

**O ENSINO DO DOGMA CENTRAL DA BIOLOGIA MOLECULAR:
DIFICULDADES E DESAFIOS*****TEACHING THE CENTRAL DOGMA OF MOLECULAR BIOLOGY:
DIFFICULTIES AND CHALLENGES******LA ENSEÑANZA DEL DOGMA CENTRAL DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR:
DIFICULTADES Y DESAFÍOS***

Xaiane Martins Silva FREITAS¹
Hiléia Monteiro MACIEL-CABRAL²
Cirlande Cabral da SILVA³

RESUMO: A questão do ensino e aprendizagem do Dogma Central da Biologia Molecular é extremamente complexa, pois exige do aluno um aporte teórico e um grau de abstração que vai além daquele que o mesmo está acostumado. A pesquisa objetivou analisar que metodologias alternativas colaboram efetivamente para o ensino e aprendizagem do Dogma Central para os alunos do Ensino Médio. A pesquisa foi realizada no Instituto Federal do Amazonas, em duas turmas do 2º ano do ensino médio, que foram divididas em dois grupos, sendo uma turma para a aplicação dos modelos alternativos e a outra, não. Em relação à utilização dos materiais facilitadores foi observado que são de grande relevância, pois tornam essas aulas mais compreendidas e dinâmicas, sendo isso percebido através do instrumento de avaliação aplicado nessa pesquisa. Portanto, cabe ao professor, enquanto agente mediador do conhecimento, desenvolver habilidades para identificar as diferentes formas de aprender dos seus alunos e adaptar suas metodologias a fim de levá-los a uma aprendizagem, de fato, relevante, tornando o processo de ensinar e aprender muito mais dinâmico e prazeroso, principalmente, em se tratando de um tema complexo como o Dogma Central.

Palavras-chave: Ensino da genética. Dogma Central da Biologia. Modelos didáticos.

ABSTRACT: *The question of the teaching and learning of the Central Dogma of Molecular Biology is extremely complex since it requires of the student a theoretical contribution and a degree of abstraction that goes beyond what he is accustomed to. The research aimed to analyze which alternative methodologies effectively collaborate for the teaching and learning of the Central Dogma for high school students. The research was conducted at the Federal Institute of Amazonas in two classes of the second year of high school that were divided into two groups, one group for the application of alternative models and the other not. Regarding the use of facilitating materials, it was observed that they are of great relevance, since they make these classes more understood and dynamic, being this perceived through the evaluation instrument applied in this research. Therefore, it is up to the teacher, as a mediator of*

¹ Mestranda em Biotecnologia pela Universidade Federal do Amazonas. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3480-9401>. E-mail: xmsf.bio@uea.edu.br

² Doutoranda em Ensino de Ciências e Matemática. Professora da Universidade do Estado do Amazonas. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2748-6314>. E-mail: hileiamaciel@gmail.com

³ Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM). ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7354-1770>. E-mail: cirlandecabral@gmail.com

knowledge, to develop skills to identify the different ways of learning of his students and adapt their methodologies to lead them to learn to make the process of teaching and learning much more dynamic and pleasurable, chiefly in the case of a complex subject such as the Central Dogma.

Keywords: Genetics Teaching. Central Dogma of Biology. Didactic Models.

RESUMEN: La cuestión de la enseñanza y aprendizaje del Dogma Central de la Biología Molecular es extremadamente compleja, pues exige del alumno un aporte teórico y un grado de abstracción que va más allá de aquel que el mismo está acostumbrado. La investigación objetivó analizar qué metodologías alternativas colaboran efectivamente para la enseñanza y aprendizaje del Dogma Central para los alumnos de la Enseñanza Media. La investigación fue realizada en el Instituto Federal del Amazonas en dos grupos del 2º año de la enseñanza media que fueron divididos en dos grupos, siendo una clase para la aplicación de los modelos alternativos y la otra no. En cuanto a la utilización de los materiales facilitadores fue observado que son de gran relevancia, pues hacen que estas clases sean más comprensibles y dinámicas, siendo esto percibido a través del instrumento de evaluación aplicado en esa investigación. Por lo tanto, corresponde al profesor, como agente mediador del conocimiento, desarrollar habilidades para identificar las diferentes formas de aprender de sus alumnos y adaptar sus metodologías a fin de llevarlos a un aprendizaje de hecho relevante, haciendo el proceso de enseñar y aprender mucho más dinámico y placer, principalmente en lo que se refiere a un tema complejo como el Dogma Central.

Palavras chave: Enseñanza de la Genética. Dogma Central de la Biología. Modelos Didácticos.

Introdução

A questão do ensino e aprendizagem do Dogma Central da Biologia Molecular é extremamente complexa, pois exige do aluno um aporte teórico e um grau de abstração que vai além daquele que ele está acostumado.

Os alunos do ensino médio apresentam muitas dificuldades para a absorção desses conceitos, ou mesmo a retenção e resolução de problemas que envolvam essa temática. Além disso, o Dogma Central é a *porta de entrada* para que os alunos possam, futuramente, dominar conteúdos mais complexos. O Dogma Central é o paradigma da Biologia Molecular que está organizado da seguinte forma: 1) Replicação do DNA (no qual o DNA faz uma cópia de si mesmo para a perpetuação da informação genética; 2) Transcrição, onde a informação genética que estava armazenada na molécula de DNA será repassada (síntese) para uma fita de RNA e 3) a Tradução, que consiste na decodificação da informação genética que outrora estava na molécula de RNA em um produto gênico funcional, seja um RNA ou uma proteína.

Atualmente, é visível a questão da falta de preparo das aulas pelos professores sobre essa temática (devido sua complexidade), a qual é acompanhada de outros fatores tais como, a falta de tempo, pelo fato do professor dar aula em várias escolas, ter muitas turmas e não ter o tempo necessário para o preparo de seu material ou mesmo a falta de recursos didáticos como material de expediente, projetores, ausência de laboratório, entre outros.

Uma aula bem preparada, com os recursos didáticos apropriados e com o domínio do conteúdo, aumenta a possibilidade de retenção e aprendizado e, conseqüentemente, um sucesso maior quanto a assimilação desses conceitos pelos alunos.

Pelos motivos destacados acima e tendo em vista que os alunos do ensino médio estarão finalizando seus estudos, é essencial que tenham o conhecimento claro dos conteúdos do Dogma Central da Biologia para que possam continuar seus estudos, quem sabe, em Genética, ou outro curso superior das Ciências Biológicas, sem maiores dificuldades. Desse modo, é necessário que a base seja solidificada para que não tenham problemas no futuro.

Sabendo que o ensino da genética é um dos ramos mais desafiadores no processo de ensino é importante o domínio desses conteúdos (Dogma Central) para que os alunos possam perceber, dialogar e entender conteúdos mais abstratos. Percebe-se, aqui, o grande desafio para a construção de uma rede de significados para o entendimento dos conceitos relacionado com o Dogma Central, tendo em vista que o ensino de Biologia deve proporcionar aos discentes os meios efetivos para o entendimento do dinamismo e a integração que caracterizam esse campo de conhecimento.

Diante do exposto, o objetivo central desse artigo foi analisar quais metodologias colaboram, efetivamente, para o ensino e aprendizagem do Dogma Central da Biologia para os alunos do Ensino Médio.

O dogma central da Biologia Molecular: um breve histórico

O desenvolvimento da Genética se dá em meados do século XIX pelos estudos do frade agostiniano Gregor Johann Mendel, um austríaco, que executava experiências extensivas com plantas de ervilha doce. Seu trabalho usando como modelo as ervilhas, publicado em 1865, descreveu o que hoje conhecemos como Herança Mendeliana. A teoria principal apresentada era a de que as características das plantas, cores, por exemplo, deviam-se a elementos hereditários, conhecidos hoje como genes. Suas

pesquisas delimitavam como unidade de herança hereditária um *caráter* que não mudava e era passado à prole. Mesmo sem ter os conhecimentos concretos dos elementos que agiam sobre esse fenômeno, Mendel os denominou como *fatores* da herança (AMABIS; MARTHO, 1990; SNUSTAD; SIMMONS, 2001; GRIFFITHS *et al.* 2009). A partir disso, elaborou a Lei da Segregação, na qual explicou que na fase de formação dos gametas, os pares de fatores, se segregavam. Esses estudos foram a base para se compreender os princípios de genética (MARTINS, 2002).

No entanto, o significado científico da descoberta de Mendel não foi reconhecido em seu tempo, vindo sua obra a ser redescoberta a partir de 1900, quando Hugo de Vries, Carl Correns e Erich von Tschermak, puderam verificar a importância de suas descobertas para o mundo da genética e, em consequência disso, Gregor Mendel ficou reconhecido como o Pai da Genética (ROSA, 2012).

Desde então, um grupo de geneticistas, liderado por Thomas Hunt Morgan, desenvolveu o conceito de Mendelismo, que foi amplamente aceito em 1925. Ao lado do trabalho experimental, matemáticos desenvolveram o quadro estatístico da genética de populações, trazendo as explicações genéticas para os estudos de evolução.

Com os padrões básicos de herança genética estabelecidos, os cientistas dedicaram-se, então, às investigações da natureza física do gene. Nos anos 1940 e início da década de 50, experimentos apontavam o Ácido Desoxirribonucleico (DNA) como parte de cromossomos que continha os genes.

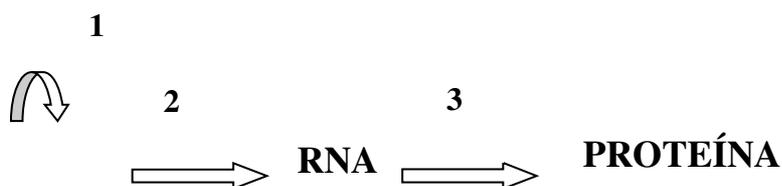
Segundo Rosa (2012) os pesquisadores James Watson e Francis Crick, em 1953, baseados em trabalhos sobre o DNA, como os trabalhos de Erwin Chargaff sobre a composição do DNA e as proporções das bases e de Maurice Wilkins abrangendo a difração de raios-X de moléculas de DNA, publicaram na revista científica *Nature* um trabalho denominado *Estrutura molecular dos ácidos nucléicos - Uma Estrutura para o Ácido Desoxirribonucleico*, que descrevia a estrutura do DNA.

Dessa forma, Watson e Crick descreveram o DNA como uma dupla fita, enrolada em hélice ao redor de um eixo, sendo as fitas antiparalelas, com uma estrutura periódica que se repete a cada 10 nucleotídeos. As bases nitrogenadas das duas fitas estão voltadas para o interior da hélice e pareiam de forma complementar entre si, na qual Adenina se liga à Timina e Guanina se liga à Citosina. Somente depois desse modelo, o DNA foi considerado o material genético, pois sua própria estrutura já dava fortes indícios de como ocorreria a sua replicação e como era guardada a informação genética.

De acordo com Brown (1999), a partir do reconhecimento do DNA como responsável pela transmissão da herança hereditária, sendo ele o material genético, ampliaram-se os estudos sobre como se davam esses mecanismos chegando à conclusão de três processos fundamentais: a Replicação, Transcrição e Tradução, os quais se fazem presentes em todas as formas de vida, e por isso denominou-se o Dogma Central da Biologia, que é nosso objeto de investigação..

O Dogma Central (Figura 1) determina o paradigma da Biologia Molecular, em que a informação é passada através da replicação do DNA e é traduzida através de dois processos: a transcrição que converte a informação do DNA em uma forma mais acessível - uma fita de RNA complementar - e através da tradução, que converte a informação contida no RNA em proteínas.

Figura 1 - Representação simbólica do fluxo de informações determinado como Dogma Central da Biologia Molecular.



Fonte: Fre

Na representação acima, as setas indicam o sentido do fluxo da informação genética. A primeira seta (n=1) que sai do DNA e retorna a ele mesmo, indica o processo de Replicação onde o DNA serve como molde de sua própria replicação. A seta seguinte (n=2,) localizada entre o DNA e o RNA indica o processo de Transcrição que irá utilizar a fita de DNA como molde para a síntese do RNA e, em seguida, a terceira seta (n=3) indica o processo de Tradução, na qual a fita de RNA será lida (traduzida) para a síntese de proteínas ou de um produto gênico funcional. Esse sentido é unidirecional, sendo observados em todos os seres vivos, por isso denominado de Dogma Central da Biologia Molecular.

Procedimentos metodológicos

Tipo e local da pesquisa

Esta pesquisa é de natureza, predominantemente, qualitativa. Dessa forma, concordamos com Minayo (2012) quando afirma que pesquisas dessa natureza respondem a questões muito particulares e trabalha com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores e das atitudes dos indivíduos envolvidos

Este trabalho contou com a participação e interação dos pesquisadores com o grupo pesquisado. Em virtude disso, podemos classificá-la quanto ao tipo de pesquisa, como pesquisa participante. Segundo Gil (2017) esse tipo de pesquisa caracteriza-se pela interação entre pesquisador e membros da situação investigada, mostrando-se bastante comprometida com a minimização da relação entre dirigentes e dirigidos.

Para Brandão (1998) a pesquisa participante é definida como sendo a metodologia que procura incentivar o desenvolvimento autônomo (autoconfiante) a partir das bases e uma relativa independência do exterior. Desse modo, não se minimizam as funções dos participantes apenas ao cumprimento de tarefas, pois todos são detentores do conhecimento produzido e colaboradores na pesquisa. Assim, ao nos apropriarmos da pesquisa participante, interagimos com os estudantes e juntos construímos os conhecimentos e entendimento necessários sobre o Dogma Central da Biologia Molecular.

O estudo foi desenvolvido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas/*Campus* Manaus Centro (IFAM/CMC).

Sujeitos envolvidos

A pesquisa foi realizada com duas turmas do 2º ano de Ensino Médio, no ano de 2018, sendo uma turma com 40 alunos, cursando o Ensino Médio Integrado em Química; a segunda turma com 38 alunos, cursando Ensino Médio Integrado em Eletrotécnica. Assim, totalizando 78 alunos. É importante ressaltar que, inicialmente, foi entregue o Termo de Anuência à direção da escola e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) aos alunos e ao professor regente da turma.

Instrumentos de coletas de dados

Como instrumento de coleta de dados foram realizadas observações sistemáticas que, para Marconi e Lakatos (2010), é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações e utilizar os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade.

Além das observações, houve a aplicação de um questionário com os alunos das duas turmas integrantes da pesquisa com o objetivo de verificar, após a aplicação do modelo didático, se ocorreram diferenças significativas na aprendizagem dos alunos. Concordamos com Manzini (2003) quando afirma que o questionário é um instrumento que tem sido muito utilizado para coleta de dados nos trabalhos de pesquisa, mas que precisa ser planejado cuidadosamente, sempre respeitando as questões da linguagem e o roteiro a ser utilizado.

Nesse questionário foram desenvolvidas 5 (cinco) questões abertas com o objetivo de permitir a liberdade de respostas de acordo com o conhecimento dos alunos, evitando as limitações que as perguntas fechadas dispõem. De acordo com Marconi e Lakatos (2010), as perguntas abertas permitem ao informante responder livremente, usando linguagem própria e suas emitir opiniões.

O questionário foi impresso em papel sulfite A4 e distribuído durante um tempo da aula para que fossem respondidos, individualmente, pelo aluno, de forma que o professor foi lendo as perguntas e dando um espaço de tempo necessário para que todos os alunos as respondessem. Ao final, foram todas recolhidas para que as respostas fossem analisadas, posteriormente.

Sucedendo a aplicação do questionário, as duas turmas do 2º ano do ensino médio foram classificadas em dois grupos: o primeiro grupo foi composto pelos alunos da primeira turma T1 (ensino médio integrado em Química), na qual foram aplicadas as aulas expositivas e as aulas baseadas na construção dos modelos didáticos pelos alunos. O segundo grupo foi composto pela segunda turma T2 (ensino médio integrado em Eletrotécnica), em que foram aplicadas somente aulas expositivas sem a construção dos modelos didáticos.

Estabelecemos um quantitativo de 10 (dez) aulas para T1, o que incluiu as aulas para a elaboração dos modelos didáticos e 8 (oito) aulas para T2, na qual não foram desenvolvidas as aulas com a atividade da elaboração dos modelos.

Como a *turma modelo* escolhida foi a T1 (que elaborou os modelos didáticos), esta foi dividida em 3 grupos para desenvolverem seus próprios modelos didáticos, a

partir dos materiais disponibilizados pelo professor. Ao final das atividades, aplicamos uma avaliação nas duas turmas para verificar o grau de compreensão dos assuntos abordados

Resultados e Discussão

Sobre os conceitos básicos de Genética

Em relação ao nível de conhecimento sobre os conceitos básicos da Genética oriundo dos conteúdos estudados pelos alunos, foi aplicado o questionário individualmente, sendo ele constituído por seis perguntas: i) O que é hereditariedade ?; ii) Como você define o DNA?; iii) Como o DNA está relacionado com a herança gênica?; iv) Qual a composição do DNA?; v) O que são genes e como eles se relacionam com a genética? vi) O que são cromossomos?

Abaixo, a Tabela 1 corresponde aos percentuais que representam o resultado obtido através da aplicação do questionário, visando observar a que nível se encontrava os estudantes perante os conceitos básicos de genética.

Tabela 1 - Perguntas respondidas pelos alunos e o % de respostas obtidas.

Perguntas	Respostas em %
1. O que é hereditariedade?	
“ Quando um determinado gene é passado de geração em geração. ”	18%
“Processo que transmite informações genéticas através da produção de genes.”	15%
“Características herdadas de seus pais. ”	35%
Não souberam responder	32%
2. Como você define DNA?	
“É o que carrega os genes”	15%
“Carrega informações genéticas”	38%
“É uma informação genética”	22%
Não souberam responder.	35%
3. O DNA está relacionado com a herança genética?	
Sim	57%
Não	18%
Não souberam responder.	25%
4. Pelo o que é composto o DNA?	
“Partes de genes”	12%
“Fita dupla e letras”	23%
“Moléculas orgânicas”	8%
Não souberam responder.	57%

5. Na sua concepção o que são genes?	
“Partes do DNA que levam informações”	27%
“Informações do DNA”	25%
Não souberam responder.	48%
6. O que são cromossomos?	
“Sequências do DNA”	2%
“São genes”	2%
“DNA na forma densa”	2%
Não souberam responder.	94%

Fonte: Freitas (2019).

Quanto às respostas da primeira pergunta (O que é Hereditariedade?) da tabela acima (Tabela 1, 35% dos alunos não souberam responder e 65% se encaixaram nas seguintes categorias de respostas: “*Características herdadas de nossos pais*”; “*Quando um determinado gene é passado de geração em geração*”; “*Processo que transmite informação genéticas através da produção de genes*”.

Observamos que apesar dos alunos realizarem relações entre hereditariedade, transmissão de informações genéticas e genes, não há, de fato, uma compreensão total do conceito de hereditariedade, resultado que é corroborado pelos estudos de Pedrancini (2011), ao afirmar que muitos alunos apresentam dificuldades na elaboração dos conceitos científicos referentes à hereditariedade.

Quando analisamos a pergunta 2 (Como você define DNA?) é perceptível que os alunos fazem associações relevantes entre DNA, genes e informação genética. No entanto, assim como na primeira pergunta, não é demonstrado uma compreensão clara do conceito, pois 38% dos alunos não souberam responder e os demais (62%) se encaixaram nas seguintes categorias de respostas: “*O que carrega os genes*”, “*Carrega Informações Genéticas*”, “*É uma informação Genética*”.

Em seguida, a pergunta 3 questionava se o DNA possui relação com a herança genética; 25% dos estudantes não souberam responder, 18% afirmaram que não há relação entre os conceitos e 57% afirmam que há relação entre o DNA e a herança genética. Nota-se, assim, que 43% dos alunos não conseguiram relacionar o DNA à herança genética.

Em relação à pergunta 4 (composição do DNA) observamos uma maioria de 57% dos alunos que não souberam responder e os 43% restantes parece não compreender, de fato, esse conceito se encaixando nas seguintes categorias de respostas, são: “*Parte de genes*”. “*Fita dupla e letras*”. “*Moléculas orgânicas*”.

Em um estudo realizado por Pedrancini (2007) este observou que em relação à composição do DNA, cerca de 30% dos entrevistados afirmavam que não se recordavam da composição química dessa molécula; outros “consideraram que o DNA é constituído por “uma filinha de letrinhas”; “por trinca de bases ou quatro aminoácidos” ou “pela adenina, timina, um outro que começa com U e um negocinho que era um pentágono”.

Na pergunta 5, ao serem questionados sobre o que são genes e qual a relação dos mesmo com a genética, temos o quantitativo de 48% dos alunos que não souberam responder à questão, sobrando o percentual de 52% dos alunos que mais uma vez fazem associações relevantes entre os conceitos. No entanto, não conseguem compreendê-los de forma clara, se enquadrando nas seguintes categorias de respostas: “*Partes do DNA que levam Informações*”; “*Informações do DNA*”.

Por fim, ao serem questionados sobre o que são cromossomos, pergunta 6, temos surpreendentemente 95% dos alunos que não souberam responder à questão, ficando distribuídos os 5% restantes nas seguintes categorias de respostas: “*Sequência de DNA*”; “*São genes*”; “*DNA na forma densa*”.

Notamos uma grande dificuldade de os alunos interpretarem o conceito de cromossomos, logo, percebemos que apesar dos mesmos se apropriarem da palavra nem sempre fazem o mesmo em relação ao seu conceito. Desse modo, concordamos com Pedrancini (2007) quando afirma que quando o sujeito se apropria de uma palavra, não significa que se apropriou do conceito que esta palavra expressa.

Dessa forma, percebemos que, de fato, esses conceitos não estão claros perante os alunos, ou seja, apesar de serem abordados na sala de aula os estudantes não conseguiram, ainda, se apropriar dos mesmos e, assim, chegarem a uma aprendizagem potencialmente significativa, fazendo-se necessário que o professor interprete essas dificuldades e intervenha no processo de ensino para tentar saná-las.

Aplicação das aulas expositivas dialogadas

A aula expositiva dialogada consistiu na exposição dos conteúdos com a participação ativa dos alunos, considerando seus conhecimentos prévios e tornando-os ponto de partida para a aula. Dessa forma, o educador direciona os educandos a questionamentos, interpretações e discussão do objeto de estudo relacionados à sua realidade. (ANASTASIOU; ALVES, 2004).

A escolha por desenvolver as aulas através de aulas expositivas dialogadas se dá pela necessidade de se avaliar a eficácia da aplicação dos modelos didáticos, como metodologia facilitadora, que seriam posteriormente aplicadas à turma T1 e, para isso, teríamos que seguir o modelo de aula que o grupo já estava habituado a ter com o professor titular. Ademais, os resultados obtidos através do questionário diagnóstico nos impõem e nos motivam a trabalhar com aulas diferenciadas com o intuito de facilitar o processo ensino aprendizagem.

Após a aplicação do questionário demos início às aulas expositivas dialogadas abordando conteúdos de Genética Molecular e seus principais processos: Replicação, Transcrição e Tradução, que é o objeto desse estudo.

Considerando que trabalhar com o Dogma Central requer o domínio de vários conceitos diferenciados (replicação, transcrição, tradução, código genético etc.), o aluno, além de apresentar uma disposição prévia para aprender, deverá apresentar domínio desses conceitos, decidimos fazer 18 encontros (aulas) de 50 minutos cada, sendo 10 (aulas) desenvolvidas com a turma T1, e 8 aulas com a turma T2. Essa diferença no número de aulas se deu pelo fato de que não foram aplicadas as aulas práticas (construção dos modelos) para a turma T2. Com exceção da 4ª e da 9ª aula, todas as demais foram desenvolvidas com as duas turmas com os seguintes assuntos: Introdução à Genética; Primeira Lei de Mendel; Segunda lei de Mendel; Aula Prática: “Cruzamentos Mendelianos – o Bingo das ervilhas”; Resolução de listas de exercícios; Introdução à genética Molecular; Replicação e Transcrição do DNA; Síntese de Proteínas e Código Genético; Aplicação de modelos facilitadores; Aplicação de instrumento avaliativo.

A primeira aula ministrada (Introdução à Genética) teve o objetivo de abordar a história da Biologia Molecular, o conceito de gene, cromossomos, composição e estrutura do DNA. Percebemos, durante as aulas, que existe muita curiosidade por parte dos alunos quando se fala dos processos da Biologia Molecular, há inúmeros questionamentos sobre os processos em que a hereditariedade está relacionada como: *“porque parecemos com nossos pais”*; *“porque não nasci com olhos azuis já que um dos meus pais possui essa características”* ou, ainda, *“como pode dois gêmeos serem completamente diferentes”*; perguntas dessa natureza serviram como ponto de partida para desenvolvermos nossas aulas dialogadas.

Observamos uma boa interação dos alunos com a aula ministrada. Percebemos diversos momentos em que os alunos demonstravam uma certa incompreensão dos

processos e conceitos, sendo necessário revê-los e torná-los mais assimiláveis. Nesse ponto é que percebemos a maior dificuldade, tanto por parte dos estudantes que precisam trazer os conceitos para um plano mais real, quanto para o professor que procura fazer analogias relacionadas com algo da realidade dos alunos. Na esteira desse pensamento, concordamos com Pimenta e Anastasiou (2002) quando afirmam que ao aprender um conteúdo, apreende-se também determinada forma de pensá-lo e de elaborá-lo, motivo pelo qual cada área exige formas de ensinar e de aprender específicas, que explicitem as respectivas lógicas.

Aplicação dos modelos didáticos - dogma central

A proposta para trabalharmos os processos de replicação, transcrição e tradução foi realizada através da construção de modelos didáticos, visto que a construção deles, pelos alunos é um meio facilitador do conhecimento pois, como afirmam Breda e Picanço (2011), os modelos didáticos podem ser usados como uma estratégia auxiliar, desenvolvendo o raciocínio crítico e tornando o aprendizado prazeroso, principalmente em temáticas de difícil compreensão.

Essa atividade foi dividida em 3 equipes (Figura 2) e cada equipe, após os conceitos trabalhados em sala de aula, desenvolveu seu próprio modelo didático a partir dos materiais que disponibilizamos para a construção dos modelos.

Figura 2 - Confeção inicial do modelos didáticos pela T1 – Grupo 2.



Fonte: Freitas (2019).

A figura A corresponde à confecção da “forquilha de replicação; a figura B corresponde ao processo de transcrição e a figura C corresponde à síntese proteica (Tradução).

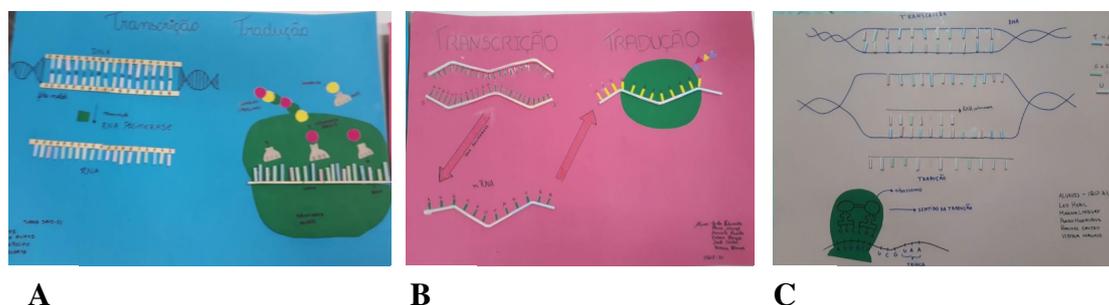
Como resultado da preparação dos modelos percebemos um grande envolvimento dos alunos com a atividade, tirando-os da posição passiva e de mero expectador, colocando-os como agentes ativos do seu processo de aprendizagem. Durante a atividade percebemos uma compreensão mais fluida dos conceitos abordados nas aulas, visto que mediar o ensino dos processos da Biologia Molecular é bastante desafiador, por ser um assunto complexo e abstrato.

Desse modo, trabalhar com materiais diferenciados se torna uma ótima ferramenta para o professor otimizar suas aulas. Deixamos as três equipes bastante à vontade para que discutissem e montassem aquele modelo que achassem mais apropriado. Com isso, percebemos que cada equipe partiu de ideias diferentes para a utilização dos materiais e à produção de seus modelos.

O Grupo 2, por exemplo, utilizou os palitos de picolé para a montagem de RNA transportador(Figura 3), enquanto o Grupo 1 usou canudinhos de plástico. Além disso, foi perceptível, através da observação dos modelos confeccionados pelos alunos, que eles compreenderam os conceitos usados nas aulas expositivas dialogadas, tais como o conceito de complementaridade de bases nitrogenadas, no qual Adenina se une à Timina (A-T) e Guanina se une à Citosina (G-C), bem como pela utilização correta da enzima que participa do processo de replicação.

Outro fator a ser destacado é que durante a confecção dos modelos os alunos fizeram a substituição correta da base Adenina pela base Uracila na formação do RNA-mensageiro (mRNA), algo que certamente eles demonstram dificuldade da parte teórica quando esses assuntos são abordados. Ainda foi possível perceber que a organela participante do processo de Tradução, o ribossomo, também é representada por todos os grupos de forma correta, assim como o transporte dos aminoácidos pelo RNA-transportador (tRNA) obedecendo a complementariedade de base e as tricas de códon-anticódon (Figura 3).

Figura 3 - Confeção final do modelos didáticos pela T1.



Fonte: Freitas (2019).

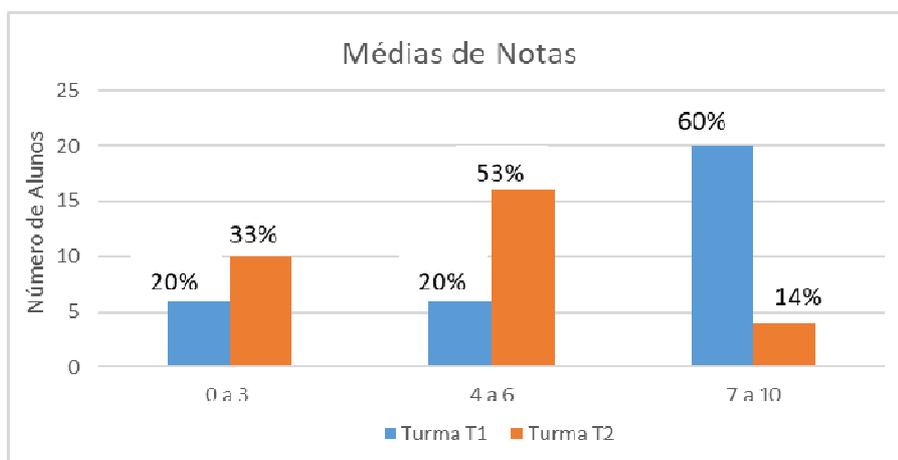
A figura **A** corresponde à síntese proteica (Tradução); a figura **B** corresponde ao processo de transcrição (síntese do RNA) e leitura do RNA pelo ribossomo e a figura **C** corresponde à formação da bolha de transcrição para a síntese do RNA.

Aplicação do instrumento avaliativo

Após a aplicação do modelo didático em apenas uma turma (na outra turma utilizamos apenas a aula convencional, sem a aplicação do modelo didático) utilizamos um instrumento para verificar o grau de compreensão das duas turmas. A avaliação questionava sobre os processos do *Dogma Central da Biologia Molecular: Replicação, Transcrição e Tradução*, abordando sobre seus mecanismos e principais enzimas envolvidas.

A avaliação foi aplicada de forma igual tanto para turma T1 quanto para a turma T2, tendo o total de 62 alunos participantes, sendo 32 alunos da turma T1 e 30 alunos da turma T2. O objetivo desse instrumento avaliativo era de verificar se havia ocorrido diferenças significativas na assimilação dos conteúdos nessas duas turmas. Desse modo, o gráfico abaixo (Figura 4) relaciona as médias obtidas entre as duas turmas:

Figura 4 - Resultados das respostas da avaliação e a comparação entre a turma T1 e turma T2.



Fonte: Freitas (2019).

De acordo com os dados acima (Figura 4) foi possível observar que na turma T1, na qual foram aplicadas as aulas práticas, que 60% da turma (cerca de vinte alunos) obteve média em torno de 7 a 10; 20% deles (seis alunos) ficaram com a média entre 4 a 6 e 20% (seis alunos), ficaram com média entre 0 a 3. No entanto, na turma T2, a turma que não teve as aulas práticas, 53% (cerca de dezesseis alunos) obteve média em torno de 4 a 6; 33% (dez alunos) ficaram com a média entre 0 a 3 e 14% (quatro alunos) entre 0 a 3. Sabendo que a média para se considerar aprovado é 7, percebemos que a turma T1 obteve 60% de aprovação enquanto a turma T2, apenas 14%.

Esses dados são corroborados pelos resultados de Almeida (2003) que percebeu (ao utilizar modelos tridimensionais e ilustrações) que houve uma melhoria na capacidade dos discentes de absorver e se apropriar das informações em comparação com métodos tradicionais. Da mesma forma, Beltramini et. al. (2006) perceberam ao utilizar modelos didáticos a alta relevância que esse instrumento apresenta, proporcionando associações críticas de conceitos básicos com temas científicos atuais.

Considerações finais

À vista do que foi abordado durante toda a discussão levantada verificamos a grande relevância que o ensino do Dogma Central da Biologia Molecular atribui para o ensino da Biologia, sendo de fundamental importância o domínio desses conteúdos,

pelos alunos, a fim de promover o diálogo entre os demais conteúdos da Biologia, assim como compreender os demais conteúdos genéticos.

Foi bastante perceptível que as dificuldades no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos de Genéticas estão, de fato, presentes em nossas salas de aulas. No entanto, acreditamos que através de métodos diferenciados de ensino poderá ocorrer um ganho significativo na aprendizagem dos alunos, além de despertar o interesse e a motivação.

Existe um grande desafio para a construção de uma rede de significados para o entendimento dos conceitos relacionado com o Dogma Central, tendo em vista que o ensino de Biologia deve proporcionar aos discentes meios efetivos para o entendimento do dinamismo e a integração que caracterizam esse campo de conhecimento. Tais desafios precisam ser revistos e superados dentro do âmbito do ensino através do desenvolvimento de estratégias que busquem facilitar o processo ensino aprendizagem.

Nesse caso, cabe ao professor, enquanto agente mediador do conhecimento, desenvolver habilidades para identificar as diferentes formas de aprender dos seus alunos e adaptar suas metodologias no sentido de levá-los a uma aprendizagem de fato relevante, tornando o processo de ensinar e aprender muito mais dinâmico e prazeroso.

Referências

- ALMEIDA, J.M.S. **Construindo a célula animal em sala de aula**. In: Anais II Encontro Regional de Ensino de Biologia, Niterói, 2003.
- AMABIS, J.P.; MARTHO, G.R. **Fundamentos da biologia moderna**. São Paulo: Moderna, 1990.
- ANASTASIOU, L. G. C; ALVES, L. P. Estratégias de ensinagem. In: ANASTASIOU, L. G. C; ALVES, L. P. **Processos de ensinagem na universidade**: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. Joinville: Univille, 2004.
- BELTRAMINI, L.M.; ARAÚJO, A. P.; OLIVEIRA, T. H.; SANTOS, A.L.D.; SILVA, A. R.; SANTOS, N. F. A new three-dimensional educational model kit for building DNA and RNA molecules: development and evaluation. Biochem. **Mol. Biol. Educ.** v. 34, n.3, p. 187-193, 2006.
- BRANDÃO, C. R. **Participar-pesquisar**. In: BRANDÃO, C. R. (org.). Repensando a pesquisa participante. São Paulo: Brasiliense, 1998.
- BREDA, T. V.; PICANÇO, J. L. A educação ambiental a partir de jogos: aprendendo de forma prazerosa e espontânea. In: SIMPÓSIO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E TRANSDISCIPLINARIDADE, Goiânia. **Anais**. Goiânia: NUPEAT, 2011.

BROWN, T. A. **Genética: um enfoque molecular**. Rio de Janeiro: G. Koogan, 1999.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2017.

GRIFFITHS, A. J. F.; WESSLER, S. R.; LEWONTIN, R. C.; CARROLL, S. B. **Introdução à genética**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.

MANZINI, E. J. Análise de artigos da Revista Brasileira de Educação Especial (1992-2002). **Revista Brasileira de Educação Especial**. v. 9, n. 1, p. 13-23, 2003.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2010.

MARTINS, L.A.P. Bateson e o programa de pesquisa mendeliano. **Episteme. Filosofia e História da Ciências em Revista**, n. 14, p. 27- 55, 2002.

MINAYO, M. C. S. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

PEDRANCINI, V. D.; CORAZZA, M. J.; GALUCH, M. T. B. Mediação pedagógica e a formação de conceitos científicos sobre hereditariedade. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 10, n. 1, p. 109-132, 2011.

PEDRANCINI, V. D.; CORAZZA, M. J.; GALUCH, M. T. B.; MOREIRA, A. L. O. R.; RIBEIRO, A. C. RIBEIRO. Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n.2, p. 299-309. 2007.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. G. C. **Docência no ensino superior**. São Paulo: Editora Cortez, 2002.

ROSA, C. A. de P. **História da ciência: a ciência e o triunfo do pensamento científico no mundo contemporâneo**. Brasília: FUNAG, 2012.

SNUSTAD, D.P.; SIMMONS, M.J. **Fundamentos de genética**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

Recebido: 04/04/2019.

Aceito: 13/01/2020.

Publicado: 27/05/2020.

Como referenciar este artigo:

FREITAS, Xaiane Martins Silva; MACIEL-CABRAL, Hiléia Monteiro; SILVA, Cirlande Cabral da. O ensino do dogma central da Biologia Molecular: dificuldades e desafios. **EDUCA - Revista Multidisciplinar em Educação**, Porto Velho, v, 7, p. 452-468, jan./dez., 2020. DOI: 10.26568/2359-2087.2020.4142. Disponível em: <http://www.periodicos.unir.br/index.php/EDUCA/issue/archive>. e-ISSN: 2359-2087.