



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
AMAZONAS**

CAMPUS MANAUS CENTRO

**DEPARTAMENTO DE ENSINO SUPERIOR LICENCIATURA EM CIÊNCIAS
BIOLÓGICAS**

ADRIANO DE JESUS BENTES

**PERCEPÇÃO DE PROFESSORES E ESTUDANTES SOBRE O ENSINO-
APRENDIZAGEM DO DOGMA CENTRAL DA BIOLOGIA MOLECULAR NO
ENSINO MÉDIO DE ESCOLAS PÚBLICAS DE MANAUS**

Manaus –AM

2019

ADRIANO DE JESUS BENTES

**PERCEPÇÃO DE PROFESSORES E ESTUDANTES SOBRE O ENSINO-
APRENDIZAGEM DO DOGMA CENTRAL DA BIOLOGIA MOLECULAR NO
ENSINO MÉDIO DE ESCOLAS PÚBLICAS DE MANAUS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Centro como requisito parcial para à obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Elson Antonio Sadalla Pinto

Manaus – AM

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

B456p Bentes, Adriano de Jesus.

Percepção de professores e estudantes sobre o ensino-aprendizagem do dogma central de biologia molecular no ensino médio de escolas públicas de Manaus. / Adriano de Jesus Bentes. – Manaus, 2019.
69 p. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas)
– Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas,
Campus Manaus Centro, 2019.

Orientador: Prof. Dr. Elson Antonio Sadalla Pinto.

1. Biologia – ensino. 2. Biologia molecular. 3. Genética . I. Pinto, Elson Antonio Sadalla. (Orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas III. Título.

CDD 572.8

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus e a todos que me apoiaram e me incentivaram a realizar meus sonhos, meus pais que, mesmo diante de muitos problemas enfrentaram tudo para apoiar a mim e a meu irmão. Dedico a mim mesmo também, pois esse trabalho tem muito do meu esforço e dedicação.

Agradecimentos

Agradeço a Deus por estar comigo sempre que eu preciso, por ter me atendido quando pedir tempo para me preparar para os vestibulares, e por ter me acompanhado nessa jornada insana que é a faculdade, muito de mim se reflete nesse Deus que em minha concepção é amoroso incondicional, fiel e justo.

Agradeço a minha mãe Cleângela por ter me apoiado sempre que eu precisei, por ter me dado colo sempre que eu chorei e por ter estado ao meu lado até aqui. Ao meu pai Aldair que se dedicou em sustentar a família e pelos conselhos que formaram o Homem que sou. Ao meu irmão Caio que mesmo diante de muita implicância esteve comigo me apoiando e me divertido para que eu não desistisse de meus sonhos. Ao Bili meu cachorro, por ser um animal dócil e carinhoso.

Agradeço minhas tias Keyla e Nurimar por torcerem por mim e muitas vezes ajudado minha família nos momentos de necessidade, minha avó Geruza e avô Jorge, por serem as melhores pessoas do mundo e se disponibilizarem a ajudar sempre que necessário, meus primos Kadson, Karol e Géssica por me acompanharem no meu desenvolvimento pessoal e por me estarem presentes nas melhores idas ao festival de Parintins.

Agradeço minha madrinha Lane, que foi um anjo em minha vida no momento em que mais precisei de apoio para passar no vestibular, e a todos os integrantes da igreja Nossa Senhora de Fátima do Conjunto Cidadão IX por terem orado por mim e torcerem pelo meu sucesso.

Agradeço também minha namorada Rafaela por me ajudar com meus trabalhos ao carregar três livros peados em sua mochila enquanto subia uma torre localizado no Musa da Reserva Duck e, a seus pais Renildo e Marcia por me ajudarem e me apoiarem com tudo, sua avó Dirce, sua irmã Manauela, sua tia Marta e sua prima Isabela por torcerem pelo meu sucesso.

Quero agradecer também ao Luis Gabriel, Sofia Simões, Nataly Aguiar, Samara Souza, Lilian Matos, Dionei Gomes e Antonio Thanury que estiveram comigo nessa jornada insana que é a faculdade.

Ao meu orientador que sempre acreditou no meu potencial e me cobrou ser sempre melhor, pois ele sabia que eu conseguiria chegar até aqui e executar essa missão com força e dedicação.

Serei grato para sempre a todos os professores do IFAM por ter me formado um profissional da educação e um biólogo com muito potencial. Essa instituição possui as melhores pessoas do mundo atuando como professores, coordenadores, pedagogos e secretários. Agradeço também a professora Cínara por ter visitado em 2015 uma feira de bioexatas na Escola Estadual Ruy Araújo e ter me convidado a fazer parte da família do IFAM.

Agradeço também as irmãs Carmelitas que me ajudaram com recursos para continuar nessa caminhada difícil e cheio de armadilhas, vocês me proporcionaram através dessa ajuda essa experiência de faculdade que para mim será inesquecível.

E por último, mas não menos importante, ao professor Fabiano Melo por ter me mostrado trilhas incríveis de conhecimentos, e experiências inesquecíveis para minha vida, por ter me motivado a ser o biólogo que sou e por ter dito a mim a seguinte frase “qualquer área que você for seguir você será bem-sucedido, pois você é competente e eu confio no seu potencial.”.

A todos que passaram pela minha vida e que de alguma forma me motivaram ser quem sou hoje, meus sinceros agradecimentos.

Resumo:

No final de 1953, pesquisadores adotaram como hipótese de trabalho a ideia que o DNA atuaria como molde para síntese de RNA, cujas moléculas migrariam para o citoplasma onde iriam determinar o arranjo dos aminoácidos das proteínas, isso passou a se chamar Dogma Central da Biologia que é dividida em Replicação, Transcrição e Tradução. Esse tema ainda carrega muitos desafios relacionado ao seu ensino-aprendizagem e, é muito fácil encontrar professores e estudantes com dificuldades relacionadas a definição de termos decorrentes do conteúdo do dogma central da biologia molecular. Com relação ao Livro Didático o ensino-aprendizagem se caracteriza pela mediação didático-pedagógica que se estabelece entre os conhecimentos práticos e teóricos. Os objetivos deste trabalho são de identificar as principais dificuldades enfrentados pelos professores e alunos sobre o ensino do dogma central da Biologia Molecular e analisar como os livros abordam o assunto do Dogma Central da Biologia Molecular. A metodologia foi a partir de entrevistas com discentes e docentes com uso de questionários para análise de percepção do assunto dogma central da biologia molecular. Nessa pesquisa foi feita também a análise de conteúdo de Bardin (2011) da coleção de Amabis e Martho (2016) que são livros didáticos usados pelas escolas selecionadas E. E. Ruy Araújo e E. E. Antonio Nunes Jimenes. Os resultados das entrevistas com alunos indicaram que um dos parametros mais importantes para compreender o processo educacional escolar e seus resultados é a análise da condição sócio demográfica dos estudantes, onde essa observação tem fundamental importância para a orientação de políticas públicas educacionais. O resultado da entrevista com os professores indicou que ainda existe muita dificuldade e um despreparo para ensinar o assunto do dogma central da biologia molecular no ensino médio e, que a falta de recursos dificulta no melhor desempenho deles para o ensino-aprendizagem. Os livros analisados indicaram divergências em relação ao currículo proposto pela secretaria de educação do estado do Amazonas (SEDUC), porém se apresentaram com uma carga relevante de conteúdo de replicação, transcrição, tradução e suas tecnologias. No entanto, esses dados mostram que é necessário trabalhar com mais frequência esse assunto em sala de aula, e deve haver uma revisão do currículo proposto pela SEDUC.

Palavras-chave: Biologia molecular, ensino-aprendizagem, livro didático, análise de percepção.

Abstract:

At the end of 1953, the researchers adopted as a working hypothesis the idea that DNA would act as a mold for RNA synthesis, whose molecules, in the eukaryotes, would migrate to the cytoplasm where they would determine the arrangement of amino acids of proteins, this began to be called Dogma Central of Biology that is divided into Replication, Transcription and Translation. This theme still carries many problems related to your teaching learning and, it is very easy to find teachers and students with difficulty related to the definition of terms arising from the content of the central dogma of molecular biology. With regard to LD, teaching learning is characterized by didactic-pedagogical mediation that is established between practical and theoretical knowledge. The objectives of this paper are to identify the main difficulties faced by teachers and students regarding the teaching of the core dogma of molecular biology and to analyze how the books approach the subject of the central dogma of molecular biology. The methodology interviews with students and professors with use questionnaire to analyze the perception of the subject central dogma of molecular biology, in this research was also performed the content analysis of Bardin (2011) of the collection of Amabis and Martho (2016) that are books didactic stowed by the selected schools E. E. Ruy Araújo and E. E. Antonio Nunes Jimenes. The results of the interviews with students indicated that one of the most important parameters to understand the school educational process and its results is the analysis of the demographic socio condition of the students, where this observation has fundamental importance for the guidance of public educational policies. The result of the interview with teachers indicated that there is still a lot of difficulty and an unpreparedness to teach the subject of the central dogma of molecular biology in high school and that the lack of resources makes it difficult for them to perform better for high school and that the lack of resources makes it difficult for them to perform better for high school and that the lack of resources makes it difficult for them to perform better for high school teaching-learning. The books analyzed indicated divergences in relation to the curriculum proposed by the secretary of education of the state of Amazonas (SEDUC), but presented with a significant load of replication content, transcription, translation and its technologies. However, these data show that it is necessary to work this subject more often in the classroom, and there should be a review of the curriculum proposed by SEDUC.

Keywords: Molecular biology, teaching-learning, textbook, perception analysis.

Lista de Ilustrações

Figura 1: Anéis de nucleotídeos pirimidinas e purinas.....	17
Figura 2: Modelo de dupla hélice, simulando o trabalho de Watson e Crick.....	18
Figura 3: Fluxograma do dogma central da biologia.....	19
Figura 4: Síntese da cadeia descontínua.....	21
Figura 5: (A) complexo atuando na forquilha de replicação (replissomo). (B) e (C) imagem do replissomo em microscopia eletrônica e sua interpretação.....	22
Figura 6: Sequência promotora.....	24
Figura 7: Alongamento da cadeia de RNA.....	24
Figura 8: Término da transcrição.....	25
Figura 9: Pareamento entre RNAm e RNAr.....	26
Figura 10: Início da tradução.....	27
Figura 11: Tradução alongamento.....	28
Figura 12: Término da tradução.....	29
Quadro 1: Questionário Alunos.....	39
Quadro 2: Questionário Professores.....	40
Figura 13: Coleção Amabis e Martho (2016)	41
Figura 14: Fluxograma das etapas desenvolvidas utilizando análise de conteúdo de Bardin (2011)	41
Gráfico 1: Onde estudou no Ensino Fundamental?	45
Gráfico 2: Você já ouviu algum desses termos em algum momento durante seu Ensino Fundamental ou Médio?.....	46
Gráfico 3: Para você qual é o conceito sobre replicação de DNA?.....	47
Gráfico 4: Para você qual é o conceito de Transcrição de DNA?.....	48
Gráfico 5: Para você qual é o conceito de Síntese Proteica?.....	49
Gráfico 6: Qual seu Grau de dificuldade em Assuntos do Dogma Central da Biologia?.....	50
Gráfico 7: qual seu grau de afinidade com assuntos relacionados ao ensino de Biologia Molecular?.....	51
Gráfico 8: Como você gostaria que esse assunto fosse ensinado?.....	52
Gráfico 9: Afinidade com assuntos relacionados a biologia molecular.....	54

Quadro 3: Principais dificuldades nos assuntos do gráfico 9.....	54
Gráfico 10: Momento do ensino médio em que ministrou a aula de biologia molecular.....	55
Quadro 4: A importância de ensinar o dogma central da biologia molecular no ensino médio.....	55
Gráfico 11: Caracterização de dificuldade com assuntos relacionados ao dogma central da biologia e suas tecnologias.....	56
Gráfico 12: Metodologia de ensino dos professores.....	56
Quadro 5: Principais dificuldades observadas nos alunos diante dos assuntos do dogma central da biologia molecular.....	57
Quadro 6: Que os professores acham que falta nas escolas que trabalham.....	57
Quadro 7: O que os professores acham que pode ser feito para melhorar o Ensino-aprendizagem da Escola.....	57
Quadro 8: Palavras-chave encontradas nos livros didáticos de Biologia.....	59
Gráfico 13: Análise da coleção de livros didáticos Amabis e Martho (2016) individuais e coletivos. No eixo vertical dos gráficos individuais e na horizontal do gráfico coletivo um parâmetro de quantidade.....	60
Quadro 9: Total de palavras encontrado em todos os livros de biologia moderna de Amabis e Martho (2016)	60

Lista de Abreviaturas e Siglas

LD – Livro Didático

MMA- Ministério do Meio Ambiente

DNA – Ácido desoxirribonucléico

RNA – Ácido ribonucléico

RNA_m - Ácido ribonucléico mensageiro

RNA_r - Ácido ribonucléico ribossômico

RNA_t - Ácido ribonucléico transportador

PCR – Reação em Cadeia da Polimerase

PNLD – Programa Nacional do Livro Didático

MEC – Ministério da Educação

FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

PNLEM – Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio

SEB – Secretária da Educação Básica

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

IFAM/CMC – Instituto Federal do Amazonas – campus Manaus Centro

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

SEDUC – Secretaria de Educação do Estado do Amazonas

Sumário

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo Geral.....	16
2.2 Objetivos Específicos.....	16
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1 História da Biologia Molecular.....	17
3.1.1 Descoberta do DNA.....	17
3.1.2 O Modelo da Dupla Hélice.....	18
3.2 Dogma Central da Biologia Molecular	19
3.2.1 Replicação do DNA.....	20
3.2.2 Transcrição do DNA.....	24
3.2.3 Tradução de RNA.....	26
3.3 Livros Didáticos.....	30
3.3.1 Políticas públicas destinadas ao livro didático.....	32
3.4 Ensino da Biologia Molecular.....	34
3.4.1 A relevância de conhecer Percepção do Professor.....	35
3.4.2 A relevância de conhecer Percepção do Estudante.....	36
4. METODOLOGIA.....	38
4.1 Tipo de Pesquisa.....	38
4.1.1 Ambiente de Pesquisa.....	39
4.2 Etapa 1: Questionário com Estudantes.....	40
4.3 Etapa 2: Questionário com Professores.....	41
4.4 Etapa 3: Análise de Livro.....	42
4.4.1 Pré-análise.....	43

4.4.2 Exploração do Material.....	44
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
5.1 Pecepcao de Estudantes.....	45
5.2 Percepção de Professores.....	54
5.3 Analise de livros.....	59
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
7 REFERÊNCIAS.....	63

1 INTRODUÇÃO

Na mídia, nos deparamos constantemente com notícias envolvendo temas oriundos da Biologia, em especial da Genética, como transgênicos, células-tronco, clonagem, entre outros. VALLE (2009), afirma que “a ciência e a tecnologia mudaram a cara do mundo” alterando o espaço, o contexto, a paisagem e as relações humanas”.

Hoje a sigla DNA (ácido desoxirribonucleico), faz parte do universo de conhecimento de qualquer pessoa que tenha acesso a televisão e, termos relacionados como mutante, transgênico e entre outros, estão sendo incluídos no vocabulário das crianças e adolescentes, mesmo antes da escola tê-los apresentado, portanto, o tratamento de novos temas exigirá do professor uma relação estreita com a comunidade, de forma que possam ser considerados assuntos relevantes que não alienem estudantes, mas que, ao contrário, contribuam para a melhoria da qualidade de vida da sua comunidade (KRASILCHIK, 2004).

É comum, entre professores e estudantes o fato de haver pouco envolvimento no processo ensino-aprendizagem dos aspectos envolvendo aplicabilidade e abstração dos conceitos que são abordados, o que abrange as diversas áreas das Ciências Biológicas. Estes aspectos se sobressaltam em decorrência do déficit ou, até mesmo, inexistência, em certos momentos da aula, da contextualização de conteúdo (RODRIGUES e MELLO, 2008).

Mesmo com a massificação dos termos e temas oriundos da Biologia, algumas pesquisas mostram que os estudantes apresentam dificuldades ao aprender assuntos da Genética. Segundo Moura et al., (2013) essas dificuldades. “não permite ao aluno fazer a correlação de que tópicos como ciclo celular e funcionamento da molécula de DNA, abordados em sala de aula são a base para a criação de tecnologias que darão origem, por exemplo, aos transgênicos”. Tendo em vista, os alunos não conseguem interligar um assunto ao outro. Hermann e Araújo (2013) em sua pesquisa afirmam que o ensino de genética deveria “permitir o uso dos conhecimentos aprendidos ao cotidiano e entender os princípios básicos da hereditariedade para que saibam como são transmitidas as características, compreendendo melhor a biodiversidade”.

No entanto, os professores também apresentam dificuldades ao ensinar genética Segundo Sardinha, Fonseca e Goldbach (2009), as maiores dificuldades relatadas por professores relacionam-se, principalmente, a complexidade no vocabulário da disciplina,

o que tem acarretado incompreensão pelos estudantes do conhecimento historicamente acumulado.

A partir disso, ensino-aprendizagem vem sendo mais trabalhado para ajudar na formação dos discentes, onde consideramos que para desenvolver um ensino consistente e consequente com as necessidades formativas dos estudantes, os professores de Biologia devem estar em constante processo de aprendizagem, além de apropriarem-se de conhecimentos científicos atuais, culturais e sociais, assumindo uma postura crítica para poder responder efetivamente às demandas do contexto de atuação (Nascimento et al., 2010).

Sobretudo no Ensino Médio, quando o indivíduo está prestes a concluir uma etapa consideravelmente relevante de sua vida na educação básica, é muito importante que haja uma construção do conhecimento de qualidade e proporcionando uma fundamentação teórico-prática mais consistente. É nesse momento escolar do ensino que os alunos terão uma estruturação preparatória para prosseguir na convivência em sociedade, especialmente no que se refere à sequência dos estudos, de forma que o embasamento construído ao longo do processo de ensino possibilite o pleno aprendizado dos principais fundamentos das ciências e da Genética (BRASIL, 2000).

A análise da percepção e conhecimentos da Genética por parte dos jovens estudantes vem sendo investigadas com frequência na última década, atentando para a compreensão de problemas propostos que envolvam o uso das novas tecnologias genéticas, em contextos variados (LEWIS, LEACH e WOOD-ROBINSON, 2000). O livro didático no Brasil, por exemplo, é ferramenta de ensino e suporte para a organização do currículo na maioria das instituições de ensino Fundamental e Médio do país. Portanto, para poder exercer seu papel junto à escola, esta ferramenta precisa estar atualizada, ser uma “fonte viva de sabedoria” (Núñez et al., 2003, p.1) e, concomitantemente, ter um papel decisivo para reduzir, ou mesmo eliminar, o abismo entre Ciência e cidadania (Loreto e Sepel, 2003).

Em suma, mesmo com toda a aproximação da Ciência Genética ao cotidiano dos estudantes proporcionada pelos diversos meios de comunicação atualmente existentes, em sala de aula, as dificuldades na abstração e aplicabilidade dos conceitos são desafios reais passivos de serem estudados a partir da análise das concepções de professores e alunos sobre o ensino-aprendizagem de temas da Genética, o qual se constitui na razão

existencial desta pesquisa, o que de certo poderá contribuir para melhorias no processo de ensino-aprendizagem de temas específicos da Genética.

2 Objetivos

2.1 Objetivo Geral

- Compreender a percepção dos professores e alunos sobre o ensino-aprendizagem do dogma central da biologia molecular.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar as principais dificuldades enfrentados pelos professores e alunos sobre o ensino do dogma central da Biologia Molecular;
- Analisar como os livros abordam o assunto do Dogma Central da Biologia Molecular.

3 Revisão Bibliográfica

3.1 História da Biologia Molecular

A história do DNA é um excelente exemplo de como o conhecimento científico progride. O DNA passou a ser conhecida como a mais importante molécula do planeta, uma vez que nela estão descritas todas as informações funcionais e estruturais dos seres vivos, e com isso trouxe explicações muito importantes sobre o fenômeno da vida. O conhecimento dessa estrutura e seu funcionamento ampliaram a possibilidade de atuação dos pesquisadores em diversas áreas da biologia (MAPA, 2010).

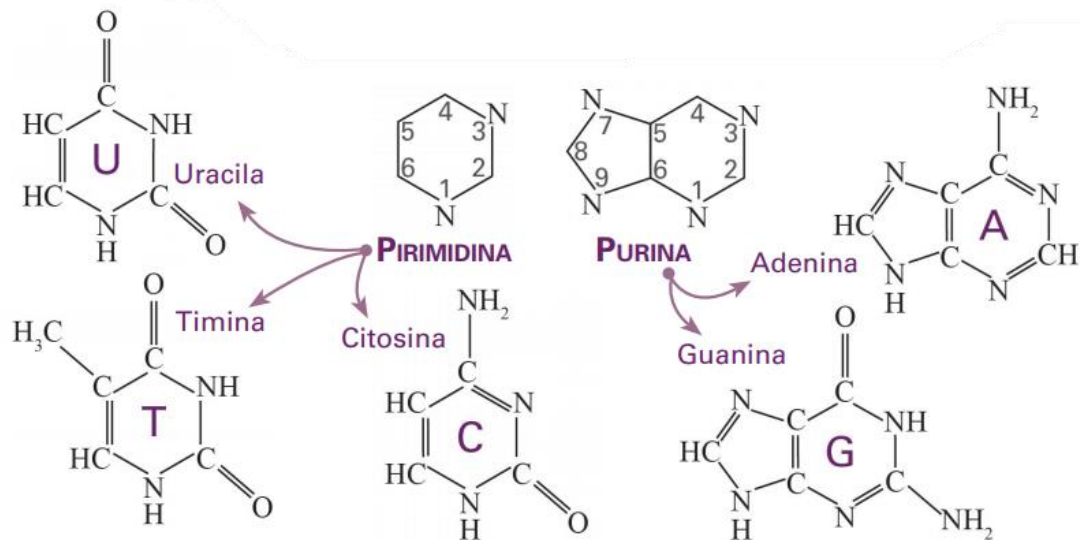
3.1.1 Descoberta do DNA

Em 1869, o bioquímico suíço Friedrich Miescher (1844-1895) isolou, de núcleos de células, um ácido que continha fósforo e nitrogênio, que denominou nucleína. Em 1889 seu discípulo, Richard Altmann mudou o nome para ácido nucléico (ARIAS, 2004).

Em 1910, o bioquímico russo-americano Phoebus Aaron Levene descobriu no ácido nucléico a presença de um açúcar, a ribose, uma pentose que tinha sido sintetizada por Emil Fischer (ARIAS, 2004). Posteriormente, em 1903, Levene constatou que nem todos os ácidos nucléicos continham ribose, alguns continham um tipo de ribose ao qual faltava um átomo de oxigênio, a desoxirribose. Havia, portanto, dois ácidos nucléicos, o ribonucleico (RNA) e o desoxirribonucleico (DNA) (ARIAS, 2004).

Albrecht Kossel descobriu que os compostos nitrogenados dos ácidos nucléicos eram bases aminadas cíclicas dos grupos das purinas (com um anel) e das pirimidinas, com dois anéis (figura 1) (ARIAS, 2004). O DNA continha duas purinas (adenina e guanina) e duas pirimidinas (citosina e timina). No RNA, a timina era substituída por outra pirimidina, a uracila (ARIAS, 2004).

Figura 1: Anéis de nucleotídeos pirimidinas e purinas.



Fonte: edisciplinas.usp.br

3.1.2 O Modelo da Dupla Hélice

Os grandes desenvolvimentos das técnicas de biofísica e bioquímica se deram no período da segunda guerra mundial, que permitiu que em menos de dez anos a estrutura físico-química do DNA fosse elucidada. Uma das contribuições mais importantes para a demonstração estrutural do DNA veio de estudos realizados por Erwin Chargaff (1905-2002), onde empregaram o método de cromatografia para quantificar cada um dos tipos de bases nitrogenadas e, foi aí que Chargaff observou que a quantidade de adenina era igual ao de timina, e a quantidade de citosina era equivalente ao de guanina (ARIAS, 2004).

Enquanto alguns grupos se preocupavam em estudar a composição química do DNA, outros cientistas se preocupavam em desvendar a estrutura dele por meio de difração de raio-X. Um dos resultados mais importantes vieram do laboratório de Maurice Wilkins (1916-2004) e Roselind Franklin (1920-1958) esses resultados indicaram que o DNA possuía estrutura helicoidal (ARIAS, 2004).

Em 1953, James Watson (1928) e Francis Crick (1916-2004) construíram um modelo respeitando os dados dos pesquisadores anteriores, eles construíram um modelo de DNA constituído por duas cadeias polinucleotídicas dispostas em hélice ao redor de

capacidade de se reproduzirem. Todos os organismos herdam de seus pais a informação genética que estão presentes em todas as células do organismo, com exceção daquelas que perderam o núcleo durante a diferenciação celular, como é o caso das hemácias (SCHOR, BOIM e SANTOS, 2003).

Figura 3: Fluxograma do dogma central da biologia.



Fonte: edisciplinas.usp.br

No final de 1953, os pesquisadores adotaram como hipótese de trabalho a ideia que o DNA atuaria como molde para síntese de RNA, cujas moléculas, nos eucariontes, migrariam para o citoplasma onde iriam determinar o arranjo dos aminoácidos das proteínas isso passou a se chamar Dogma Central da Biologia (figura 3), expressão criada por Francis Crick em 1956 (GRIFFITHS et al., 2008).

3.2.1 Replicação do DNA

A molécula de DNA consiste em duas fitas complementares unidas lado a lado por pontes de hidrogênio entre as bases nitrogenadas formando uma dupla hélice. De maneira simplista, pode-se dizer que a molécula seria comparável a uma escada, onde cada degrau seria constituído por um par de nucleotídeos (A-T ou G-C) (SCHOR, BOIM e SANTOS, 2003). Esse DNA deve fornecer dois componentes essenciais para o processo, um para a função de iniciador (primer) e outro para a função de molde (xxxxx).

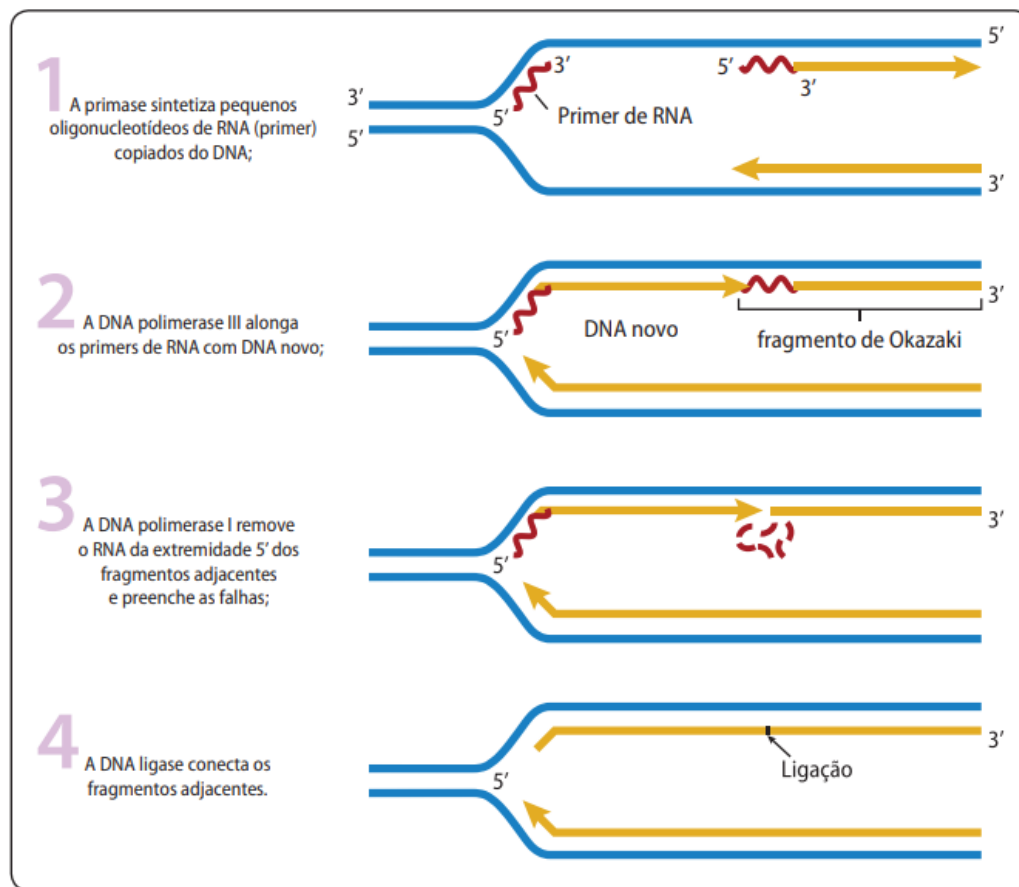
Para a função de iniciador: A DNA polimerase não pode iniciar a síntese da cadeia de novo. Tem uma necessidade absoluta de um 3'-hidroxil livre em uma cadeia preexistente. A DNA polimerase catalisa a formação da ligação fosfodiéster entre a extremidade 3'-OH do último nucleotídeo da cadeia do DNA e o 5'-fosfato do deoxinucleotídeo trifosfatado subsequente (GRIFFITHS et al., 2008). A direção da síntese é sempre 5'→3'. A energia para essa reação é proveniente da quebra do trifosfato (RIBEIRO, 2009).

Para a função molde: A DNA polimerase não possui especificidade de sequência, isto é, a enzima requer uma cadeia de DNA molde cuja sequência, por meio das regras do pareamento de bases, dirige a síntese de uma sequência complementar de bases na cadeia sintetizada (GRIFFITHS et al., 2008). O pareamento incorreto causa diminuição da atividade catalítica da DNA polimerase, que também consegue distinguir os desoxiribonucleotídeos e os ribonucleotídeos trifosfatados (RIBEIRO, 2009).

Ambas as cadeias são sintetizadas na direção 5'→3'. As cadeias que evoluem na direção 3'→5' crescem pela síntese de pequenos segmentos (sintetizados 5'→3') e pela subsequente reunião desses pequenos segmentos pela enzima DNA ligase (SCHOR, BOIM e SANTOS, 2003). Esses pequenos segmentos de DNA, frequentemente denominados fragmentos de Okazaki, são menores nos eucariotos, são de 100 a 200 nucleotídeos (RIBEIRO, 2009).

Muitos cientistas em diversos laboratórios começaram a testar a ideia de que a síntese de DNA é iniciada por primers de RNA (RIBEIRO, 2009). A síntese dos primers de RNA é catalisada por enzimas denominadas primases. Atualmente existem evidências definitivas apoiando a proposta de que a síntese de DNA é iniciada por pequenos segmentos de RNA (SCHOR, BOIM e SANTOS, 2003). Esses primers de RNA são substituídos posteriormente por DNA, para isso uma enzima com atividade de exonuclease, a RNase H, degrada o RNA que está pareado com o DNA (RIBEIRO, 2009). A seguir as lacunas são preenchidas pela DNA polimerase completando a fita do DNA. Os fragmentos resultantes são unidos por uma ligação covalente pela DNA ligase (figura 4) (RIBEIRO, 2009).

Figura 4: Síntese da cadeia descontínua.



Fonte: Ribeiro (2009).

Em seguida, as cadeias da dupla hélice parental precisam se separar de forma que cada uma sirva de molde para a síntese de uma nova cadeia. A separação das cadeias e o movimento da forquilha de replicação ocorrem progressivamente com as cadeias sendo temporariamente separadas adiante da forquilha de replicação, enquanto está se movendo ao longo do cromossomo (GRIFFITHS et al., 2008).

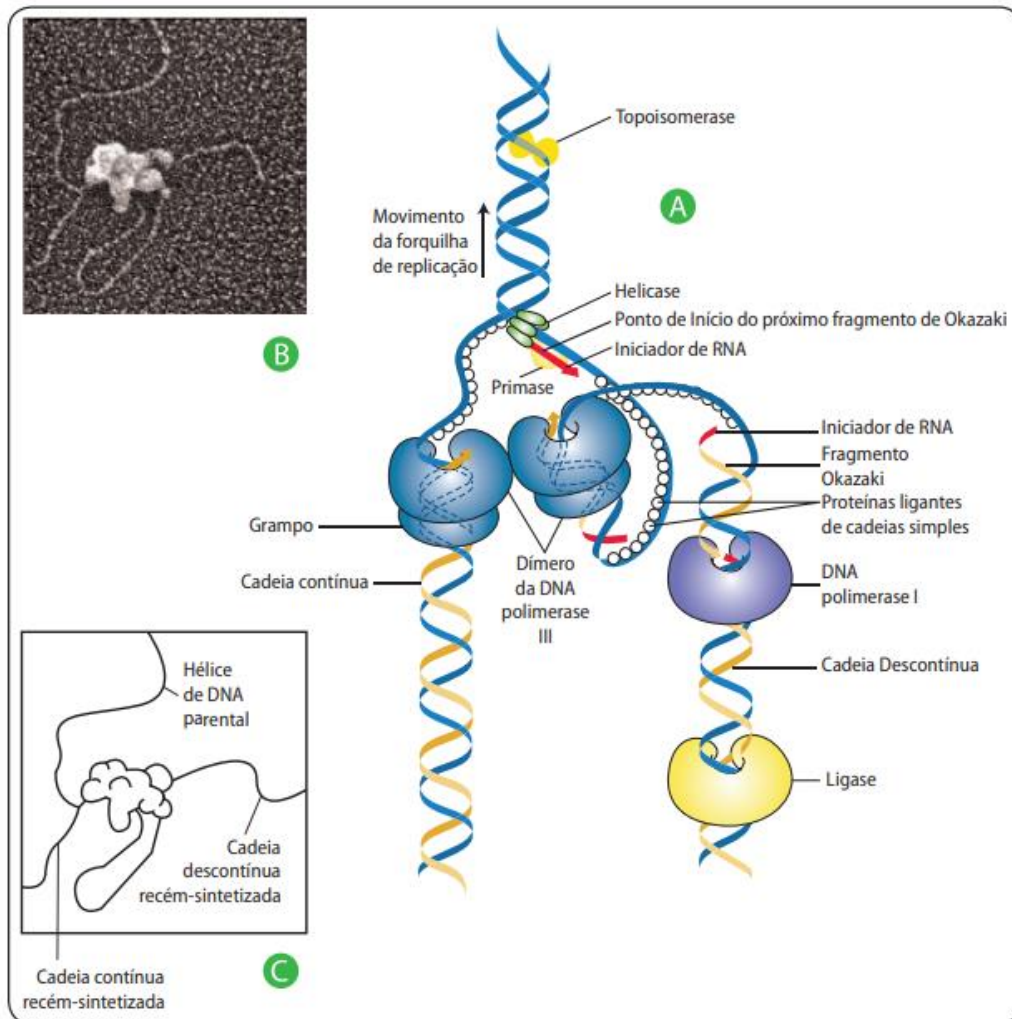
Três proteínas diferentes estão envolvidas na separação das cadeias da dupla hélice:

1. proteínas separadoras de DNA ou helicases – diretamente envolvidas na catálise da separação das duplas hélices (RIBEIRO, 2009);

2. proteínas ligantes de cadeias simples de DNA (SSBP – Single Strand Binding Proteins) – se ligam fortemente às regiões de DNA de fita simples produzidas pela ação das helicases e ajudam a estabilização necessária para a polimerização (RIBEIRO, 2009);

3. DNA girases, que catalisam a formação de enrolamentos negativos no DNA, são essenciais para a replicação e supõe-se que desempenham um papel fundamental no processo de desenrolamento, mas seu funcionamento não é conhecido (figura 5) (RIBEIRO, 2009).

Figura 5: (A) complexo atuando na forquilha de replicação (replissomo). (B) e (C) imagem do replissomo em microscopia eletrônica e sua interpretação.



Fonte: Ribeiro (2009).

E por fim da replicação, as regiões terminais dos cromossomos circulares são denominadas telômeros e são essenciais para a estabilidade dos cromossomos. Essas regiões contêm uma sequência de DNA repetida diversas vezes em tandem; essa sequência é bastante conservada evolutivamente. Em humanos a sequência repetida é 5'-TTAGGG-3' (GRIFFITHS et al., 2008). O controle da atividade da telomerase se dá por

proteínas que se ligam à região de fita dupla do telômero, quando essa enzima encontra a sequência em destaque a replicação chega ao fim (SCHOR, BOIM e SANTOS, 2003).

3.2.2 Transcrição do DNA

A mensagem contida no gene do DNA é transmitida ao citoplasma da célula através do RNA mensageiro (RNAm) em um processo conhecido como transcrição, onde o mesmo é sintetizado por uma enzima denominada RNA polimerase que utiliza como molde uma das fitas do DNA. Portanto, o RNA é exatamente igual a uma das cadeias do DNA, excetuando-se a timina que é substituída por uracila no RNA (SCHOR, BOIM e SANTOS, 2003).

O processo de transcrição é um processo altamente seletivo que produz repercussões importantes em todas as atividades celulares. Tecnicamente, a transcrição é dividida em três etapas (RIBEIRO, 2009):

1. início – ligação da RNA polimerase aos promotores e aos iniciadores de cadeia, determina o início da transcrição;
2. alongamento – RNA polimerase copia a sequência do DNA, liberação do fator σ , polimerização $5' \rightarrow 3'$, velocidade 30 nucleotídeos/segundo, fita molde de DNA $3' \rightarrow 5'$;
3. término – sinal de terminação, liberação das moléculas de RNA, liberação da RNA polimerase, molde de DNA conservado.

O início da síntese de RNA é um processo complexo que envolve ao menos três estágios: reconhecimento, separação das cadeias e catálise pela formação das ligações fosfodiéster (RIBEIRO, 2009).

A sequência do DNA que sinaliza o início da transcrição é denominada promotor (figura 6). A RNA polimerase reconhece o promotor (figura 6) como uma estrutura do DNA de fita dupla. A polimerase possivelmente acessa a sequência promotora por meio das alças da estrutura do DNA.

Figura 6: Sequência promotora



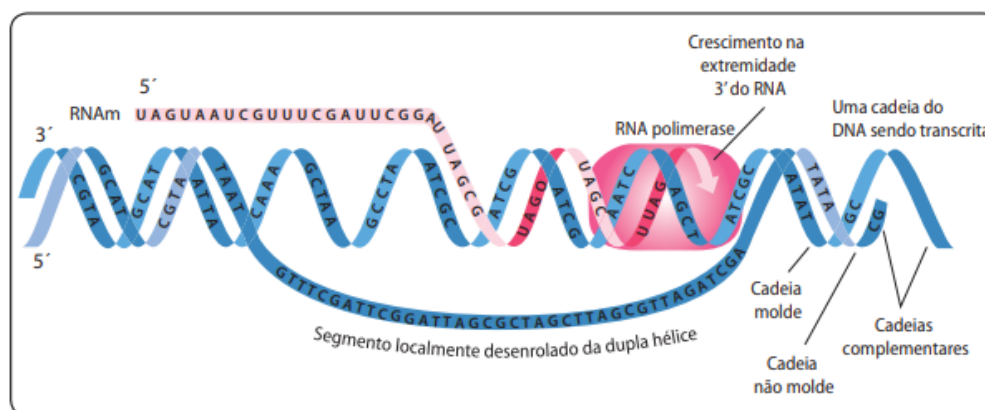
Fonte: Ribeiro (2009).

Após a polimerase encontrar a sequência correta, em virtude da ligação não covalente das alças da estrutura do DNA entre as bases e a enzima, as cadeias devem ser separadas para possibilitar o pareamento dos precursores no molde.

A razão de transcrição depende também da potência do promotor. Se a sequência promotora se encaixa perfeitamente ao sítio de ligação, o gene será transcrito frequentemente. Por outro lado, se a sequência promotora é similar ao sítio ideal de ligação, mas não há um encaixe perfeito, a sequência será transcrita menos frequentemente, porque a ligação do ativador será mais tênue.

O alongamento da cadeia ocorre no grupo hidroxil livre 3'. A informação para a síntese é fornecida pelo DNA molde e o alongamento é efetuado pela enzima RNA polimerase (figura 7).

Figura 7: Alongamento da cadeia de RNA.



Fonte: Ribeiro (2009).

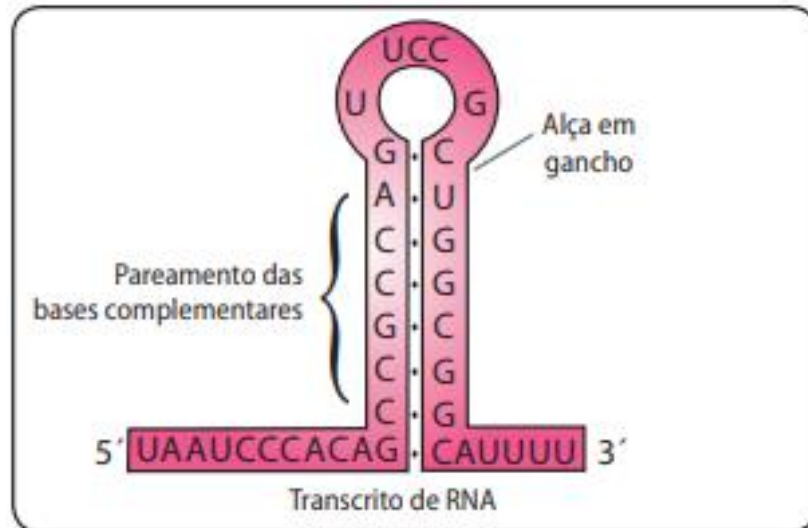
O mecanismo de ação de diversos antibióticos se dá por meio do bloqueio na síntese de RNA. Alguns, como a actinomicina-D, bloqueiam a transcrição, intercalando-se entre os pares de bases sucessivos no DNA molde (RIBEIRO, 2009).

Para prosseguir com a síntese de RNA, a polimerase principal e a cadeia nascente de RNA devem manter contato satisfatório com a sequência de DNA. Quando um segmento de nucleotídeos do DNA com pouca afinidade (sequência de terminação) é encontrado, há uma tendência para a dissociação da polimerase e do RNA e o término da transcrição (RIBEIRO 2009).

Dois elementos têm uma função importante nesse processo. O primeiro é a estrutura secundária da cadeia nascente de RNA. A maioria das sequências de término tem uma repetição invertida que permite ao produto a formação de uma estrutura em gancho

(GRIFFITHS et al., 2008). Isto provavelmente atua como um freio para a polimerase, causando uma diminuição ou pausa no seu progresso ao longo do DNA molde (GRIFFITHS et al., 2008).

Figura 8: Término da transcrição.



Fonte: Ribeiro (2009).

O processo de transcrição é assim um evento conservativo que não produz modificações na molécula de DNA que serviu de molde, sendo a molécula de RNA resultante complementar à molécula de DNA utilizada como molde para a sua síntese (RIBEIRO, 2009). A cadeia molde tem orientação 3'-5', enquanto a cadeia complementar do DNA é denominada cadeia não molde e tem orientação 5'-3' (RIBEIRO, 2009). Além disso, a cadeia não molde possui a mesma sequência de nucleotídeos da cadeia de RNA (substituindo-se T por U), sendo também denominada cadeia sense, enquanto a cadeia molde é denominada anti-sense (SCHOR, BOIM e SANTOS, 2003).

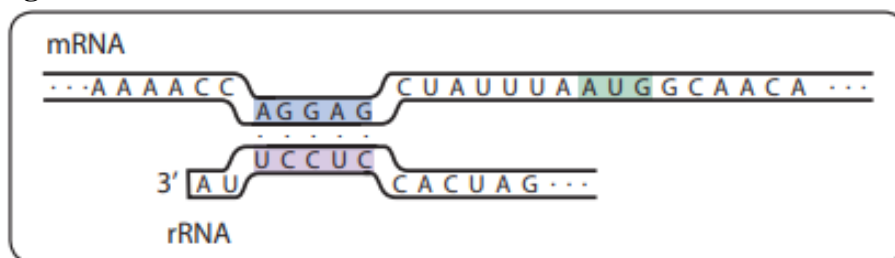
3.2.3 Tradução de RNA

A tradução é um dos processos mais conservados evolutivamente e um dos eventos de maior custo energético para a célula. O conteúdo proteico da célula é extremamente dinâmico, e as proteínas são continuamente sintetizadas e degradadas (RIBEIRO, 2009).

Nesse processo a informação contida na sequência de nucleotídeos do RNAm é traduzida numa sequência de aminoácidos. A maquinaria celular para esse processo inclui o conjunto de RNAt, os ribossomos, e o RNAm; também são necessários aminoácidos e diversas proteínas específicas. Enquanto os RNAm e os ribossomos são reciclados pela célula, podendo ser utilizados para a síntese de diferentes proteínas, o RNAm é específico para cada proteína, sendo continuamente produzido e degradado. O mesmo RNAm pode ser traduzido diversas vezes antes de ser degradado (GRIFFITHS et al., 2008).

A iniciação é a primeira etapa da tradução, representada pela ligação de uma molécula de RNA mensageiro à subunidade pequena do ribossomo. Essa ligação é mediada por um componente proteico denominado fator de iniciação 3 ou IF3. Essa complementaridade entre os dois RNAs é decorrente de uma sequência de consenso denominada sequência de Shine-Dalgarno 5'- AGGAGGU-3' (GRIFFITHS et al., 2008).

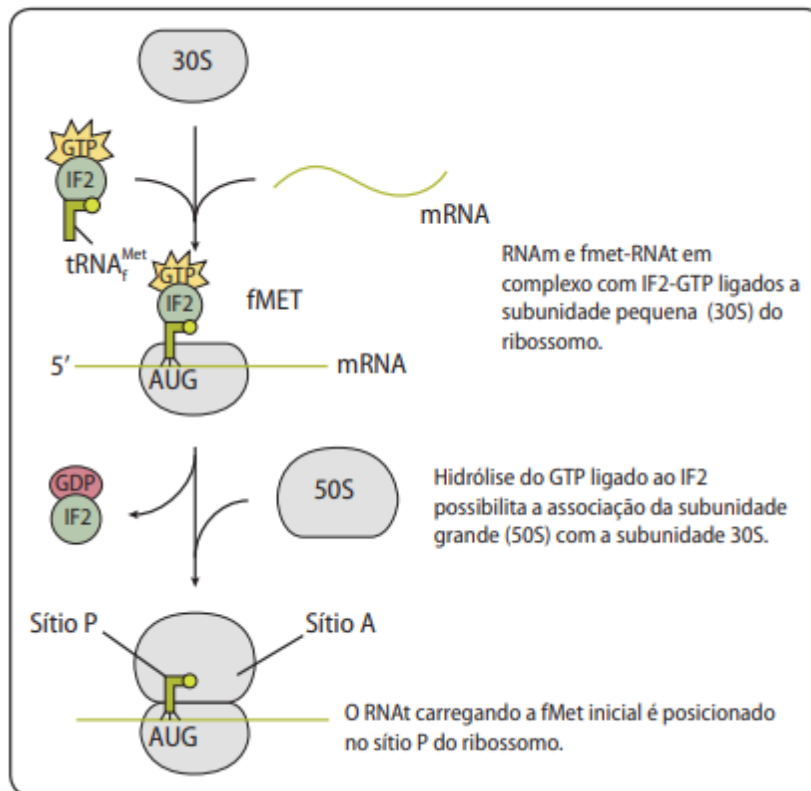
Figura 9: Pareamento entre RNAm e RNAr.



Fonte: Ribeiro (2009).

A seguir, nos procariotos, a subunidade pequena do ribossomo (30S) migra pela fita de RNA até encontrar o códon de iniciação (AUG) (GRIFFITHS et al., 2008). Nesse momento o fator de iniciação IF2 ativado pelo GTP conduz o primeiro RNAt, Fmet-tRNA, ao complexo de iniciação numa região do ribossomo denominada sítio P (peptídeo). Uma vez que se estabelece a ligação entre o códon de iniciação e o anticódon do RNAt, os fatores de iniciação IF1 e IF3 são liberados e a subunidade grande do ribossomo é acoplada ao conjunto (RIBEIRO, 2009) (figura 10).

Figura 10: Início da tradução.



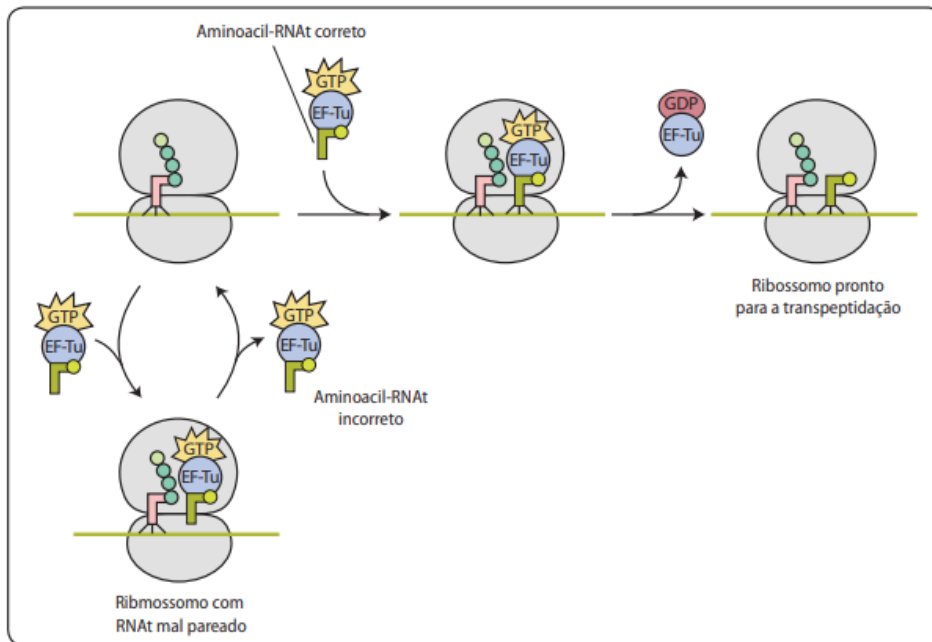
Fonte: Ribeiro (2009).

Após a montagem do ribossomo, inicia-se a etapa do alongamento. Os RNAt ligados aos aminoácidos, com o auxílio do fator de alongamento EF-Tu ativado pelo GTP, são transportados ao ribossomo, sendo posicionados no sítio A pela complementaridade códon/anticódon. Neste momento o fator de alongamento é liberado, sendo regenerado com outra molécula de GTP (SCHOR, BOIM e SANTOS, 2003)..

Neste sentido, ocorre a ligação peptídica entre os dois aminoácidos. A enzima que catalisa essa reação, denominada peptidil transferase é possivelmente uma combinação de diversas proteínas ribossômicas. Inicia-se assim a cadeia polipeptídica, após a ligação dos aminoácidos, ocorre a movimentação do ribossomo no sentido 5'→3'. Nessa movimentação ocorre a transferência do peptidil-tRNA para o sítio P e a translocação do ribossomo no RNAm em direção ao códon seguinte (RIBEIRO, 2009).

O alongamento evolui numa velocidade de cerca de 20aa/segundo em bactérias (a 37°C), enquanto numa célula humana o processo é mais lento, cerca de 2aa/seg (SCHOR, BOIM e SANTOS, 2003).

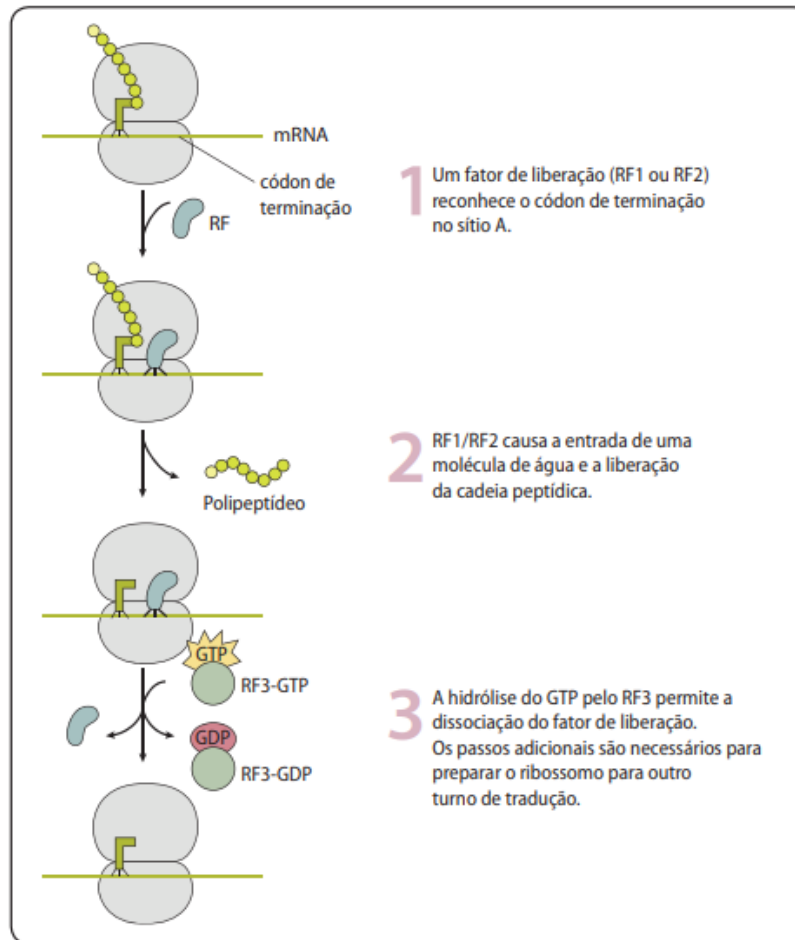
Figura 11: Tradução alongamento



Fonte: Ribeiro (2009).

O alongamento prossegue até que ocorra o posicionamento do códon de terminação (UAA, UAG ou UGA) no sítio A. Não existem RNA_t complementares a esses códon, que são reconhecidos pelos fatores de liberação (RIBEIRO, 2009). Os fatores de liberação entram no sítio A, alterando a atividade da peptidil transferase, produzindo a clivagem do peptídeo do último RNA_t. São conhecidos dois fatores de liberação, RF1, que reconhece os códon UAA e UAG, e RF2, que reconhece os códon UAA e UGA (SCHOR, BOIM e SANTOS, 2003).

Figura 12: Término da tradução.



Fonte: Ribeiro (2009).

O último evento é a dissociação do ribossomo. As subunidades do ribossomo continuam íntegras, ficando disponíveis para nova tradução, completando-se assim o ciclo ribossômico (GRIFFITHS et al., 2008).

3. 3 Livros Didáticos

O ensino-aprendizagem se caracteriza pela mediação didático-pedagógica que se estabelece entre os conhecimentos práticos e teóricos. Com relação a prática docente, o livro didático não deve ser visto como um manual a ser seguido. Embora seja uma ferramenta que facilite a atividade do professor, não deve ser o centro das atividades de ensino, mas um material de apoio (SARTIN et al., 2012). Assim, sabemos que um dos desafios atuais do ensino Biologia é fazer com que os alunos entendam conceitos básicos sem uma memorização descontextualizada. Com isso, as análises dos livros didáticos

passam a ter sua importância na verificação da abordagem dos conteúdos por ser o objeto de maior uso nas escolas. Entretanto, o que se tem hoje no ensino de Biologia e nos livros didáticos é uma fragmentação de conteúdo, ocasionando uma valorização na memorização de conceitos, e não o seu entendimento (CARDINALI e FERREIRA, 2010).

Segundo Moreira e Silva (2001), um dos problemas mais frequentes no ensino da Biologia no Ensino Médio, é o conteúdo de genética encontrado no LD, que exige do aluno conhecimentos prévios em diversas áreas, como: Biologia Molecular, Citologia e Citogenética e ainda, conforme COSTA (2000), para relacionar de forma adequada esses conhecimentos também é requerido raciocínio lógico e uma base teórica para que seja possível a compreensão da prática realizada nos laboratórios e até mesmo certa abstração dos conteúdos abordados pelos livros de Biologia.

A interdisciplinaridade a partir da obra “Ciência com Consciência” de Edgar Morin (2005) preconiza que “é necessário enraizar o conhecimento físico e igualmente biológico, numa cultura, numa sociedade, numa história, numa humanidade. A partir daí, cria-se a possibilidade de comunicação entre as ciências” (MORIN, 2005, p.139). Sob essa perspectiva interdisciplinar, Cardoso e Oliveira (2010) destacam que o entendimento de biologia molecular envolve uma rede de conceitos ligados à genética, bioquímica, citologia, entre outros, os livros didáticos deveriam contemplar aspectos, como a interdisciplinaridade, o cotidiano do estudante e a construção da cidadania. Por essa razão os livros didáticos, quando utilizados de forma coerente e interligada a diferentes áreas do conhecimento, podem oferecer subsídios importantes para compreensão da prática e dos conceitos utilizados no campo da Biologia Molecular, além de ser considerada uma ferramenta de acesso ao saber histórico e cultural acumulado nas escolas (KAPP, MIRANDA e FREITAS, 2014).

Muitos professores sentem dificuldades de ensinar os assuntos relacionado à genética devido à má distribuição desse conhecimento no LD. Em complemento a isso, Silva e Cavalcanti (2014) citam que devido à falta de oportunidade de cursos de atualização, os docentes acabam recorrendo aos livros didáticos para tirar suas dúvidas, que por sua vez demonstram conceitos fragmentados e descontextualizados, dificultando o entendimento. Corroborando a estas afirmações, os resultados mostram que os livros didáticos de Biologia são, de maneira geral, pouco atualizados em relação aos temas da Biologia molecular e ao Dogma Central da Biologia.

Os livros didáticos devem ser capazes de estimular uma reflexão crítica pelos estudantes, ao passo em que também deverão ser capazes de estimular o senso investigativo e a busca por novos conhecimentos. Assim, poderá atuar como ferramenta promotora de novas experiências e proporcionar ao professor trabalhar variados aspectos que possam melhorar a aprendizagem significativa dos educandos, sempre as relacionando com o cotidiano dos mesmos (SILVEIRA e ARAÚJO, 2014). Além disso, é necessário verificar se a linguagem utilizada no livro é clara, e está coerente com a faixa etária a que se destina o trabalho em sala de aula, para a partir disso desenvolver uma atividade com bom aproveitamento, e assim auxiliar na aprendizagem da turma, facilitando o processo de ensino (ROSA, RIBAS e BARAZZUTTI, 2012).

Os conteúdos dispostos nos livros didáticos apresentam-se normalmente com uma sequência linear e fragmentada o que não permite a produção de aprendizagens significativas para os estudantes (VERCEZE e SILVINO, 2008). Assim, diante do que foi exposto é fundamental, com relação ao livro didático, que o professor o perceba como mais um recurso a ser utilizado, que fuja de uma utilização linear, que observe a sintonia com a realidade de seus alunos e não trate o conhecimento como algo pronto, estático e acabado (GÜLLICH, EMMEL e PANSERA-DE-ARAÚJO, 2013).

3.3.1 Políticas públicas destinadas ao livro didático

A implementação do LD (Livro Didático) nas escolas brasileiras foi oficializada pelo decreto-lei nº 1.006, de 30 de dezembro de 1938, onde o Art. 2º define LD como os compêndios e os livros de leitura de classe. Tornando-se o principal veículo de informação da matéria lecionada (FRANCO, 1992). A partir disso foi criado o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) que é uma iniciativa do Ministério da Educação (MEC) e tem por objetivo a aquisição e a distribuição universal e gratuita de livros didáticos para alunos das escolas públicas de ensino.

O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) seleciona os livros que serão utilizados nas escolas públicas de educação básica por meio de critérios que vão desde a avaliação de conteúdos conceituais até propostas metodológicas e valores implícitos nas publicações (BRASIL, 2017). O PNLD Sendo administrado pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), que mediante um edital específico estabelece critérios para inscrição das obras didáticas, as quais são avaliadas por profissionais da área. Posteriormente, é elaborado um Guia de Livros Didáticos com as obras aprovadas,

que é repassado às escolas públicas para que escolham os livros que mais se adequam aos seus projetos pedagógicos (SOUZA e BARRIO, 2017). Assim, o objetivo do é ampliar o leque de alternativas, apresentando resenhas e comentários, contendo informações teóricas e metodológicas dos livros didáticos recomendados. Nesse guia, o professor se depara com diferentes propostas pedagógicas as quais o auxiliam na escolha do livro, adequando-o ao seu modo de pensar a formação pedagógica do aluno, seus princípios enquanto educador, as propostas de sua escola, as necessidades de seus alunos (VERCEZE e SILVINO, 2008).

No ano de 2003 foi instituído o Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM), pela Resolução/CD/FNDE no 38, de 15 de outubro, de forma que a avaliação de livros didáticos para o ensino médio teve início em 2004. Esta resolução estabelece que os livros sejam selecionados a partir do processo de escolha dos livros pelos professores, no âmbito das escolas (BRASIL, 2003).

A partir da Resolução/CD/FNDE de 3 de abril de 2007, que altera o cronograma de atendimento do PNLEM, todas as regiões estaduais e municipais passam a ser atendidas pelo programa e outras disciplinas vão sendo gradualmente inseridas, destacando-se a biologia, a qual tem sua primeira distribuição de livros no ano de 2007, já abrangendo a totalidade de alunos de todas as regiões do país (BRASIL, 2006). Na sua edição mais recente - PNLD 2018 - o antigo PNLEM foi incorporado ao Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), executado pelo FNDE e pela Secretaria da Educação Básica (SEB/MEC). A avaliação das obras ocorreu durante o ano de 2010, e culminou na divulgação dos Guias de Livros Didáticos – PNLD 2018, os quais servem de instrumento de apoio ao processo de escolha pelos professores, por meio do qual são apresentados, os critérios utilizados na avaliação e as resenhas das obras aprovadas (BRASIL, 2011).

No caso da disciplina biologia, ocorreram até agora cinco edições deste Programa de Avaliação dos Livros Didáticos: PNLEM/2007, PNLEM/2009, PNLD/2012, PNLD/2015 e o recente PNLD/2018. Uma das condições primordiais para que o livro didático seja considerado bom é a de que ele esteja com os conceitos cientificamente corretos, com níveis de rigor e precisão apropriados à série que se destina; e possuir narrativas claras e compreensíveis, colocadas em uma linguagem interessante, que estimule o pensamento do educando. Em resumo, as narrativas devem sofrer uma transposição didática (MONTE, 2003).

Os professores têm papel bastante relevante, devendo ser capazes de utilizar esse recurso para suscitar nos alunos experiências pedagógicas significativas, diversificadas e alinhadas com a sociedade em que estão inseridos, que são exigências do contexto educacional contemporâneo (BATISTA, CUNHA e CÂNDIDO, 2010). Assim, o livro tem grande influência na prática pedagógica, pois os professores devem ter uma participação ativa na escolha criteriosa do livro didático, analisando a qualidade do livro que será utilizado (BRASIL, 1998).

Portanto, essas ferramentas facilitadoras do ensino devem atuar como integrantes de um processo, onde o pensamento reflexivo do educando deve ser incentivado, estimulando a sua capacidade de investigação, curiosidade para o método científico e preparando-o para agir dentro da sua realidade social e econômica. Para alcançar bons resultados nesse processo, os professores devem ser capazes de utilizar esse recurso para provocar nos alunos experiências pedagógicas significativas (SOUZA e BARRIO, 2017). Nesse sentido, na seção seguinte será discutido sobre o ensino Biologia Molecular ensino médio.

3.4 Ensino da Biologia Molecular

A biologia molecular traz consigo uma carga bastante pesada de conteúdo que envolve, dogma central da biologia, engenharia genética, biotecnologia, eletroforese e entre outros conteúdos que devem ser trabalhados desse assunto que de certa forma ainda é muito amplo e atualmente, torna-se consensual entre docentes e discentes o fato de haver pouco envolvimento no processo ensino-aprendizagem quando relacionado às dificuldades de aplicabilidade e abstração dos conceitos que são abordados, o que abrange as diversas áreas das Ciências Biológicas. Este aspecto se sobressalta em decorrência de *déficit* ou, até mesmo, inexistência, em certos momentos, da contextualização de conteúdo (RODRIGUES e MELLO, 2005).

Recentemente, têm sido bastante comuns comentários positivamente expressos por professores relatando sobre experiências bem-sucedidas em se tratando da utilização da Genética Humana em sala de aula, visto que, dessa forma, o aluno torna-se mais interessado devido à maior facilidade de contextualizar o que se ensina (CAMARGO e INFANTE-MALACHIAS, 2007).

No entanto, o ensino de biologia, em geral, parece ainda apresentar a ciência completa ou parcialmente desvinculada de relações e/ou aplicações dos conceitos concernentes ao cotidiano dos alunos, sem dar a oportunidade aos mesmos de refletir

sobre o seu meio à luz dos novos conhecimentos estruturados em sala de aula (KRASILCHIK, 2004).

O próprio sistema de ensino que dispõe do currículo, por exemplo, cobra que o ensino seja significativo segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018) a escola, que acolhe as juventudes, precisam se estruturar de maneira a “viabilizar o acesso dos estudantes às bases científicas e tecnológicas dos processos de produção do mundo contemporâneo, relacionando teoria e prática – ou o conhecimento teórico à resolução de problemas da realidade social, cultural ou natural.”, Ainda segundo a BNCC (2018), o assunto de biologia molecular se encontra na área de conhecimento chamado de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, onde se enquadra na segunda competência específica “Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

A Biologia moderna integra entre as novas tecnologias o DNA e novas aplicações em Genética, que inclui a Biotecnologia e a Biologia Molecular que vem sendo um dos temas recorrentes na mídia desde o final dos anos 1960 (Loreto e Sepel, 2003).

Segundo SEDUC (2012), a biologia molecular deve ser ensinada no segundo bimestre do primeiro ano do ensino médio com uma das competências de “reconhecer a importância do fator econômico na manipulação genética: o problema das patentes biológicas e a exploração comercial das descobertas das tecnologias de DNA”, ainda segundo a SEDUC (2012) no quarto bimestre do segundo ano do ensino médio temos o conteúdo de genética onde é visto a primeira e segunda Lei de Mendel, e dentro deste tópico vemos aplicação de conhecimentos genéticos que envolve biotecnologia, uma das habilidades é “relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica”. A seguir veremos perspectivas de professores e estudantes sobre o assunto do Dogma Central da Biologia Molecular.

3.4.1 A relevância de conhecer Percepção do Professor

O professor se depara com diversos desafios devido ao currículo da Biologia para o ensino médio que coloca o professor de frente a muita variedade de conceitos, com conhecimentos sobre toda uma diversidade de seres vivos, processos e mecanismos que,

a princípio, se apresentam distantes do que a observação cotidiana consegue captar (DURÉ *et al*, 2018). Assim, ao professor, é colocado o desafio de lidar com os diferentes assuntos da Biologia, sem negligenciar as experiências dos alunos.

O excesso de conteúdo, presente no currículo de Biologia, tende a reduzir o tempo necessário para que o professor apresente exemplos e analogias variadas, que levem os estudantes a um melhor entendimento dos conceitos apresentados e a um aprendizado mais significativo, reflexivo e crítico (DURÉ *et al*, 2018). É de fundamental importância levar em consideração as dificuldades dos professores, pois os mesmos se deparam com problemas como falta de material didático nas escolas, salas desconfortáveis e muitas vezes se encontram em situações com grandes índices de violência e tráfico de drogas.

Outro problema é o de muitos professores da área de Biologia ainda permanecerem seguindo somente os livros didáticos e não procurando nenhuma outra alternativa de ensino, insistindo na memorização de informações isoladas, acreditando na importância dos conteúdos tradicionalmente explorados (DELIZOICOV *et al*, 2007), mesmo que muitas técnicas e metodologias de ensino tenham sido desenvolvidas, os professores ainda insistem em poupar tempo usando somente o livro como principal ferramenta de ensino.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018) sugere aos educadores e as escolas a viabilização do acesso dos estudantes às bases científicas e tecnológicas dos processos de produção do mundo contemporâneo, relacionando teoria e prática. A SEDUC (2012), exige dos professores do estado das Amazonas o ensino interdisciplinar e fala das atitudes de um “professor interdisciplinar” onde os caminhos na busca da Interdisciplinaridade devem ser percorridos pela equipe docente de cada unidade escolar. O ponto de partida é determinado pelos problemas escolares compartilhados pelos professores e por sua experiência pedagógica (FAZENDA, 1994).

3.4.2 A relevância de conhecer Percepção do Estudante

Do outro lado desse processo de ensino-aprendizagem, o educando apresenta conhecimentos prévios adquiridos em sua experiência de vida, carregando também algumas resistências diante dos novos conhecimentos da escola (DURÉ *et al*, 2018). A importância da contextualização do ensino surgiu a partir da crítica ao distanciamento existente entre os conteúdos curriculares do ensino básico e a realidade dos alunos (DURÉ

et al, 2018), como se o conhecimento sem significado preparasse os estudantes para o entendimento do ambiente natural e da vida social.

Os alunos não conseguem identificar a relação entre o que estudam em Biologia Molecular e o seu cotidiano e, por isso, acabam pensando que o estudo se resume à memorização de termos complexos, da genética e bioquímica, sem entender a relevância desses conhecimentos para compreensão do mundo (Santos, 2017).

O ensino-aprendizagem de conceitos biológicos é um desafio não só para alunos, mas também para professores e pesquisadores envolvidos com a educação em ciências, existindo muitas dificuldades na aprendizagem de estudantes em diferentes fases de escolaridade, sendo em parte essa justificativa pela própria dimensão do objeto de estudo da Biologia, que é a vida em toda sua diversidade (SCHNEIDER, HARMEL e MEGLHIORATTI, 2010). Somado a isto, grande parte dos alunos apresenta dificuldades nos termos relacionados a área da Biologia Molecular, necessitando que o professor busque novos métodos que sejam fáceis de serem produzidos e aplicados, além de facilitar e estimular a aprendizagem e a participação dos alunos durante as aulas.

O Ensino de Biologia Molecular ainda é conduzido de forma desinteressante e pouco compreensível, na visão dos discentes. Observa-se que as teorias científicas são complexas e com alto nível de abstração, ficando assim muitas vezes distantes da compreensão dos alunos do Ensino Básico. Uma aprendizagem baseada na memorização de conceitos não leva o aluno a refletir sobre o que se aprendeu e, dessa forma, não apresenta significados (BRASIL, 1998). Desse modo, o trabalho escolar, na maioria das vezes, acontece dissociado do cotidiano do aluno e se apresenta ineficiente no objetivo de promover uma educação científica (KRASILCHIK, 2004).

Com isso, este trabalho vem trazendo uma investigação sobre a percepção de professores e alunos sobre o Dogma Central da Biologia e suas tecnologias assim como uma análise de uma das coleções de livros didáticos mais utilizados em escolas públicas da cidade de Manaus.

4 METODOLOGIA

4.1 Tipo de Pesquisa

O presente estudo fundamenta-se na abordagem quanti-qualitativa onde a pesquisa quantitativa é uma modalidade de pesquisa que atua sobre um problema humano ou social, e é baseada no teste de uma teoria e composta por variáveis quantificadas em números, as quais são analisadas de modo estatístico, com o objetivo de determinar se as generalizações previstas na teoria se sustentam ou não (KNECHTEL, 2014).

A pesquisa qualitativa busca entender fenômenos humanos, buscando deles obter uma visão detalhada e complexa por meio de uma análise científica do pesquisador. Esse tipo de pesquisa se preocupa com o significado dos fenômenos e processos sociais. Mas sendo uma análise relacionada também à subjetividade, ele leva em consideração as motivações, crenças, valores e representações encontradas nas relações sociais (KNECHTEL, 2014).

Essa metodologia quanti-qualitativa se fundamenta nos argumentos de Grácio e Garrutti (2005) que diz que é imprescindível aproximar a área de Educação com a quantificação, pois isto possibilita uma concepção mais ampla e completa dos problemas que encontramos em nossa realidade. De acordo com os autores, “as quantificações fortalecem os argumentos e constituem indicadores importantes para análises qualitativas” (GRÁCIO; GARRUTTI, 2005, p. 119). O mesmo posicionamento é apresentado por Gil (1999, p. 35) ao afirmar que “os procedimentos estatísticos fornecem considerável reforço às conclusões obtidas”, tornando-os bastante aceitos entre os pesquisadores.

No entanto, foi feito um cálculo amostral a partir do universo amostral de estudantes matriculados nas duas escolas selecionadas para se obter um quantitativo significativo de dados, onde foi adotada a metodologia de Fonseca e Martins (1996) segundo esses autores, a amostra é representada por um conjunto de indivíduos que apresentam determinadas características em comum definidas para o estudo, ou seja, é um subconjunto da população, onde se considera duas dimensões: o dimensionamento e a composição da amostra. Para os autores numa população finita, esse dimensionamento da amostra é dado por meio da fórmula abaixo discriminada:

$$n = Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N / d^2(N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q$$

Onde:

n= tamanho da amostra;

Z= abscissa da normal padrão (IC = 95% : Z = 1,96);

p = estimativa da proporção;

q = 1-p;

N = tamanho da população;

d = erro amostral (10%).

Também foi realizada uma breve análise da coleção de Amabis e Martho (2016), livros usados pelos professores e alunos, e desenvolvimento da pesquisa documental foi realizado por meio da análise de conteúdo de Bardin (2011), que segundo Godoy (1995) embora na sua origem a análise de conteúdo tenha privilegiado as formas de comunicação oral e escrita, não exclui outros meios de comunicação. Por isso, a análise de conteúdo é descrita como sendo um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção e recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens (BARDIN, 2011). Ou seja, tudo que é exprimido oralmente (entrevistas) ou registrado de forma escrita (questionários/livros) pode ser submetido a análise de conteúdo. Assim como disse Henry e Moscovici (1968) apud Bardin (2011) “tudo o que é dito ou escrito é suscetível de ser submetido a uma análise de conteúdo”.

4.1.1 Ambiente de Pesquisa

A pesquisa teve como público-alvo professores de Biologia e alunos do terceiro ano do Ensino Médio de duas escolas públicas estaduais da cidade de Manaus, Amazonas. Foram elas: Escola Estadual Ruy Araújo, localizado na zona sul, no bairro da Cachoeirinha e, Escola Estadual Antonio Nunes Jimenez, localizado na zona leste no bairro do Zumbi dos Palmares. Foi feito um questionário, levando em consideração as metodologias empregadas pelos professores de biologia que ministram a aula de Biologia Molecular, analisando a percepção dos professores e dos alunos acerca do dogma central da Biologia Molecular.

4.2 Etapa 1: Questionário com Estudantes

Para obtenção de dados para a compreensão da percepção do Dogma Central da Biologia Molecular foram aplicados questionários previamente estruturados, onde os resultados obtidos foram agrupados de modo a obter-se um diagnóstico da percepção dos do mesmos.

Após a entrevistas com os professores realizamos também entrevistas com os alunos afim de entender quais seus entendimentos (dificuldades, percepções, conhecimentos, etc) referente ao Dogma Central e, o questionário utilizado para essa entrevista foi a seguinte:

Quadro 1: Questionário Alunos.

Você fez o ensino fundamental onde?	Qual dos assuntos abaixo você tem mais dificuldade?
Você já ouviu falar em alguns desses termos, da biologia molecular, em algum momento da sua vida?	Como você gostaria que biologia molecular fosse ensinado?
Para você qual é o conceito de replicação de DNA?	O que você acha do livro de biologia usado em sala de aula?
Para você, qual é o conceito de transcrição do DNA?	Qual seu grau de afinidade nessas áreas abaixo?.
Para você, qual é o conceito de síntese proteica?	

Levando em consideração que o universo amostral das duas escolas é de 600 alunos matriculados no terceiro ano do ensino médio e a pesquisa buscou adotar a fórmula de Fonseca e Martins (1996), o cálculo amostral sugeriu 60 entrevistas.

4.3 Etapa 2: Questionário com Professores

Aos professores buscou priorizar, como instrumento para coleta de dados dessa amostra, questionários semiestruturados, quanto aos critérios de seleção dos entrevistados, foram: todos os professores de Biologia dos terceiros anos do Ensino Médio que lecionam nas respectivas escolas, E. E. Ruy Araújo e E. E. Antonio Nunes Jimenez, todos lotados pela Secretaria de Educação do Estado do Amazonas na sua representatividade – SEDUC totalizando em 4 (quatro) professores encontrados no ambiente escolar do ensino médio, a entrevista buscou visar nas metodologias

empregadas pelos mesmos no ensino de Biologia Molecular, bem como acerca da percepção deles em relação à influência de tais metodologias na aprendizagem do conteúdo. As perguntas encontradas no questionário eram:

Quadro 2: Questionário para os Professores

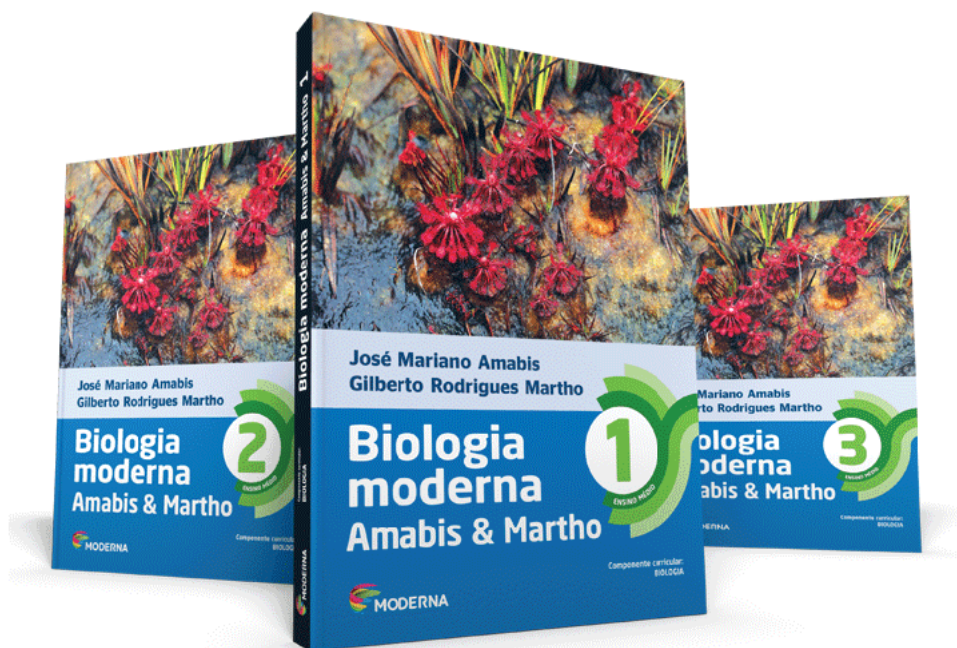
Qual é sua formação acadêmica?	Em qual grau de dificuldade você classifica os seguintes assuntos?;
Qual foi a sua graduação?	Qual recurso didático é mais utilizado por você nas aulas para o ensino do dogma central da biologia molecular?;
Qual foi seu tempo de serviço como educador?;	Para você, qual é a importância de ensinar o assunto do dogma central da biologia molecular?;
Qual é sua afinidade com seguintes assuntos?;	Quais são as principais dificuldades observadas nos alunos diante dos assuntos do dogma central da biologia molecular?;
Descreva quais são suas principais dificuldades sobre esses assuntos;	O que você acha que falta na escola em que você trabalha?;
Em que ano do ensino médio você já ministrou o assunto sobre replicação transcrição de DNA e síntese proteica?;	O que você acha que pode ser feito para melhorar o ensino aprendizagem da escola?.

A entrevista foi realizada a partir de uma ferramenta online chamado de GOOGLE FORMS onde o mesmo auxilia na elaboração e aplicação de formulários semiestruturados que permite que o usuário “recolha e organize gratuitamente informações grandes e pequenas” (GOOGLE, 2012).

4.4 Etapa 3: Análise de Livro

Em seguida, foram realizadas análises de livros didáticos como a coleção de Amabis e Martho (2016) (figura 4) utilizados pelos professores e alunos dessas escolas, onde buscou-se como metodologia a análise de conteúdo, que segundo Godoy (1995) embora na sua origem a análise de conteúdo tenha privilegiado as formas de comunicação oral e escrita, não exclui outros meios de comunicação. Por isso, a análise de conteúdo é descrita como sendo um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo.

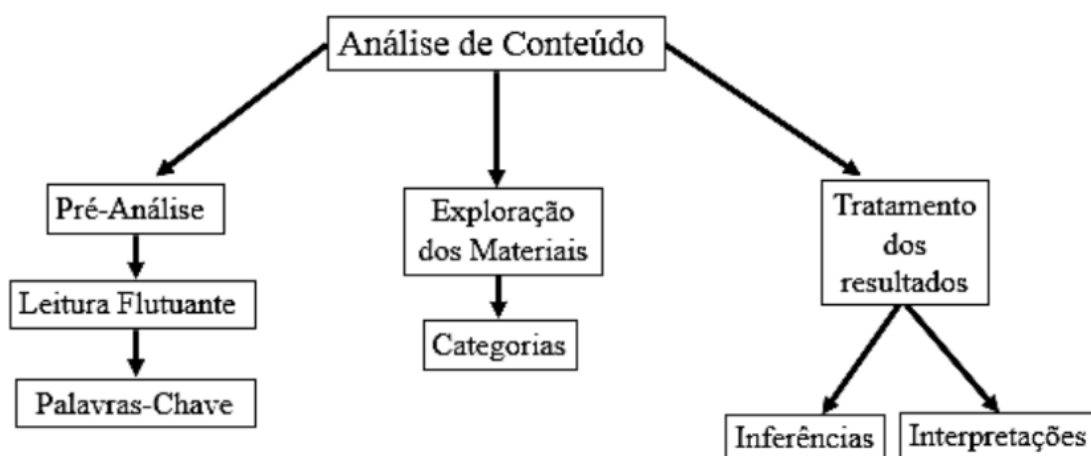
Figura 13: Coleção Amabis e Martho (2016).



Fonte: Editora Moderna

As diferentes fases de análise de conteúdo organizam-se em torno de três polos cronológicos: 1) a pré-análise; 2) a exploração do material; 3) o tratamento dos resultados (inferência/interpretação) (Figura 14), as quais serão explanadas a seguir. Essas três fases foram utilizadas na análise dos livros didáticos Bardin (2011).

Figura 14: Fluxograma das etapas desenvolvidas utilizando análise de conteúdo de Bardin (2011).



Fonte: Bardin (2011).

4.4.1 Pré-análise

Pode-se dizer que a análise de conteúdo inicia-se com a pré-análise, que é a fase de organização, corresponde a um período de intuições, mas tem por objetivo tornar operacionais e sistematizar as ideias iniciais, que é a inserção do ensino da biologia molecular, de maneira a conduzir a um esquema preciso do desenvolvimento das operações sucessivas num plano de análise (BARDIN, 2011). Conforme Bardin (2011) esta primeira fase possui três missões: a escolha dos documentos a serem submetidos à análise, a formulação das hipóteses e dos objetivos e a elaboração de indicadores que fundamentem a interpretação final. Contudo, esses fatores não se sucedem em uma ordem cronológica, porém estão interligados.

A primeira atividade da pré-análise é a leitura flutuante dos livros didáticos de Biologia, que é a uma leitura intuitiva, aberta a todas as ideias, reflexões e hipóteses, consiste em estabelecer contato com os documentos a analisar (BARDIN, 2011), por meio da qual o pesquisador, num trabalho gradual de apropriação do texto, estabelece várias idas e vindas entre o livro didático e as suas próprias anotações, até que comecem a emergir os contornos de suas primeiras unidades de sentido. É nessa etapa que serão elaborados as hipóteses e os objetivos da pesquisa (SANTOS, 2012), as hipóteses são explicações antecipadas do fenômeno observado, ou seja, são afirmações iniciais que podem ser comprovadas ou refutadas ao final da pesquisa (BARDIN, 2011).

A segunda atividade da pré-análise é a escolha do documento, que são especificamente o conteúdo teórico de Biologia Molecular dos livros didáticos de biologia do ensino médio, que forma o corpus da pesquisa, que conforme Bardin (2011) é o conjunto dos documentos, ou seja, dos livros didáticos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos.

A terceira fase é a formulação das hipóteses e dos objetivos, assim, segundo Bardin (2011) uma hipótese é uma afirmação provisória que nos propomos verificar (confirmar ou infirmar), recorrendo aos procedimentos de análise. Trata-se de uma suposição cuja origem é a intuição e que permanece em suspenso enquanto não for submetida à prova de dados seguros.

É realizada mediante as palavras-chaves encontradas na leitura flutuante dos livros didáticos de Biologia de Amabis e Martho (2016). No método da pesquisa documental a análise de conteúdo assume a característica de procedimento técnico e sistemático da investigação e, portanto, apresenta fases específicas. Depois de ser selecionada a amostra

documental, segue-se o trabalho com a determinação de unidades de análises, a eleição das categorias e a organização do quadro de dados (SILVA et al., 2009), fase esta que corresponde a exploração do material, que é discutida a seguir.

4.4.2 Exploração do Material

A fase de exploração do material consiste na definição das categorias, a qual é descrita por Oliveira et al. (2003) como sendo importante, pois a qualidade de uma análise de conteúdo possui uma dependência como o seu sistema de categorias. Durante a etapa da exploração do material, o investigador busca encontrar categorias que são expressões ou palavras significativas em função das quais o conteúdo de uma fala será organizado (CAVALCANTE, CALIXTO e PINHEIRO, 2014). As palavras semelhantes referentes a determinada área da Biologia Molecular encontradas nos livros didáticos serão agrupadas em categorias, que confirmam ou modificam as hipóteses inicialmente. Nessa fase por exemplo as palavras-chave serão recortadas em unidades de registro (BARDIN, 2011).

Nessa pesquisa refere-se ao parágrafo do texto que o tema foi citado, por meio das palavras associadas a biologia molecular, essas palavras-chave serão identificadas para realizar uma primeira categorização. No processo de escolha de categorias adotam-se os critérios semântico (temas), sintático (verbos, adjetivos e pronomes), léxico (sentido e significado das palavras – antônimo ou sinônimo) e expressivo (variações na linguagem e na escrita). Este processo permite a junção de um número significativo de informações organizadas em duas etapas: inventário (onde isolam-se os elementos comuns) e classificação (onde divide-se os elementos e impõem-se organização) (SANTOS, 2012).

Nesse sentido, tratar o material é codificá-lo, assim, a codificação corresponde a uma transformação - efetuada segundo regras precisas - dos dados brutos do texto, transformação esta que, por recorte, agregação e enumeração, permite atingir uma representação do conteúdo ou da sua expressão (BARDIN, 2011). A regra de enumeração consiste em enumerar a presença ou ausência de determinados elementos referente nesse caso ao ensino de biologia molecular, que funciona como um indicador (BARDIN, 2011).

As palavras-chaves anotadas na leitura flutuante dos livros didáticos da fase de pré-análise devem ser aglutinadas em categorias, que corresponde a fase de exploração do material, as quais passarão pela fase de tratamento dos resultados, que será abordado com maiores detalhes na seção abaixo.

4.1.4.3 Tratamento dos Resultados

O pesquisador precisa tornar os resultados brutos significativos e válidos. Esta interpretação deve ir além do conteúdo manifesto dos documentos, pois, interessa ao pesquisador o conteúdo latente, o sentido que se encontra por trás do imediatamente apreendido (CÂMARA, 2013). O analista, tendo à sua disposição resultados significativos e fiéis, pode então propor inferências e adiantar interpretações a propósito dos objetivos previstos, ou que digam respeito a outras descobertas inesperadas (BARDIN, 2011). O tratamento dos dados obtidos é realizado por meio das inferências e as interpretações. Nesse momento, os resultados brutos serão tratados de maneira a serem significativos e válidos à luz dos referenciais teóricos (KAPP, MIRANDA e FREITAS, 2014).

A análise é realizada através da justaposição das diversas categorias existentes em cada análise, ressaltando os aspectos considerados semelhantes e os que foram concebidos como diferentes (SILVA e FOSSÁ, 2015). Pois, em uma abordagem qualitativa e compreensiva se faz necessária a produção da inferência; procurar o que está além do escrito, para que se possa chegar a interpretação das informações (SILVA et al., 2009). A seguir veremos os resultados da aplicação dessas metodologias.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram analisados em três etapas, questionário com estudantes e professores e, análise de livro, essas foram discutidas respectivamente com o cruzamento de perspectivas de diferentes pesquisadores do determinado assunto.

A partir disso foi possível considerar parâmetros de qualidades de possíveis técnicas de ensino para esse conteúdo que de certa forma é bem amplo e complexo, porém, fundamental para o ensino-aprendizagem de professores e alunos.

5.1 Percepção de Estudantes:

Foram entrevistados 60 (sessenta) alunos, 30 (trinta) da Escola Estadual Ruy Araújo e 30 (trinta) da Escola Estadual Antonio Nunes Jimenez, o questionário foi respondido por 52% (cinquenta e dois por cento) pelo gênero feminino e 42% (quarenta e dois por cento) pelo gênero masculino, nenhum dos alunos se identificaram como outra opção de

identidade de gênero. A idade dos mesmos variou entre 16 (dezesesseis) e 20 (vinte) anos, sendo em sua maioria de 17 (dezessete) anos.

Quando questionados sobre seu ensino fundamental 67% (sessenta e sete por cento) responderam que foi todo em escola pública, enquanto somente 5% (cinco por cento) respondeu que estudou tudo em escola particular, mas 28% (vinte e oito por cento) disse que estudou seu ensino fundamental parte em escola pública e parte em escola particular (gráfico 1).

Muitos estudantes sofrem influências pelas metodologias e os ambientes em que são ensinados, em escolas particulares existe uma maior disponibilidade de recursos, e é com diz a observação feita por Moraes e Belluzzo (2014) “a distribuição marginal das notas sugere melhor desempenho das escolas particulares” em relação as escolas públicas.

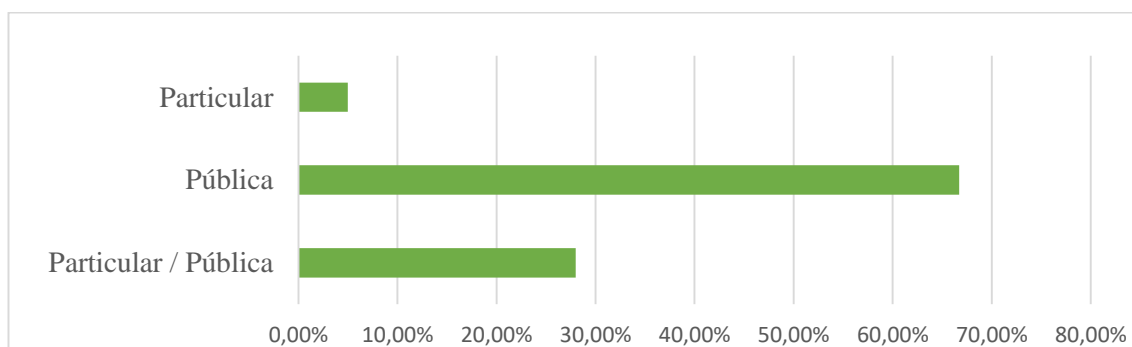


Gráfico 1: Onde estudou no Ensino Fundamental?

Quando questionados se já haviam ouvido em algum momento de sua vida escolar as palavras relacionadas ao ensino de biologia molecular e suas tecnologias, 95% (noventa e cinco por cento) dos estudantes já haviam ouvido o termo DNA, talvez por ser muito discutido esse termo nos livros didáticos influenciando a repetição dele pelos professores nas salas de aula. Somente 20% (vinte por cento) ouviram o termo engenharia genética, os termos diretamente relacionados com o dogma central da biologia como: replicação, transcrição e tradução foram respectivamente 30 % (trinta por cento), 42% (quarenta e dois por cento) e 57% (cinquenta e sete por cento) (gráfico 2).

Uma pesquisa foi realizada por Araujo e Gusmão (2017) onde os mesmos selecionaram para a análise e discussão de seu trabalho um total de 25 artigos nesses artigos analisados puderam observar que 17 artigos apontavam a que muitas dificuldades do ensino de genética decorria da má formação dos professores e a dependência que esses possuem do livro didático para dar sequência as suas aulas, outros 8 artigos destacavam

que essas dificuldades decorriam da falta de matérias adequados para o ensino, bem como da má infraestrutura das escolas.

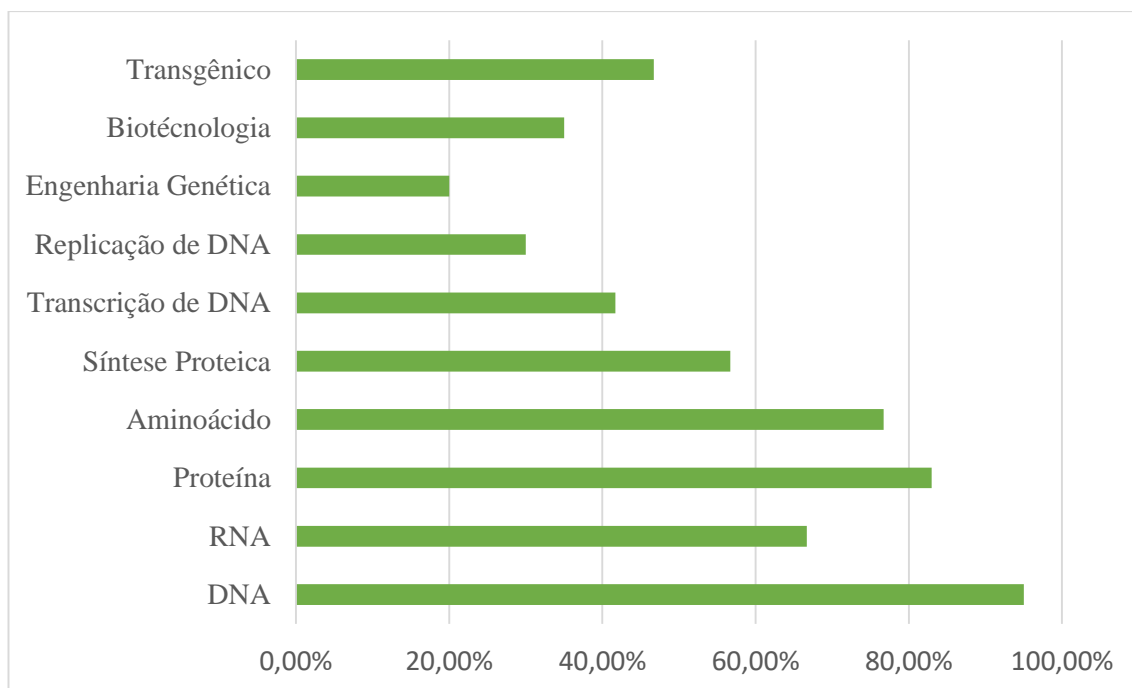


Gráfico 2: Você já ouviu algum desses termos em algum momento durante seu Ensino Fundamental ou Médio?

Uma das perguntas do formulário era sobre qual era o conceito de replicação de DNA, como pode ser observado nos gráficos individuais a baixo, na E. E. Ruy Araújo localizado na zona sul de Manaus 63% (sessenta e três por cento) dos alunos entrevistados acertaram e somente 37% (trinta e sete por cento) erraram. Mas, ao observar o gráfico da E. E. Antonio Nunes Jimenez vemos que 43% (quarenta e três por cento) dos alunos erraram, 7% (sete por cento) não responderam e apenas 40% (quarenta por cento) acertaram, para os resultados da análise coletiva das escolas podemos observar que talvez o termo replicação de DNA seja autoexplicativo pois 52% (cinquenta e dois por cento) dos alunos, o que mais da metade entrevistada acertou (gráfico 3).

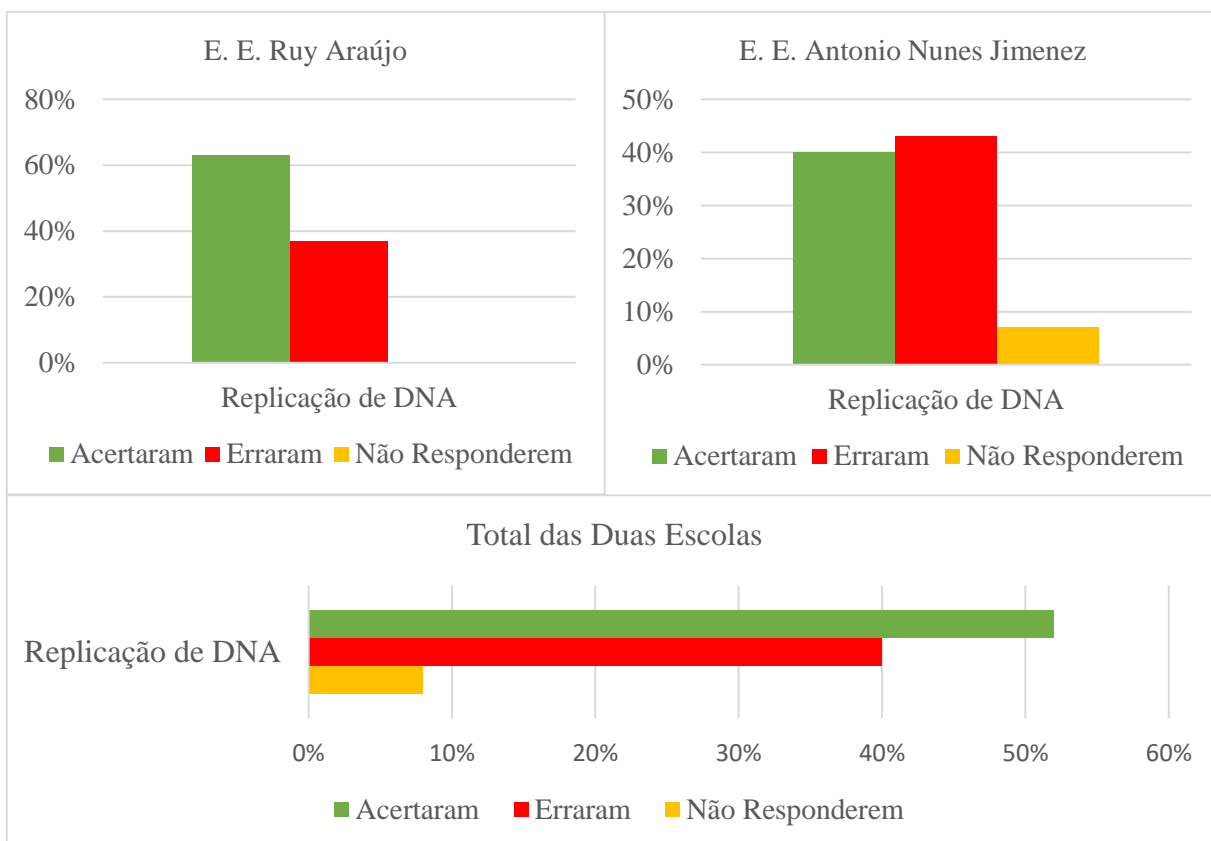


Gráfico 3: Para você qual é o conceito sobre replicação de DNA?

Outra pergunta era sobre o conceito de transcrição de DNA, onde tanto nos gráficos individuais quanto no coletivo é possível observar uma grande quantidade de erros, foi de 58% (cinquenta e oito por cento) para apenas 33% (trinta e três por cento) de acertos no coletivo. Nos gráficos individuais ainda podemos observar uma pequena diferença entre as duas escolas, a E. E. Ruy Araújo errou menos que a E. E. Antonio Nunes Jimenez onde na mesma ocorreu 17% de ausência de respostas. Ainda é possível observar que ambos não foram muito bem ao definir o conceito de transcrição do DNA, supondo assim que esse termo não direciona o estudante ao óbvio, fazendo que muitos deles não consigam o associar com a geração de RNA (gráfico 4).

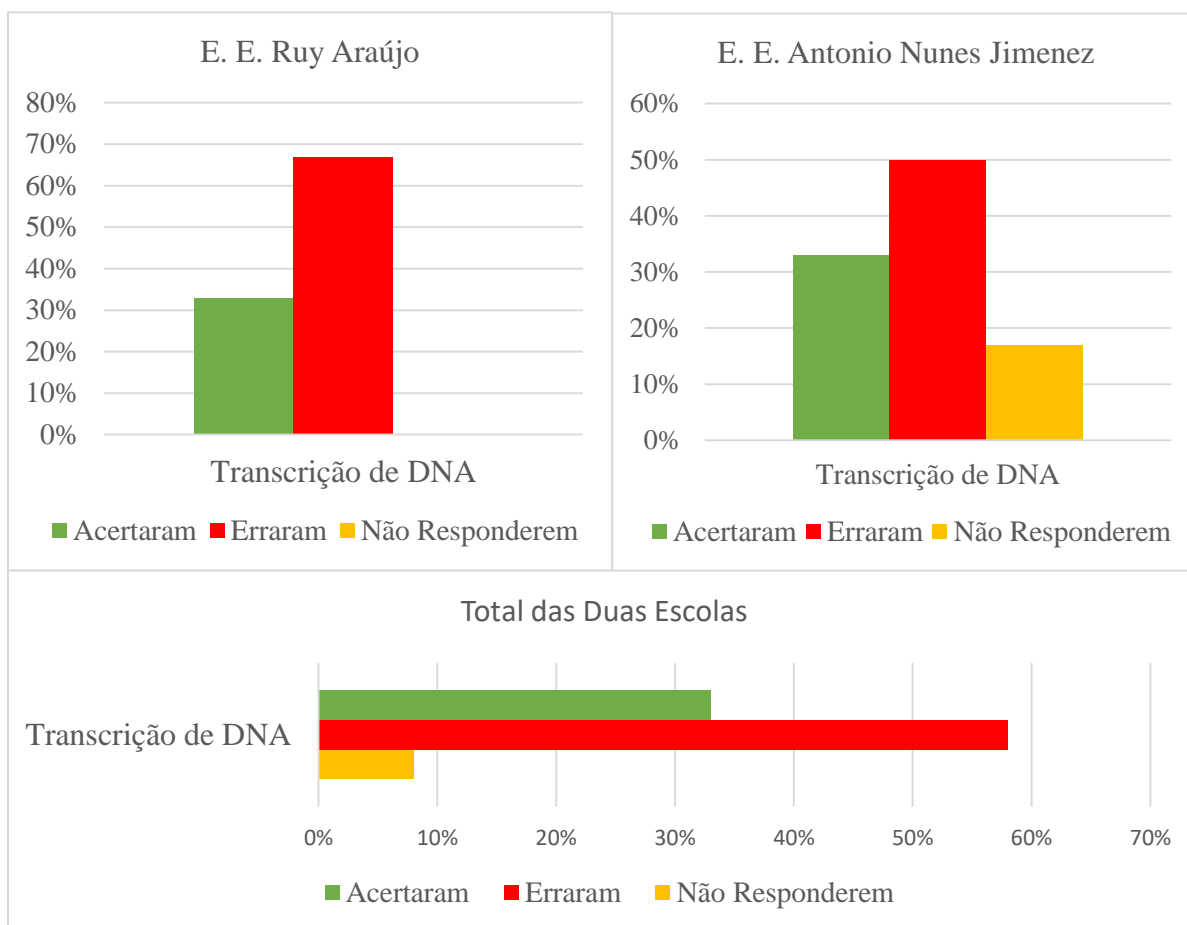


Gráfico 4: Para você qual é o conceito de Transcrição de DNA?

Outro questionamento foi sobre a tradução, ou Síntese Proteica onde teve uma grande porcentagem de acertos 50% (cinquenta por cento) para 25% (vinte e cinco por cento) de erros. E como pode ser observado nos gráficos individuais a E. E. continua com uma porcentagem de erro e de não respostas maior que a E. E. Ruy Araújo, e o termo Síntese Proteica mais uma vez foi autoexplicativo induzindo os alunos a responderem corretamente, mas ainda é possível visualizar alguns erros (gráfico 5).

Observando as respostas dessas três perguntas (gráfico 3, 4 e 5) podemos perceber que existe uma sutil diferença entre as escolas, onde podemos supor que as mesmas sofrem influência das zonas em que estão localizadas na cidade de Manaus, E. E. Ruy Araújo, zona sul e E. E. Antonio Nunes Jimenez zona leste de Manaus, um dos elementos importantes para compreender o processo educacional escolar e seus resultados é a análise da condição sócio demográfica dos estudantes, onde essa observação tem fundamental importância para a orientação de políticas públicas educacionais (ALMEIDA & STOCO,

2013), como discutem Torres e Marques (2004), a dimensão espacial é um importante elemento a ser incorporado no desenho e implementação de políticas sociais.

Em relação ao ensino Costa e Diniz (2000) pontuam que a dificuldade no ensino de genética no século XXI está relacionada, ainda, com as questões éticas envolvidas no processo de ensino, eles pontuam certo medo por parte dos professores acerca do ensino de genética nas suas aulas, pois os temas relacionados à genética daquela época eram mal vistos pela sociedade. E ainda é muito discutido pela mídia sobre problematizações relacionadas a biotecnologia por exemplo, a imagem dessas técnicas são muitas vezes desconstruídas a partir de vídeos que assustam muita gente.

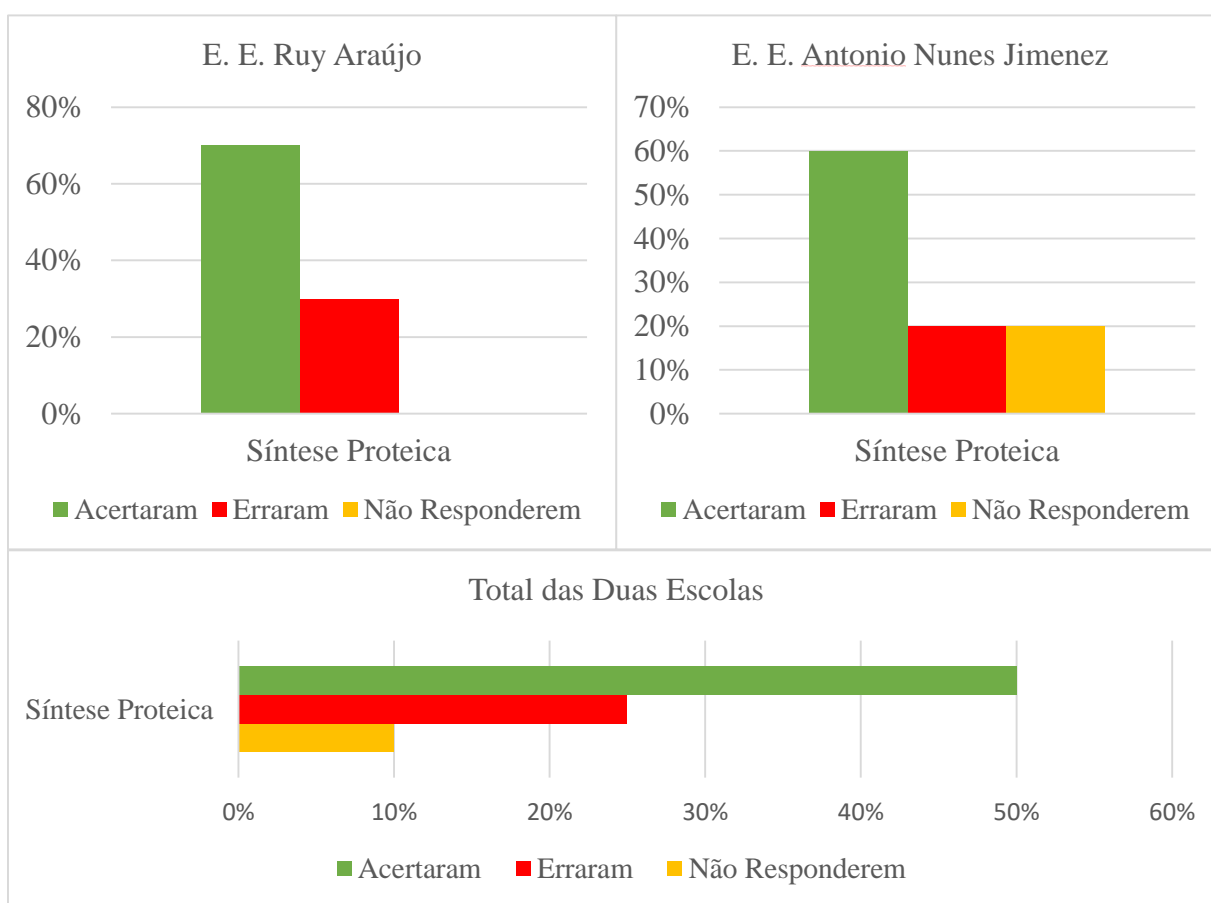


Gráfico 5: Para você qual é o conceito de Síntese Proteica?

Agora um fato curioso, ao questionar os estudantes sobre seu grau de dificuldades, sobre assuntos do dogma central da biologia, eles consideraram o assunto de síntese proteica difícil ou muito difícil, respectivamente 30% (trinta por cento) e 20% (vinte por cento), deixando subentendido que a pergunta do gráfico 5, de fato, era autoexplicativa induzindo-os a resposta correta. Nos demais assuntos, os estudantes marcaram em sua

maioria média dificuldade: conceito de DNA, 47% (quarenta e sete por cento); replicação de DNA, 52% (cinquenta e dois por cento); e transcrição de DNA 32% (trinta e dois por cento). Poucos alunos classificaram esses assuntos como sendo fácil, o assunto que obteve maior porcentagem nesta categoria foi conceito de DNA com 12% (doze por cento) (gráfico 6), que é um assunto muito difundido em sala de aula com os professores no processo de ensino-aprendizagem.

Cantiello e Trivelato (2002) destacam que as dificuldades dos estudantes em relação aos conhecimentos relacionados à genética devem-se ao fato dos mesmos não possuírem uma base adequada para a aquisição, portanto observa-se que mesmo com a conclusão do ensino médio, os estudantes ainda não reconhecem a localização do material hereditário na célula.

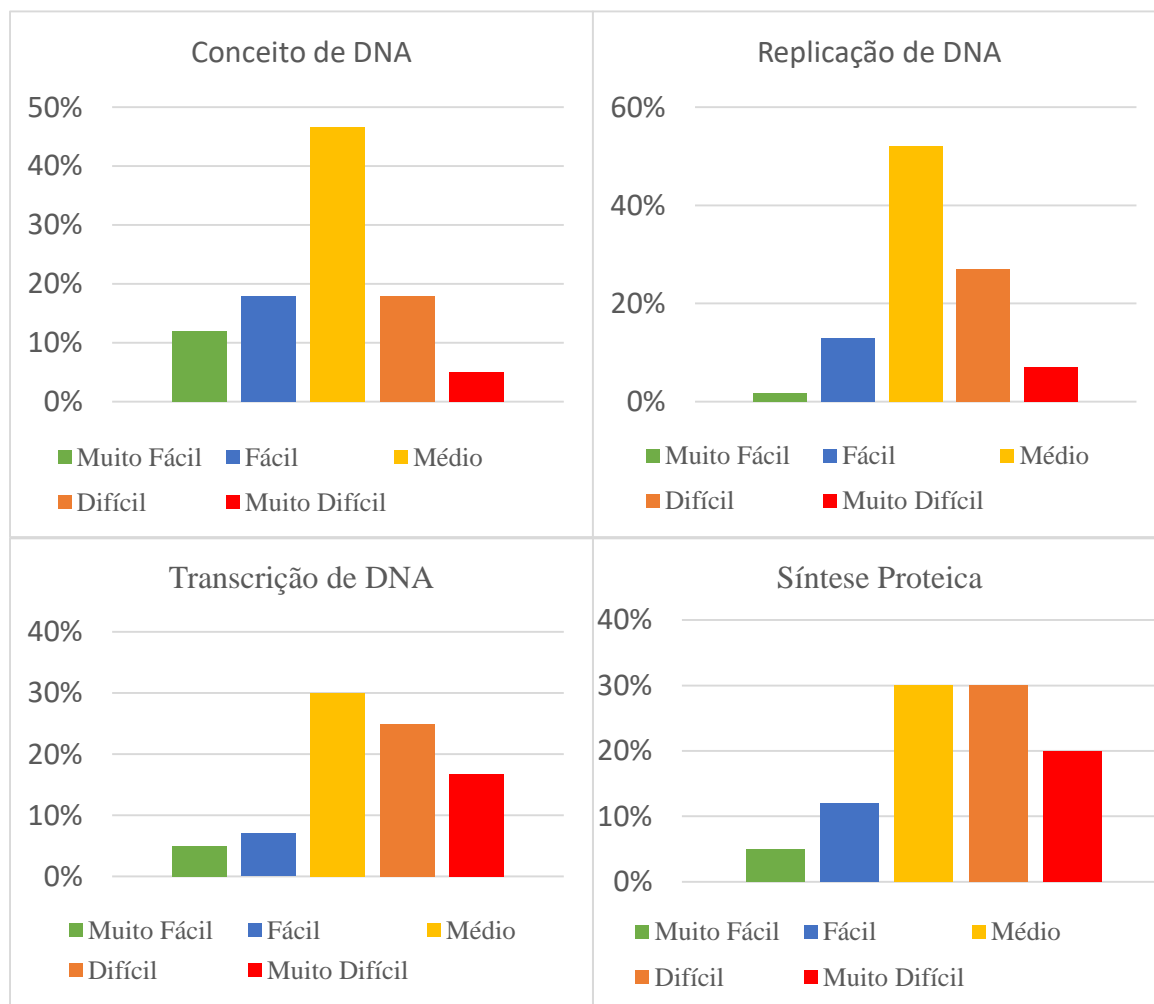


Gráfico 6: Qual seu Grau de dificuldade em Assuntos do Dogma Central da Biologia?

Em seguida, os estudantes determinaram seus graus de afinidade com assuntos relacionados com a biologia molecular muitos alunos afirmaram que não possui nenhuma afinidade com eles: Bioquímica 37% (trinta e sete por cento), Genética 27% (vinte e sete por cento), Citologia 40% (quarenta por cento) e Química Orgânica 40% (quarenta por cento) (gráfico 7), com essa dificuldade é possível observar o que afirma Schwartzman (2010) “Há uma carga muito grande de cursos em que se pede ao aluno para decorar e repetir certos conteúdos”, “O sistema não é formativo e está muito condicionado pela competição para a universidade”, isso traz à tona uma discussão sobre o por que esses alunos sentem muita dificuldade nesses assunto que eles são submetidos a memorização e repetição para competir por uma universidade.

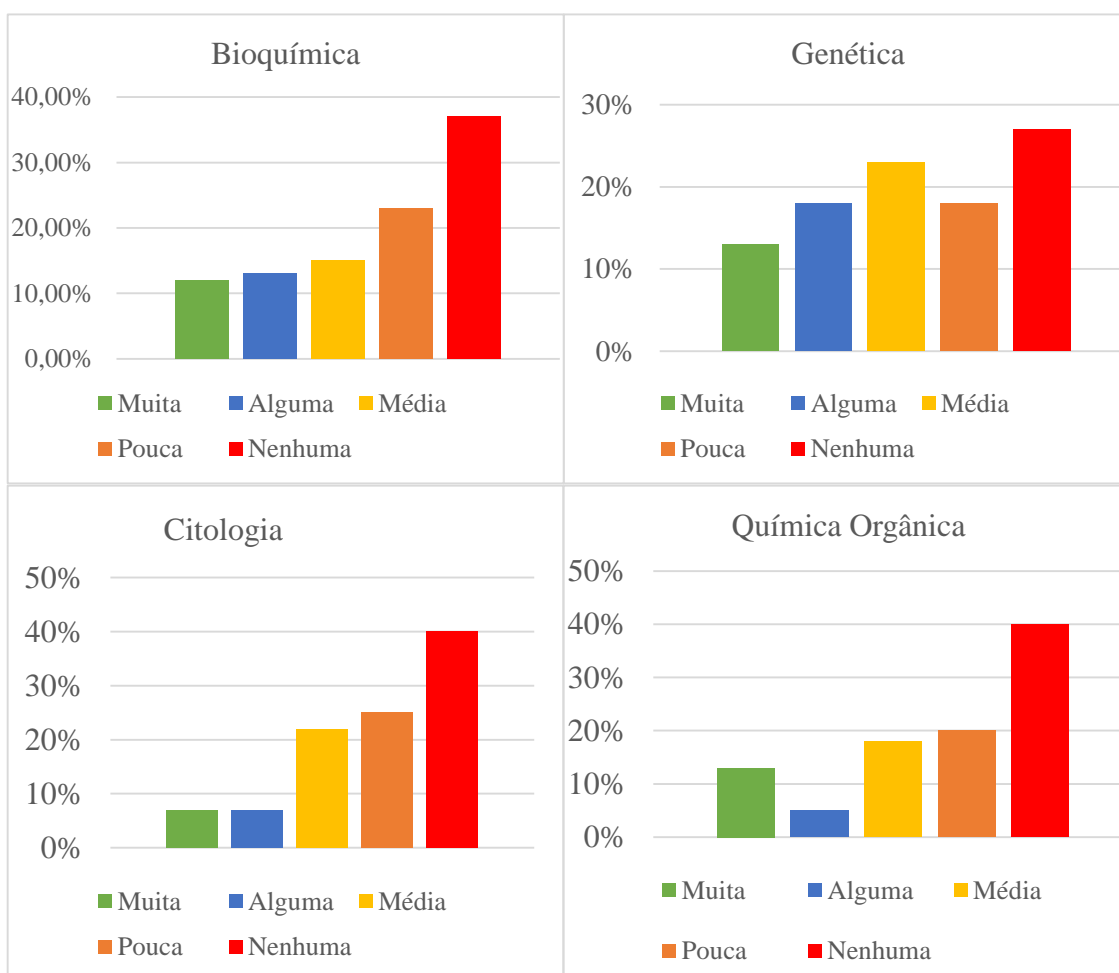


Gráfico 7: qual seu grau de afinidade com assuntos relacionados ao ensino de Biologia Molecular?

Por último, foi perguntado aos alunos como eles gostariam de aprender o dogma central da biologia molecular, e foi disponibilizado a eles algumas sugestões de

metodologias, os alunos optaram em sua maioria 83% (oitenta e três por cento) (gráfico 8) por experimentos em laboratório ou mesmo em sala de aula.

Afirma Hodson (1992) que o ensino por experimento “são atividades nas quais os estudantes utilizam os processos e métodos da Ciência para investigar fenômenos e resolver problemas como meios de aumentar e desenvolver seus conhecimentos”, com isso podemos afirmar que os “estudantes adquirem uma compreensão mais profunda da atividade científica, e as investigações tornam-se um método tanto para aprender Ciência como aprender sobre a Ciência” (HODSON, 1992). Entre as metodologias menos desejadas vemos a música com apenas 18% (gráfico 8), talvez o motivo seja o medo da exposição, pois muitas das vezes em que os alunos são submetidos a aprender através da música, eles precisam se expor para toda a classe.

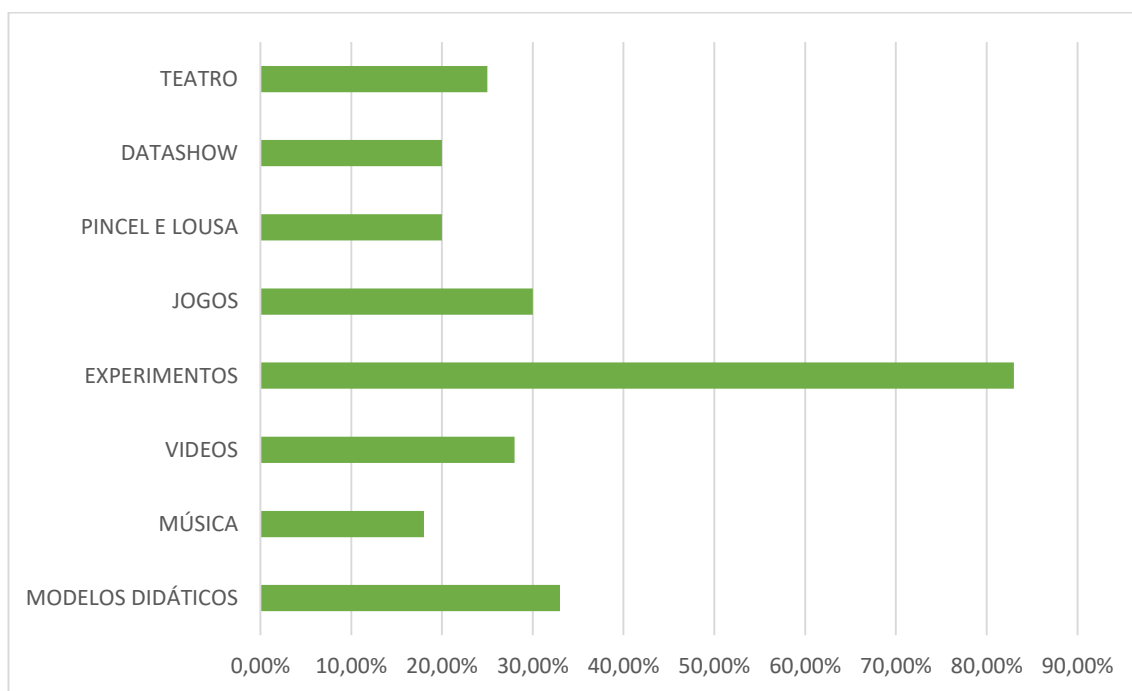


Gráfico 8: Como você gostaria que esse assunto fosse ensinado?

A seguir veremos a análise da percepção, metodologias, dificuldades, desafios e observações de professores referente ao assunto do Dogma Central da Biologia Molecular.

5.2 Percepção de Professores

Buscou-se entrevistar todos os professores (as) de Biologia lotados pela Secretaria de Educação do Estado do Amazonas na sua representatividade – SEDUC, que estivesse atuando como docente do ensino médio nas respectivas escolas: E. E. Ruy Araújo e E. E. Antonio Nunes Jimenez. Foram identificados 4 professores no total, onde os mesmos foram entrevistados com uma ferramenta online chamada de GOOGLE FORMS, onde foi possível elaborar um formulário semiestruturado para que os professores pudessem responder com calma, sem estresse e sem pressão.

Os docentes entrevistados foram identificados como P1, P2, P3 e P4, esses dados nos darão uma visão de como os professores (as) atuantes no ensino médio vem abordando o conteúdo de biologia molecular nas escolas públicas de Manaus.

Em relação a formação profissional docente foi observado que dois professores (as) P1 e P3 possuíam somente a graduação e, enquanto outros dois (P2 e P4) possuíam respectivamente especialização e doutorado, todos possuíam graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas. Em relação ao tempo de atuação em sala de aula um dos docentes entrevistados (P3) possui até cinco anos de experiência, enquanto outros três possuem dez ou mais.

Um dos questionamentos era em relação a afinidade deles com assuntos relacionados a biologia molecular, todos apresentaram média afinidade com o conteúdo de genética, enquanto em bioquímica 2 (dois) afirmaram ter pouca ou nenhuma afinidade, apenas 1 (um) professor disse que possui muita afinidade com os assuntos de citologia e química (gráfico 9). A partir desse gráfico é possível observar que devido à pouca afinidade por parte dos professores nessas áreas, o ensino de biologia molecular pode se encontrar prejudicado em sala de aula.

Zanella (2013) afirma que muitos professores utilizam no início de suas carreias as experiências de ensaio e erro como prática em sala de aula. Pelo fato de que não tiveram uma boa formação didática, a prática do ensaio e erro é uma forma para testar e aprender a trabalhar com as diversas turmas e conteúdo; desta forma, o que deu certo continuará sendo aplicado e o que não deu, será deixado de lado.

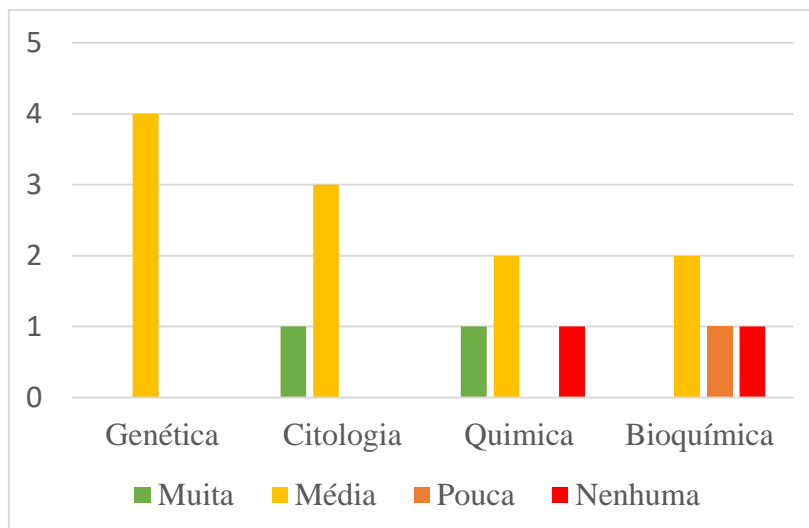


Gráfico 9: Afinidade com assuntos relacionados a biologia molecular.

Em seguida os professores (as) entrevistados expressaram suas dificuldades nos assuntos citados no gráfico 9. Como podemos observar, a falta de tempo para maior dedicação sugerida pelo professor (a) P1 pode justificar a falta de domínio entre eles, mas a falta de material didático para o ensino pode ser vista como argumento para a problemática do ensino de biologia molecular ou mesmo desses assuntos citados a cima, no ensino médio, em uma conversa informal o professor (a) P3 ele afirma que observa muita dificuldade nos alunos em absorver o conteúdo devido ao excesso de palavras difíceis, o professor P4 sente dificuldade em rotas metabólicas por simplesmente este assunto ser muito complexo devido a sua grande disposição de termos de química (quadro 3).

Quadro 3: Principais dificuldades nos assuntos do gráfico 9.

P1	Tempo para maior dedicação.
P2	Falta de material didático para o ensino.
P3	Repassar para os alunos os conceitos básicos e o entendimento dos mesmos.
P4	Rotas metabólicas.

Ambos os professores (as) afirmam já ter ministrado a aula do dogma central da biologia no primeiro ano do ensino médio, mas somente um afirma que ministrou a aula no segundo ano do ensino médio (Gráfico 10), a SEDUC (2012) sugere que o ensino de biologia molecular deva ser ensinado no segundo bimestre do primeiro ano do ensino

médio com uma das competências de “reconhecer a importância do fator econômico na manipulação genética: o problema das patentes biológicas e a exploração comercial das descobertas das tecnologias de DNA”, ainda segundo a SEDUC (2012) no quarto bimestre do segundo ano do ensino médio temos o conteúdo de genética onde é visto a primeira e segunda Lei de Mendel, e dentro deste tópico vemos aplicação de conhecimentos genéticos que envolve biotecnologia que é uma técnica que possui como uma das suas principais ferramentas a biologia molecular.

Para os docentes entrevistados a importância de ensinar aos educandos o dogma central da biologia molecular está muito relacionado ao fato desse conteúdo cair no vestibular e a nível de conhecimento básico da vida, pois certas práticas simples da biologia molecular podem ser utilizadas no dia-a-dia da vida dos estudantes (quadro 4).

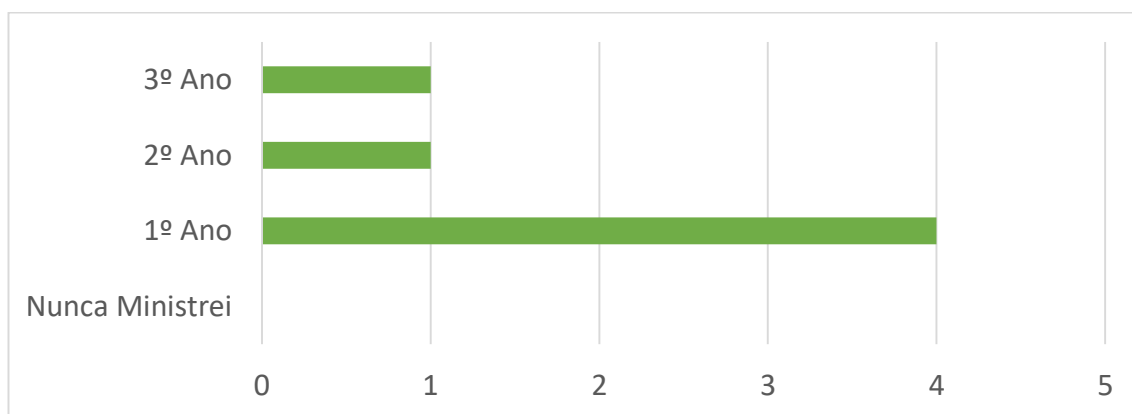


Gráfico 10: Momento do ensino médio em que ministrou a aula de biologia molecular.

Quadro 4: A importância de ensinar o dogma central da biologia molecular no ensino médio.

P1	Despertar nos estudantes a curiosidade e o desejo de interagir com tudo que o cerca no meio ambiente
P2	Fluxo de informação do código genético.
P3	O dogma central da biologia está relacionado a muitos assuntos atuais, principalmente nos vestibulares.
P4	Aspectos voltados para a hereditariedade, melhoramento genético, aplicações na vida prática

Na sequência um gráfico com a caracterização das dificuldades dos docentes com assuntos relacionados com o dogma central da biologia e suas tecnologias, é possível ver que os professores caracterizaram os assuntos entre fácil, médio e difícil, onde engenharia

genética teve marcação de 3 (três) professores (as) como sendo um assunto difícil e 2 (dois) professores marcaram mitose e meiose como sendo um assunto fácil de se discutir dentro da biologia molecular (gráfico 11).

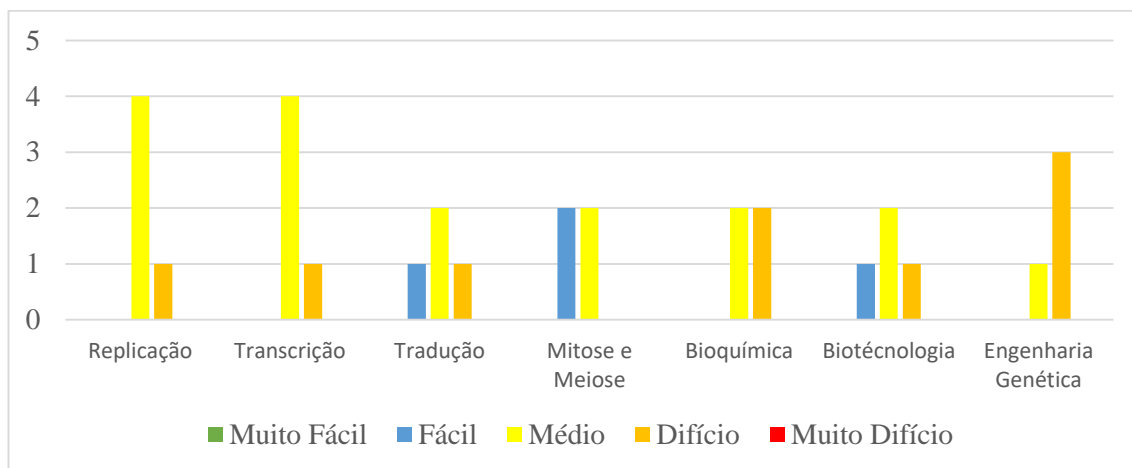


Gráfico 11: Caracterização de dificuldade com assuntos relacionados ao dogma central da biologia e suas tecnologias.

Um fato curioso sobre o método de ensino dos professores, é que eles não fazem uso das metodologias escolhidas pelos alunos, ao compararmos os gráficos 8 e 12, observamos uma realidade muito diferente, do que o estudante gostaria de usar para aprender e o que os professores realmente usam para ensinar, nenhum dos professores usam experimentos, jogos, músicas ou teatro, usam em sua maioria pincel e lousa, datashow, modelos didáticos e vídeos, exatamente nessa ordem.

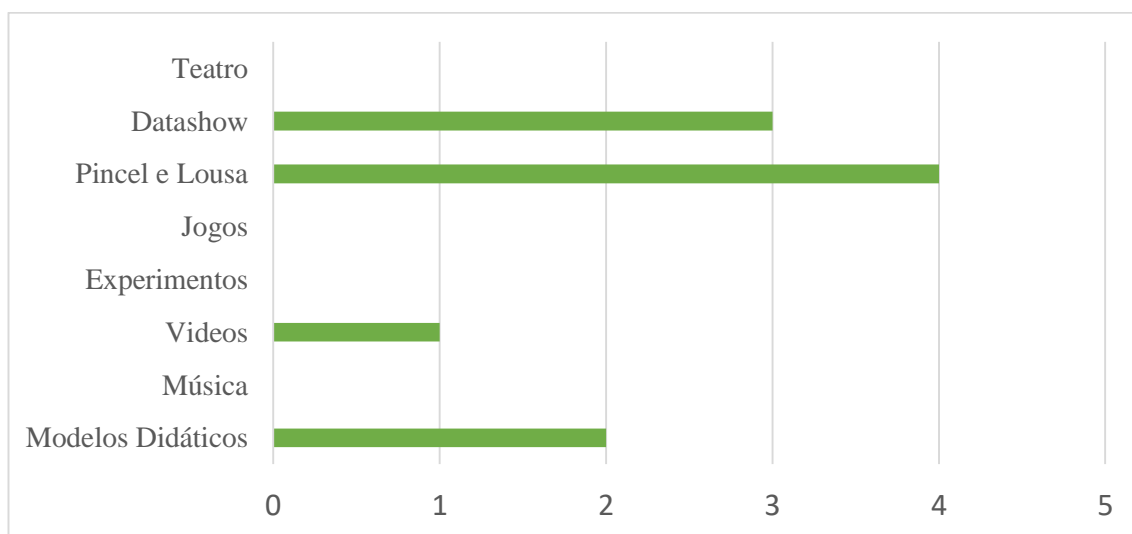


Gráfico 12: Metodologia de ensino dos professores.

O professor se depara com diversos desafios devido ao currículo da Biologia para o ensino médio que coloca o professor de frente a muita variedade de conceitos, com conhecimentos sobre toda uma diversidade de seres vivos, processos e mecanismos que, a princípio, se apresentam distantes do que a observação cotidiana consegue captar (DURÉ *et al*, 2018). Assim, ao professor, é colocado o desafio de lidar com os diferentes assuntos da Biologia, sem negligenciar as experiências dos alunos muitas das vezes com falta de material didático, falta de interesse por parte dos alunos e diversos outros desafios encontrados nos quadros 5, 6 e 7.

Como observado no quadro 5 os alunos não conseguem identificar a relação entre o que estudam em Biologia Molecular e o seu cotidiano e, por isso, acabam pensando que o estudo se resume à memorização de termos complexos, da genética e bioquímica, sem entender a relevância desses conhecimentos para compreensão do mundo (Santos, 2017).

No quadro 6, os professores citaram problemas relacionados a infraestrutura da escola, Kimura (2008) afirma que a existência e o consequente acesso a condições de infraestrutura são considerados pelos próprios professores das escolas como um aspecto dotado de importância fundamental para o desenvolvimento de seu trabalho.

Quadro 5: Principais dificuldades observadas nos alunos diante dos assuntos do dogma central da biologia molecular

P1	Não há formação de base.
P2	Saber diferenciar os principais conceitos.
P3	Entender os conceitos, compreender a sequência dos processos que ocorrem com o DNA.
P4	Distância dos conteúdos com o dia-a-dia deles.

Quadro 6: Que os professores acham que falta nas escolas que trabalham.

P1	No universo de nossas escolas públicas falta o Ensino Híbrido.
P2	Interesse por falta dos alunos e salas muito lotadas.
P3	Laboratório.
P4	Estrutura que comporte um bom desenvolvimento das atividades escolares.

Quadro 7: O que os professores acham que pode ser feito para melhorar o Ensino-aprendizagem da Escola.

P1	Os aspectos são muitos, porém é melhor começar pelo ensino fundamental que é a base do ensino.
P2	O envolvimento das famílias da escola para motivar os estudantes.

P3	Uso de tecnologias, investimentos, instalações e manutenções de laboratórios na escola.
P4	Mudança no sistema de ensino para uma mais flexível.

A seguir veremos uma análise feita nos livros didáticos usados nas escolas entrevistadas.

5.3 Análise de livros.

Ao analisar livros didáticos é possível perceber a existência de falhas na sua composição, às vezes na forma de apresentação do conteúdo, nas atividades propostas, no desenvolvimento dos conceitos no decorrer das páginas, ou ainda de inadequação à realidade local, às práticas sociais do grupo escolar em questão (ROSA, RIBAS e BARAZZUTTI, 2012). Assim, a análise do LD tem como intuito final mostrar ao professor as vantagens e limitações de determinados livros, como forma de auxiliar na aprendizagem da turma, facilitando o processo de ensino e planejamento das aulas.

Os procedimentos da pesquisa para o descobrimento da inserção da biotecnologia nos livros didáticos de Biologia foram realizados mediante a avaliação do conteúdo teórico dos livros didáticos. Usando como base teórica para a análise do tema, a metodologia de análise de conteúdo de Bardin (2011), que por sua vez é executada inicialmente pela primeira fase, que é a pré-análise, com a leitura flutuante da coleção de Amabis e Martho (2016), a fim de estabelecer as categorias referente ao Dogma Central da Biologia molecular.

O volume 1 da coleção de livros de Amabis e Martho (2016) possui o módulo 2 – Citologia, no qual se localiza o capítulo 6, com 25 páginas de conteúdo, que aborda o núcleo celular, mitose e síntese de proteínas.

O volume 2 da coleção de livros de Amabis e Martho (2016) possui o módulo 3 – Citologia, no qual se localiza o capítulo 7, com 17 páginas de conteúdo, que aborda tendências evolutivas nos grupos animais.

O volume 3 da coleção de livros de Amabis e Martho (2016) possui o módulo 1 – Fundamentos da Genética, no qual se localiza o capítulo 4, com 19 páginas de conteúdo, que aborda a genética e biotecnologia na atualidade.

Após a leitura flutuante, foi elaborada um quadro com as palavras-chave encontrados nos LD, que tratam do tema do Dogma central da biologia molecular

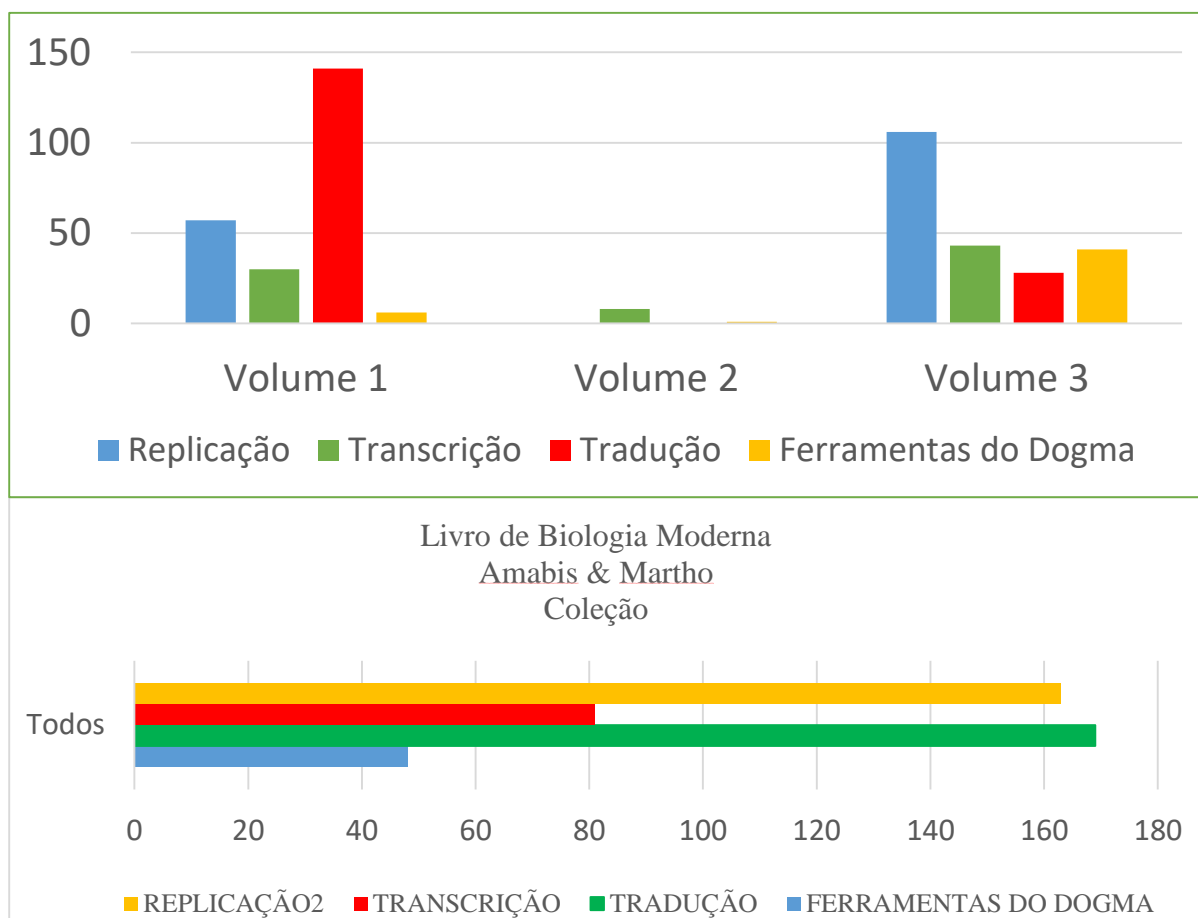
(replicação, transcrição e tradução de DNA) em seguida as palavras foram incluídas em suas categorias (quadro 8).

Quadro 8: Palavras-chave encontradas nos livros didáticos de Biologia.

Replicação de DNA	Transcrição de DNA	Tradução RNA	Técnicas e ferramentas relacionadas ao Dogma Central da Biologia
Replicação	Transcrição Gênica	Tradução Gênica	Biotecnologia
DNA	Promotor	RNA mensageiro	Transgênicos
Nucleotídeos	RNA-polimerase	RNA Ribossômico	Manipulação do DNA
DNA-recombinante	Gene	RNA Transportador	Engenharia Genética
Duplicação	Íntrons	Códon	Eletroforese
Primer	Éxons	Ribossomos	Projeto Genoma Humano
DNA-polimerase	RNA	Proteínas	Sequenciamento Gênico
Semiconservativa		Polipeptídios	Reação da polimerase em cadeia PCR
		Aminoácidos	Código Genético

A partir dessas palavras-chave foi realizada uma busca nos livros selecionados para identificar a frequência em que cada um deles se apresentavam (quadro 8), verificou-se que no livro volume 1 de Amabis e Martho (2016), o assunto de biologia molecular tem seu maior foco em síntese de proteica ou tradução, no volume 2 da coleção a transcrição fica responsável por explicar e esclarecer a evolução a nível molecular, mas de forma bem simples, no volume 3 o livro se aprofunda mais, discutindo sobre as ferramentas e tecnologias do dogma central da biologia molecular, como é possível observar a replicação aparece com índices de repetições maiores, isso acontece devido ao grande volume encontrado do termo DNA, no entanto, esse livro se equilibra bem com relação a isso (gráfico 13).

Gráfico 13: Análise da coleção de livros didáticos Amabis e Martho (2016) individuais e coletivos. No eixo vertical dos gráficos individuais e na horizontal do gráfico coletivo um parâmetro de quantidade.



Quadro 9: Total de palavras encontrado em todos os livros de biologia moderna de Amabis e Martho (2016).

Replicação de DNA	Transcrição de DNA	Tradução RNA	Técnicas e ferramentas relacionadas ao Dogma
163	73	169	47

Aqui existe um detalhe muito interessante, os livros volume 1, 2 e 3, são usados respectivamente no primeiro, segundo e terceiros anos do ensino médio, acontece que a Seduc (2012) sugere que biologia molecular seja visto entre o primeiro e segundo ano nos

assuntos de citologia e genética, exatamente nesta ordem, mas como pode ser observado, o livro volume 2 e 3 usado pelas duas escolas entrevistadas E. E. Ruy Araújo e E. E. Antonio Nenes Jimenez, não servem, pois o assunto abordado no livro volume 2 não é genética e sim diversidade e evolução biológica. O livro volume 3 é genética e foi distribuído para os alunos do terceiro ano do ensino médio no ano de 2019. Por tanto, o conteúdo programático da secretaria de educação do estado do Amazonas não se encontra de acordo com os livros didáticos de Amabis e Martho (2016) disponibilizado em 2019, para uso dos alunos em sala de aula desde a data de entrega até o ano de 2021 no ensino médio das E. E. Ruy Araújo e E. E. Antonio Nenes Jimenez.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir desse trabalho, foi possível identificar as principais dificuldades enfrentadas pelos professores sobre o ensino do dogma central da Biologia Molecular, e perceber que ainda há muito que ser melhorado, e muito conhecimento a ser inserido. Torna-se necessário trabalhar mais com a formação de professores no país e principalmente na cidade de Manaus.

Foi possível identificar as concepções de alunos e professores sobre o ensino-aprendizagem do dogma central da biologia, e foi observado que além de muitos alunos não terem interesse no assunto, professores também não possuem domínio sobre o conteúdo. Também foi observado a problemática do livro didático relacionado com a sugestão de currículo da SEDUC, onde foi analisado e identificado um problema temporal onde é indicado a aplicação do assunto em um determinado momento, enquanto o livro distribuído aos discentes possuem os conteúdos em um momento independente dos deles.

Com isso, esse trabalho traz consigo uma carga de informações atuais sobre a situação do ensino de biologia molecular em escolas públicas de Manaus. A situação observada nas escolas selecionadas, E. E. Ruy Araújo e E. E. Antonio Nunes Jimenes, reflete a realidade de muitas outras, e esse trabalho contribui com a discussão sobre a percepção de alunos e professores sobre o ensino-aprendizagem de um assunto pré-determinado, e a observação da problemática do livro didático é real e preocupante, exigindo assim uma revisão no currículo da SEDUC, ou mesmo dos LDs.

7 Referências

- ALMEIDA, L. C. STOCO, S. Desempenho Escolar e Vulnerabilidade Social: Elementos para se Pensar a Formulação de Políticas Públicas Educacionais. Anped 2013. Disponível em: <http://www.anped.org.br/sites/default/files/gt05-2212_int.pdf>. Acesso em: 30 out. 2019.
- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. Biologia em contexto. São Paulo: Moderna, 1 ed., vol. 1, 2017
- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. Biologia em contexto. São Paulo: Moderna, 1 ed., vol. 2, 2017.
- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. Biologia em contexto. São Paulo: Moderna, 1 ed., vol. 3, 2017.
- ARAUJO, A. B. GUSMÃO, F. A. F. **As Principais Dificuldades Encontradas no Ensino de Genética na Educação Básica Brasileira**. 10 Enfope e 11 Enfipe. 2017. Disponível em: <[file:///C:/Users/ACER/Downloads/4710-21261-2-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ACER/Downloads/4710-21261-2-PB%20(1).pdf)>. Acesso em: 07 nov. 2019.
- ARIAS, G. **Em 1953 foi descoberta a estrutura do DNA Etapas de um grande avanço científico**. Embrapa. ISSN 1518-6512 Dezembro, 2004. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br>>. Acesso em: 27 out 2019.
- BARDIN, L. Análise de conteúdo. Trad. Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BARDINI, L. Análise de conteúdo. : Lisboa, 2009
- BATISTA, L. M.; SILVA, C. C. **A inserção do ensino da biotecnologia nos livros didáticos de biologia**. Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar. Mossoró, v. 5, n. 13, 2019.
- BATISTA, M. V. de A.; CUNHA, M. M. da S.; CÂNDIDO, A. L. Análise do tema virologia em livros didáticos de biologia do ensino médio. Revista Ensaio, Belo Horizonte, vol. 12, no 01, p.145-158, jan-abr, 2010.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclo do ensino fundamental; introdução aos parâmetros curriculares nacionais. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Básica. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Guia de Livros Didáticos PNLD 2018: ensino médio - Biologia. Brasília: Ministério da Educação, 2015.

BRASIL. Resolução n. 38 de 15 de outubro de 2003. Institui o PNLEM. Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, 23 out. 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Guia de livros didáticos: PNLD 2012 - Biologia. Brasília: MEC/SEB, 2011.

CAMARGO, S. S.; INFANTE-MALACHIAS, M. E. A genética humana no Ensino Médio: algumas propostas. **Genética na Escola**, Ribeirão Preto, v. 2, n. 1, p. 14-16, 2007.

CÂMARA, R. H. **Análise de conteúdo: da teoria à prática em pesquisas sociais e aplicadas às organizações**. Revista Interinstitucional de Psicologia, 6 (2), jul-dez, p. 179-19, 2013.

COSTA, S. I. F.; DINIZ D. Mídia, clonagem e bioética. Cad. Saúde Pública v.16 n. 1 Rio de Janeiro jan./mar 2000.

CANTIELLO, A. C.; TRIVELATO, S. L. F. **Dificuldades de vestibulandos em questões de genética**. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 48.º, 2002, Águas de Lindóia. SBG – Sociedade Brasileira de Genética, 2002.

CARDINALI, S. M. M.; FERREIRA, A. C. **A aprendizagem da célula pelos estudantes cegos utilizando modelos didáticos tridimensionais: um desafio ético**. Revista Benjamin Constant, Ed. 46, 2010.

CARDOSO, L. R.; OLIVEIRA, V. S. **O uso de tecnologias da comunicação digital: desafios de genética mendeliana no ensino médio**. **Informática na Educação: Teoria & Prática**, v.13, n,1, jan./jun. 2010.

COSTA, S. I. F.; DINIZ D. Mídia, clonagem e bioética. Cad. Saúde Pública v.16 n. 1 Rio de Janeiro jan./mar 2000.

COSTA, M. V. (Org.) **Estudos Culturais em Educação: mídia, arquitetura, brinquedo, biologia, literatura, cinema.** Porto Alegre: Editora da Universidade, UFRGS, 2000.

CAVALCANTE, R. B.; CALIXTO, P.; PINHEIRO, M. M. K. **Análise de conteúdo: considerações gerais, relações com a pergunta de pesquisa, possibilidades e limitações do método.** Revista Inf. & Soc.:Est., João Pessoa, v.24, n.1, p. 13-18, jan./abr. 2014.

COSTA, S. I. F.; DINIZ D. Mídia, clonagem e bioética. Cad. Saúde Pública v.16 n. 1 Rio de Janeiro jan./mar 2000.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos.** São Paulo: Cortez, 2007. Coleção Docência em Formação. Acesso em: 28 out 2019.

DURÉ, R. C. ANDRADE, M. J. D. ABÍLIO, F. J. P. **Ensino de Biologia e Contextualização do Conteúdo: Quais Temas o Aluno de Ensino Médio Relaciona com o seu Cotidiano?** Departamento de Metodologia da Educação, Centro de Educação, Universidade Federal da Paraíba. Experiências em Ensino de Ciências V.13, No.1. 2018. Acesso em: 28 out 2019.

FAZENDA, Ivani. A interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa. 4. ed. Campinas: Papirus, 1994.

FONSECA, J. S.; MARTINS, G.A. **Curso de Estatística.** 6. ed. São Paulo, Atlas.1996.

FRANCO, M. L. P. B. **O livro didático e o Estado.** ANDE, ano I, n. 5, p. 19-24, 1992.

GAYÁN, E.; GARCÍA, P. E. Como escoger un libro de texto? Desarrollo de un instrumento para evaluar los libros de texto de ciencias experimentales. Enseñanza de las Ciencias, número extra, V Congreso, p. 249-250, 1997.

GOOGLE. **Introducing Google Forms.** 2012. Disponível em: <<https://googleblog.blogspot.com/2012/04/introducing-google-forms.html>>. Acesso em: 02 Set. 2019.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: estudos fundamentais. *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v. 35, n.3, p, 20-29, Mai./Jun.1995.

GRIFFITHS, A.J. F.; WESSLER, S. R.; LEWONTIN, R. C.; CARROLL, S. B. *Introdução à genética*. [Trad. por Paulo A. Motta] Rio de Janeiro. Editora Guanabara Koogan, 2008.

GRÁCIO, M. M. C.; GARRUTTI, É. A. Estatística aplicada à educação: uma análise de conteúdos programáticos de planos de ensino de livros didáticos. *Revista de Matemática e Estatística*, São Paulo, v. 23, n. 3, p.107-126, abr. 2005.

GÜLLICH, R. I. C.; EMMEL, R.; PANSERA-DE-ARAÚJO, M. C. **O livro didático no contexto do ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental**. In: VI Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia, 2013.

HERMANN, F. B.; ARAÚJO, M. C. P. Os jogos didáticos no ensino de genética como estratégias partilhadas nos artigos da revista *Genética na Escola*. *Anais. VI Encontro Regional Sul (EREBIO-SUL). XVI Semana Acadêmica de Ciências Biológicas*. 2013.

HODSON, D. In search of a meaningful relationship: an a exploration of some issues realing to integration in science and a science education. *International Journal of Science Education*, v.14, n.5, p.541-562, 1992.

KAPP, A. M.; MIRANDA, E. M.; FREITAS, D. **Possibilidades para o desenvolvimento do processo formativo dos docentes no campo biotecnológico**. In: *Simpósio Internacional de Educação à Distância – SIED e Encontro de Pesquisadores Em Educação à Distância*, 2014.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de Ensino de Biologia**. 4^a ed. Revisado e ampliado. – São Paulo: Editora da Un

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2004.

Krasilchik, M. (2004). *Prática de ensino de biologia*. 4. ed. São Paulo, SP: Edusp.

KNECHTEL, Maria do Rosário. *Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada*. Curitiba: Intersaberes, 2014.

LEWIS, J.; WOOD-ROBINSON, C. Genes, chro-mosomes, cell division and inheritance – do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, London, v. 22, n. 2, p. 177-195, 2000.

- LORETO, E. L. S.; SEPEL, L. M. N. A escola na era do DNA e da Genética. *Ciência e Ambiente*, v. 26, p.149-156, 2003.
- LORETO, E. L. S.; SEPEL, L. M. N. A escola na era do DNA e da Genética. *Ciência e Ambiente*, v. 26, p.149-156, 2003.
- MACEDO, E. Imagem e pesquisa em educação: currículo e cotidiano escolar: O livro didático como dispositivo curricular. *Rev. Educação & Sociedade*, v. 25, n. 86, p. 15-16, 2004.
- MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Boletim Técnico: Biotecnologia Agropecuária. Boletim Técnico, p. 73, Brasília – DF, 2010.
- MORAES, A. G. E. BELLUZZO, W. **O diferencial de desempenho escolar entre escolas públicas e privadas no Brasil**. *Nova Economia_Belo Horizonte_24 (2)_409-430_maio-agosto de 2014*
- MOURA, J.; DEUS, M.S.M.; GONÇALVES, N.M.N.; PERON, A.P. *Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil –breve relato e reflexão*. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 167-174, 2013.
- MOREIRA, M. C. A.; SILVA, E. P. **Concepções Prévias: uma revisão de alguns resultados sobre Genética e Evolução**. Encontro Regional de Ensino de Biologia (1:2001: Niterói) Niterói, 2001.504p.
- MORIN, E. *A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento*. 15.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.
- MONTE, V.C. *A Mata Atlântica nos livros didáticos de Ciências Naturais e Biologia*. Recife, 2003. Dissertação (Mestrado) –Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2003.
- NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H.L. e MENDONÇA, V.M. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. *Revista História, Sociedade e Educação no Brasil*, 39, p. 225-249, 2010.
- NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L.; SILVA, I. K. P.; CAMPOS, A. P. N. A seleção dos livros didáticos: um saber necessário ao professor. O caso do ensino de Ciências. *Revista Iberoamericana de Educación*, p. 1-12, 2003. Disponível em: .Acesso em: 30 out. 2019.

OLIVEIRA, E.; ENS, R. T.; ANDRADE, D. B. S. F.; MUSSIS, C. R. Análise de conteúdo e pesquisa na área da educação. Revista Diálogo Educacional, Curitiba, v. 4, n.9, p.11-27, maio/ago. 2003.

RIBEIRO, M. C. M. Genética Molecular. Florianópolis: BIOLOGIA/EAD/UFSC, 2009. Disponível em: <<https://moodle.ufsc.br>>. Acesso em: 07 Nov. 2019.

RODRIGUES, C. C.; MELLO, M. L. **A prática no ensino de genética e biologia molecular**: desenvolvimento de recursos didáticos para o Ensino Médio, 2005. Disponível em: <http://www.pucminas.br/seminarioprograd/iv_seminario/pdfs/puc_prat_ens_gen.pdf>. Acesso em: 07 Nov. 2019.

RODRIGUES, C. C.; MELLO, M. L. A prática no ensino de genética e biologia molecular: desenvolvimento de recursos didáticos para o Ensino Médio, 2005. Disponível em: . Acesso em: 20 abr. 2008.

ROSA, C. P.; RIBAS, L. C.; BARAZZUTTI, M. **Análise de Livros Didáticos. In: III Escola de Inverno de Educação Matemática**, I Encontro Nacional PIBID-Matemática, 2012.

Santos, W. L. P. (2007). Contextualização no ensino de ciências Por meio de temas CTS em uma perspectiva Crítica. Ciência & Ensino. Disponível em: <<http://prc.ifsp.edu.br>>. Acesso em 28 out 2019.

SANTOS, F. M. dos. Análise de conteúdo: a visão de Laurence Bardin. Resenha de: [BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Ed. 70, 2011, 229p.] Revista Eletrônica de Educação. São Carlos, SP: UFSCar, v.6, no. 1, p.383-387, mai. 2012.

SARTIN, R. D.; MESQUITA, C. B.; SILVA, E. C.; FONSECA, F. S. R. **Análise de conteúdo de botânica no livro didático e a formação de professores**. In: Anais do IV ENEBIO e II EREBIO da Regional 4, 2012.

SARDINHA, R.; FONSECA, M.; GOLDBACH, T. O que dizem os trabalhos dos anais dos encontros nacionais de pesquisa em ensino de ciências sobre ensino de genética. In: VII ENPEc, Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em ciências. Florianópolis: , 2009.

SCHOR, N.; BOIM, M. A.; SANTOS, O. F. P. Bases moleculares da biologia, da genética e da farmacologia. São Paulo, Editora Athneu, 2003.

SCHNEIDER, E. M.; HARMEL, D.; MEGLHIORATTI, F. A. O ensino de genética e as concepções sobre gene apresentadas por estudantes do 3o do Ensino Médio. In: Atas do

Evento Os Estágios Supervisionados de Ciências e Biologia em Debate II, V.1 p. 21, 2010.

SEDUC – Secretaria de Estado de Educação e Qualidade do Ensino. **Proposta Curricular de Biologia para o Ensino Médio.** 2012. Disponível em: <www.seduc.am.gov.br>. Acesso em: 28 out 2019.

SILVA, L.C. H; CAVALCANTI, D. P. **DNA e suas aplicações biotecnológicas: uma análise da aprendizagem dos professores da Educação Básica.** Revista da SBEnBio – Associação Brasileira de Ensino de Biologia, no 7, 2014.

SILVEIRA, M. L.; ARAÚJO, M. F. F. **O papel do livro didático de biologia na opinião de professores em formação: implicações sobre a escolha e avaliação.** Revista da Associação Brasileira de Ensino de Biologia - SBEnBio, no 7, 2014.

SOUZA, R. M.; BARRIO, J. B. M. A célula em imagens: uma análise dos livros didáticos de Biologia aprovados no PNLD 2015. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC–3 a 6 de julho de 2017.

SOUZA, R. M.; BARRIO, J. B. M. A célula em imagens: uma análise dos livros didáticos de Biologia aprovados no PNLD 2015. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC–3 a 6 de julho de 2017.

SILVA, L. R. C. da; DAMACENO, A. D.; MARTINS, M. da C. R.; SOBRAL, K. M., FARIAS, I. M. S. de. Pesquisa documental: alternativa investigativa na formação docente. In: IX Congresso Nacional de Educação – EDUCERE, III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia, 2009.

TORRES, H G; MARQUES, E. Políticas sociais e território: uma abordagem metropolitana. São Paulo em Perspectiva. São Paulo, v. 18, n. 4, Dec. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392004000400005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 30 out 2019.

SILVA, A. H.; FOSSÁ, M. I. T. Análise de conteúdo: exemplo de aplicação técnica para análise de dados qualitativos. Revista Eletrônica, Vol.17, No 1, 2015.

- VALLE, Mariana Guelero. **Argumentação na produção escrita de professores de ciências:** implicações para o ensino de Genética. 2009. 110 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2009.
- VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O livro didático de Ciências no Ensino Fundamental – proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003.
- VIGNAIS, P. *La biologie des origines à nos jours*. Les Ulis: EDP Sciences, 2001.
- VERCEZE, R. M. A. N.; SILVINO, E. F. M. **O livro didático e suas implicações na prática do professor nas escolas públicas de Guarajá-Mirim.** *Revista Práxis Educacional*, Vitória da Conquista: Edições Uesb, Vol. 4, no 4, p. 83-102, 2008.
- WILKINS, M. H. F.; STOKES, A. R.; WILSON, H. R. Molecular structure of deoxyribose nucleic acids. *Nature*, v. 171, p. 738-740, 1953
- XAVIER, M.C.; FREIRE A. S.; MORAES, M.O. A introdução dos conceitos de Biologia Molecular e Biotecnologia no Ensino de Genética no Nível Médio: há espaço para a nova Biologia? In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., Bauru, Atas... Bauru: Abrapec, 2005.
- ZANELLA, C. **As Dificuldades que os Professores Enfrentam em Sala de Aula nos Anos Iniciais da Docência.** EDUCERE 2013. Disponível em: <<https://educere.bruc.com.br/>>. Acesso em: 07 nov. 2019.