão expostos simultaneamente a vários conceitos e processos novos tanto no nível organizacional macro quanto no molecular (Lazzaroni e Teixeira, 2017).

A1 - O dogma central da biologia foi criado para relacionar o DNA, o RNA e as proteínas.
A2, A3, A4 - Não sei/não lembro.
A5 - É o centro que explica o como ocorre o fluxo da genética.
A6, A7, A8 - Não sei.
A9 - A vida, tanto dos seres humanos, animais e plantas.
A10, A11, A12, Aq4, A15 - Não sei.

Nos conhecimentos posteriores ao uso do modelo didático do DCB, a maioria dos estudantes respondeu associando o tema “Dogma Central da Biologia” aos processos de replicação do DNA, transcrição do DNA em RNA, e síntese de proteínas, como observa-se nas respostas abaixo:

A1, A2, A3 - Replicação do DNA, Transcrição do RNA e Tradução, síntese de proteínas.
A4, A5 - Não respondeu.
A6 - Replicação do DNA, Transcrição do RNA e Tradução, síntese de proteínas.
A7 - Replicação=DNA, Transcrição= RNA, Tradução = síntese de proteínas.

A8 - Replicação → DNA, Transcrição → RNA, Tradução → síntese de proteínas.

A9 - Replicação → DNA, Transcrição → RNA Tradução → síntese de proteínas.

A10 - Replicação=DNA, Transcrição= RNA, Tradução = síntese de proteínas.

A11 - Conhecendo o DNA (replicação) Conhecendo o RNA (Transcrição), Entendendo a síntese de proteínas (Tradução).

A12 - Processo de Duplicação do DNA, processo de transcrição do RNA, Síntese de proteínas.

A13 - Processo de Replicação do DNA, Transcrição do RNA e Tradução, síntese de proteínas.

A14 - É a replicação do DNA, Transcrição do RNA e Tradução, síntese de proteínas.

A15 - Replicação do DNA, Transcrição RNA e a Tradução a síntese de proteínas.

Analisando os dados, observamos que alguns alunos responderam de forma bem clara, correspondendo as nossas expectativas, como por exemplo, o participante A3 respondeu: – *É a Replicação do DNA, Transcrição do RNA e a Tradução ou síntese de proteínas.* Já o participante A8 respondeu: – *Replicação → DNA, Transcrição → RNA, Tradução → síntese de proteínas.* Durante as vivências, foi observado entusiasmo por parte dos alunos, alguns disseram [... e pensar que tudo isso ocorre dentro da gente!]; e ainda [... entendi que os aminoácidos formam as proteínas que formam o nosso corpo]. Essas discussões são fundamentais para uma educação em que o estudante tenha participação mais ativa, assumindo protagonismo no processo de ensino e aprendizagem (Lazzaroni e Teixeira, 2017).

Quadro matricial 3 (categoria 3) apresenta os depoimentos dos estudantes sobre a atividade vivencial com o modelo didático do DCB. Em seu conceito norteador apresenta os resultados da avaliação dos alunos sobre a oficina didática. A maior parte dos estudantes pontuou como “muito bom” o material desenvolvido, afirmando ainda que a oficina didática foi importante para a sua aprendizagem. Quanto à metodologia utilizada, os alunos consideraram como ótima, e que muito contribuiu para relembrem os conteúdos que já haviam estudado, como podemos observar na coletânea de respostas abaixo:

A1 - Ótimo método de ensinar.

A2 - Achei interessante, pois mostra o que não conseguimos ver.

A3 - Acho muito bom, isso nos ajuda a entender mais sobre o assunto e nos motiva a querer saber.

A4 - Muito boa, ótima.

A5 - Muito legal fez a gente descobrir mais coisas sobre o DNA.

A6 - As atividades foram bem práticas e importante conhecimento sobre meu estudo. Os conceitos são importantes e vão nos ajudar muito ao nosso futuro.

A7 - Eu particularmente gostei de retomar os estudos sobre esse assunto, mesmo sendo poucos dias. Aprendi mais e me interessei mais pelo conteúdo.

A8 - Achei muito bom, ensina super bem e com o estudo na pratica ficou bem mais fácil de entender o que é o RNA e DNA e suas funções.

A9 - Faz com que reflitam como foram nas aulas

A10 - Para nos ensinar, e nós vamos ter mais conhecimento sobre a biologia, aprofundar mais dentro dos assuntos.

A11 - A atividade trouxe uma nova realidade, porque “apartir” dessas atividades, conseguimos conhecer um pouco mais sobre o assunto e relembrar o que havia esquecido.

A12 - Importante para lembrarmos desse assunto para o futuro

A13 - Ótimo método de ensinar

A14 - Achei interessante

A15 - Achei muito bom

O modelo didático mostrou-se eficiente também no que tange a interatividade entre os estudantes e entre estudantes e o professor. A cada passo em que os alunos avançavam nas simulações dos processos da tradução, abria-se uma oportunidade para o diálogo, fomentando discussões e possivelmente melhor apropriação do conhecimento. De acordo com Paz (2006), os modelos didáticos são importantes recursos aproximativos e auxiliam no processo de ensino e aprendizagem, proporcionando melhor compreensão da realidade por parte dos estudantes. Em consonância com essa discussão, Lazzaroni e Teixeira (2017), afirmam que os modelos são importantes, pois permitem aos estudantes visualizar a simulação de um processo complexo e abstrato, bem como a exploração do material concreto, ao invés da simples abstração teórica, contribuindo para uma aprendizagem mais eficaz.

O quadro matricial 4 - Dogma Central da Biologia na sociedade, em sua categoria 4 – reflexões dos alunos sobre Dogma Central da Biologia na sociedade, apresenta em seu conceito norteador, que os estudantes participantes desta pesquisa relacionaram em sua maioria, a importância do estudo do DCB com os exames de DNA para determinar a paternidade, como mostra a coletânea de respostas abaixo:

A1 - DNA – teste de paternidade

A2 - DNA – faz com que eles tenha um teste de paternidade

A3 - Não respondeu

A4 - Não sei

A5 - Não sei

A6 - Não respondeu

A7 - Teste de paternidade com segurança

A8 - Teste de paternidade com segurança

A9 - Teste de paternidade com segurança

A10 - O DNA, RNA e as proteínas tem um papel muito importante na nossa vida, pois através disso que conseguimos descobrir o sexo, formato as características do indivíduo e trazendo uma vida mais saudável

A11 - Utilizamos para estudar sobre as doenças e suas formas

A12 - DNA – teste de paternidade

A13 - DNA – teste de paternidade

A14 - DNA – faz teste de paternidade

A15 - Teste de paternidade

As respostas dos estudantes revelam que a oficina didática permitiu a maior parte dos estudantes, reflexões sobre questões sociais ligadas ao estudo do DNA, tais como: exames de DNA, teste de paternidade e o estudo de doenças genéticas. Como podemos notar nas respostas dos Alunos A2 “DNA – faz com que eles tenha um teste de paternidade”, e A11 “utilizamos para estudar sobre as doenças e suas formas”.

Nesse sentido, ressaltamos a importância da oficina e os produtos didáticos desenvolvidos para uma educação científica e cidadã, pois possibilitaram reflexões sobre temáticas atuais, presentes no cotidiano das pessoas. De acordo com Moura et al (2013), mesmo com as múltiplas inovações científicas e tecnológicas presentes na maior parte dos currículos escolares do Brasil, muitos dos estudantes ainda têm dificuldades para contextualizar o ensino de Biologia com sua realidade, principalmente nas escolas públicas. Dados como esses, mostram o quanto ainda tem que melhorar o ensino de ciências em nosso país, e nesse sentido, o emprego de modelos didáticos pode ser uma alternativa eficiente e de baixo custo (Orlando et al, 2009).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossa pesquisa investigou a influência das vivências com um modelo didático do Dogma Central da Biologia (DCB), por meio de uma sequência didática, no ensino e na aprendizagem da Biologia Celular, com estudantes do segundo ano do Ensino Médio de uma escola pública. Trata-se de uma temática complexa, devido ao nível de abstração dos conteúdos, o que nos exigiu exaustivo trabalho de pesquisa, análise dos dados e desenvolvimento dos modelos didáticos que fazem parte desse estudo. Nessa perspectiva, encontramos na Teoria da Transposição Didática (Chevallard, 1991), Teoria Antropológica do Didático (Chevallard, 1999) e os Momentos de Estudos (CHEVALLARD; BOSCH; GASCÓN, 2001), os pressupostos fundamentais para nossas investigações. Essas teorias ampliaram nossos pensamentos, despertando-nos para uma melhor compreensão no que tange a trajetória dos saberes, desde sua produção nas pesquisas científicas até sua chegada à sala de aula, onde cabe ao professor o importante papel de mediador desses saberes, dentro de um sistema didático, composto por ele, o agente da transposição didática interna, o saber a ser ensinado, oriundo dos processos de transposição didática externa, presente nos livros didáticos (ou outros meios) e os alunos, os sujeitos do processo de transposição didática.

De acordo com a Teoria Antropológica do Didático (Chevallard, 1999), dentro da instituição sala de aula, ocorrem as relações entre os objetos de estudo (em nosso caso o DCB) e os estudantes, que se sujeitam as instituições didáticas (tarefas, atividades e etc.), e com mediações do professor, relacionam-se com os objetos de aprendizagem, promovendo intensas mudanças na relação objeto-sujeito, ocorrendo assim, a aprendizagem.

De acordo com Perrenoud (1993), uma das atribuições do trabalho docente é traduzir o conhecimento científico em conteúdos que sejam do ponto de vista didático, assimiláveis pelos estudantes. E isso não se constitui numa tarefa fácil, há diversas barreiras a serem transpostas, (falta de materiais, salas superlotadas, indisciplina entre outros). O professor está sempre cercado de muito trabalho e responsabilidades na recontextualização dos saberes, para que haja uma aprendizagem eficaz. Entretanto, os professores têm esbarrado na falta de recursos pedagógicos para trabalhar conteúdos com elevado grau de abstração, como o Dogma Central da Biologia.

Este trabalho aponta para uma realidade já consensual entre muitos pesquisadores, de que falta material didático de apoio ao professor no ensino do DCB (Lazzaroni e Teixeira, 2017; Pedrancine et al, 2007; Primon e Rezende, 2000; Leite; Ferrari; Delizoicov, 2001). Constatamos que a maioria dos professores participantes, não contam com laboratórios de Biologia para ministrar suas aulas, o que dificulta ainda mais a tarefa do professor de promover um ensino que seja atraente aos alunos. Na fala dos professores, entendemos que a maioria encontra dificuldades para ensinar os conteúdos relacionados ao DCB, devido sua natureza abstrata e a falta de recursos facilitadores, que possibilite aos estudantes melhores reflexões e aos professores, estratégias novas e motivadoras.

A extrema necessidade de material didático para estudo do DCB foi revelada por meio das investigações com os professores de Biologia e da coleta de dados prévios com os estudantes. A participação dos professores e alunos foi fundamental para o desenvolvimento desse trabalho, pois partir da análise dos dados coletados projetamos e desenvolvemos os produtos apresentados nesta pesquisa, com o intuito de repassar adiante o conhecimento adquirido e desta forma, contribuirmos para melhorar o ensino e a aprendizagem dos conteúdos de Biologia celular.

De acordo com Fontes, Chapani e Souza (2013), o uso de modelos didáticos no ensino de conteúdos o de síntese de proteínas, por exemplo, poderia ser mais efetivamente compreendido pelos alunos, para que esses não fiquem restritos apenas ao

uso dos livros didáticos. Entre as atividades sugeridas os autores citam a utilização de modelos didáticos como meio de proporcionar aos estudantes uma visão mais “palpável” e aproximada do assunto. Com a manipulação das peças e o trabalho em grupo, acreditamos que o modelo didático do DCB poderá proporcionar aos discentes e docentes, maior e melhor interatividade, e essas relações são fundamentais para a aprendizagem. Nesta perspectiva, Pessoa et al (2018), afirmam que conteúdos como o a Biologia Celular não devem ser ensinado apenas com aulas expositivas, pois podem perder muito de seu significado. Os estudantes podem apenas memorizar o conteúdo, preocupados apenas com avaliação teórica, deixando de construir o conhecimento no processo de aprendizagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTS, B. e colaboradores, *Fundamentos da Biologia Celular*. 1ed. Artes Médicas, Porto Alegre, 1998.

ALBUQUERQUE, E.M.de. **Avaliação da técnica de amostragem “Respondent-driven Sampling” na estimação de prevalências de Doenças Transmissíveis em populações organizadas em redes complexas**. Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca – ENSP; Rio de Janeiro: Ministério da Saúde – Fiocruz, 2009. Dissertação de Mestrado, 99p.

ARAÚJO, A. J. **O ensino de álgebra no Brasil e na França: estudo sobre o ensino de equações do 1º grau à luz da teoria antropológica do didático**. 2009. 290f. Tese (Doutorado em Educação) Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/3947/1/arquivo3433_1.pdf. Acesso em: 26 julho 2018.

BASSOLI F. **Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções**, UFJF, 2014. Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n3/1516-7313-ciedu-20-03-0579.pdf>. acesso em: 16 janeiro 2017.

BORGES, A.T. (1997). **Um estudo de Modelos Mentais**. Investigações em Ensino de Ciências (on line). Vol. 1, No. 3. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/628/417>. Acesso em: 04 agosto 2017.

BONZANINI, Taitiâny Kárita. **Avanços recentes em biologia celular e molecular, questões éticas implicadas e sua abordagem em aulas de biologia no ensino médio: um estudo de caso**. 2005. 188 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, 2005. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/90885>. Acesso em 19 julho 2018.

BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências**

Naturais. Brasília: Secretaria de Educação Fundamental / MEC, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto, Conselho Nacional de Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/CNE, 2000.

BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias** v 2. Secretaria de Educação Básica – Brasília: MEC, 2006.

CARVALHO, D.G.; BELLEMAIN, P. M. B. Condições e restrições na abordagem de área de figuras planas no guia de estudo do PROJOVEM urbano: a escala dos níveis de Codeterminação. *Trabalhando Matemática – Percepções Contemporânea*. Disponível em: http://editorarealize.com.br/revistas/epbem/trabalhos/Comunicacao_683.pdf. Acesso em: 10 outubro 2017.

CAVALCANTE, D. D. & SILVA, A. de F. A. de. *Modelos didáticos e professores:*

concepções de ensino-aprendizagem e experimentações. In: XIV Encontro Nacional de

Ensino de Química, Curitiba, UFPR, Julho de 2008. Disponível em:

<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0519-1.pdf>. Acesso em: março 2018.

CAVALCANTE, J.L.; RODRIGUES, R.F. **Teoria Antropológica do Didático na Formação de Professores de Matemática, IV CONEDU.** 2017. Disponível em:

https://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV073_MD1_SA13_ID186_11092017215251.pdf. Acesso em: 26 julho 2018.

COOPER, GM. 2001. *A célula: Uma abordagem*, 2 ed., Artes Médicas, Porto Alegre, 712p.

COSTA, Joaquim G. C. da; AGEITEC, **Agência Embrapa de Informação Tecnológica** – Disponível em

http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao/arvore/CONTAG01_9_1311200215101.html, acesso em: 14 janeiro 2017.

DIOGO, R. C.; OSÓRIO, A. S.; SILVA, D. R. R. **A Teoria Antropológica do Didático: Possibilidade de Contribuição ao Ensino de Física.** In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis/SC, 2007. Disponível em:

<http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/vienpec/CR2/p984.pdf>. Acesso em outubro de 2017

DOLZ, Joaquim; NOVERRAZ, Michele; SCHNEUWLY, Bernard. **Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento.** Disponível em:

<https://profletrasuefs.files.wordpress.com/2015/03/seqc3aancias-didc3a1ticas-para-o-oral-e-a-escrita-1.pdf>, acesso em 20 janeiro 2017.

DUSO, L. **O uso de modelos no ensino da biologia.** XVI ENDIPE: Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino. 2012. p. 432-41. Disponível em:

http://www.infoteca.inf.br/endipe/smarty/templates/arquivos_template/upload_arquivos/acervo/docs/1243p.pdf. Acesso em: 19 janeiro 2018.

Duso, Leandro, Clement, Luiz, Barbosa Pereira, Patricia, de Pinho Alves Filho, José, **MODELIZAÇÃO: UMA POSSIBILIDADE DIDÁTICA NO ENSINO DE BIOLOGIA.**

Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências [en linea] 2013, 15 (Mayo-Agosto) : [Fecha de consulta: 1 de junio de 2019] Disponible

en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=129528214003>> ISSN 1415-2150

FERREIRA, P. F. M. e JUSTI, R. S. (2004). A abordagem do DNA nos livros de biologia e química do Ensino Médio: uma análise crítica. Ensaio – Pesquisa Educação em Ciências, 6(1), pp. 35-48. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v6n1/1983-2117-epec-6-01-00038.pdf>.

Acesso em: 18 junho 2018.

GRIFFITHS, A.J.F. et al. **Introdução a Genética.** Guanabara Koogan, 8ª. Edição, RJ, 2006.

JANN, P.N.; LEITE, P.F. 2010 - **Jogo do DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de ciências e biologia.** Ciências & Cognição 2010; Vol. 15 (1): 282-293. Disponível em:

<http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/192/177>, acesso em: 18 julho 2018.

JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2000. *Biologia Celular e Molecular*. 7ed. Guanabara Koogan, RJ., 339p.

JUSTINA, L. A. D.; FERLA, M.R. **A utilização de modelos didáticos no ensino de genética - exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto**. Arquivos do Museu Dinâmico Interdisciplinar, v. 10, n. 2, p. 35-40, 2006. Disponível em: <http://eduem.uem.br/laboratorio/ojs/index.php/ArqMudi/article/view/19924/10818>. Acesso em 18 julho 2018.

KAPRAS, S. et al. Modelos: uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em ensino de ciências. 1997. *Revista Investigação no Ensino de Ciências*. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID33/v2_n3_a1997.pdf acesso em: 05 abril 2018.

LODISH, et al. **Biologia Celular e Molecular**, 5ª Edição, Porto Alegre, ArtMed, 2005.

MELO, J. R.; CARMO, E. M. **Investigações sobre o ensino de Genética e Biologia Molecular no Ensino Médio brasileiro**, *Ciencia & Educação*, ISSN-e 1980-850X, Vol. 15, Nº. 3, 2009, págs. 592-611, disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5274245>, acesso em: 18 julho 2018.

MENDONÇA C. O.; SANTOS, M. W. O. **Modelos didáticos para o ensino de ciências e biologia: aparelho reprodutor feminino da fecundação a nidação**. In: V Colóquio Internacional “Educação e contemporaneidade”. 2011, São Cristóvão – SE, Disponível em: http://hpc.ct.utfpr.edu.br/~charlie/docs/PPGFCET/4_TRABALHO_03_MODELOS%20DID%20C3%81TICOS.pdf. Acesso em: 10 Abril 2017.

MENEZES, M. B. de; SANTOS, M. C. dos. **O saber escolar na perspectiva da Teoria Antropológica do Didático**. In: Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática - SIPEMAT, 2., 2008, Recife, PE. Anais ... Universidade Federal de Pernambuco, Matemática Formal e Matemática não formal, Recife, 28 de julho a 1 de agosto de 2008. Disponível em: <http://www.lematec.net.br/CDS/SIPEMAT08/artigos/PO-52.pdf>. Acesso em: 26 julho 2018.

OLIVEIRA, Thais Benetti de, Caldeira, Ana Maria de Andrade. **Filosofia e História da Biologia**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 125-147, 2015. Disponível em: http://www.abfhib.org/FHB/FHB-10-1/FHB-10-1-08-Thais-B-de-Oliveira_Ana-Maria-A-Caldeira.pdf. Acesso em: 09 abril 2018.

Orlando, T.C. et al. (2009). **Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de biologia celular e molecular no ensino médio por graduandos de ciências biológicas**. *Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular*, 1, A1-A17. disponível em: <http://sbbq.hospedagemdesites.ws/revista/ojs/index.php/REB/article/viewFile/33/29>.

Acesso em: 28 janeiro 2017.

PAZ, A. M. da; et al. **Modelos e modelizações no ensino: um estudo da cadeia alimentar**. *Ensaio*, v. 8, n.2, p. 133-146. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v8n2/1983-2117-epec-8-02-00157.pdf>. acesso em 10 de fevereiro de 2019.

PEREIRA, L.V. **Ciência & Saúde Coletiva**, 13(1):7-14, 2008, disponível em: <http://www.scielosp.org/pdf/csc/2008.v13n1/07-14/pt>, acesso em: 05 abril 2018.

PEDRANCINE Vanessa Daiana. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 6, Nº 2, 299-309 (2007)*, disponível em: https://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5_Vol6_N2.pdf acesso em: 21 maio 2018.

PEREIRA, Ademir de Souza; PIRES, Dario Xavier. Uma proposta teórica experimental de sequência didática sobre Interações intermoleculares no ensino de química, utilizando variações do teste da adulteração da gasolina e corantes de Urucum. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 17, n. 2, p. 385-413, 2012. Disponível em: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/37572597/proposta_forcas_inter.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1532057298&Signature=9j6oo4UovWPGWM5AhecVYU3hzNw%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DAPENDICE_A.pdf. acesso em: 20 dezembro 2017.

PERRENOUD, Philippe. *Práticas pedagógicas, profissão docente e formação: perspectivas sociológicas*. Lisboa: Dom Quixote, 1993.

PESSOA, Felipe Barbosa; MAKI, Cristina Sayuri; FIALHO, Maria do Carmo Queiroz. Estratégias pedagógicas para o ensino de Citologia e Histologia para alunos do Ensino Médio. *Revista Ciência em Extensão*, [S.l.], v. 14, n. 2, p. 138 - 146, jun. 2018. ISSN 16794605. Disponível em: <http://ojs.unesp.br/index.php/revista_proex/article/view/1800/2004>. Acesso em: 19 julho 2018.

SED, Referencial Curricular da rede estadual de ensino de Mato Grosso do Sul Ensino Médio. Estado de Mato Grosso do Sul, 2012.

SETÚVAL F. A. R., BEJARANO N. R. R. **Os modelos didáticos com conteúdo de genética e a sua importância na formação inicial de professores para o ensino de ciências e biologia**. Anais de Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências; 2009; Florianópolis. Disponível em: <http://axpfep1.if.usp.br/~profis/arquivos/viiienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/1751.pdf>. Acesso 04 maio 2018.

SOUZA, Daiane Nascimento de. **Dissertação de Mestrado** - UFMS 2016.

SNUSTAD, D.P.; SIMMONS, M.J. **Fundamentos de Genética**. Ed. Guanabara, 2001.

WATSON, J. D. et al. **Biologia Molecular do Gene**. 5ª. Edição, Porto Alegre, Artmed, 2006.

XAVIER, M. C. F. et al. **A nova (moderna) Biologia e a Genética nos livros didáticos de Biologia no ensino médio**, *Ciência & Educação*, v. 12, n. 3, p. 275-289, 2006. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5274075>, acesso em: 14 julho 2018.

ZABALA, Antoni. **A Prática Educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICES

Apêndice 01- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - Professores

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a) professor(a)

Convidamos você para participar da pesquisa “**MODELO DIDÁTICO INTERATIVO DO DOGMA CENTRAL DA BIOLOGIA: UMA PROPOSTA DE TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO**”, sob a responsabilidade do pesquisador Dione Cordeiro Calado, aluno do curso de Mestrado em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, e orientação da Professora Doutora Ester Tartarotti. A pesquisa pretende investigar a influência da vivência de um modelo didático do Dogma Central da Biologia (DNA, replicação do DNA, transcrição e Síntese de proteínas) em oficinas para alunos do ensino médio. Para tanto serão convidados entre 30 e 40 alunos que estejam cursando o segundo ano do ensino médio e professores da disciplina de Biologia da Rede Estadual de Ensino.

Aconselha-se que leia cuidadosamente o termo, e caso tenha qualquer dúvida questione o pesquisador responsável. Sua participação é voluntária, você decide se participara ou não, e mesma se dará por meio de questionários com perguntas sobre a sua vivencia pedagógica no ensino de Biologia, especialmente sobre o tema estudado na pesquisa, e opiniões sobre a oficina didática. A aplicação dos questionários ocorrerá em horário estabelecido por você de acordo com a sua disponibilidade. As respostas obtidas no questionário serão tratadas na dissertação do pesquisador responsável com sigilo total de sua identidade. Esta pesquisa propiciará alguns benefícios, tais como, conhecimentos e estratégias de ensino sobre o tema estudado e momentos de descontração por meio de material lúdico.

Depois de consentir em sua participação o (a) participante (a) poderá desistir, retirando seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes, durante ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa. Você não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo, somente o pesquisador e a equipe do estudo terá acesso. Este material será guardado durante cinco (05) anos e após este período será descartado pelo pesquisador responsável. Contribuindo para o sigilo, a sua identidade será resguardada e substituída por números. Para qualquer outra informação, o (a) participante (a) poderá entrar em contato com o pesquisador no e-mail dionecalado@gmail.com e telefone: (67) 981487454. Para perguntas sobre seus direitos como participante no estudo chame o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMS, Link do site : <http://cep.sites.ufms.br>

Assinatura do (a) participante

Dione Cordeiro Calado
Pesquisador responsável

Campo Grande - MS, ____ de _____ de 2018

Apêndice 02- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido- Pais

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(A) aluno(a) _____, idade : _____, neste ato representado por mim, _____, idade _____, grau de parentesco: _____ RG: _____, está sendo convidado a participar de um estudo denominado “**MODELO DIDÁTICO INTERATIVO DO DOGMA CENTRAL DA BIOLOGIA: UMA PROPOSTA DE TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO**”, sob a responsabilidade do pesquisador Dione Cordeiro Calado, aluno do curso de Mestrado em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, e orientação da Professora Doutora Ester Tartarotti. A pesquisa pretende analisar como um modelo didático sobre o Dogma Central da Biologia Celular (DNA, replicação do DNA, transcrição e Síntese de proteínas) pode contribuir com a construção de conhecimentos de alunos do ensino médio. A participação de meu dependente será no sentido de responder questionários sobre o conteúdo de citologia, bem como participar de oficinas didáticas no horário de aula no turno da manhã com intuito de participar e interagir um material de estudo que será desenvolvido para o ensino do conteúdo de citologia na disciplina de Biologia.

Fui informado de que esta pesquisa propiciará alguns benefícios, tais como, conhecimentos e estratégias de ensino sobre o tema estudado e momentos de descontração por meio de material lúdico. Recebi, por outro lado, os esclarecimentos necessários sobre os possíveis desconfortos e riscos decorrentes do estudo, levando-se em conta que é uma pesquisa. Assim, podem ocorrer o risco do participante não se sentir à vontade para trabalhos que envolvem interações entre grupos de alunos em sala de aulas. Estou ciente de que a privacidade de meu dependente, ou seja, seu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, o (a) identificar, será mantido em sigilo. Também fui informado de que pode haver recusa à participação no estudo, bem como pode ser retirado o meu consentimento a qualquer momento, sem precisar haver justificativa, e que, ao sair da pesquisa, não haverá qualquer prejuízo. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas a identidade de meu dependente não será divulgada, sendo guardada em sigilo, somente o pesquisador e a equipe de estudo terá acesso aos dados. Este material será guardado durante cinco (05) anos e após este período será descartado pelo pesquisador responsável. Enfim, tendo sido orientado quanto ao teor de tudo o aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do estudo, autorizo a participação de: _____ na referida pesquisa, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico a receber ou a pagar, pela participação. Para qualquer outra informação, o (a) participante (a) poderá entrar em contato com o pesquisador no e-mail dionecalado@gmail.com e telefone: (67) 981487454. Para perguntas sobre seus direitos como participante no estudo entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMS, através do site: <http://cep.sites.ufms.br>.

Assinatura do (a) responsável

Dione Cordeiro Calado
Pesquisador responsável

Campo Grande - MS, ____ de _____ de 2018.

Apêndice 03- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – Alunos

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos você para participar do estudo “**MODELO DIDÁTICO INTERATIVO DO DOGMA CENTRAL DA BIOLOGIA: UMA PROPOSTA DE TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO**”, sob a responsabilidade do pesquisador Dione Cordeiro Calado, aluno do curso de Mestrado em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, e orientação da Professora Doutora Ester Tartarotti, a pesquisa pretende analisar como um modelo didático sobre o Dogma Central da Biologia Celular (DNA, replicação do DNA, transcrição e Síntese de proteínas) pode contribuir com a construção de conhecimentos de alunos do ensino médio sobre o tema estudado.

A minha participação no referido estudo será no sentido de responder questionários sobre o Dogma Central da Biologia celular e participar de oficinas didáticas com a utilização de um material didático sobre o tema. Esta pesquisa propiciará alguns benefícios, tais como, conhecimentos e estratégias de ensino sobre o tema estudado e momentos de descontração por meio de material lúdico.

Recebi, por outro lado, os esclarecimentos necessários sobre os possíveis desconfortos e riscos decorrentes do estudo, levando-se em conta que é uma pesquisa, e os resultados positivos ou negativos somente serão obtidos após a sua realização. Assim, estou ciente do risco de não me sentir à vontade para trabalhos em grupos na sala de aula. Estou ciente de que minha privacidade será respeitada, ou seja, meu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, me identificar, será mantido em sigilo. Também fui informado de que posso me recusar a participar do estudo, ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar. Durante toda pesquisa me será garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante e depois da minha participação.

Enfim, tendo sido orientado quanto ao teor de tudo o aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do já referido estudo, manifesto meu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, a identidade dos participantes não será divulgada, sendo guardada em sigilo, somente o pesquisador e a equipe do estudo terão acesso a este material, que será guardado durante cinco (05) anos e após este período será descartado pelo pesquisador responsável. Contribuindo para o sigilo, a identidade do participante será resguardada e substituída por números. Para qualquer outra informação, o (a) participante (a) poderá entrar em contato com o pesquisador no e-mail dionecalado@gmail.com e telefone: (67) 981487454. Para perguntas sobre seus direitos como participante no estudo chame o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMS, Link do site : <http://cep.sites.ufms.br>

Assinatura do (a) participante

Dione Cordeiro Calado
Pesquisador responsável

Campo Grande - MS, ____ de _____ de 2018

Apêndice 04 - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – Alunos

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, nacionalidade _____
_____, idade _____, RG _____, estou sendo convidado a participar de

um estudo denominado “**MODELO DIDÁTICO INTERATIVO DO DOGMA CENTRAL DA BIOLOGIA: UMA PROPOSTA DE TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO**” sob a responsabilidade do pesquisador Dione Cordeiro Calado, aluno do curso de Mestrado em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, e orientação da Professora Doutora Ester Tartarotti, a pesquisa pretende analisar como um modelo didático sobre o Dogma Central da Biologia Celular (DNA, replicação do DNA, transcrição e Síntese de proteínas) pode contribuir com a construção de conhecimentos de alunos do ensino médio.

A minha participação no referido estudo será no sentido de responder questionários sobre o Dogma Central da Biologia Celular e participar de oficinas didáticas com a utilização de um material didático sobre o tema. Esta pesquisa propiciará alguns benefícios, tais como, conhecimentos e estratégias de ensino sobre o tema estudado e momentos de descontração por meio de material lúdico. Recebi, por outro lado, os esclarecimentos necessários sobre os possíveis desconfortos e riscos decorrentes do estudo, levando-se em conta que é uma pesquisa, e os resultados positivos ou negativos somente serão obtidos após a sua realização. Assim, estou ciente do risco de não me sentir à vontade para trabalhos em grupos na sala de aula. Estou ciente de que minha privacidade será respeitada, ou seja, meu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, me identificar, será mantido em sigilo.

Também fui informado de que posso me recusar a participar do estudo, ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar. Durante toda pesquisa me será garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante e depois da minha participação. Enfim, tendo sido orientado quanto ao teor de tudo o aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do já referido estudo, manifesto meu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, a identidade dos participantes não será divulgada, sendo guardada em sigilo, somente o pesquisador e a equipe do estudo terão acesso a este material, que será guardado durante cinco (05) anos e após este período será descartado pelo pesquisador responsável. Contribuindo para o sigilo, a identidade do participante será resguardada e substituída por números. Para qualquer outra informação, o (a) participante (a) poderá entrar em contato com o pesquisador no e-mail dionecalado@gmail.com e telefone: (67) 981487454. Para perguntas sobre seus direitos como participante no estudo chame o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMS, Link do site : <http://cep.sites.ufms.br>

Assinatura do (a) participante

Dione Cordeiro Calado
Pesquisador responsável

Campo Grande - MS, ____ de _____ de 2018

Apêndice 5 - Instrumento de Pesquisa – Professor

Caro(a) professor (a),

Este questionário é parte da pesquisa “**MODELO DIDÁTICO INTERATIVO DO DOGMA CENTRAL DA BIOLOGIA: UMA PROPOSTA DE TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO**”, trabalho de mestrado e suas respostas são

muito importantes para este estudo. Por favor, responda as questões abaixo de acordo com sua vivência de docência. Desde já agradecemos sua colaboração.

01. O ensino de Citologia é um dos temas da Biologia com alguns desafios para compreensão pelos alunos, entre esses conhecimentos temos o dogma central da biologia, envolvendo a molécula do DNA, replicação, transcrição e síntese proteica, na sua opinião quais as principais dificuldades dos alunos no entendimento deste conteúdo?

02. Qual sua opinião sobre o ensino do dogma central da biologia no ensino médio e quais os desafios para trabalhar o tema?

03. Prezado professor quais suas sugestões de abordagens a serem discutidas no estudo do dogma central da biologia para construção de um material didático sobre o tema?

4. E quanto a presença de laboratórios, na sua escola há laboratórios de biologia ou outros laboratórios ou ambientes que servem ao ensino de biologia? Se houver nos fale sobre o uso laboratório.

5. Caro(a) professor(a), nos conte se você já trabalhou ou teve acesso a materiais didáticos pedagógicos de apoio ao ensino do dogma central da biologia?

6. Prezado professor, você já realizou alguma formação ou oficina relacionada ao tema dogma central da biologia?

Apêndice 06 - Instrumento de Pesquisa Prévio – Alunos

Caro(a) participante,

Este questionário é parte da pesquisa “**MODELO DIDÁTICO INTERATIVO DO DOGMA CENTRAL DA BIOLOGIA: UMA PROPOSTA DE TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO**”, trabalho de mestrado e suas respostas são muito importantes para este estudo. Por favor, responda as questões abaixo de acordo com sua vivência de docência. Desde já agradecemos sua colaboração.

1. Você sabe o que é o dogma central da Biologia?
2. O DNA é uma macromolécula, constituído por moléculas menores denominadas nucleotídeos. Como são denominadas essas bases nitrogenadas da molécula de DNA?
3. As bases nitrogenadas dos ácidos nucléicos formam pares complementares que são específicos. Sabendo que o DNA tem quatro tipos de bases, como se emparelham os pares de bases nitrogenadas no DNA?
- 4) O modelo de molécula de DNA foi proposto em 1953 pelos pesquisadores James Watson e Francis Crick. A duplicação do DNA foi comprovada por experimentos e classificada como **duplicação semiconservativa** do DNA. O que é duplicação semiconservativa?
- 5) Você sabe o que é um gene e onde ele está localizado na célula?
- 6) O DNA, nos organismos eucariotos, está presente em uma região celular bastante característica. Nesta região ocorre também a replicação ou duplicação do DNA. De qual região da célula estamos falando?
- 7) Você sabe o que é transcrição do DNA e em que parte da célula ocorre?
- 8) Assim como o DNA, as moléculas de RNAs também são formadas por nucleotídeos e possuem bases nitrogenadas. Quais são as bases nitrogenadas do RNA?
- 9) Durante o processo de síntese de uma molécula de DNA e de uma molécula de RNA, como fica o emparelhamento das bases nitrogenadas formadas a partir das seguintes situações?
Complete:
DNA = ATCGCGATATCGCGAT
DNA = _____
- DNA: ATCGAGATATCTCGAA
RNA= _____
- 10) Quais os tipos de RNAs e suas respectivas funções?
- 11) Em qual região da célula o RNA é produzido?
- 12) Você sabe o que são códons e anticódoms? Escreva o que sabe com suas palavras.

13) Você sabe o que é código genético? Explique com suas palavras.

14) As proteínas são moléculas produzidas nas células, como por exemplo a queratina que forma nosso cabelo e unhas, a melanina que pigmenta nossa pele, cabelos e olhos. Você sabe em qual região da célula as proteínas são produzidas?

15) As proteínas são grandes moléculas formadas a partir da união de moléculas menores, unidas por ligações peptídicas. Como são denominadas essas moléculas menores ou monômeros que formam as proteínas?

16) Escreva com suas palavras onde e como ocorre o processo de síntese proteica na célula? O outro nome dado a síntese de proteínas é _____.

Apêndice 07- Instrumento de Pesquisa Posterior – Alunos

Caro(a) participante,

Este questionário é parte da pesquisa “**MODELO DIDÁTICO INTERATIVO DO DOGMA CENTRAL DA BIOLOGIA: UMA PROPOSTA DE TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO**”, trabalho de mestrado e suas respostas são muito importantes para este estudo. Por favor, responda as questões abaixo de acordo com sua vivência de docência. Desde já agradecemos sua colaboração.

1	O DNA, nos organismos eucariotos, está presente em uma região celular bastante característica. Nesta região ocorre também a replicação ou duplicação do DNA. De qual região da célula estamos falando?
2	O DNA é uma macromolécula, constituído por moléculas menores denominadas nucleotídeos. Como são denominadas essas bases nitrogenadas da molécula de DNA?
3	As bases nitrogenadas dos ácidos nucléicos formam pares complementares que são específicos. Sabendo que o DNA tem quatro tipos de bases, como se emparelham os pares de bases nitrogenadas no DNA?
4	O modelo de molécula de DNA foi proposto em 1953 pelos pesquisadores James Watson e Francis Crick. A duplicação do DNA foi comprovada por experimentos e classificada como duplicação semiconservativa do DNA. O que é duplicação semiconservativa?
5	Você sabe o que é um gene e onde ele está localizado na célula?
6	Você sabe o que é transcrição do DNA e em que parte da célula ocorre?

7	Em qual região da célula o RNA é produzido?
8	Assim como o DNA, as moléculas de RNAs também são formadas por nucleotídeos e possuem bases nitrogenadas. Quais são as bases nitrogenadas do RNA?
9	<p>Durante o processo de síntese de uma molécula de DNA e de uma molécula de RNA, como fica o emparelhamento das bases nitrogenadas formadas a partir das seguintes situações?</p> <p>Complete:</p> <p>DNA = ATCGCGATATCGCGAT</p> <p>DNA = _____</p> <p>DNA: ATCGAGATATCTCGAA</p> <p>RNA</p>
10	As proteínas são moléculas produzidas nas células, como por exemplo a queratina que forma nosso cabelo e unhas, a melanina que pigmenta nossa pele, cabelos e olhos. Você sabe em qual região da célula as proteínas são produzidas?
11	As proteínas são grandes moléculas formadas a partir da união de moléculas menores, unidas por ligações peptídicas. Como são denominadas essas moléculas menores ou monômeros que formam as proteínas?
12	Quais os tipos de RNAs e suas respectivas funções?
13	Você sabe o que são códons e anticódoms? Escreva o que sabe com suas palavras.
14	Escreva com suas palavras onde e como ocorre o processo de síntese proteica na célula? O outro nome dado a síntese de proteínas é _____.
15	Você sabe o que é código genético? Explique com suas palavras.
16	Você sabe o que é o dogma central da Biologia?