

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL**

KELLY CRISTINA PAES

**DA MOLÉCULA DE DNA ÀS PROTEÍNAS: DINAMIZANDO O ENSINO
POR MEIO DE MATERIAIS DIDÁTICOS E LUDICIDADE**

SÃO MATEUS/ES

2019

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL**

KELLY CRISTINA PAES

**DA MOLÉCULA DE DNA ÀS PROTEÍNAS: DINAMIZANDO O ENSINO
POR MEIO DE MATERIAIS DIDÁTICOS E LUDICIDADE**

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO) da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia, na área de concentração Comunicação, Ensino e Aprendizagem em Biologia.

Orientador: Profa. Dra. Karina Carvalho Mancini.

**SÃO MATEUS/ES
2019**

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

P126m Paes, Kelly Cristina, 1981-
Da Molécula de DNA às proteínas: Dinamizando o ensino por meio de materiais didáticos e ludicidade / Kelly Cristina Paes. - 2019.
96 f. : il.

Orientadora: Karina Carvalho Mancini.
Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo.

1. Aprendizagem. I. Carvalho Mancini, Karina. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Universitário Norte do Espírito Santo. III. Título.

CDU: 57

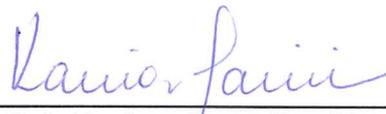
KELLY CRISTINA PAES

**DA MOLÉCULA DE DNA ÀS PROTEÍNAS: DINAMIZANDO O ENSINO
POR MEIO DE MATERIAIS DIDÁTICOS E LUDICIDADE**

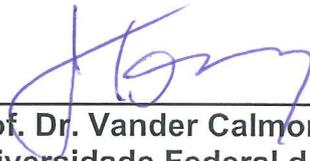
Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO) da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Aprovado em 28 de novembro de 2019

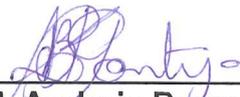
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof^a. Dr^a. Karina Carvalho Mancini
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora



Prof. Dr. Vander Calmon Tosta
Universidade Federal do Espírito Santo



**Prof^a. Dr^a. Andreia Barcelos Passos
Lima Gontijo**
Universidade Federal do Espírito Santo

DEDICATÓRIA

*Dedico a minha família, aos meus pais, meu marido e aos meus amados filhos por
todo o apoio e incentivo.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente aos meus pais, minha mãe Maria Tereza Chevrand Paes e ao meu pai Manoel Jose Paes, por sempre me apoiarem em minhas decisões e incentivarem a continuidade de meus estudos. Ao meu marido André Vasconcellos Araújo, por toda paciência e apoio para que eu pudesse cumprir esta etapa.

Aos meus filhos Lis e Cael pela paciente e compreensão das minhas ausências.

A minha orientadora Dra. Karina Mancini, por toda sua paciência, orientação, por seu grande apoio e por toda sua energia positiva que nos tranquiliza e dá segurança na caminhada.

A todos meus amigos que conquistei durante esta jornada no PROFBIO, em especial a Abia, Ane, Luciano, Micherlle e Paulo Ricardo por toda as sextas-feiras compartilhadas de alegrias, desesperos e muito bom humor.

Aos professores do PROFBIO por todo o conhecimento compartilhado.

Aos professores e funcionários da EEEFEM Antônio dos Santos Neves por todo o apoio e incentivo, em especial a Heitor e Lucimery, por suas colaborações.

A todos os alunos das turmas do 1º e 2º anos do Ensino Médio (ano de 2019) por aceitarem a execução das atividades.

A todos os professores e funcionários da escola EMEF Juracy Cardoso Viana, por todo apoio e incentivo.

A Prefeitura Municipal de Pinheiros pela parceria e incentivo, garantindo a minha permanência no curso através da licença parcial da minha carga horaria de trabalho.

A todos os membros da banca examinadora por suas contribuições.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro e desenvolvimento do PROFBIO.

RESUMO

O DNA é uma importante molécula responsável pelo armazenamento e transmissão das informações hereditárias. É constantemente mencionada na mídia, quando se fala em engenharia genética, projeto genoma, teste de paternidade, biotecnologia, alimentos transgênicos, DNA recombinante, clonagem e, quando abordada em sala de aula, desperta fascínio nos alunos. Entretanto, estes têm dificuldade de compreender sua composição, organização e funcionamento no que se refere aos processos de replicação, transcrição e tradução. Assim, o presente trabalho propôs uma sequência didática utilizando problematização, discussão de artigos, vídeos e o kit lúdico “*Desvendando os mistérios do DNA*”, construído em peças de feltro, zíper e velcro. A coleta de dados deu-se por meio de questionários pré e pós, além de observações da proponente em sala de aula. A sequência didática foi validada em turmas de ensino médio de 1º e 2º anos e os resultados demonstram que os alunos alcançaram um melhor entendimento do conteúdo pelo uso de diversidade metodológica e ferramenta lúdica, refletindo na aprendizagem. Os alunos do 1º ano, que não haviam estudado previamente o assunto, obtiveram expressivo resultado positivo no entendimento, chegando a atingir até 90% de acertos nos questionários oferecidos ao final de toda a sequência didática e o kit. Os alunos do 2º ano, que haviam estudado previamente o assunto em aulas expositivas, apresentavam falhas conceituais que foram ressignificadas na sequência didática. Toda a sequência didática (juntamente com o kit) foi avaliada pelos alunos de maneira positiva indicando sua validade em relação ao esclarecimento dos conceitos abordados. Um Guia para o professor foi elaborado permitindo construção e adaptações do kit, além do desenvolvimento da sequência didática.

Palavras-chave: Ensino médio, Experiência lúdica, Recurso didático, Material genético.

ABSTRACT

DNA is a leading molecule accountable for storing and transmitting genetic information. It is constantly mentioned by the media when it comes to genetic engineering, genome design, paternity testing, biotechnology, transgenic foods, recombinant ADN, cloning and, when studied in the classroom, arouses fascination in students. Though, those have trouble understanding their composition, organization and operation, in what it refers to replication, transcription and translation processes. Therefore, this work proposed a didactic sequence applying problematization, discussion of articles, videos and a ludic kit "Unraveling the mysteries of ADN" built on felt, zipper and velcro pieces. Data collection was given through by pre- and post- questionnaires and observations of the proponent in the classroom. The didactic sequence was validated in 1st and 2nd grades on high school and the results showed that the students achieved a better understanding of the content using methodological diversity and playful tool, reflecting on learning. The students of the first year, who had not previously studied the subject, obtained expressive positive result in understanding, reaching up to 90% of correct answers in the questionnaires offered at the end of the whole didactic sequence and the kit. The 2nd year students, who had previously studied the subject in lectures, presented conceptual flaws that were resignified in the didactic sequence. The whole didactic sequence (together with the kit) was evaluated by the students in a positive way indicating its validity in relation to the clarification of the concepts covered. A Teacher's Guide has been prepared allowing the construction of the kit and development of the didactic sequence.

Keywords: High school, Ludic experience, Educational material, Genetic material.

SUMÁRIO

1 COMO CHEGUEI ATÉ AQUI.....	09
2 SOBRE A MOTIVAÇÃO DO TRABALHO.....	11
3 O QUE PRETENDEMOS ALCANÇAR.....	15
3.1 OBJETIVO GERAL	15
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
4 EM QUEM NOS BASEAMOS.....	16
4.1 A BIOLOGIA MOLECULAR.....	16
4.2 O ENSINO DE BIOLOGIA E A REALIDADE NA BIOLOGIA MOLECULAR .	18
4.3 A NOVA SALA DE AULA: PROFESSOR MEDIADOR E ALUNO PROTAGONISTA.....	20
4.4 APRENDIZAGEM ATIVA E LUDICIDADE	23
5 CAMINHOS PERCORRIDOS	26
5.1 REFERENCIAIS METODOLÓGICOS.....	26
5.2 PARTICIPANTES E LOCAL DA PESQUISA.....	27
5.3 MONTAGEM DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	27
5.4 COLETA E ANÁLISE DE DADOS.....	30
5.5 OBSERVAÇÕES EM CAMPO.	30
5.6 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA.	31
6 O QUE ALCANÇAMOS	32
6.1 PRODUÇÃO DO KIT “DESVENDANDO OS MISTÉRIOS DO DNA”	32
6.2 ANÁLISES DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PELO PROFESSOR MEDIADOR.	39
6.3 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS TEÓRICOS	43
6.4 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS METODOLÓGICOS	55
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
8 REFERÊNCIAS.....	59
APÊNDICES	65

1 COMO CHEGUEI ATÉ AQUI

Sou Kelly Cristina Paes, natural de São Gonçalo RJ, bióloga, mulher, esposa, mãe, professora e apaixonada por Biologia. Esta paixão começou quando ainda era criança, no ensino fundamental. Minha professora Mônica, que me acompanhou do 6º ao 9º ano, conseguiu me encantar com o mundo da Biologia e as belezas da natureza, utilizando uma forma especial de ensinar com muito carinho, mesmo sem recursos e em uma escola bem pequena de bairro. Desde então comecei a me interessar por este mundo biológico e sonhar em seguir por este caminho.

No ensino médio fui para uma escola estadual que adiou um pouco meu sonho, pois passei 2 anos do ensino médio sem professor de Biologia. No vestibular, não consegui ingressar em uma universidade pública e, como meus pais não tinham condições de pagar um curso particular, fui trabalhar. Somente voltei a pensar em um curso superior quatro anos depois, em 2002 quando ingressei na Faculdade Integrada Maria Tereza (RJ) no curso noturno de Licenciatura em Ciências Biológicas. Custeava o curso com meu trabalho durante o dia, mas, na metade do curso, esbarrei em um obstáculo: meu trabalho era longe da faculdade e meu patrão passou a não permitir mais que eu saísse do trabalho mais cedo e por este motivo comecei a perder, todos os dias, a primeira aula na faculdade! Decidi então pedir demissão e foi muito difícil conseguir outro emprego. Quando já estava desistindo da faculdade, pois não tinha mais condições de pagar as mensalidades, consegui uma bolsa integral para atendente na biblioteca da faculdade e foi assim que terminei meu curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Juntamente com o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, fazia o Bacharelado em Biologia Marinha, mas neste último havia a necessidade de permanecer mais um semestre para a defesa da monografia e infelizmente a bolsa integral não contemplava mais este último período, então tranquei o curso de Bacharelado em Biologia Marinha, na esperança de retornar mais tarde quando estivesse trabalhando.

Formada em Licenciatura em Ciências Biológicas, em 2006 fiz um concurso público para a prefeitura municipal de Pinheiros/ES, onde meu namorado trabalhava e comecei a lecionar para alunos do 6º ao 9º ano.

Cidade nova, longe da casa dos meus pais, mil quilômetros, foi um período de grande aprendizado, onde cresci muito como pessoa e profissional e senti a necessidade de estudar mais, porém a distância de Pinheiros para uma universidade era uma barreira. Fiz alguns cursos à distância, mas ainda não estava satisfeita. Em 2011, freei um pouco a vida profissional para curtir a chegada da minha primeira filha.

Quando ela completou 7 anos, decidi acelerar novamente, estudei e em 2016 passei em um novo concurso público, desta vez para a rede estadual do Espírito Santo, na cidade de Boa Esperança para trabalhar com alunos do Ensino Médio. Novamente, senti uma grande necessidade de voltar a estudar para poder atender melhor às necessidades dos meus novos alunos. Foi quando o diretor da escola me apresentou o PROFBIO, me incentivando a fazer a prova.

Quando recebi a notícia que havia conseguido ingressar fiquei muito feliz! Na mesma semana recebi outra notícia maravilhosa, estava grávida novamente! Fiquei muito contente, mas na dúvida de como iniciar a jornada do mestrado carregando um bebê e sabendo de todas as necessidades que um filho pequeno exige! Confesso que pensei em desistir e nem ir no primeiro dia, mas fui e gostei tanto que continuei, pois fui tão bem recebida, tanto pelos professores quanto por meus colegas. Eles me incentivaram a aceitar mais esta batalha, pois vi que todos ali tinham suas lutas diárias e íamos conseguir vencer as dificuldades juntos.

Cursar o PROFBIO foi maravilhoso para minha vida, ajudou a aprimorar minha didática, a alcançar melhor meus alunos e mudou minha forma de enxergar as possibilidades de melhoras para o ensino. A troca de experiência com meus amigos e professores foi uma das grandes aprendizagens que o PROFBIO me proporcionou. A caminhada não foi fácil, mas extremamente gratificante. Optei em desenvolver meu trabalho de conclusão de curso voltado para a criação de uma maneira diferente de ensino, longe da forma tradicional que estava acostumada, de maneira a tornar o conteúdo menos abstrato e de fácil entendimento.

2 SOBRE A MOTIVAÇÃO DO TRABALHO

A molécula de DNA (Ácido desoxirribonucleico) está em evidência desde a descoberta de sua estrutura tridimensional em dupla hélice realizada pelos cientistas Watson e Crick, em 1953, baseados nos resultados de Rosalind Franklin, que foi a primeira cientista a obter as melhores imagens de DNA por difração de raios X (OLIVEIRA, 2004). Os achados serviram de base para o desenvolvimento da Biologia Molecular, que evoluiu para estudos mais avançados como sequenciamento, isolamento de genes, clonagem, organização de alterações do genoma, organismos transgênicos, purificação de biomoléculas e determinação da estrutura de proteínas (OLIVEIRA, 2004).

A compreensão da molécula da vida permitiu avanços em várias áreas do conhecimento: saúde, agricultura, entre outras. Um exemplo disto foi em fevereiro de 1997, onde a sociedade conheceu, através do cientista Ian Wilmut, o nascimento da ovelha Dolly pelo processo de clonagem (WILMUT, 1997). Dezenove anos depois do nascimento de Dolly, em entrevista à revista Galileu (editora Globo), de divulgação científica e popularização da ciência, Ian Wilmut relatou:

Seria possível criar uma “**Arca de Noé**” genética, um **banco de amostras** de tecidos que poderiam ser usados por cientistas no futuro, com técnicas mais avançadas que as disponíveis atualmente, para evitar a **extinção de espécies** ou trazê-las de volta do mundo dos mortos — ao melhor estilo **Jurassic Park**.” (VAIANO 07/2016).

As pesquisas envolvendo os organismos transgênicos são outro exemplo de pesquisas acadêmicas altamente difundidas na sociedade. Organismos transgênicos como a soja e o milho, alcançaram aumento em sua produtividade desde sua aprovação em 1998, e ocupam áreas de 35 e 16 milhões de hectares em solo brasileiro respectivamente, sendo variedades mais resistentes a insetos e herbicidas (CIB, 2016).

O Projeto Genoma Humano, iniciado em 1989, é mais um exemplo dos expressivos avanços mundiais nos estudos envolvendo a molécula de DNA. Este projeto resultou no sequenciamento de um genoma-referência formado por genomas de diferentes povos por meio de amostras de doadores anônimos oriundas de diferentes grupos

étnicos pelo mundo. Somente em 2007 foi descrita a primeira sequência genômica completa de um indivíduo, do próprio Craig Venter, pesquisador chefe do Projeto. (PENA, 2010). Mas a conclusão do Projeto Genoma não atingiu todas as expectativas que os cientistas Francis Collins e Craig Venter programaram, como a cura de diversas doenças congênitas (LEITE, 2006). Entretanto, é indiscutível os desdobramentos de pesquisas originadas do projeto genoma humano.

Mais recentemente, a incrível técnica CRISPR-CAS9, de edição genética, trouxe novamente a molécula de DNA como centro das atenções nas mídias.

A comunidade científica está alarmada porque a técnica envolve um longo debate ético com relação à modificação do DNA humano. O método Crispr-Cas9 é um dos maiores avanços científicos recentes. Em resumo, consegue "recortar" o DNA de forma barata e rápida -- antes a edição genética era uma técnica cara e sem uma possibilidade fácil de expansão (GLOBO, 2018).

Além da divulgação científica realizada através de periódicos especializados e eventos científicos pelo mundo, assuntos envolvendo DNA estão constantemente invadindo a internet, o jornalismo e os programas de entretenimento. Em 2001, a telenovela *O Clone*, escrita por Glória Perez, abordava o assunto de clonagem em humanos. Filmes como *Jurassic Park* (1993), *GATTACA uma experiência genética* (1997), *Admirável mundo novo* (1998), *Splice, a nova espécie* (2009), *Jurassic World* (2015) e muitos outros retrataram as possibilidades envolvendo a molécula de DNA. Além disso, séries como *CSI investigação criminal* (2001) e *Grey's Anatomy* (2005), *Orphan Black* (2013) também tratam de assuntos correlatos.

Dentro da popularização da ciência, há também revistas voltadas para o público estudantil e sociedade em geral como *Super Interessante*, *Galileu* e *Ciência Hoje* que abordam as descobertas e curiosidades científicas com linguagem bastante acessível permitindo o entendimento de muitos temas da Biologia Molecular.

Apesar de toda a exposição e divulgação, a compreensão da organização da molécula de DNA, e principalmente de seus processos de replicação (cópia de DNA a partir de uma molécula molde de DNA), transcrição (formação de diferentes tipos de RNA a partir de uma molécula molde de DNA) e tradução (síntese de proteínas a partir de RNA) ainda são conteúdos de difícil compreensão para os estudantes (FERNANDES, 1998).

De maneira geral, os conteúdos de Ciências e Biologia envolvendo DNA são considerados abstratos e complexos pelos alunos da educação básica. Com isso, o entendimento desses alunos em relação aos processos que envolvem essa molécula muitas vezes é superficial e insuficiente (KRASILCHIK, 2004). Uma das razões para essa dificuldade é seu caráter microscópico, que não permite que os alunos observem as estruturas ou vivenciem as descrições dos processos apresentados nos livros didáticos. Enquanto células, núcleos e cromossomos são observáveis, atividades de replicação, transcrição e tradução não são visíveis ao microscópio, tornando ainda mais difícil seu entendimento (LEITE, 2010). Adicionalmente, a falta ou precariedade de microscópios, laboratórios de Biologia e recursos pedagógicos, como modelos didáticos e jogos, na grande maioria das escolas da rede pública, dificultam ainda mais o ensino e a aprendizagem desses conteúdos (BORGES, 2002). Complementando Borges (2002), Peruzzi e Fofonka (2014, p. 47) afirmam que “os professores apontaram que a maior dificuldade para a realização dessas aulas é a falta de material, seguido da falta de tempo e, por último, a dificuldade de desenvolver aula prática para alguns conteúdos”.

Por serem assuntos de base para o entendimento da vida, são constantemente explorados nos exames de ingresso a cursos superiores e, portanto, precisam ser muito bem trabalhados pelos professores do ensino médio. Neste cenário, faz-se necessário o desenvolvimento de metodologias e recursos didáticos que aproximem o aluno do conteúdo, tornando a aprendizagem mais concreta, representativa e duradoura. Neste sentido, modelos didáticos são valiosas ferramentas que auxiliam na prática do ensino, uma vez que trazem para o cotidiano escolar uma forma diferente de aprendizagem. Com eles, os alunos interagem visualizando tridimensionalmente, manipulando, montando e assim construindo literalmente o conhecimento (JUSTINA e FERLA, 2006).

Justina e Ferla (2006), afirmam que produzir um material didático sobre um conteúdo complexo é de grande valia para o crescimento discente, pois desenvolve a busca pelo saber científico, o pensar pedagógico, a contextualização e a inserção na sociedade de jovens capacitados a trabalhar e a pensar criticamente. Com essa forma diferenciada de aula, os alunos se tornam protagonistas de seu aprendizado e não somente meros ouvintes passivos.

Assim, diante da importância e dificuldade do aprendizado sobre o assunto exposto, este Trabalho de Conclusão de Mestrado Profissional oferece alternativas para se trabalhar o conteúdo DNA no Ensino Médio envolvendo os processos de replicação, transcrição e tradução e tem como produtos o **kit 'Desvendando os mistérios do DNA'** e uma **sequência didática** para sua utilização. Todo o produto está organizado na forma de um **Guia** para auxiliar professores do ensino médio.

3 O QUE PRETENDEMOS ALCANÇAR

3.1 OBJETIVOS GERAL

- ✚ Desenvolver e validar uma sequência didática para o ensino dos processos que envolvem a molécula de DNA.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✚ Conhecer os saberes prévios dos alunos do 1º ano, acerca do assunto;
- ✚ Verificar os conhecimentos adquiridos dos alunos do 2º ano, acerca dos assuntos tratados avaliando a eficiência do método teórico tradicional;
- ✚ Promover atividades investigativas e lúdicas em uma sequência didática;
- ✚ Construir modelos didáticos interativos que formam o kit “*Desvendando os mistérios do DNA*”;
- ✚ Avaliar a sequência didática e seus recursos didáticos em sala de aula como mecanismos de facilitação da compreensão da molécula de DNA e seus processos;
- ✚ Elaborar um guia para construção do kit e formas de utilização para professores.

4. EM QUEM NOS BASEAMOS

4.1 A BIOLOGIA MOLECULAR

Dentro das subáreas da Biologia, a Biologia Molecular é a ciência que estuda os organismos do ponto de vista de suas moléculas, principalmente os ácidos nucleicos RNA e DNA que dão origem a proteínas, focando assim nos processos de regulação, replicação, transcrição e tradução do material genético (ALBERTS et al., 2011). Ela é resultado da junção das áreas de Genética, Biologia Celular e Bioquímica.

Genética é a ciência que estuda a hereditariedade e os mecanismos de transmissão das características de uma espécie de geração em geração e foi a base para o desenvolvimento de biotecnologias e ferramentas para a construção de técnicas em Biologia Molecular (CASA GRANDE, 2006).

A Biologia celular é o estudo da estrutura, função e comportamento das células, tendo como pioneiro E.B. Wilson que enfatizou a necessidade de conhecer mais a fundo seu funcionamento, com o intuito de desvendar suas origens misteriosas na terra (ALBERTS et al., 2011).

A Bioquímica é a ciência que estuda a química da vida, analisa a história evolutiva dos organismos, seus sistemas metabólicos e moléculas individuais, revelando os mecanismos do mundo natural, permitindo compreender e apreciar a condição da chamada vida (VOET et al., 2014).

A molécula de DNA está presente no citoplasma das células procariontes, no núcleo das células eucariontes e no interior de mitocôndrias e cloroplastos (ALBERTS et al., 2011). Como molécula essencial para a vida, é responsável pelo armazenamento e transmissão das informações genéticas. É um polímero formado por duas cadeias antiparalelas de polinucleotídeos complementares em espiral, que dão a famosa denominação dupla hélice de DNA. Cada nucleotídeo é composto por uma molécula de desoxirribose (monossacarídeo composto por cinco carbonos), uma molécula de fosfato e uma base nitrogenada púrica (Adenina ou Guanina) ou pirimídica (Timina ou Citosina) (CARVALHO e RECCO-PIMENTEL, 2013; LOPES, 2016). Para a formação de cada cadeia, esses nucleotídeos se unem através de ligações da hidroxila do

carbono 3' de uma dextroribose com o oxigênio do grupo fosfato. As bases nitrogenadas são complementares (A-T e C-G), se associam por ligações de hidrogênio que conferem a dupla hélice. Ao longo da molécula de DNA, cada volta completa da hélice contém 10 pares de nucleotídeos (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2012).

O DNA tem grande capacidade de replicação, que ocorre com a cooperação de várias enzimas, como a DNA polimerase e DNA primase que catalisam a polimerização dos nucleotídeos na direção 5'-3', a DNA helicase que auxilia na abertura da dupla hélice do DNA, entre outras, que permitem a replicação de forma semiconservativa e fiel (ALBERTS et al., 2011). O processo de replicação ocorre sempre quando a célula entra em divisão celular para permitir a distribuição correta do material genético entre as células filhas.

A molécula de DNA também é base para o processo de transcrição no qual por meio de outro conjunto de enzimas, dentre elas a RNA polimerase, há formação de moléculas de RNA (ácido ribonucleico). Este ácido nucleico é um polímero semelhante ao DNA, porém de fita simples de nucleotídeos, tendo ribose como açúcar e base nitrogenada Uracila em substituição à Timina (ALBERTS et al., 2011). São três os principais produtos de transcrição: RNA mensageiro, responsável pela informação a ser traduzida no citoplasma; RNA transportador, responsável por carregar os aminoácidos das proteínas a serem traduzidas; RNA ribossomal, responsável pela formação do ribossomo e pela leitura do RNA mensageiro e inserção dos aminoácidos à proteína (CARVALHO e RECCO-PIMENTEL, 2013).

Após a transcrição das moléculas de RNA ocorre a tradução ou síntese de proteínas, onde as informações trazidas pelo RNA mensageiro serão lidas para formar proteína. Este processo envolve a leitura de códons e anticódons entre RNA mensageiro e RNA transportadores respectivamente (ALBERTS et al., 2011).

Segundo Carvalho e Recco-Pimentel (2013, p. 48):

A análise da sequência de nucleotídeos do DNA vem constituindo importante etapa para a compreensão da origem da vida e da transmissão dos caracteres hereditários e poderá ser de extrema valia na predição e na cura de inúmeras doenças hoje existentes (terapia gênica e outros modernos métodos ligados à biologia molecular).

4.2 O ENSINO DE BIOLOGIA E A REALIDADE NA BIOLOGIA MOLECULAR

O ensino de Biologia é de suma importância para a vida do aluno uma vez que abre um mundo novo, onde o indivíduo consegue perceber sua interação e importância com seu meio. Tancredi (1998, p.72) relata que:

Sendo o veículo principal da disseminação do conhecimento científico sistematizado, a escola pode favorecer o acesso a uma informação mais confiável e o desenvolvimento da capacidade de discernir e analisar diferentes aspectos do mundo moderno, o que evitaria que a população fosse facilmente manipulável por aqueles que detêm esses conhecimentos e informações

Segundo Krasilchik (2004), o ensino de Biologia pode ser o mais relevante e merecedor de atenção das disciplinas, mas dependendo da forma que é trabalhada pode se tornar insignificante e pouco atraente, uma vez que está carregado de termos de difícil assimilação, mas isto pode ser transformado com a forma de abordagem de cada tema.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais, o ensino de Biologia não deve ser pautado pela memorização de denominações e conceitos e pela reprodução de regras e processos, como se a natureza e seus fenômenos fossem sempre repetitivos e idênticos (BRASIL, 1998). A aprendizagem deve sempre contribuir para a caracterização dessa disciplina enquanto ciência que se preocupa com os diversos aspectos da vida no planeta e com a formação de uma visão do homem sobre si próprio e de seu papel no mundo. Ainda, o ensino de Biologia deve servir para ampliar a compreensão sobre a realidade, onde os fenômenos biológicos podem ser percebidos e interpretados, servindo de instrumento para orientar decisões (BRASIL, 1998). Por esta razão, estes conhecimentos devem ser bem entendidos e esclarecidos, para que o indivíduo seja capaz de tomar decisões corretas. Assim, a Biologia é de extrema importância, pois o aluno poderá entender melhor o funcionamento do seu próprio corpo, sua relação com o ambiente e a influência de seus atos em relação ao seu meio (CASA GRANDE, 2006).

Pelo objeto de estudo, a Biologia Molecular é uma área em que é extremamente necessário o uso de equipamentos, uma vez que suas estruturas medem números na ordem de nanômetros (APPELBERG, 1998) o que dificulta a aprendizagem dos alunos por seu caráter microscópico.

A Biologia Molecular se desenvolveu muito nos últimos anos e isso faz com que o professor tenha que se atualizar constantemente para conseguir uma eficiente correlação entre os assuntos abordados nos livros e aqueles que a mídia divulga (MOURA et al, 2013). Como relatado por Oca (2005), o ensino da Biologia Molecular muitas vezes é considerado desinteressante para os alunos por não fazer correlação para a criação de tecnologias que darão origem a produtos ou técnicas aplicadas na sociedade, como os transgênicos.

Por este conteúdo ser ultramicroscópico e dinâmico, pois envolve estruturas nanométricas e processos bioquímicos, é de difícil compreensão para estudantes e, portanto, faz-se necessário o uso de métodos de ensino que proporcionam a correlação necessária para uma eficiente aprendizagem (MOURA et al, 2013).

O uso de laboratórios nas escolas públicas é um grande problema, pois quando existem são precários como relatado por Berezuk e Inanda, (2010, p. 210)

“As escolas públicas possuem maior dificuldade para a realização de aulas laboratoriais pelas condições precárias de uso dos laboratórios causadas pela falta de investimentos nesses estabelecimentos, ocasionando falta de equipamentos e materiais, falta de recursos para a manutenção de equipamentos e de um espaço físico apropriado para ser utilizado como laboratório didático.”

Infelizmente, as condições de trabalho dos professores do ensino básico são precárias e eles tem pouco estímulo para buscar novas metodologias didáticas inovadoras. A falta de recursos nas escolas, os baixos salários, as excessivas horas em sala de aula e as poucas horas de planejamento, atrapalham os professores a elaborarem metodologias diferenciadas. Entretanto, essa diversidade de métodos didáticos e o dinamismo em sala de aula são de grande importância para a prática docente, aprendizado e motivação do aluno e também da relação professor/aluno. Como relatado por Krasilchik (2008, p. 184),

[...] pelas suas difíceis condições de trabalho, os docentes preferem os livros que exigem menos esforço, e que reforçam uma metodologia autoritária e um ensino teórico [...]. O docente, por falta de autoconfiança, de preparo, ou por comodismo, restringe-se a apresentar aos alunos, com o mínimo de modificações, o material previamente elaborado por autores que são aceitos como autoridades. Apoiado em material planejado por outros e produzido industrialmente, o professor abre mão de sua autonomia e liberdade, tornando simplesmente um técnico”.

A falta ou precariedade dos laboratórios não devem servir de justificativa para que não se realize aulas práticas, sendo necessário que o professor desenvolva novas metodologias ou estratégias de ensinar para suprir esta falta. Um outro problema no ensino de biologia são as nomenclaturas, que são relatadas por muitos alunos como difíceis e complexa, fazendo com que a Biologia perca seu brilho, como apontado por Fernandes (1998, p. 3) “Biologia, hoje, é a de uma disciplina cheia de nomes, ciclos e tabelas a serem decorados, enfim, uma disciplina chata. ”

Muitos professores, principalmente da escola pública, possuem somente como recurso didático o livro que reforça esta ideia de que a disciplina de biologia é chata impregnada de termos complexos e ciclos intermináveis (FERNANDES, 1998).

4.3 A NOVA SALA DE AULA: PROFESSOR MEDIADOR E ALUNO PROTAGONISTA

De acordo com Freire (2005), a educação deve funcionar como um instrumento de libertação, onde aluno e professor não devem ser meros repetidores do conhecimento. A educação deve ser problematizadora e baseada na reflexão do descobrimento da realidade e na intervenção nesta realidade.

O professor deve atuar como mediador, se colocando como ponte entre o estudante e o conhecimento, para que, dessa forma, o mesmo tenha a oportunidade de aprender a pensar e a questionar por si mesmo e não mais receba passivamente as informações, como se fosse um depósito do educador (BULGRAEN, 2010). Segundo Vygotsky (1991), a mediação é considerada ponto central do processo educativo, e a qualidade dessa mediação será o ponto decisivo para a conquista dos alunos. Para o autor, o aprendizado deve ser mediado e este papel é do professor que deve conduzir o aluno rumo ao conhecimento:

“O aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento - mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer” (VYGOTSKY, 1991, p. 224).

O papel do professor neste processo é fundamental, uma vez que deve organizar os conteúdos e conduzir as descobertas ao longo do processo de aprendizagem, sendo agente ativo e não mero transmissor de conhecimento. O professor deve assumir

seu papel como mediador no processo de ensino e aprendizagem para que este seja efetivamente realizado (BULGRAEN, 2010).

Algumas vezes, o professor de Biologia tem dificuldades de ser mediador, pois não se sente seguro em relação a conteúdos novos pois principalmente a área da Biologia Molecular está em constante mudança. De acordo com Diniz (2001) e Lopes (2005), a dificuldade de ser mediador do conhecimento divulgado pela mídia nas salas de aula é a inexistência, ou muitas vezes a existência precária, de laboratórios e equipamentos nas escolas públicas, além da falta de tempo de planejamento para práticas pedagógicas inovadoras devido a elevada carga horária docente em sala de aula.

Além do professor se posicionar como mediador no processo de ensino e aprendizagem, é necessário que essa aprendizagem seja representada de forma significativa e que esteja adequada às realidades de vida do aluno. Para Rogers (2001, p. 01):

Por aprendizagem significativa entendo uma aprendizagem que é mais do que uma acumulação de fatos. É uma aprendizagem que provoca uma modificação, quer seja no comportamento do indivíduo, na orientação futura que escolhe ou nas suas atitudes e personalidade. É uma aprendizagem penetrante, que não se limita a um aumento de conhecimento, mas que penetra profundamente todas as parcelas da sua existência.

Quando a aprendizagem é significativa as esferas de significado dos alunos mudam e o ensino é aceito mais facilmente, pois este é baseado em situações cotidianas conhecidas do aluno. De acordo com Ausubel (1982, p. 06), para que esta ocorra é necessário que:

A natureza e as condições da aprendizagem por recepção significativa também exigem um tipo de ensino expositivo que reconheça os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora nos materiais de instrução e que também caracteriza a aprendizagem, a retenção e a organização do conteúdo das matérias na estrutura cognitiva do aprendiz

É essencial considerar a bagagem de conhecimento que o aluno carrega, nomeada por Ausubel como “subsunçor”, definido por Pelizzari e colaboradores (2002, p. 38) como: “Quando uma nova gama de informações é apresentada ao aluno, há a interação com sua estrutura de conhecimento específica, existente na estrutura cognitiva do indivíduo, o que Ausubel denominou de “subsunçor””.

Assim, o aluno tem contato com o conhecimento de forma não acabada tendo que descobri-lo, caracterizando uma aprendizagem por descoberta, que sendo significativa ficará retida mais facilmente e por mais tempo, abrindo portas para novas 'descobertas'.

Na Biologia, na grande maioria das vezes, uma aula prática é acompanhada de um roteiro passo-a-passo, em que o aluno apenas executa, não questiona e ainda não relaciona com o cotidiano. Giordan (1999) destaca que a realização de atividades experimentais orientadas por esses roteiros pré-definidos fechados limita as potencialidades da aprendizagem, reduzindo o espaço para discussões, impossibilitando a formação de hipóteses e o levantamento de discussões em relação a possíveis erros, para que estes levem a outras discussões e um melhor aproveitamento da atividade.

Para que essa passividade frente a uma atividade não ocorra, é necessário que a mesma seja conduzida de forma contextualizada e abordando situações intimamente ligadas ao cotidiano (ZULIANI, 2006).

Ferreira (2010) ressalta que quando o aluno utiliza o conteúdo conceitual e procedimental buscando a resolução de um problema sem um roteiro, o ensino se aproxima de uma efetiva atividade científica, uma vez que o pesquisador não dispõe de roteiros previamente fornecidos.

O papel do professor é de mediador, como um gerenciador do espaço, mantendo sua autoridade, mas não oferecendo respostas rápidas, mas sim apontando caminhos para a investigação. Porém esta contextualização e aproximação com o cotidiano necessita de uma atenção docente especial, uma vez que os alunos podem não compreender a situação problema e criar hipóteses errôneas (MORTIMER, 1996). O professor deve observar se a pergunta inicial é passível de comprovação por experimentação ou por análises bibliográficas e até mesmo narrativas históricas, pois o campo da biologia é bem amplo e os conteúdos trabalhados, nem sempre são passíveis de comprovação por experimentação (CARVALHO, 2013).

4.4 APRENDIZAGEM ATIVA E LUDICIDADE

Segundo Delizoicov (2002), as práticas docentes tradicionais não estão atingindo mais os alunos, sendo necessário que estas se renovem para que o saber científico tenha alcance mais efetivo. A forma lúdica de ensinar, não é uma ferramenta nova, mas pouco utilizada no ensino fundamental II e ensino médio ao se comparar com o fundamental I. O uso de atividades lúdicas para ensinar conceitos em sala de aula torna a aprendizagem mais divertida, estimula o interesse do aluno e transforma as aulas em atividades prazerosas como defendido por Kishimoto (1994). Segundo o autor, a utilização de jogos lúdicos para o ensino é de grande importância, pois trazem duas abordagens, uma com função lúdica e outra com função educativa e somente quando ocorre um equilíbrio entre ambas é que acontece o aprendizado efetivamente de forma lúdica.

Como relatado por Nadaline e Final (2013), o trabalhar lúdico, implementando jogos, brinquedos e brincadeiras no espaço escolar, proporciona maior interesse ao aluno, que conseqüentemente terá um desempenho escolar melhor. Este tipo de prática proporciona momentos de exposição de ideias no processo em diálogo, intervindo nas muitas formas de aquisição de conhecimento. Faz com que o meio escolar seja mais atrativo ao aluno, quebrando a ideia de um lugar monótono e chato, onde só há cobranças. Para Kishimoto (1998, p. 141) ludicidade pode ser entendida como: “Importância do contexto social e histórico na aprendizagem e aponta a potencialidade da brincadeira para a descoberta das regras e aquisição da linguagem”.

Além disso, o autor destaca que o jogo não deve ser empregado apenas no final de atividades, como fechamento de conteúdo, mas sim como um elo que utiliza o lúdico para a melhor compreensão das informações trabalhadas (KISHIMOTO, 1996). De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006, p. 28) sobre a implementação de jogos:

O jogo oferece o estímulo e o ambiente propícios que favorecem o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos e permite ao professor ampliar seu conhecimento de técnicas ativas de ensino, desenvolver capacidades pessoais e profissionais para estimular nos alunos a capacidade de comunicação e expressão, mostrando-lhes uma nova maneira, lúdica, prazerosa e participativa de relacionar-se com o conteúdo escolar, levando a uma maior apropriação dos conhecimentos envolvidos.

Estas orientações fortalecem a necessidade de se utilizar formas diferenciadas de alcance dos alunos, uma vez que observa-se um grande crescimento do desinteresse dos alunos em relação a aprendizagem (DELIZOICOV, 2002).

A ludicidade não se limita a utilização de jogos, há uma série de recursos lúdicos, entre eles os modelos didáticos, que ajudam a suprir carências no ensino em relação a materialização de conceitos. Ela é uma ótima opção para transformar conteúdos abstratos e com termos difíceis em algo mais atraente e divertido. Há diversos trabalhos e relatos exitosos com o uso dos modelos didáticos como Justina e Ferla (2006), Martinez e colaboradores (2008), Jann e Leite (2010), Rosetto (2010), Gentil e colaboradores (2012), Yamazaki e Yamazaki (2014), Madureira e colaboradores (2016) entre outros. Especificamente para o ensino da Biologia Molecular, destaca-se o de Justina e Ferla (2006) onde foi utilizado um modelo didático sobre a compactação do DNA eucarioto. O trabalho relata que a experiência de produzir um material didático que envolve um conteúdo complexo é de grande valia para o crescimento pois desenvolve a busca pelo saber científico, o pensar pedagógico, a contextualização e a inserção na sociedade de jovens capacitados a trabalhar e a pensar criticamente.

Já no trabalho de Madureira e colaboradores (2016) foi utilizada a construção de um modelo didático tridimensional sobre transcrição, permitindo a melhor significação dos conceitos relacionados a primeira etapa do fluxo de informação genica, uma vez que o manuseio e a construção do modelo didático permitem um melhor envolvimento e compreensão dos conceitos envolvido, diferente de quando os conceitos são apresentados em figuras prontas.

De acordo com Giordan e Vecchi (1996), modelos didáticos são de suma importância para o ensino porque não só desenvolvem a capacidade criativa do aluno, mas também representam uma construção do conhecimento que pode ser utilizada como referência, uma imagem analógica que permite materializar uma ideia ou um conceito, tornando-os assim, diretamente assimiláveis. Os modelos didáticos também permitem a experimentação, o que, por sua vez, conduzem os estudantes a relacionar teoria (leis, princípios) e prática, propiciando condições para a compreensão dos conceitos, desenvolvimento de habilidades e atitudes, contribuindo, também, para reflexões sobre o mundo em que vivem (CAVALCANTE; SILVA, 2008).

Levando em consideração a (1) realidade envolvendo o ensino de Biologia Molecular no que diz respeito às especificidades do conteúdo e estrutura das escolas de ensino básico; (2) dificuldade dos alunos em compreender as moléculas e processos celulares relacionados ao material genético e (3) necessidade de uma abordagem diferenciada, contextualizada, significativa, lúdica e concreta, o presente trabalho desenvolveu uma sequência didática com a elaboração de um kit que mescla modelo e jogo para auxiliar no entendimento dos processos de replicação, transcrição e tradução.

5 CAMINHOS PERCORRIDOS

5.1 REFERENCIAIS METODOLÓGICOS

O presente trabalho configura-se como uma pesquisa-ação que, de acordo com Tripp (2005, p. 445):

A pesquisa-ação educacional é principalmente uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos.

Desta forma, a pesquisa-ação contribui para o enriquecimento de estratégias de ensino uma vez que este tipo de pesquisa traz para o dia a dia de docentes e discentes novas metodologias para facilitar a relação professor-aluno. Ainda para o autor, a pesquisa-ação pode ser entendida como uma investigação-ação, ou seja toda ação que segue um ciclo para aprimoramento da prática, oscilando entre agir na prática e investigar a seu respeito, podendo descrever, avaliar e aprender no decorrer do processo.

Para alcançar os objetivos da presente pesquisa ação, no que se refere à proposição de métodos para uma melhoria no ensino de DNA, foi elaborada uma sequência didática sobre o assunto. Para Zabala (1998, p. 18), uma sequência didática é um:

“Conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos”.

Na Biologia, sequências didáticas podem ser uma grande ferramenta para articular a aprendizagem e a prática, desenvolvendo o pensamento científico (NASCIMENTO et al, 2009). Os autores ainda afirmam que:

“Pesquisas deste tipo, principalmente se forem realizadas em colaboração entre pesquisadores e professores, é uma das maneiras de superar a lacuna pesquisa/prática na área de ensino de ciências” (NASCIMENTO et al, 2009, p. 11)

Uma sequência didática precisa ser atrativa e fazer com que o aluno repense conceitos e adquira habilidade e atitudes, que o leve a alcançar os objetivos propostos, de forma sequencial e divertida (CARVALHO; PEREZ, 2001, p. 114).

O presente trabalho também utilizou uma abordagem qualitativa uma vez que não emprega instrumentos estatísticos em sua análise de dados, nem mede quantitativamente eventos estudados. Foi feita coleta de dados descritivos sobre os participantes e processos interativos através do contato direto do pesquisador, procurando entender a perspectiva desses participantes para com a situação estudada (GODOY, 1995).

5.2 PARTICIPANTES E LOCAL DA PESQUISA

O presente estudo foi desenvolvido junto a duas turmas, de 1º e 2º anos do ensino médio de uma escola do município de Boa Esperança/ES, totalizando cerca de 80 alunos. As atividades foram executadas em sala de aula, no horário de aula de Biologia de ambas as turmas.

Na turma de 1º ano o conteúdo ainda não havia sido ministrado em sala de aula e, portanto, a sequência didática foi utilizada como ação introdutória. Já na turma de 2º ano, o conteúdo já havia sido ministrado e a sequência didática foi utilizada como revisão e avaliação do método convencional teórico de ensino.

5.3 MONTAGEM DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática foi montada para ser desenvolvida em quatro aulas de 55 minutos cada, tanto nas turmas de 1º quanto 2º anos do Ensino Médio. Informações adicionais sobre alternativas na condução da sequência didática estão contidas nos resultados e no Guia do Professor (APÊNDICE A).

Aula 1:

Foi realizada uma discussão inicial para problematização do conteúdo sobre a importância da multiplicação celular para o surgimento de um novo ser vivo, no caso dos procariontes e eucariontes, e para a manutenção dos tecidos, no caso dos eucariontes. Para este momento, foi usado o vídeo:

“A fecundação em 3D - Reprodução humana”

(<https://www.youtube.com/watch?v=lqeVYeSCp2I>)

Após a exibição do vídeo, novos questionamentos foram levantados como:

- *Para a formação de um novo ser é necessário a replicação de células?*
- *De que forma ocorre esta replicação?*

Aula 2:

Foi reservada para discussão sobre proteínas e sua importância para a funcionalidade celular. Para tanto, inicialmente foi utilizado o vídeo:

“Universidade das Crianças: De onde vem o Diabetes”

(<https://www.youtube.com/watch?v=v03ctJ5fUiA>)

Após a exibição do vídeo, questionamentos foram levantados como:

- *O que é a insulina?*
- *O que pode ocorrer em sua ausência?*
- *De que forma podemos corrigir isso?*
- *Cite proteínas que você conhece!*
- *Qual a função das proteínas?*
- *De que são formadas as proteínas?*

Aula 3:

Dando sequência, foi distribuído o texto *“A fantástica fábrica de proteínas”* (Ciência Hoje para Crianças) <<http://chc.org.br/edicao/201/>> para cada aluno, com leitura coletiva para posterior discussão.

Em seguida, os alunos assistiram a animação:

“Mecanismo de transcrição em 3D do DNA a proteína”

(https://www.youtube.com/watch?v=63bz_5UBtXY)

Para finalizar, a pesquisadora-professora regente realizou algumas explicações com auxílio de slides.

Aula 4:

Destinada a utilização do kit “*Desvendando os mistérios do DNA*”. A descrição detalhada do kit, no que se refere a confecção, alternativas de materiais, dicas de construção e diferentes formas de utilização, estão contidas nos resultados e no Guia do Professor (APÊNDICE A). Em *caminhos percorridos* optou-se em descrever somente a execução da aula.

Os alunos foram separados em dois grupos e realizaram a replicação semiconservativa do DNA, seguida da transcrição do DNA em RNA mensageiro e finalmente da tradução do RNA mensageiro em proteína. Para tornar o material didático mais dinâmico, a atividade foi conduzida na forma de um jogo, onde a turma foi dividida em duas equipes.

Inicialmente, cada grupo recebeu uma dupla fita de DNA original e moldes para montagem das fitas de DNA (replicação). Todos os nucleotídeos necessários para a replicação foram espalhados em uma mesa comum. A ideia era que ambos os grupos usassem do mesmo *pool* de moléculas para realizar os processos.

Após terminar a replicação foi fornecida a cada grupo uma fita para realizar a transcrição. Novamente, todos os nucleotídeos necessários foram colocados em uma mesa comum.

Após a finalização da transcrição foi disponibilizado um novo material para a tradução (RNAs transportadores e seus respectivos aminoácidos) e determinado os papéis dos alunos para representarem as subunidades maior e menor do ribossomo e os outros para serem responsáveis pelos RNAs transportadores, disponíveis na mesa comum.

Essas três etapas da atividade foram realizadas na forma de competição, onde o grupo que terminasse primeiro a replicação, transcrição e tradução, venceria o jogo.

5.4 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

A coleta de dados se deu de forma contínua (observação) e questionários.

5.4.1 Aplicações de questionários

Foram aplicados questionários em momentos distintos da sequência didática, a saber:

📊 *Questionário semiestruturado teórico 1* (APÊNDICE B) sobre os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo, disponibilizado antes da sequência didática

📊 *Questionário semiestruturado teórico 2* (APÊNDICE B) sobre os conhecimentos adquiridos pelos alunos sobre o conteúdo, disponibilizado depois da sequência didática. Este questionário é o mesmo aplicado anteriormente, diferindo apenas o momento da utilização.

📊 *Questionário estruturado metodológico* (APÊNDICE C) sobre a utilização do kit, levando em consideração potencialidades, dificuldades, qualidade e dimensão do mesmo.

5.5 OBSERVAÇÕES EM CAMPO

Durante a aplicação da sequência didática foram observadas as atitudes dos alunos frente a cada etapa: (1) como recebiam os estímulos diante dos vídeos apresentados, (2) se surgiam novas perguntas ao longo das ações, (3) se havia aceitação e interesse nos assuntos abordados, (4) mudança de comportamento e a iniciativas no uso do kit. Essas observações foram registradas em áudios realizados pela professora regente no decorrer da sequência, sem a interferência ou participação dos alunos.

Para a análise dos dados obtidos nos questionários, foi utilizado o método de categorização de Bardin (2010), onde se organiza as respostas por categorias a partir de uma leitura preliminar, explorando melhor os resultados através de agrupamentos.

5.6 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA

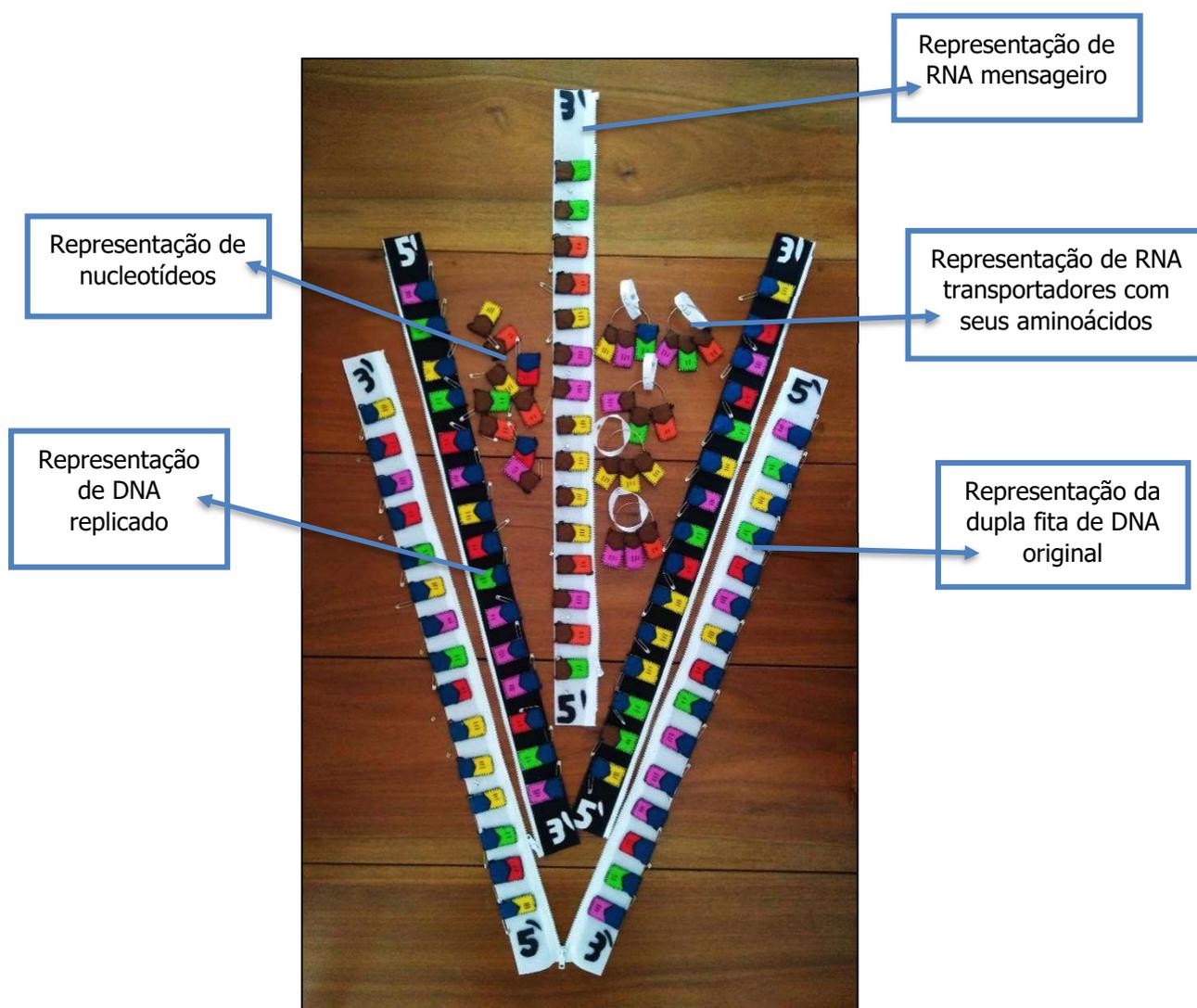
Por se tratar de um estudo que envolve contato com seres humanos, os participantes da pesquisa, alunos de 1º e 2º anos foram informados sobre o Trabalho de Conclusão de Mestrado da professora-pesquisadora regente e assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para participação (APÊNDICE D).

6 O QUE ALCANÇAMOS

6.1 PRODUÇÃO DO KIT “DESVDENDANDO OS MISTÉRIOS DO DNA”

O kit, como parte do material usado na sequência didática, consiste em representações de moléculas de DNA, RNA transportador, RNA mensageiro, nucleotídeos e aminoácidos construídos com materiais facilmente encontrados em lojas de costura, armarinhos e bazares. É composto por uma fita dupla de DNA original, uma fita dupla de DNA duplicado, uma fita de RNA mensageiro, RNA transportadores, nucleotídeos para montagem do DNA e RNA e aminoácidos (FIGURA 1).

Figura 1: Elementos que formam o kit “Desvendando os mistérios do DNA”. Dupla fita de DNA original, DNA duplicado, RNA mensageiro, Nucleotídeos e RNA transportadores com seus aminoácidos.



Como o kit foi idealizado para ser usado por dois grupos, todo o material citado foi confeccionado em dobro. Todo o kit foi acondicionado em uma caixa de papelão de 30cm x 25cm x 17cm, tornando prático o seu transporte (FIGURAS 2 e 3). Além disso, por ter sido confeccionado com materiais como feltro, velcro e zíper, a caixa é bastante leve, facilitando ainda mais o transporte pelo docente entre as salas de aula.

Figura 2: Kit “Desvendando os mistérios do DNA” em sua caixa de transporte.



Figura 3: Organização dos elementos do Kit “Desvendando os mistérios do DNA” na caixa de transporte.



Na parte interna da tampa da caixa, foi elaborada uma legenda das moléculas que formam o kit e uma tabela representativa do código genético (FIGURA 4), ao saber:

Pentoses:	Desoxirribose – Pentágono em feltro azul
	Ribose – Pentágono em feltro marrom
Bases Nitrogenadas:	Adenina – Retângulo em feltro verde
	Guanina – Retângulo em feltro rosa
	Timina – Retângulo em feltro vermelho
	Citosina – Retângulo em feltro amarelo
	Uracila – Retângulo em feltro laranja
Fosfato – Alfinete	
Nucleotídeo (FIGURA 5) – união de uma pentose, uma base e um fosfato	

Figura 4: Legenda do Kit “Desvendando os mistérios do DNA” na tampa da caixa de transporte.

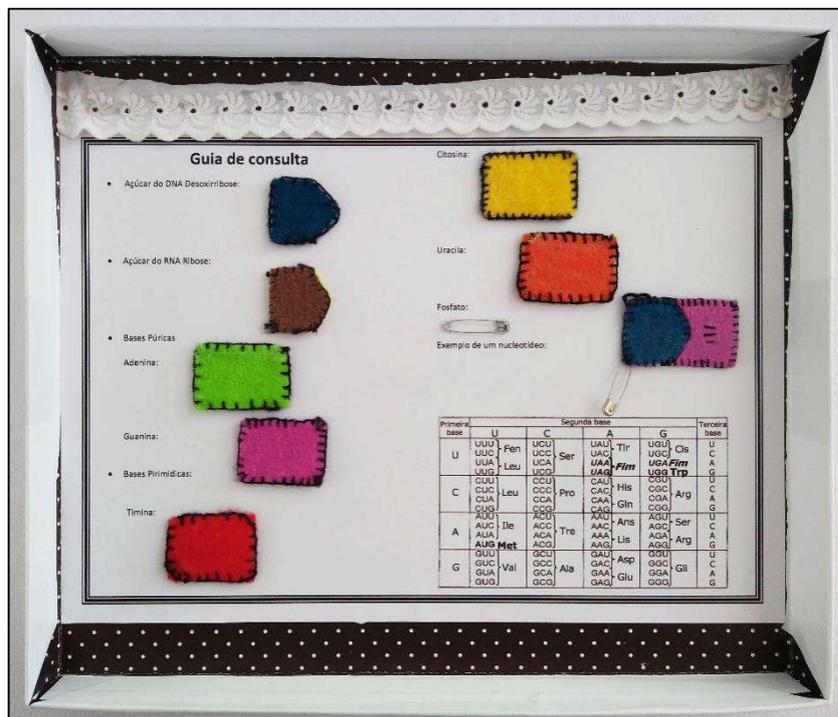
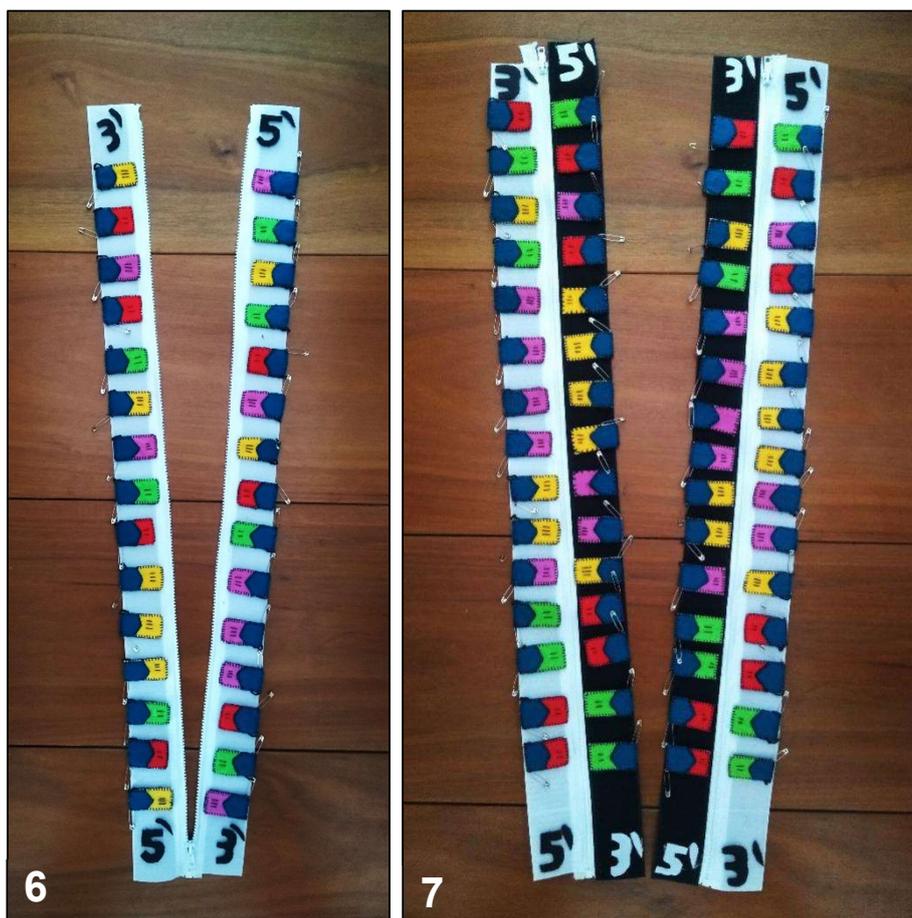


Figura 5: Representação dos nucleotídeos.



O DNA original, usado como molde para replicação e posterior transcrição, foi representado por duas grossas tiras de velcro branco de 85cm unidas por um zíper de mesmo comprimento (FIGURA 6). Essa montagem permite a abertura da molécula de DNA para os processos de replicação e transcrição, com fechamento ao final de cada processo. Para as fitas duplicadas de DNA, foi necessário o uso de velcro na cor preta. Essa diferença permite a identificação das fitas original e duplicada, mostrando que esse processo é semiconservativo (FIGURA 7). A esta estrutura de velcro e zíper são inseridos os nucleotídeos em feltro, que também apresentam velcro na parte inferior para se aderirem com firmeza e manterem a molécula estável para manipulação. Cada nucleotídeo da molécula é ligado a outro por meio dos grupamentos fosfato e a pentose, aqui representados pelos alfinetes e pentágonos em feltro azul. Para esta molécula, os nucleotídeos presentes contêm as bases citosina (feltro amarelo), guanina (feltro rosa), adenina (feltro verde) e timina (feltro vermelho). Por fim, cada fita de DNA, seja ela original (velcro branco) ou duplicada (velcro preto) foi identificada com as terminações 3' e 5'.

Figuras 6: e 7: Modelo de DNA em velcro representando a fita de DNA original (6) e Modelos de DNAs em velcro representando DNAs pós replicação de forma semiconservativa (7).



RNA mensageiro seguiu a mesma ideia de uso de velcro com zíper, entretanto, foi constituído apenas com uma grossa tira branca de velcro de 85cm e metade de uma estrutura de zíper do mesmo comprimento (FIGURA 8). Além disso, os nucleotídeos com timina (feltro vermelho) foram substituídos pela uracila (feltro laranja). O comprimento da fita de RNA mensageiro permitiu a formação de 5 códons a partir de 15 nucleotídeos, respeitando a leitura do código genético em trincas.

Figura 8: Modelo em velcro do RNA mensageiro



Os RNA transportadores seguiram uma estrutura diferente para serem mais funcionais e, assim, foram construídos com argolas de metal e com a representação de nucleotídeos somente para a sequência do anticódon (FIGURA 9). Para esta molécula, não havia necessidade de demonstração de toda a sequência de nucleotídeos, daí a opção em usar argolas. Cada RNA transportador carrega seu aminoácido correspondente, sendo este representado por fita de cetim com

colchetes para permitir as ligações peptídicas durante a síntese proteica (FIGURA 10).

Figuras 9 e 10: Modelos em argolas e feltro representando os RNAs transportadores e seus respectivos aminoácidos e proteína formada.



Todas as descrições acima estão contidas separadamente no Guia para o Professor (APÊNDICE A) que apresenta também algumas dicas e alternativas de materiais, formas de confecção e utilização do recurso.

6.2 ANÁLISES DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PELO PROFESSOR MEDIADOR

A sequência didática aplicada no 1º ano foi bem aceita e toda conduzida de maneira descontraída e com a participação efetiva de todos os alunos do início ao fim. Já os alunos do 2º ano tiveram um comportamento de timidez no início da sequência, mas depois, no decorrer das aulas, foram se envolvendo cada vez mais.

Normalmente estas turmas são bastante agitadas, sendo a turma de 1º ano de difícil condução das aulas devido a conversas paralelas, comportamento que não foi observado na condução da sequência didática. Já a turma de 2º ano normalmente forma muitos grupos que se isolam dos outros, e durante o jogo foi observado que trabalharam todos em conjunto, sem formação de grupos.

A sequência didática inicialmente foi idealizada para ocorrer em três aulas, entretanto, rapidamente foi identificada a necessidade de mais uma aula, devido a extensão das discussões. Essa adaptação foi necessária para que os alunos pudessem realizar todos os questionamentos e estes serem discutidos. Cada docente deve observar em sua turma a necessidade de adaptações de números de aulas e até mesmo novos materiais e recursos.

Estas turmas têm o costume de assistir vídeos em sala de aula, mas não é comum a inclusão de um debate. Em geral, devido a longa duração dos vídeos, é solicitada a elaboração de relatório em casa e, somente na aula seguinte, é realizada uma discussão para esclarecimento. Nesta sequência, devido a curta duração dos vídeos, foi possível a realização de um debate imediato, muito mais rico, dinâmico e participativo. Outro ponto observado é que a curta duração do vídeo contribuiu expressivamente para que os alunos não se dispersassem, pois quando são oferecidos vídeos longos e com muitos termos biológicos, os alunos acabam perdendo a concentração no vídeo e, com isso, o foco da atividade.

O uso de vídeos como importante recurso de ensino, já foi apontado por Krasilchik (2004), revelando que, mesmo sendo uma ferramenta muito válida, ainda é pouco usada por professores, devido a dificuldades de planejamento. De fato, para a montagem dos recursos áudio visuais da presente sequência didática foi necessário um maior planejamento envolvendo escolha adequada do vídeo, reserva de

equipamento, testagem de som e rede de internet além das condições de luminosidade da sala. Como relatado por Moran (1995), existem várias formas inadequadas do uso do recurso áudio visual, como por exemplo o uso exagerado de vídeos que acabam empobrecendo a aula, tendo o efeito contrário do idealizado pelo professor.

Durante os vídeos, ambas as turmas prestaram muita atenção, demonstrando curiosidade e interesse pelas informações contidas. Como resultado, muitos questionamentos e farta discussão completaram o momento pós-vídeo. Oliveira e colaboradores (2012, p. 39) destaca a importância do uso de recursos áudio visuais, principalmente em temas considerados pelos alunos de difícil compreensão:

Faz-se necessária a aplicação de novos recursos, visando um aprendizado completo que acompanhe o desenvolvimento tecnológico mundial. Os vídeos surgem nesse cenário como uma solução econômica, inusitada e eficaz de aplicabilidade simples, mas com efeito incontestável.

De fato, o uso desta ferramenta foi de grande importância, uma vez que despertou a curiosidade, auxiliando a contextualização do assunto. Nos alunos de 2º ano foram despertados questionamentos de alta relevância acerca dos vídeos de reprodução e diabetes, interligando o conteúdo trabalhado anteriormente com os assuntos discutidos, conforme pode ser percebido pela fala de um dos alunos “*Agora a transcrição faz sentido para mim*”, tomando como referência o fato da proteína ser produzida no organismo a partir de uma molécula de RNA. Foi possível observar que os alunos do 2º ano realizaram mais questionamentos em relação aos do 1º ano, fato explicado pela maior bagagem de conhecimento trazida pelos alunos do 2º ano.

Na leitura do artigo “*A fantástica fábrica de proteínas*”, houve comentários de alunos do 1º ano, correlacionando diabetes e produção de insulina trabalhadas no vídeo anterior, como pode ser observado no relato do aluno “*Fica mais fácil entender quando podemos ver o porquê este processo ocorre*”. Este fato reafirma a importância de se utilizar formas diferentes de abordar um mesmo assunto, uma vez que cada aluno possui uma forma diferenciada de aprendizagem. Vygotsky (1991) relata a necessidade do professor mediar a aprendizagem utilizando estratégias que levem o aluno a tornar-se independente e estimule o conhecimento potencial.

Sem dúvida, de todas as etapas da sequência didática, a mais envolvente foi o jogo utilizando o kit *“Desvendando os mistérios do DNA”*, pois ambas as turmas se entregaram fortemente em um momento de extrema descontração, divertimento, motivação e aprendizado. Este resultado demonstra a importância do uso de metodologias que utilizam o lúdico no processo de ensino aprendizagem. Kishimoto (1994) e Nadaline (2013) apontam esta importância do uso do lúdico no ensino aprendizagem, assim como os documentos das Orientações Curriculares Nacionais (BRASIL, 2006) que aconselham o uso do lúdico com intuito de estímulo para os alunos e contribuição para uma maior apropriação dos conteúdos envolvidos.

Ao final do jogo, foi possível observar que os alunos do 1º ano apresentaram maior dificuldades na atividade se comparado com os alunos do 2º ano, provavelmente, devido ao fato dos alunos do 1º ano estarem tendo o primeiro contato com o conteúdo. A grande dificuldade desses alunos foi correlacionar a estrutura do DNA com as peças do jogo. Sendo o DNA uma fita helicoidal, o kit não representa a fita desta forma, pois neste modelo optou-se por representar os processos e não a estrutura tridimensional. A ideia original do presente trabalho era a representação tridimensional, mas as tentativas para a elaboração desta representação não foram exitosas para que um modelo único representasse os processos de replicação e expressão gênica e ainda a estrutura tridimensional. Por tanto, ao avaliar a maior dificuldade dos alunos, optou-se por um modelo que representasse os processos. Apesar da dificuldade apontada, é inquestionável que o uso do kit enquanto recurso didático e lúdico consegue envolver de maneira satisfatória e significativa os alunos, desenvolvendo ainda competência de trabalho em grupo.

O kit foi utilizado como última etapa da sequência didática e na forma de jogo, entretanto, pode ser perfeitamente utilizado como modelo didático dos processos de replicação, transcrição e tradução durante uma aula expositiva dialogada. Podem ainda ser usados como material de apoio em seminários desenvolvidos pelos alunos, onde o grupo deve explicar o passo-a-passo dos processos para o restante da turma. Por fim, pode ter papel avaliativo, funcionando como uma prova, onde os alunos em grupo devem chegar a proteína final. Qualquer recurso didático pode ser reinventado pelo docente a cada turma, bastando ter a contextualização necessária para seu desenvolvimento. O recurso por si só muitas vezes não permite chegar ao

conhecimento, daí a importância do professor como mediador desse aprendizado, auxiliando na interpretação da simbologia presente no recurso. Bulgraen (2010) e Mortimer (1996) enfatizam a necessidade do professor assumir o papel de mediador do conhecimento, e de estar sempre atento a forma de contextualização do conteúdo, avaliando a melhor forma de ser apresentado de acordo com seu alunado.

O fato de a sequência didática ser conduzida levando a níveis de complexidade crescente, possibilita uma ressignificação de conceitos. Como relatado por Carvalho e Perez (2001), a sequência didática necessita que o aluno repense conceitos e adquira habilidade e atitudes. Autores como Vinholi Jr e Princival (2013), utilizaram sequência didática aliada a ludicidade como recurso de ensino, alcançando bons resultados. Da mesma forma, Justina e Ferla (2006) obtiveram excelentes resultados com a elaboração de modelo didático de DNA eucarioto, demonstrando a grande importância da ludicidade.

Após todas as etapas de descrição dos processos do DNA da sequência didática e o trabalho com o kit “Desvendando os mistérios do DNA”, um aluno do 2º ano relatou: *“Sempre decorei o que ocorria no DNA, através de um desenho que vem nos livros, mas agora compreendi o significado de cada etapa e não preciso decorar, pois entendi”* Devemos chamar a atenção para este comentário que demonstra a compreensão e a significação para o aluno, dos conceitos trabalhados, uma vez que o método tradicional não foi suficiente para sua aprendizagem completa.

Ao final de toda a sequência, muitos alunos relataram que devido ao conteúdo ter sido trabalhado de forma diferenciada, já o torna mais marcante, pois lembrando das atividades realizadas, eles recordam os conceitos. Segundo Pelizzari e colaboradores (2002) podemos observar nova significação dos subsunçores, ocorrendo um novo significado de informações já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, onde os alunos modificam seus conceitos preexistentes assimilando o novo conceito de forma mais efetiva.

6.3 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS TEÓRICOS

Foi possível observar, que no questionário anterior a sequência didática, a maioria dos alunos do 1º ano, onde o conteúdo teórico ainda não havia sido trabalhado, não conhecia nenhum conceito relacionado ao DNA, uma vez que a grande maioria das perguntas não foi respondida. Já os alunos do 2º ano grande parte respondeu de maneira correta, mas uma pequena parte não respondeu dando a entender que não conhecem ou não entenderam sobre o DNA na aula tradicional.

Após os alunos participarem de toda sequência didática, o mesmo questionário aplicado foi entregue para nova coleta de dados. Os resultados foram expressivamente diferentes, uma vez que a maioria respondeu todas as questões de maneira correta

Ao serem perguntados previamente sobre **O que significa a sigla DNA (ou ADN)? (QUESTÃO 1)**, somente 17,4% dos alunos de 1º ano responderam corretamente, 78,2% não responderam e 4,34% responderam de forma bastante generalista:

*“Uma partícula dos seres vivos”
“Uma parte da célula”*

A porcentagem de alunos da turma de 1ºano que não responderam esta questão, foi grande, apesar da divulgação de conteúdos relacionados ao DNA na mídia, 78,2% da turma não correlacionou estes conhecimentos vindos da mídia a questão, não formulando uma definição, mesmo que incompleta. Dos alunos de 2º ano, 68,75% responderam corretamente e 31,25% não responderam.

Nos alunos de 2º ano, 31,25% não responderam, representando um número elevado, levando em consideração que esta turma já estudou este conteúdo de em aula dialogada expositiva. Tal resultado pode ser reflexo de práticas docentes tradicionais que não atingem mais os alunos de forma efetiva como mencionado por Delizoicov e colaboradores (2002). O mesmo resultado se repete nas questões 2, 3 e 4.

Ao serem novamente perguntados sobre **“O que significa a sigla DNA (ou ADN)”**, no questionário pós sequência didática todos os alunos de ambas as turmas responderam de maneira correta o significado da sigla DNA, trazendo informações bem definidas como *“Esta sigla significa ácido desoxirribonucleico”*.

Quando perguntada previamente a **constituição da molécula de DNA (pergunta fechada) (QUESTÃO 2)**, 86,9% dos alunos de 1º ano marcaram alternativas erradas e somente 13,1% assinalaram corretamente. Entretanto, a alternativa errada mais pontuada (50%) foi *“duas cadeias de polipeptídeos formando uma dupla hélice”*, mostrando que os alunos têm conhecimento sobre a presença de duas cadeias em hélice.

Já entre os alunos do 2º ano, 68,75% assinalaram alternativas erradas e 31,25% marcaram a resposta correta. A alternativa errada mais pontuada para esta turma foi *“uma cadeia de nucleotídeos que tem a capacidade de se duplicar”*, mostrando que apesar da falha em considerar uma única cadeia, os alunos têm conhecimento sobre os nucleotídeos e a replicação da molécula. Entretanto, a porcentagem de acertos reflete a falta de assimilação do conteúdo por meio de aula teórica tradicional, indicando a provável necessidade de metodologias diferenciadas para melhor entendimento de termos considerados mais complexos. Jann e Leite (2010, p. 291) afirma que:

A exploração do aspecto lúdico é uma das técnicas que pode facilitar a aprendizagem. Um jogo é chamado didático quando utilizado para atingir determinados objetivos pedagógicos. É uma alternativa para se melhorar o desempenho dos estudantes em alguns conteúdos de difícil aprendizagem”

Quando questionados novamente a **“Constituição da molécula de DNA”**, 93,48% dos alunos do 1º ano e 93,75% dos alunos do 2º ano assinalaram a resposta correta. Apenas 6,52% dos alunos do 1º ano e 6,25% dos alunos do 2º ano assinalaram erroneamente a opção *“uma cadeia de nucleotídeos que tem a capacidade de se duplicar”*, demonstrando a compreensão da replicação do DNA, mas a falta de atenção em relação a opção oferece uma cadeia de nucleotídeo e não duas. Este mesmo erro foi observado no questionário prévio.

Quando solicitados previamente a **“Definir em uma frase os processos de replicação do DNA e transcrição do DNA” (QUESTÃO 3)**, todos os alunos do 1º ano não responderam enquanto 62,5% dos alunos de 2º ano responderam de forma correta. As respostas obtidas entre os alunos do 2º ano foram categorizadas em corretas completas e incompletas, conforme pode ser visto no QUADRO 1.

Quadro 1: Categorização das respostas do questionário prévio dos alunos de 2º ano sobre “**Definir em uma frase os processos de replicação do DNA e transcrição do DNA**”

Replicação do DNA	Respostas dos alunos
Respostas completas (40%)	“Processo de formação de duas fitas de DNA novas de forma semiconservativa” “Formação duas cadeias do DNA que se separam e cada uma delas orienta a fabricação de uma metade complementar”
Respostas incompletas (60%)	“Formar duas fitas duplas de DNA” “Capacidade de dobrar o DNA, ou seja, formar outro” “Fazer uma réplica do DNA”
Transcrição do DNA	Respostas dos alunos
Respostas completas (40%)	“Formação do RNA através de uma molécula molde do DNA” “Formação do RNA com informações do DNA, para serem levadas para fora do núcleo”
Respostas incompletas (60%)	“Formação do RNA” “Formação de uma fita simples RNA”

Na categorização das respostas do questionário prévio dos alunos em relação a pergunta “ Definir em uma frase os processos de replicação e transcrição do DNA”, é possível notar que a maioria dos alunos (60%), respondeu de maneira incompleta, porém é possível notar que todos entendem que no caso da replicação ocorrer a formação de duas fitas de DNA, e no caso da transcrição que a formação do RNA, reflexo da aula teórica dialogada anterior.

Após a sequência, quando questionados sobre “**Definir em uma frase os processos de replicação do DNA e Transcrição do DNA**”, 10,86% dos alunos do 1º ano não responderam sobre replicação e transcrição e 89,14% responderam de maneira correta. Todos os alunos do 2º ano responderam de maneira correta ambos os processos. Este resultado do 1ºano, pode ser reflexo da dificuldade que alguns apresentaram, durante o trabalho com o kit “Desvendando dos mistérios do DNA” Onde este grupo solicitou ajuda nas etapas, para completar o jogo.

Ao serem solicitados previamente a **“Completar a fita complementar da seguinte sequência de bases do DNA: 5’ A T A A G C G T T A G C 3’” (QUESTÃO 4)**, novamente, nenhum aluno do 1º ano respondeu e na turma de 2º ano, 81,25% não responderam. Entretanto, dos que completaram a sequência (18,75%) todas as respostas foram corretas. Este resultado reflete a falta de compreensão do conteúdo de genética. Moura (2013), relata que, no Brasil, o conteúdo de genética não é muito aceito pelos alunos em função de sua complexidade. Lima, Pinton e Chaves (2007, p. 3) afirmam que:

Vários estudos mostram que os conceitos de genética são difíceis de serem trabalhados no ensino de biologia, sendo apresentados de forma distorcida por estudantes em diferentes níveis de ensino, incluindo o ensino universitário.

Krasilchik (2004) também relata esta dificuldade dos alunos em compreender os conteúdos relacionados ao DNA sendo considerados abstratos e complexos, construindo um entendimento superficial e insuficiente.

Após a sequência, ao serem solicitados a **“Completar a fita complementar da seguinte sequência de bases do DNA: 5’ A T A A G C G T T A G C 3’**, todos os alunos do 1º ano responderam essa questão e somente 4,34% não completaram corretamente a sequência, por confundirem a relação entre adenina/timina e citosina/guanina, trocando as posições entre DNA e RNA. Para o 2º ano, todos os alunos completaram corretamente. Novamente este resultado na turma do 1º ano pode demonstrar a falta de assimilação em relação as estruturas e as peças do jogo.

Ao serem solicitados previamente a **“Completar a fita fornecida no questionamento anterior com a sequência de bases do RNA” (QUESTÃO 5)**, como era se esperar, houve a mesma participação da questão anterior, afinal, as perguntas eram relacionadas. Dos 18,75% dos alunos do 2º ano, responderam corretamente. As duas questões acima para serem respondidas de maneira correta necessitam de um conhecimento mais específico das estruturas do DNA, justificando a falta de resposta por parte dos alunos de 1º ano, pois estes não estudaram o assunto a este nível, já entre os alunos de 2º ano, isso demonstra a falta de compreensão e assimilação do conteúdo através da aula teórica.

Já após a sequência, ao serem solicitados a **“Completar a fita fornecida no questionamento anterior com a sequência de bases do RNA”** os resultados foram semelhantes a questão anterior, uma vez que os mesmos alunos que erraram a questão 4 do questionário pós, também erraram esta questão. Desta vez, a confusão se deu na substituição e complementariedade das bases timina/adenina e adenina/uracila.

Quando solicitados previamente a **“Escrever o que sabem sobre o DNA, levando em consideração as aulas e Biologia, o livro didático, a televisão, a internet, em conversa com amigos...” (QUESTÃO 6)**, todos os alunos, de ambas as turmas responderam (QUADROS 2 e 3). Apenas entre os alunos do 1º ano, duas respostas foram consideradas erradas enquanto todas as demais foram corretas e, portanto, categorizadas. Muitos relataram sobre teste de paternidade e programas de televisão, demonstrando a popularização da ciência via mídias. Como relatado por Germano (2006), a ciência é patrimônio da humanidade e seu conhecimento é a forma mais eficaz de poder que conseguimos inventar, não devendo ficar restrita a uma pequena parcela da sociedade. Os programas de televisão e revistas alcançam com maior facilidade a população em geral, mas nem sempre conseguem esclarecer de maneira suficiente os assuntos referentes ao DNA, ocorrendo entendimentos errôneos ou mal-entendidos.

Quadro 2: Categorização das respostas do questionário prévio dos alunos de 1º ano sobre **“O que sabem sobre o DNA, levando em consideração as aulas e Biologia, o livro didático, a televisão, a internet, em conversa com amigos...”**

Respostas Erradas (8,69%)
<p><i>“Ele é o material genético geralmente filhos e pais tem o mesmo”</i> <i>“É usado para entender seu sangue”</i></p>
Respostas Corretas (91,31%)

<p>Testes de Paternidade e média em geral (30,43%)</p>	<p>“Carrega todas as informações genéticas e permite fazer o teste de paternidade pois passa para os filhos É igual a um cartão de memória guarda tudo que aprendemos” “Fica no sangue pois fazemos o teste de paternidade O DNA é uma parte minúscula do corpo que tira do sangue para reconhecimento” “Serve para fazer teste de DNA paternidade como no programa do ratinho” “Serve para saber quem é os pais como em malhação identidade” “Para saber quem é o pai” “Teste de paternidade como nos programas da televisão” “Serve para fazer teste de paternidade, está no cabelo e sangue”</p>
<p>Armazenamento de Informações (45,65%)</p>	<p>“Onde ficam as informações genéticas toda a informação genética é armazenada no DNA” “Toda a informação genética armazenada no DNA e que comanda a célula” “Carrega o código dos seres vivos” “Molécula que armazena informações genéticas” “É um fator genético” “Vem da genética”</p>
<p>Comando de Atividades (10,86%)</p>	<p>“Comanda as atividades da célula” “Sem DNA não tem vida ele controla tudo”</p>
<p>Ideia geral (4,34%)</p>	<p>“Base da vida” “Todos têm um”</p>

Quadro 3: Categorização das respostas do questionário prévio dos alunos de 2º ano sobre “O que sabem sobre o DNA, levando em consideração as aulas e Biologia, o livro didático, a televisão, a internet, em conversa com amigos...”

Respostas Corretas	
<p>Testes de Paternidade e média em geral (34,37%)</p>	<p>“É usado para saber a paternidade do pai e pode clonar outros DNA” “Uma molécula com genes, onde fazem testes para descobrir por exemplo quem é o pai” “Carrega material genético que serve para descobrir quem são seus pais biológicos” “Sei que é muito utilizado para fazer exames de paternidade e obrigar o homem a assumir seu filho” “Para fazer testes de paternidade e comanda as atividades da célula” “O DNA é utilizado para identificação de pessoas, para identificar a paternidade e pessoas que cometeram crimes. Como já vi no programa do ratinho e a série CSI” “Através dele realiza o teste de paternidade e a clonagem como a ovelha” “Serve para realizar teste de paternidade e comanda as atividades da célula e produzir substâncias para o corpo” “DNA pode ser duplicado e até clonado e também pode saber o parentesco” “Cada pessoa tem o seu próprio, podendo identificar criminosos” “Guarda em seu núcleo todo o material genético podendo realizar o teste de DNA”</p>

<p>Armazenamento de Informações (46,87%)</p>	<p><i>“Onde ficam as informações genéticas”</i> <i>“Ele carrega todas as informações de uma pessoa e suas características”</i> <i>“Molécula que carrega nossas características”</i> <i>“Carrega nossas características que são passadas através dos filhos”</i> <i>“O DNA é seu livro de receitas que possui o registro de suas características”</i> <i>“O DNA está no núcleo da célula e carrega nossas características”</i> <i>“O DNA é uma parte da estrutura humana responsável pela genética e constituição das características do ser humano”</i> <i>“Cadeia que carrega o código genético”</i> <i>“Molécula que contém instruções vindas do pai e da mãe”</i> <i>“O DNA é uma bagagem que todo mundo carrega com informações que se duplicam para se manterem sempre ativas”</i></p>
<p>Comando de Atividades (9,37%)</p>	<p><i>“Comanda todas as atividades das células e carrega nossas características”</i></p>
<p>Produção de proteína e replicação (9,37%)</p>	<p><i>“O DNA trabalha a todo momento em nosso corpo pois se duplica e produz proteínas”</i> <i>“O DNA é uma estrutura que desenvolve proteínas para nosso corpo”</i> <i>“Está presente no núcleo produz proteína e está presente em todas as células do corpo”</i></p>

De acordo com a análise das respostas do questionário prévio, representadas nos quadros 2 e 3, nota-se que mesmo as respostas consideradas erradas contêm a ideia de hereditariedade, não perdendo totalmente o sentido do significado do DNA. Pode-se observar também que os alunos do 1º ano trazem muita referência a programas de televisão e poucos termos científicos, exceto por citarem a função de comando das atividades celulares (conteúdo trabalhado no ensino fundamental II). A maioria (45,65%) relata a que o DNA possui as informações genéticas do indivíduo, mostrando compreensão de que o DNA contém dados de gerações dos seres vivos.

Entre os alunos do 2º ano, onde não houve respostas erradas, também ocorreram muitas citações midiáticas (34,37%), demonstrando a grande influência da mídia popular na divulgação de conteúdos científicos. Por este motivo é necessário que os trabalhos científicos cada vez mais sejam divulgados na mídia, para que ocorra uma popularização da ciência e a apropriação do conhecimento científico pela população em geral. Como relatado por Germano (2007, p. 21):

A ciência e a tecnologia, como qualquer outra produção cultural, é patrimônio da humanidade. Seus prejuízos sempre serão divididos igualmente com todos, mas os benefícios estão restritos a apenas alguns. O conhecimento científico é a forma mais eficaz de poder que conseguimos inventar. Não é justo, nem seguro que fique aos cuidados de algumas poucas nações ou indivíduos.

Ainda com relação aos quadros 2 e 3, os alunos de 2º ano correlacionaram em 46,87% de respostas ao armazenamento de informações no DNA. Considerando que este assunto é trabalhado no ensino fundamental e resgatado no segundo semestre do 1º ano do Ensino Médio, podemos considerar esta informação como um resgate de conhecimento.

Após a sequência, ao **“Escrever o que sabem sobre o DNA, levando em consideração as aulas e Biologia, o livro didático, a televisão, a internet, em conversa com amigos... (QUESTÃO 6)** todos os alunos de ambas as turmas responderam corretamente, havendo muitas citações dos exemplos dados na sequência didática (QUADROS 4 e 5).

Quadro 4: Categorização das respostas do questionário pós sequência didática dos alunos de 1º ano sobre **“O que sabem sobre o DNA, levando em consideração as aulas e Biologia, o livro didático, a televisão, a internet, em conversa com amigos...”**

Respostas Corretas	
<p>Descrição/Organização (65,21%)</p>	<p><i>“Ele contém toda a informação genética dos seres vivos é formado por uma dupla fita com pares de base ATCG”</i></p> <p><i>“O DNA é formado por uma dupla fita, cada uma formada por um fosfato, um açúcar e uma base nitrogenada”</i></p> <p><i>“Encontra-se dentro do núcleo, formado por uma dupla fita formada de fosfato, pentose e base nitrogenada”</i></p> <p><i>“Formado por uma dupla fita constituída de um fosfato uma desoxirribose e base nitrogenada”</i></p> <p><i>“Formado por um fosfato, um açúcar e uma base nitrogenada em uma dupla fita”</i></p>
<p>Função (2,17%)</p>	<p><i>“O DNA controla todas as atividades da célula e contém uma receita para seu funcionamento, toda vez que a célula se divide antes o DNA tem que se dividir”</i></p>
<p>Descrição/Organização e Função (23,91%)</p>	<p><i>“Formado por uma dupla fita de nucleotídeos e capaz de se duplicar e produzir proteínas, formando RNA”</i></p> <p><i>“Formado por nucleotídeos e origina o RNA para enviar mensagens”</i></p>
<p>Respostas completas (4,34%)</p>	<p><i>“O DNA está contido no núcleo da célula ele não sai de lá por isso forma o RNA para transmitir a sua mensagem e forma proteínas. O DNA é formado por pares de nucleotídeos, que são constituídos por um fosfato, uma pentose e bases nitrogenadas, ligadas por pontes de hidrogênio essas podem ser púricas e pirimídicas”</i></p> <p><i>“Molécula presente no núcleo das células capaz de realizar replicação, transcrição e tradução, forma o RNA que é composto de uma fita única formada por um fosfato um açúcar ribose e uma base nitrogenada, diferente do DNA pois seu açúcar é a desoxirribose e suas bases são AT, CG e no RNA é AU e CG”</i></p>

Quadro 5: Categorização das respostas do questionário pós sequência didática dos alunos de 2º ano “O que sabem sobre o DNA, levando em consideração as aulas e Biologia, o livro didático, a televisão, a internet, em conversa com amigos...”

Respostas Corretas	
<p><i>Descrição do DNA</i> (40,62%)</p>	<p><i>“O DNA é formado por um fosfato uma pentose e um açúcar, não sai do núcleo da célula”</i> <i>“O DNA é a base da vida formado por uma fita dupla de fosfato, pentose e base nitrogenada, seu sentido de leitura sempre é 5’3”</i> <i>“Uma fita dupla de nucleotídeos”</i></p>
<p><i>Função do DNA</i> (18,75%)</p>	<p><i>“Base da vida que forma proteínas”</i> <i>“O DNA da origem ao RNA que leva suas mensagens que são traduzidas pelos ribossomos”</i></p>
<p><i>Descrição e função do DNA</i> (28,12%)</p>	<p><i>“É formada por bases nitrogenadas chamadas de adenina, timina, citosina e guanina, pode realizar a replicação, transcrição e tradução”</i> <i>“O DNA é muito importante para a vida um erro nele ou em sua replicação pode causar doenças como a diabetes. O DNA é formado por um fosfato um açúcar e uma base nitrogenada dentro de uma dupla fita, enrolada sobre si”</i></p>
<p><i>Respostas completas</i> (12,5%)</p>	<p><i>“O DNA é uma dupla cadeia de nucleotídeos, que se localiza dentro do núcleo, possui um código genético que são instruções para a produção de proteínas essenciais ao nosso corpo”</i> <i>“O DNA localiza-se no núcleo da célula é formado por um fosfato um açúcar (desoxirribose) e uma base nitrogenada em uma fita dupla enrolado sobre si, nele contém todas as informações genéticas do organismo e dele são mandadas instruções para a realização de processos”</i> <i>“O DNA é uma molécula que contém todas as informações necessárias para o indivíduo, envia informações através do RNA para a produção de proteínas, se ao se duplicar sai algo errado pode deixar de produzir proteínas ou fazer outra diferente causando doenças”</i> <i>“Para a replicação de uma nova célula antes o DNA se duplica e confere se ocorreu algum erro e também se duplica para a formação de um novo ser como na fecundação. Ele é formado de uma dupla fita de nucleotídeos, que são formados por um fosfato uma pentose e uma base nitrogenada, as bases são ATCG, ele forma o RNA que leva o código para a junção dos aminoácidos fora do núcleo, as bases do RNA são AUCG”</i></p>

Na análise do questionário pós sequência didática é possível notar que houve uma porcentagem pequena de resposta errada em ambas as turmas e apareceram muitos termos específicos (transcrição de RNA, síntese de proteínas, replicação, código, bases nitrogenadas) e muitas respostas completas. Os resultados mostram que houve

um entendimento do conteúdo e esforço dos alunos em responder e mostrar conhecimento nos questionários. Com isso, o uso de metodologias dinâmicas e lúdicas, diferente da aula expositiva que estão diariamente acostumados, parecem ter influenciado expressivamente a compreensão dos conceitos relacionados aos processos que envolvem o DNA. Como mencionado por Kishimoto (1994) que o uso de metodologias lúdicas corrobora de forma positiva e expressiva na aprendizagem.

De forma quantitativa, pode-se resumir os dados obtidos nos questionários prévios aplicados aos alunos de 1º e 2º anos nos GRÁFICOS 1 e 2.

Gráfico 1: Resultado das respostas do questionário teórico prévio aplicado aos alunos do 1º ano.

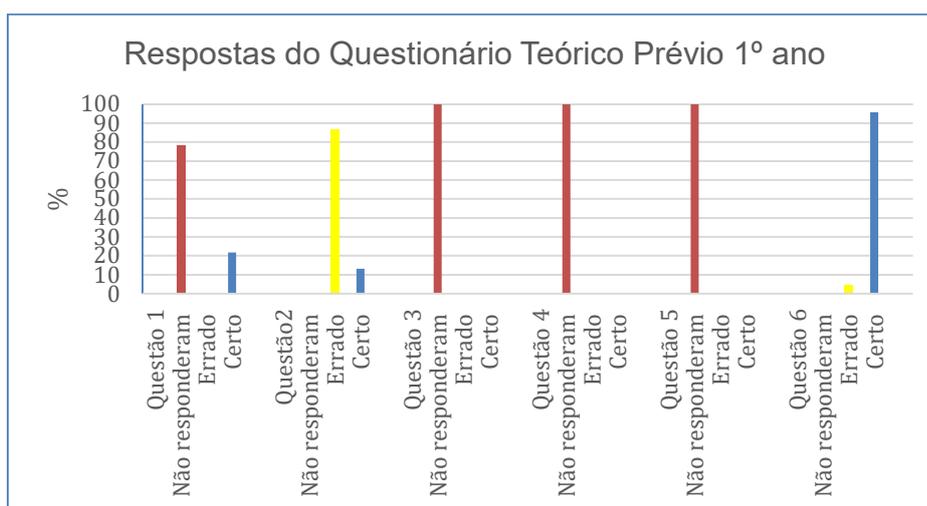
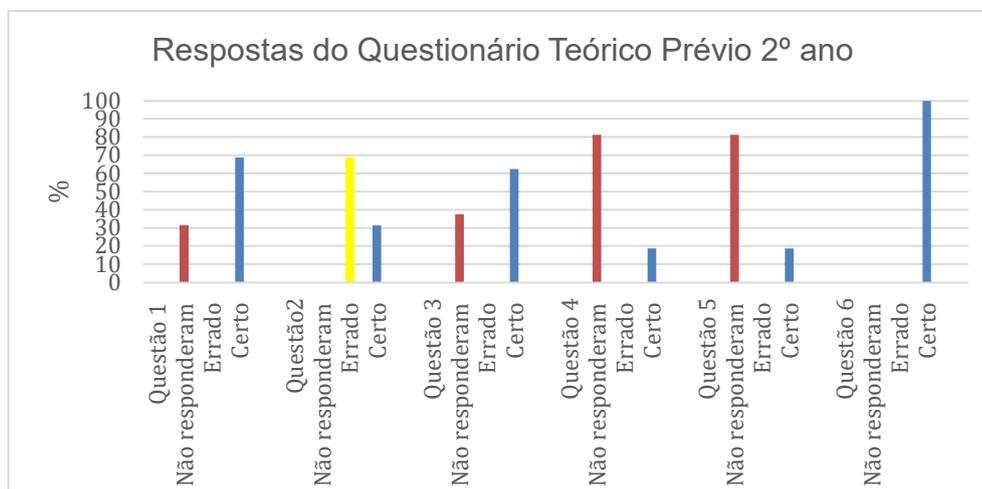


Gráfico 2: Resultado das respostas do questionário teórico prévio aplicado aos alunos do 2º ano.



Observa-se um expressivo número de respostas em branco entre os alunos de 1º ano (GRÁFICO 1), demonstrando que os alunos têm receio em responder quando não estão seguros da resposta. Além disso, demonstra o caráter específico do assunto, tornando-se difícil a formulação da resposta sem uma bagagem de conceitos bem definidos. Quando a pergunta é fechada (QUESTÃO 2) muitos se arriscam na resposta que não exige construção de escrita.

Este resultado foi reflexo do conhecimento prévio dos alunos, denominado de subsunçor por Ausubel. Segundo Pelizzari (2002), uma aprendizagem só poderá ser considerada significativa quando o conteúdo trabalhado com o aluno consegue se ancorar no subsunçor, assimilando e restaurando seu conhecimento de forma nova e efetiva. Os conhecimentos prévios são de grande importância para a aprendizagem significativa, pois quando informações novas são assimiladas, estas serão cruzadas como os “subsunçores” e gerarão o conhecimento de forma significativa (AUSUBEL, 1982). Analisando as respostas ou ausência das mesmas, percebe então que os alunos têm pouco material de ancoragem, limitado quase a totalidade absoluta ao conhecimento midiático (QUESTÃO 6).

Ao analisarmos as respostas do questionário prévio dos alunos de 2º ano, nota-se que a porcentagem de respostas não respondidas foi expressivamente menor se comparado com os alunos do 1º ano. Da mesma forma, há elevado número de respostas corretas, justificadas claramente pelo fato desses alunos já terem trabalhado o conteúdo em aula expositiva. Entretanto, é possível observar que há um *déficit* de compreensão do conteúdo, evidenciado em questões com a porcentagem de respostas erradas.

De forma quantitativa, assim como realizado para questionário prévio, pode-se resumir os dados obtidos nos questionários pós sequência didática aplicados aos alunos de 1º e 2º anos nos GRÁFICOS 3 e 4.

Gráfico 3: Resultado das respostas do questionário teórico pós sequência didática aplicado aos alunos do 1º ano.

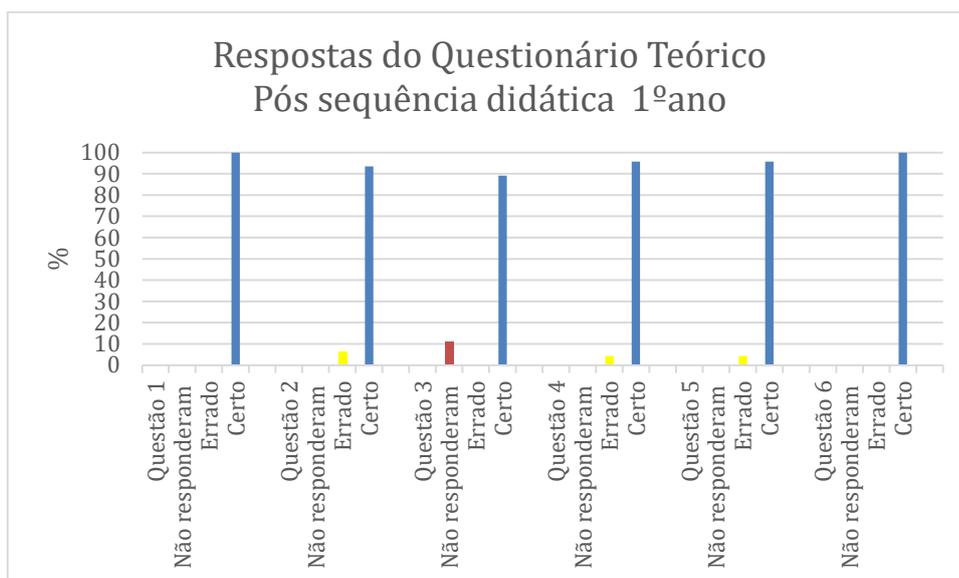
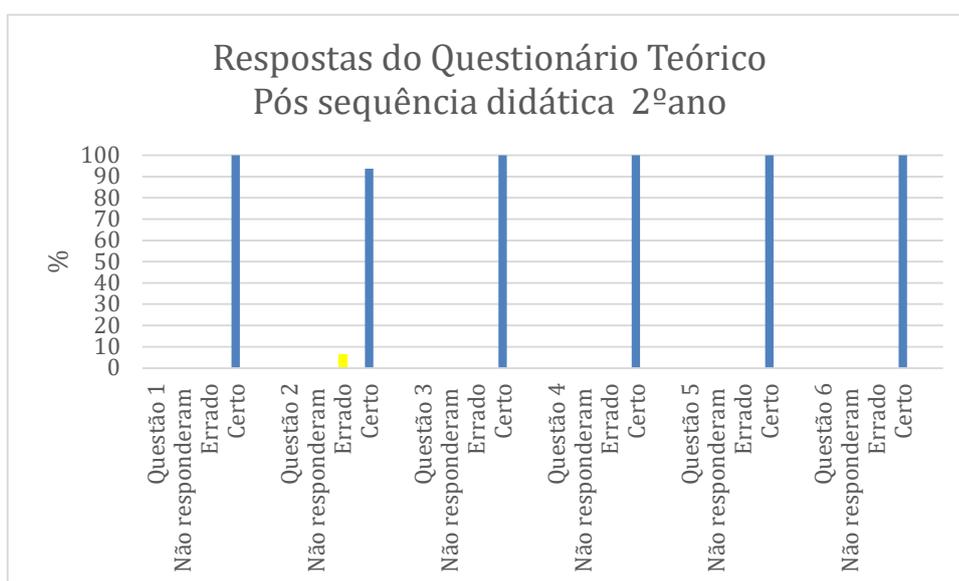


Gráfico 4: Resultado das respostas do questionário teórico pós sequência didática aplicado aos alunos do 2º ano.



Analisando os gráficos das respostas dos questionários pós sequência didática dos alunos do 1º e 2º anos, pode-se observar claramente a quase totalidade absoluta de informações corretas e um melhor entendimento dos conceitos quando comparados aos mesmos gráficos nos questionários de conhecimento prévio.

Estes resultados demonstram a validade da sequência didática frente a mudança significativa de conhecimento após seu desenvolvimento e corroboram Souza (2007, p. 110) quando relata que:

[...] o professor poderá concluir juntamente com seus alunos, que o uso dos recursos didáticos é muito importante para uma melhor aplicação do conteúdo, e que, uma maneira de verificar isso é na aplicação das aulas, onde poderá ser verificada a interação do aluno com o conteúdo. Os educadores devem concluir que o uso de recursos didáticos deve servir de auxílio para que no futuro seus alunos aprofundem e ampliem seus conhecimentos e produzam outros conhecimentos a partir desses. Ao professor cabe, portanto, saber que o material mais adequado deve ser construído, sendo assim, o aluno terá oportunidade de aprender de forma mais efetiva e dinâmica.

6.4 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS METODOLÓGICOS

Além do questionário teórico, que envolveu a coleta de dados relacionada ao conteúdo biológico, os alunos também responderam a um questionário metodológico para avaliação do kit como recurso didático. Com relação a **validade do kit para o ensino de DNA**, todos os alunos do 1º ano julgaram muito válido, enquanto nos alunos do 2º ano, 87,5% julgaram muito válido e 12,5% como válido. Levando em consideração as dificuldades que os alunos do 1º ano apresentaram no decorrer da sequência didática e uso do kit este resultado demonstra que os alunos reconheceram que os assuntos trabalhados atingiram suas necessidades de aprendizagem. Ainda, em relação à **adequação do material**, 78,3% dos alunos do 1º ano julgaram muito adequado e 21,7% como adequado. No 2º ano, 78,88% julgaram muito adequado e 21,12% julgaram adequado.

Sobre as **dificuldades em trabalhar com o material**, 10,86% dos alunos do 2º ano alegaram ter dificuldades com os alfinetes (fosfatos) e os alunos do 1º ano 8,69% responderam ter dificuldade em relacionar as cores das bases nitrogenadas complementares. Para a questão dos alfinetes, uma alternativa é não usar o alfinete como ligação entre os nucleotídeos, deixando a estrutura montada mas não ligada. Com isso, não há necessidade de manipulação do alfinete com risco de ferimentos. Outra opção pode ser a substituição dos alfinetes por ímãs ou cliques. Já para a questão da dificuldade de relacionar as bases nitrogenadas as cores correspondentes, foi adicionado um guia de consulta para cada grupo durante o jogo. Outra alternativa

seria a inserção das letras (ATCGU) nas bases. O Guia para o Professor (APÊNDICE A) trás outras opções de confecção bem como cuidados conceituais para se atentar durante a utilização.

Finalmente, quando perguntados sobre a **didática da aula**, 95,66% dos alunos de 1º ano julgaram muito didática e 4,34% como didática, semelhantemente, 96,88% dos alunos de 2º ano julgaram muito didática e 3,12% como didática. Para esta questão, foi esclarecido o que seria o termo didático, pois os alunos desconheciam a palavra, encontrando dificuldades em responder. Como observado, os alunos reconhecem atividades dinâmicas como fonte de aprendizado quando as julgam didáticas.

Quando os resultados do presente estudo são comparados com outros trabalhos, pode-se perceber que métodos que utilizam jogos didáticos facilitam a aprendizagem e são válidos em todos os níveis de ensino, como relatado por Rossetto (2010, p.122):

Professores que transitam com segurança e leveza pela matéria que lecionam e consideram o processo ensino-aprendizado algo permanente na vida está apto a considerar o uso de jogos em aulas, em qualquer nível de ensino.

Quando o professor se coloca como mediador no processo de aprendizagem, utilizando recursos lúdicos e variedade metodológica, a mudança parece facilitar o entendimento do conteúdo e estimular a participação dos alunos. Como resultado, as aulas que muitas vezes são consideradas entediantes e carregadas de termos técnicos complexos se transformam em um momento de aprendizado leve, dinâmico, contextualizado e significativo, além de possibilitar o desenvolvimento de várias habilidades discentes, como a autonomia.

De forma quantitativa, pode-se resumir os dados obtidos nos questionários metodológicos nos gráficos 5 e 6.

Gráfico 5: Resultado das respostas do questionário metodológico aplicado aos alunos do 1º ano

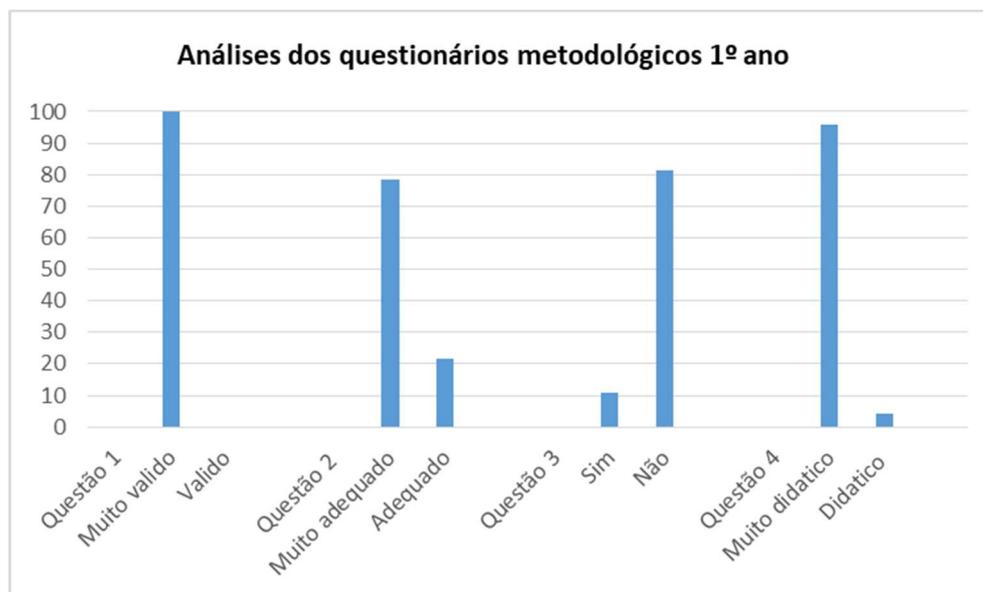
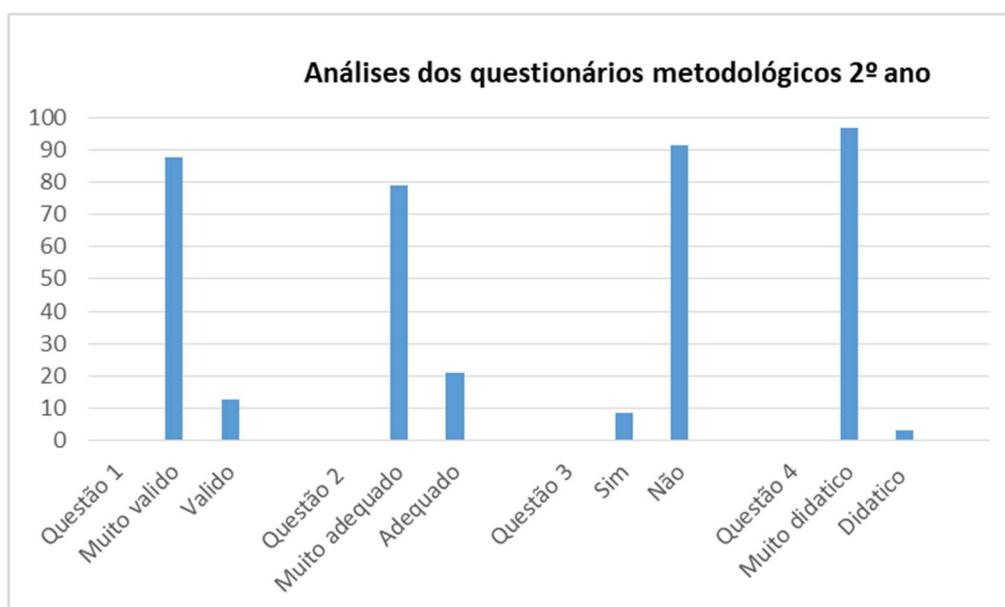


Gráfico 6: Resultado das respostas do questionário metodológico aplicado aos alunos do 2º ano.



A análise dos gráficos demonstra a grande aceitação por parte dos alunos da sequência didática e do Kit “Desvendando os mistérios do DNA, uma vez que a maioria dos alunos julgou o modelo sendo muito valido e muito adequado. Além de ter o considerado muito didático.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- ✚ A sequência didática desenvolvida proporcionou a condução de uma aprendizagem lúdica e efetiva na qual o professor se apresenta no papel de mediador em sala de aula.
- ✚ Alunos que haviam tido contato com o conteúdo previamente em aulas expositivas (2º ano), ainda apresentavam conceitos equivocados e limitações de vocabulário. Ao participarem da pesquisa, ressignificaram conceitos e vocabulários.
- ✚ Alunos que não haviam tido contato previamente com o conteúdo (1º ano) apresentaram esperada ausência de conhecimento específico, precisando de informações de referência. Ao participarem da pesquisa, alcançaram resultados igualmente significativos se comparados aos alunos de 2º ano.
- ✚ A mídia é um grande veículo de divulgação científica, possibilitando que os alunos façam relações do cotidiano com o conteúdo da escola e com isso se tornam um grande aliado do professor no processo de aprendizagem e contextualização do conteúdo.
- ✚ O kit “Desvendando os mistérios do DNA” precisa ser adaptado para diferentes realidades, seja número de alunos, tempo do professor, espaço físico e inserção introdutória ou de revisão.
- ✚ O kit foi positivamente avaliado pelos alunos que o consideraram válido, adequado e didático para o ensino dos processos envolvendo o DNA na expressão gênica.
- ✚ Jogos didáticos tornam a relação ensino-aprendizagem mais prazerosa, ajudando a melhorar a sociabilidade, o raciocínio e a imaginação.
- ✚ Inovação e diversidade metodológica, quando planejadas, contextualizadas e mediadas são de grande valia para a aprendizagem.

8 REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D.P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Editora Plátano. 2003.
- AUSUBEL, D.P. **A Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo, Moraes. 1982.
- APPELBERG, R.A. **Microbiologia** – volume I, LIDEL edições técnicas Ltda. 1998.
- BEREZUK, P.A.; INADA, P. Avaliação dos laboratórios de ciências e biologia das escolas públicas e particulares de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Human and Social Sciences**, Maringá, v.32, n.2, p.207-215.2010.
- BORGES, A.T. Novos Rumos para o Laboratório Escolar. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, no. 3. 2002.
- BULGRAEN, V.C. O papel do professor e sua mediação nos processos de elaboração do conhecimento. **Revista Conteúdo**, v. 1, no. 4. 2010. Disponível em <http://www.moodle.cpscetec.com.br/capacitacaopos/mstech/pdf>.
- BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. 4. ed. **Lisboa**: Edições70, 2010.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação. 1999.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº 9394, 20 de dezembro de 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEB. 2006.
- CASAGRANDE, G.L. **A genética humana no livro didático de biologia**. 2006. 103f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2006.
- CAVALCANTE, D.D.; SILVA, A. de F. A. de. Modelos didáticos e professores: concepções de ensino-aprendizagem e experimentações. In: **XIV Encontro Nacional de Ensino de Química**, Curitiba, UFPR. 2008.
- CARVALHO, A.M.P.D.C.; PEREZ, D.G. O saber e o saber fazer dos professores. In: CASTRO, A.D.; Carvalho, A.M.P. **Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental e média**. São Paulo, Ed Pioneira. 2001.

- CARVALHO; A.M.P. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação** - São Paulo: Cenqage Learning, 2013.
- CARVALHO, H.F.; RECCO-PIMENTEL, S.M. **A célula**. Manole, SP. 2013.
- CONSELHO DE INFORMAÇÃO SOBRE BIOTECNOLOGIA. **Transgênicos no Brasil: conheça seus benefícios e sua trajetória**. 2016. Disponível em: <<https://cib.org.br/transgenicos-no-brasil/>>
- DANTAS, C. Entenda o Crispr: a técnica de edição de DNA que pode ter criado bebês resistentes ao HIV. **Globo.com** Disponível em< <http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/cientistas-mudam-dna-de-embrioes-humanos-pela-1-vez-com-nova-tecnica-de-edicao-genetica.ghtml>
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A. **Metodologia do ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez. 1991.
- DELIZOICOV, D. & ANGOTTI, J. A. & PERNAMBUCO, M. M. C. A. (2002). **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez.
- DINIZ, M.C.; SCHALL, V. Estudo exploratório sobre estratégias e materiais educativos. In: **Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências (ABRAPEC)**, Atibaia. Anais... Atibaia: ABRAPEC. 2001
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. São Paulo: Paz e Terra. 2005
- FERNANDES, H.L. Um naturalista na sala de aula. *Ciência & Ensino*. Campinas, Vol. 5, 1998.
- FERREIRA, L.H.; HARTWIG, D.R.; OLIVEIRA, R.C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química Nova na Escola**, v. 32, no. 2. 2010.
- GENTIL DFO; RODRIGUES HS; SOUZA RAG. 2012. Dominó das hortaliças: desenvolvimento de jogo didático para horta escolar. *Horticultura Brasileira* 30: S937-S944.
- GERMANO, M.G.; KULESZA, W.A. Popularização da ciência: uma revisão conceitual. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 24, n. 1, p. 7-25, 2007.
- GIORDAN, A.; VECCHI, G. **Do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos**. Porto Alegre: Artmed. 1996.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, no. 10. 1999.

- GLOBO. **Nova Técnica de edição genética.** Disponível em< <http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/cientistas-mudam-dna-de-embrioes-humanos-pela-1-vez-com-nova-tecnica-de-edicao-genetica.ghtml>> acessado em 10/08/2019.
- GODOY, A.S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de administração de empresas**, v. 35, no. 2. 1995. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rae/v35n2/a08v35n2.pdf>>.
- GOMES, R.R.; FRIEDRICH, M.A Contribuição dos jogos didáticos na aprendizagem de conteúdos de Ciências e Biologia. In: **EREBIO** 1, Rio de Janeiro, 2001, Anais..., Rio de Janeiro. 2001.
- JANN, P.N.; LEITE, M.F. Jogo do DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de ciências e biologia. **Ciências & Cognição**, v. 15, no. 1. 2010.
- JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. **Biologia Celular e Molecular**. Guanabara Koogan, 2012.
- JUSTINA, L.A.D.; FERLA, M.R. A utilização de modelos didáticos no ensino de Genética - exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. **Arq Mudi.**, v. 10, no. 2. 2006.
- KRASILCHIK, M.M. **Prática de ensino de Biologia**. Ed Universidade de São Paulo. 2004.
- KISHIMOTO, T.M. **O jogo e a Educação Infantil**. São Paulo: Pioneira. 1994.
- Leite, M. Retórica determinista no genoma humano. **Scientiae Studia**, 4, 3, p. 421-52, 2006.
- LIMA, A.C.; PINTON, M.R.G.M.; CHAVES, A.C.L. O entendimento e a imagem de três conceitos: DNA, gene e cromossomo no ensino médio. In: **VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ABRAPEC – SC**, Florianópolis. 2007.
- LOPES, S.; ROSSO, S. **Bio**. Volume 3, São Paulo. 2016.
- LOPES, M.A.; MELO, I.S. Bioprospecção: biotecnologia aplicada a prospecção e uso de serviços e funções da biodiversidade. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, São Paulo, v. 34. 2005.
- MADUREIRA, H. C. et al. O uso de modelagens representativas como estratégia didática no ensino da biologia molecular: entendendo a transcrição do DNA. **Revista Científica Interdisciplinar**, v. 3, n. 1, p. 17-25, 2016.

- MARTINEZ, E.R.M; FUJIHARA, R.T.; MARTINS, C. Show da Genética: um jogo interativo para o ensino de Genética. **Genética na Escola**, v. 3, n. 2, p. 24-27. 2008.
- MOURA, J.M.S.M.D; 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**, v. 32, no. 2. 2013. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article>
- MORTIMER, E.F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, no. 1. 1996.
- MORAN, J.M. O Vídeo na Sala de Aula. **Revista Comunicação & Educação**. São Paulo, ECA-Ed. Moderna. 1995 Disponível em: http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/desafios_pessoais/vidsal.pdf
- NADALINE,M;FINAL,R.A. O lúdico como facilitador nas dificuldades no processo de ensino-aprendizagem da língua portuguesa. **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE-ARTIGOS**;2013 Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_utfpr_port_artigo_mariete_nadaline.pdf
- NASCIMENTO, L.M.M.; GUIMARAES, M.D.M.; EL-HANI, C.N. Construção e avaliação de sequências didáticas para o ensino de biologia: uma revisão crítica da literatura. **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis, SC. 2009.
- OLIVEIRA, M. L.; ANTUNES, A. M.; TELLES, M. P. C.; MORAIS, S. M. T. S. Genética na TV: o Vídeo Educativo como Recurso Facilitador do Processo de Ensino Aprendizagem. **Revista Eletrônica Experiências em Ensino de Ciências**, Mato Grosso, n. 1, p. 27-42, mai. 2012.
- OLIVEIRA, T.H.G.; SANTOS, N.F.; BELTRAMINI, L.M. O DNA: uma sinopse histórica. **Revista de Ensino de Bioquímica** v. 2, no. 1. 2004.
- OCA, I.C.M. Que aportes oferece la investigación reciente sobre aprendizagem para fundamentar nuevas estrategias didácticas? **Revista Educación**, México, v. 19, n. 1. 2005.
- PERUZZI, S.; FOFONKA, L. A importância da aula prática para a construção significativa do conhecimento: a visão dos professores das Ciências da Natureza. **Educação ambiental em ação**, 2014. Disponível em: <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo>

- PELIZZARI, A.; KRIEGL, M.L.; BARON, M.P.; FINCK, N.T.L.; DOROCINSKI, S.I. Teoria da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel. **Revista PEC**, v. 2, no. 1. 2002.
- PENA, S.D. Dez anos de genoma humano. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro. 2010. Disponível em: <<http://cienciahoje.org.br/coluna/dez-anos-de-genoma-humano/>>
- POZO, J.I. (Org.). **A solução de problemas**. Porto Alegre: Artmed, 1998
- RIVAS, M.P.; TEIXEIRA, A.C.B.; KREPISCHI, A.C.V. Epigenética: conceito, mecanismos e impacto em doenças humanas. **Revista Genética na Escola**, v. 14, no. 1. 2019. Disponível em <<https://www.geneticanaescola.com.br/>>
- ROGERS, C.R. **Tornar-se pessoa**. São Paulo: Martins, 2001.
- ROSSETTO, E.S. Jogo das organelas: o lúdico na Biologia para o Ensino Médio e Superior. **Revista Iluminart do IFSP**, v. 1, no. 4. 2010.
- SCARPA, D.L.; SASSERON; L.H.S.; BATISTONI, M. O Ensino por Investigação e a Argumentação em Aulas de Ciências Naturais. **Revista tópicos educacionais**, v. 23 no. 1. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/topicoseducacionais/>
- SOUZA, S.E. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. In: **I Encontro de pesquisa em educação, IV Jornada de prática de ensino, XIII Semana de pedagogia da UEM**, Maringá. 2007.
- TANCREDI, R.M.S.P. Globalização, qualidade de ensino e formação docente. **Ciência & Educação**, v. 5, no. 2. 1998.
- TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, v. 31, no. 3. 2005.
- VAIANO, B. Como foi a clonagem da ovelha Dolly? **Revista Galileu**, Editora Globo, 2016. Disponível em <<http://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2016/07/como-foi-clonagem-da-ovelha-dolly.html>> Acesso em : 14/06/2019
- VINHOLI-JÚNIOR, A.J.; PRINCIVAL, G.C. Modelos didáticos e Mapas conceituais: biologia celular e as interfaces com a informática em cursos técnicos do IFMS. In: **Colóquio Nacional - A produção do conhecimento em Educação Profissional**. 2013.
- VYGOTSKY, L. **A Formação Social da Mente: O Desenvolvimento dos Processos Psicológicos Superiores**. Ed. Martins Fontes. 1991.

VOET, D.; VOET, J.G.; PRATT, C.W. **Fundamentos da Bioquímica A vida em nível molecular**. São Paulo: Ed. Artmed. 2014.

YAMAZAKI, S.C.; YAMAZAKI, R.M. de O. Jogos para o ensino de Física, Química e Biologia: elaboração e utilização espontânea ou método teoricamente fundamentado? **Revista Brasileira de Ensino em C&T**, Vol. 7, No 1, 2014

WILMUT, I.; SCHNIEKE, A.E.; McWHIR, J.; KIND, A.J.; CAMPBELL, K.H.S., **Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells**. *Nature*, 385:810-813. 1997.

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

ZULIANI, S.R.Q. A. **Prática de ensino de química e metodologia investigativa: uma leitura fenomenológica a partir da semiótica social**. 2006. Tese (doutorado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2006.

APÊNDICE A

PRODUTO
GUIA DO PROFESSOR

DESVENDANDO OS MISTÉRIOS DO DNA

UM GUIA DE CONSTRUÇÃO E ATIVIDADES
PARA O PROFESSOR

KELLY CRISTINA PAES
KARINA CARVALHO MANCINI

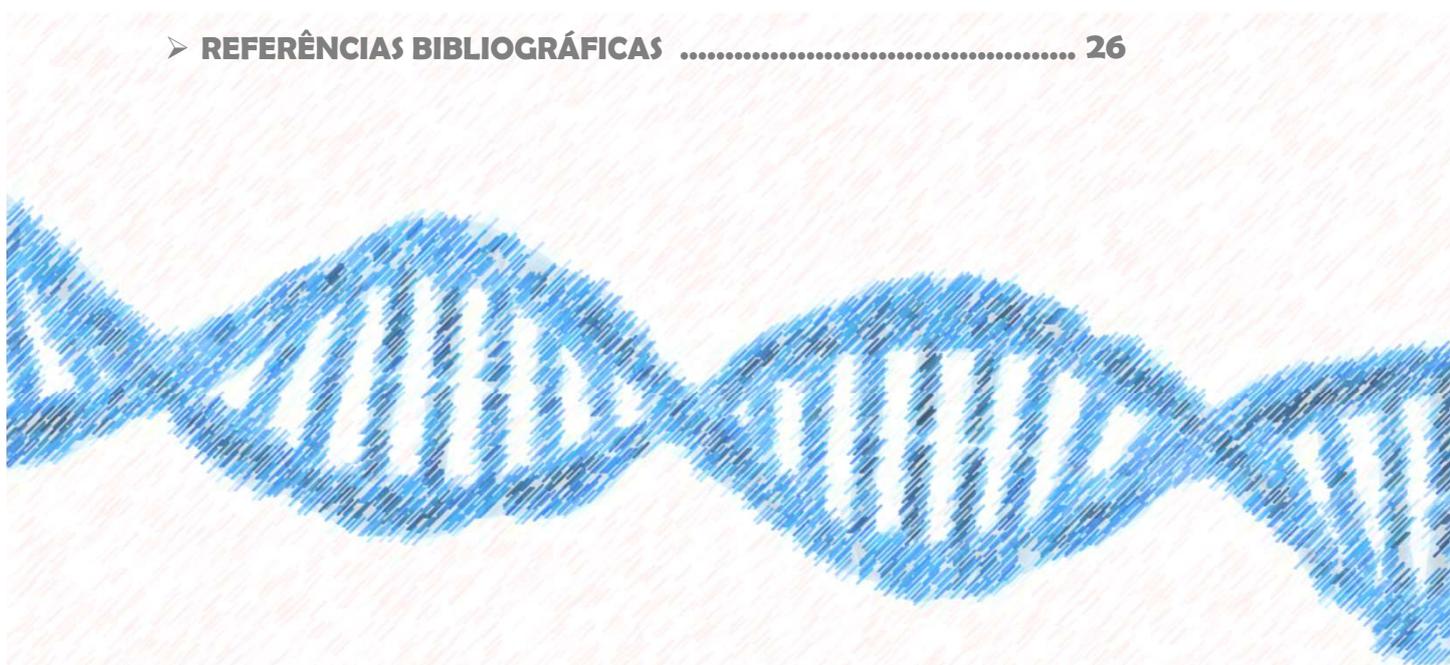


PROFBIO
Mestrado Profissional
em Ensino de Biologia

Campus São Mateus
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

SUMÁRIO

➤ APRESENTAÇÃO	3
➤ KIT “DESVENDANDO OS MISTÉRIOS DO DNA”	8
➤ ARMAZENAMENTO DO KIT	18
➤ ALTERNATIVAS PARA A CONSTRUÇÃO DO KIT	19
➤ FORMA DE UTILIZAÇÃO DO KIT	20
➤ CUIDADOS CONCEITUAIS COM O KIT	21
➤ SEQUÊNCIA DIDÁTICA DESENVOLVIDA	22
➤ REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26



APRESENTAÇÃO

A molécula de DNA (Ácido Desoxirribonucleico) está em evidência desde a descoberta de sua estrutura tridimensional em dupla hélice realizada pelos cientistas Watson e Crick, em 1953, baseados nos resultados de Rosalind Franklin, que foi a primeira cientista a obter as melhores imagens de DNA por difração de raios X (OLIVEIRA, 2004).

Os achados serviram de base para o início da Biologia Molecular, que evoluiu para estudos mais avançados como sequenciamento, isolamento, clonagem, organização de alterações do genoma, organismos transgênicos, purificação de biomoléculas e determinação da estrutura de proteínas (OLIVEIRA, 2004).

As descobertas sobre essa molécula, essencial a vida, não se limitaram a comunidade acadêmica e, em fevereiro de 1997, a sociedade conheceu, através do cientista Ian Wilmut, o nascimento da ovelha Dolly pelo processo de clonagem (WILMUT, 1997). Dezenove anos depois do nascimento de Dolly, em entrevista à revista Galileu em 2016 (editora Globo), de divulgação científica e popularização da ciência, Ian Wilmut relatou:

Seria possível criar uma “Arca de Noé” genética, um banco de amostras de tecidos que poderiam ser usados por cientistas no futuro, com técnicas mais avançadas que as disponíveis atualmente, para evitar a extinção de espécies ou trazê-las de volta do mundo dos mortos — ao melhor estilo Jurassic Park.”

As pesquisas envolvendo os organismos transgênicos são outro exemplo de estudos acadêmicos altamente difundidos na sociedade. Organismos transgênicos como a soja e o milho, alcançaram aumento em sua produtividade desde sua aprovação em 1998, e ocupam áreas de 35 e 16 milhões de hectares em solo brasileiro respectivamente, sendo variedades mais resistentes a insetos e herbicidas (CIB, 2016).

O Projeto Genoma Humano, iniciado em 1989, é mais um exemplo dos expressivos avanços mundiais nos estudos envolvendo a molécula de DNA. Este projeto resultou no sequenciamento de um genoma-referência formado por genomas de diferentes povos por meio de amostras de doadores anônimos oriundas de diferentes grupos étnicos pelo mundo. Somente em 2007 foi descrita a primeira sequência genômica completa de um indivíduo, do próprio Craig Venter, pesquisador chefe do Projeto (PENA, 2010). Mas a conclusão do Projeto Genoma não atingiu todas as expectativas que os cientistas Francis Collins e Craig Venter programaram, como a cura de diversas doenças congênitas (LEITE, 2006), entretanto, é indiscutível os desdobramentos de pesquisas originadas do projeto genoma humano.

Mais recentemente, a incrível técnica CRISPR-CAS9, de edição genética, trouxe novamente a molécula de DNA como centro das atenções nas mídias. A comunidade científica está alarmada porque a técnica envolve um longo debate ético com relação à modificação do DNA humano. O método Crispr-Cas9 é um dos maiores avanços científicos recentes. Em resumo, consegue "recortar" o DNA de forma barata e rápida -- antes a edição genética era uma técnica cara e sem uma possibilidade fácil de expansão (GLOBO, 2018).

Além da divulgação científica realizada através de periódicos especializados e eventos científicos pelo mundo, assuntos envolvendo DNA estão constantemente invadindo a internet, o jornalismo e os programas de entretenimento. Em 2001, a telenovela *O Clone*, escrita por Glória Perez, abordava o assunto de clonagem em humanos. Filmes como *Jurassic Park* (1993), *GATTACA uma experiência genética* (1997), *Admirável mundo novo* (1998), *Splice, a nova espécie* (2009), *Jurassic World* (2015) e muitos outros retrataram as possibilidades envolvendo a molécula de DNA. Além disso, séries como *CSI investigação criminal* (2001) e *Grey's Anatomy* (2005), *Orphan Black* (2013) também tratam de assuntos correlatos.

Dentro da popularização da ciência, há também revistas voltadas para o público estudantil e sociedade em geral como *Super Interessante*, *Galileu* e *Ciência Hoje* que abordam as descobertas e curiosidades científicas com linguagem bastante acessível permitindo o entendimento de muitos temas da Biologia Molecular. Apesar de toda a exposição e divulgação, a compreensão da organização da molécula de DNA, e principalmente de seus processos de replicação (cópia de DNA a partir de uma molécula molde de DNA), transcrição (formação de diferentes tipos de RNA a partir de uma molécula molde de DNA) e tradução (síntese de proteínas a partir de RNA) ainda são conteúdos de difícil compreensão para os estudantes.

De maneira geral, os conteúdos de Ciências e Biologia envolvendo DNA são considerados abstratos e complexos pelos alunos da educação básica. Com isso, o entendimento desses alunos em relação aos processos que envolvem essa molécula muitas vezes é superficial e insuficiente (KRASILCHIK, 2004). Uma das razões para essa dificuldade é seu caráter microscópico, que não permite que os alunos observem as estruturas ou vivenciem as descrições dos processos apresentados nos livros didáticos.

Enquanto células, núcleos e cromossomos são observáveis, atividades de replicação, transcrição e tradução não são visíveis ao microscópio, tornando ainda mais difícil seu entendimento (JANN; LEITE, 2010). Adicionalmente, a falta ou precariedade de microscópios, laboratórios de Biologia e recursos pedagógicos, como modelos didáticos e jogos, na grande maioria das escolas da rede pública, dificultam ainda mais o ensino e a aprendizagem desses conteúdos (BORGES, 2002).

Por serem assuntos de base para o entendimento da vida, são constantemente explorados nos exames de ingresso a cursos superiores e, portanto, precisam ser muito bem trabalhados pelos professores do ensino médio. Neste cenário, faz-se necessário o desenvolvimento de metodologias e recursos didáticos que aproximem o aluno do conteúdo, tornando a aprendizagem mais concreta, representativa e duradoura.

Neste sentido, modelos didáticos são valiosas ferramentas que auxiliam na prática do ensino, uma vez que trazem para o cotidiano escolar uma forma diferente de aprendizagem. Com eles, os alunos interagem visualizando tridimensionalmente, manipulando, montando e assim construindo literalmente o conhecimento (JUSTINA; FERLA, 2006).

Justina e Ferla (2006), afirmam que produzir um material didático sobre um conteúdo complexo é de grande valia para o crescimento discente, pois desenvolve a busca pelo saber científico, o pensar pedagógico, a contextualização e a inserção na sociedade de jovens capacitados a trabalhar e a pensar criticamente. Com essa forma diferenciada de aula, os alunos se tornam protagonistas de seu aprendizado e não somente meros ouvintes passivos.

Assim, diante da importância e dificuldade do aprendizado sobre o assunto exposto, este Guia oferece alternativas para se trabalhar o conteúdo DNA no Ensino Médio envolvendo os processos de replicação, transcrição e tradução por meio de uma sequência didática e de um material lúdico.

**Aproveitem o material e adaptem para a realidade de sua escola,
de sua turma,
de seu tempo de planejamento,
de seu objetivo....**

Boas práticas!

KIT “DESVENDANDO OS MISTÉRIOS DO DNA”

O kit consiste em representações das moléculas de :

- ❖ DNA
- ❖ RNA transportador
- ❖ RNA mensageiro
- ❖ Nucleotídeos
- ❖ Aminoácidos

Essas representações foram construídas com:

- ❖ Feltro de cores diferentes
- ❖ Velcro
- ❖ Zíperes
- ❖ Alfinetes
- ❖ Argolas
- ❖ Fitas de cetim
- ❖ Colchetes

Além do uso de:

- ❖ Linha preta de costura
- ❖ Agulha para costura
- ❖ Tesoura
- ❖ Caneta

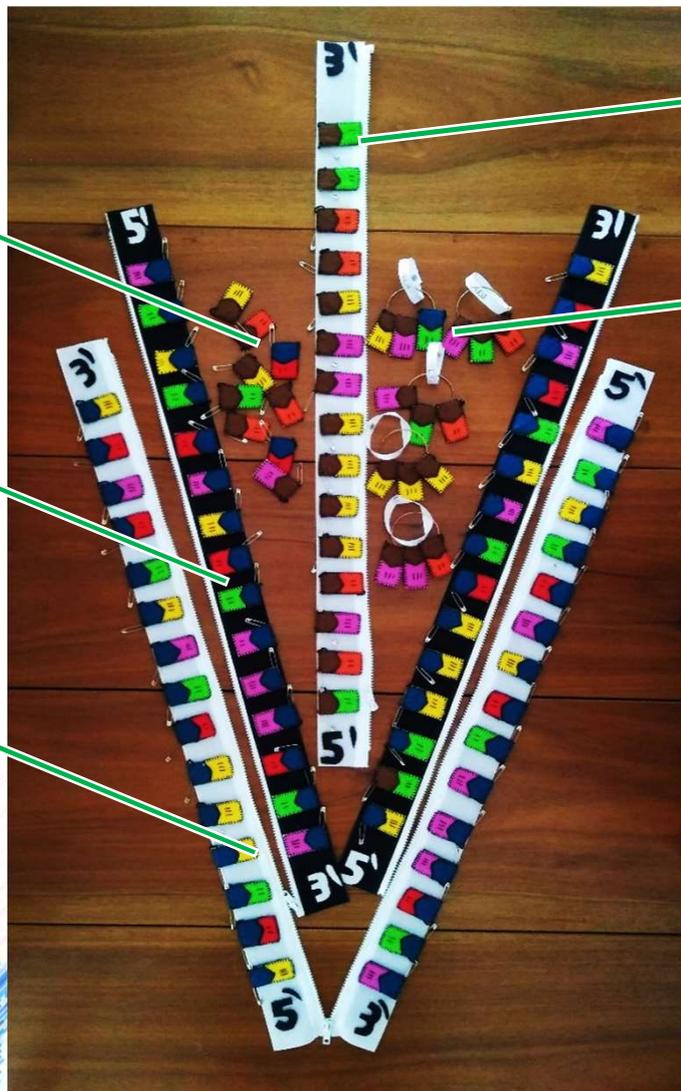
KIT “DESVENDANDO OS MISTÉRIOS DO DNA”

Moléculas que compõem o kit

REPRESENTAÇÃO
DAS MOLÉCULAS
DE NUCLEOTÍDEOS

REPRESENTAÇÃO
DA MOLÉCULA DE
DNA REPLICADO

REPRESENTAÇÃO
DA MOLÉCULA DE
DNA ORIGINAL



REPRESENTAÇÃO DA
MOLÉCULA DE RNA
mensageiro

REPRESENTAÇÃO DAS
MOLÉCULAS DE RNA
transportador e
aminoácidos

KIT “DESVENDANDO OS MISTÉRIOS DO DNA”

Começando pelos NUCLEOTÍDEOS

Cada nucleotídeo é composto por

Pentose:

Desoxirribose – Pentágono em feltro azul (3cm x 2,5cm)

Ribose – Pentágono em feltro marrom (3cm x 2,5cm)

Base Nitrogenada:

Adenina – Retângulo em feltro verde (4,5cm x 2,5cm)

Guanina – Retângulo em feltro rosa (4,5cm x 2,5cm)

Timina – Retângulo em feltro vermelho (4,5cm x 2,5cm)

Citosina – Retângulo em feltro amarelo (4,5cm x 2,5cm)

Uracila – Retângulo em feltro laranja (4,5cm x 2,5cm)

Fosfato:

Alfinete de segurança 00 (2,5cm)

Pentoses e Bases Nitrogenadas foram costuradas com linha preta. No verso de cada nucleotídeo ainda é costurado um retângulo de velcro



**DNA tem Desoxirribose
RNA tem Ribose**

**DNA tem Adenina-Timina e Guanina-Citosina
RNA tem Adenina, Uracila, Citosina e Guanina**

KIT “DESVENDANDO OS MISTÉRIOS DO DNA”

Agora já podemos montar um DNA

O DNA original, usado como molde para replicação e posterior transcrição, é representado por duas grossas tiras de velcro branco de 85cm x 05cm unidas por um zíper branco de mesmo comprimento



Essa montagem permite a abertura da molécula de DNA para os processos de replicação e transcrição, com novo fechamento ao final de cada processo

A fita permite o arranjo de 15 nucleotídeos, dando origem a 5 códons do RNAm e 4 aminoácidos para proteína



As fitas devem ter montagem antiparalela de nucleotídeos

Nas extremidades das fitas, as indicações 3' e 5' são desenhadas e recortadas em velcro preto



KIT “DESVENDANDO OS MISTÉRIOS DO DNA”

Replicando o DNA



Para a replicação do DNA é necessário velcro na cor preta do mesmo comprimento da fita original (85cm x 05cm)



Essa diferença na cor do velcro permite a identificação das fitas original e replicada, mostrando que esse processo é **SEMICONSERVATIVO**

Nas extremidades das fitas, as indicações 3' e 5' são desenhadas e recortadas em velcro branco



KIT “DESVENDANDO OS MISTÉRIOS DO DNA”

É hora da transcrição do RNA mensageiro



O RNA mensageiro é formado por uma única fita de velcro branco com o mesmo comprimento das fitas de DNA.

Nas extremidades da fita, as indicações 3' e 5' são desenhadas e recortadas em velcro branco



A fita de RNA mensageiro é composta pelos nucleotídeos contendo ribose e bases nitrogenadas como Guanina, Citosina, Adenina e Uracila. Já na fita de DNA molde, os nucleotídeos contêm desoxirribose e bases nitrogenadas como Guanina, Citosina, Adenina e Timina.

Tomando por molde uma fita de DNA original, os nucleotídeos são adicionados neste novo esqueleto de velcro branco.

KIT “DESVENDANDO OS MISTÉRIOS DO DNA”

Traduzindo o RNA mensageiro em proteínas

Apesar de terem a mesma composição dos RNA mensageiros, os RNA transportadores seguem uma construção diferente para serem mais funcionais no recurso didático.

Cada um é constituído de uma argola de metal (5cm de diâmetro) e com a representação de nucleotídeos somente para a sequência do anticódon.

Cada RNA transportador carrega seu aminoácido, sendo este representado por uma fita de cetim (12cm) com colchetes nas extremidades para permitir as ligações peptídicas durante a síntese proteica



Não há RNA transportador para o códon de parada



Para a correta junção dos RNA transportadores e seus aminoácidos respectivos é essencial a observação do Código Genético

KIT “DESUVENDANDO OS MISTÉRIOS DO DNA”

Código Genético

		SEGUNDA LETRA								
		U		C		A		G		
P R I M E I R A L E T R A	U	UUU	Fenilalanina	UCU	Serina	UAU	Tirosina	UGU	Cisteína	U
		UUC	Fenilalanina	UCC	Serina	UAC	Tirosina	UGC	Cisteína	C
		UUA	Leucina	UCA	Serina	UAA	PARADA	UGA	PARADA	A
		UUG	Leucina	UCG	Serina	UAG	PARADA	UGG	Triptofano	G
	C	CUU	Leucina	CCU	Prolina	CAU	Histidina	CGU	Arginina	U
		CUC	Leucina	CCC	Prolina	CAC	Histidina	CGC	Arginina	C
		CUA	Leucina	CCA	Prolina	CAA	Glutamina	CGA	Arginina	A
		CUG	Leucina	CCG	Prolina	CAG	Glutamina	CGG	Arginina	G
	A	AUU	Isoleucina	ACU	Treonina	AAU	Asparagina	AGU	Serina	U
		AUC	Isoleucina	ACC	Treonina	AAC	Asparagina	AGC	Serina	C
		AUA	Isoleucina	ACA	Treonina	AAA	Lisina	AGA	Arginina	A
		AUG	Metionina	ACG	Treonina	AAG	Lisina	AGG	Arginina	G
	G	GUU	Valina	GCU	Alanina	GAU	Aspartato	GGU	Glicina	U
		GUC	Valina	GCC	Alanina	GAC	Aspartato	GGC	Glicina	C
		GUA	Valina	GCA	Alanina	GAA	Glutamato	GGA	Glicina	A
		GUG	Valina	GCG	Alanina	GAG	Glutamato	GGG	Glicina	G



KIT “DESVENDANDO OS MISTÉRIOS DO DNA”

Finalmente, a proteína...



A proteína é formada pelas fitas de cetim que representam os aminoácidos que foram carregados pelos RNA transportadores

Em cada fita de cetim há a indicação do aminoácido correspondente escrita em caneta

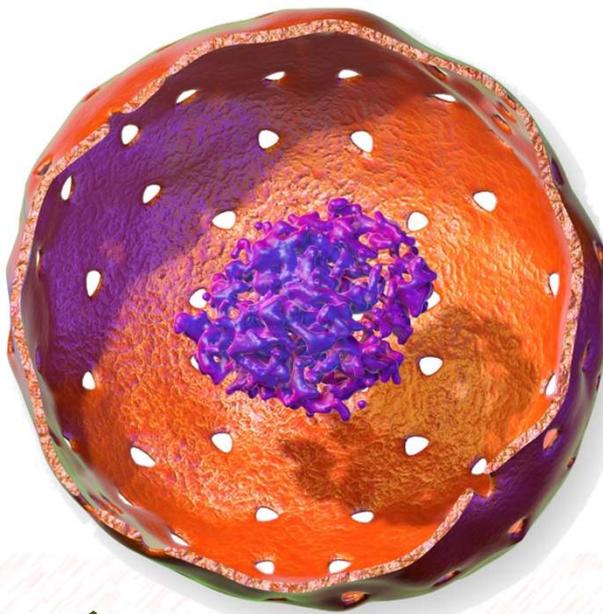


A sequência de aminoácidos da proteína deve ser equivalente a sequência de códon do RNA mensageiro.

KIT “DESVENDANDO OS MISTÉRIOS DO DNA”

Localizando os processos na célula

Por meio de imagens de internet de licença gratuita (*creative common*) esquemas tridimensionais de **NÚCLEO** e **RIBOSSOMO** permitem a localização dos processos de Replicação/Transcrição e Tradução, respectivamente



NÚCLEO



RIBOSSOMO

As imagens são impressas em papel ou lona, em tamanho A1 ou maior, para que os processos possam ocorrer em cima da impressão

https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&ved=2ahUKEwi0nl-u6OTIAhVdK7kGHTM_AioQjRx6BAGBEAQ&url=https%3A%2F%2Fcommons.wikimedia.org%2Fwiki%2FFile%3ACell_nucleus-hu.png&psig=AOvVaw2xP076wGvy9okfayZYbFnD&ust=1573652970236579

https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&ved=2ahUKEwj168vL6OTIAhWcGLkGHRDTCooQjRx6BAGBEAQ&url=http%3A%2F%2Fpos-darwinista.blogspot.com%2F2018%2F03%2Fesquecam-o-gene-egoista-agora-e-o.html&psig=AOvVaw1Je-28_-jDdFjPp3FXs9R6&ust=1573653050395296

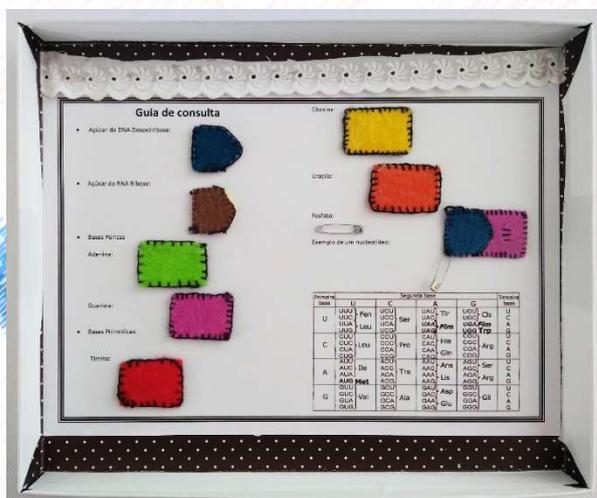
ARMAZENAMENTO DO KIT

Como o kit foi idealizado para ser usado por duas equipes na forma de jogo, portanto, todo o material descrito foi confeccionado em dobro

Todo o kit é facilmente acondicionado em uma caixa de papelão de 30cm x 25cm x 17cm, tornando prático o seu transporte.



Por ter sido confeccionado em feltro, velcro e zíper, a caixa é bastante leve, facilitando ainda mais o transporte pelo docente entre as salas de aula



Na parte interna da tampa da caixa, foi elaborada uma legenda das moléculas que formam o kit e uma tabela representativa do código genético

ALTERNATIVAS PARA A CONSTRUÇÃO DO KIT

Não há obrigatoriedade de construção de dois conjuntos, pois o professor pode optar por uma atividade demonstrativa

Seja em feltro ou EVA, os nucleotídeos podem ser colados no velcro ao invés de serem costurados com linha preta

Não foi utilizado nenhum material para a representação da tridimensionalidade da molécula de DNA, o professor pode anexar uma atividade que exemplifique esta característica

Sugere-se que os alfinetes sirvam de modelo da ligação entre nucleotídeos, mas que, por segurança, não sejam manipulados para abertura e fechamento da molécula

Os alfinetes que representam os fosfatos podem ser substituídos por imãs ou, preferencialmente, cliques

As bases nitrogenadas podem ter identificação das letras (A T C G U) para facilitar a leitura de complementação

Todo o material em feltro pode ser substituído por EVA caso o professor não tenha tempo ou habilidade para trabalhar com feltro e costura

O fato do material ter ser construído em velcro e feltro permite a lavagem pós uso o que o torna mais durável

Dicas

Não foi usado nenhum material para indicar enzimas nos diferentes processos, mas o professor pode representa-las por um material impresso e recortado ou ainda indicar um aluno para tal função

Os aminoácidos em cetim branco podem ser substituídos por cetim em diferentes cores, para dar a ideia de aminoácidos diferentes, além da proteína ficar colorida

A fita de RNA pode ser representada em outra cor de velcro e não há necessidade de zíper

FORMAS DE UTILIZAÇÃO DO KIT

Existem muitas formas de se utilizar o kit. Ele pode ser utilizado como material introdutório do conteúdo, durante as discussões do conteúdo, após o estudo do conteúdo

Pode ainda ser utilizado pelo professor como um material informativo, onde ele mesmo monta e discute com a turma. A forma mais dinâmica de utilização é, sem dúvida, aquela em que os alunos manipulam e participam das etapas de cada processo.

Associado a manipulação do kit pelos alunos, o professor ainda pode solicitar uma apresentação oral dos grupos sobre como a proteína foi sintetizada desde sua concepção através do DNA

No caso de os alunos manipularem o kit, é possível transformá-lo em um jogo para torná-lo ainda mais dinâmico. O jogo pode envolver velocidade e destreza (vence a equipe que primeiro montar corretamente os processos). O jogo pode envolver perguntas e respostas (vence a equipe que, respondendo corretamente as perguntas, conquista peças/moléculas e executa os processos)

O desenvolvimento de situações-problema pode ser trabalhada no kit quando o professor apresenta uma doença, uma disfunção proteica ou mesmo a função de diferentes proteínas. A ideia do recurso neste caso seria desvendar a produção correta ou incorreta dessa proteína



CUIDADOS CONCEITUAIS COM O KIT



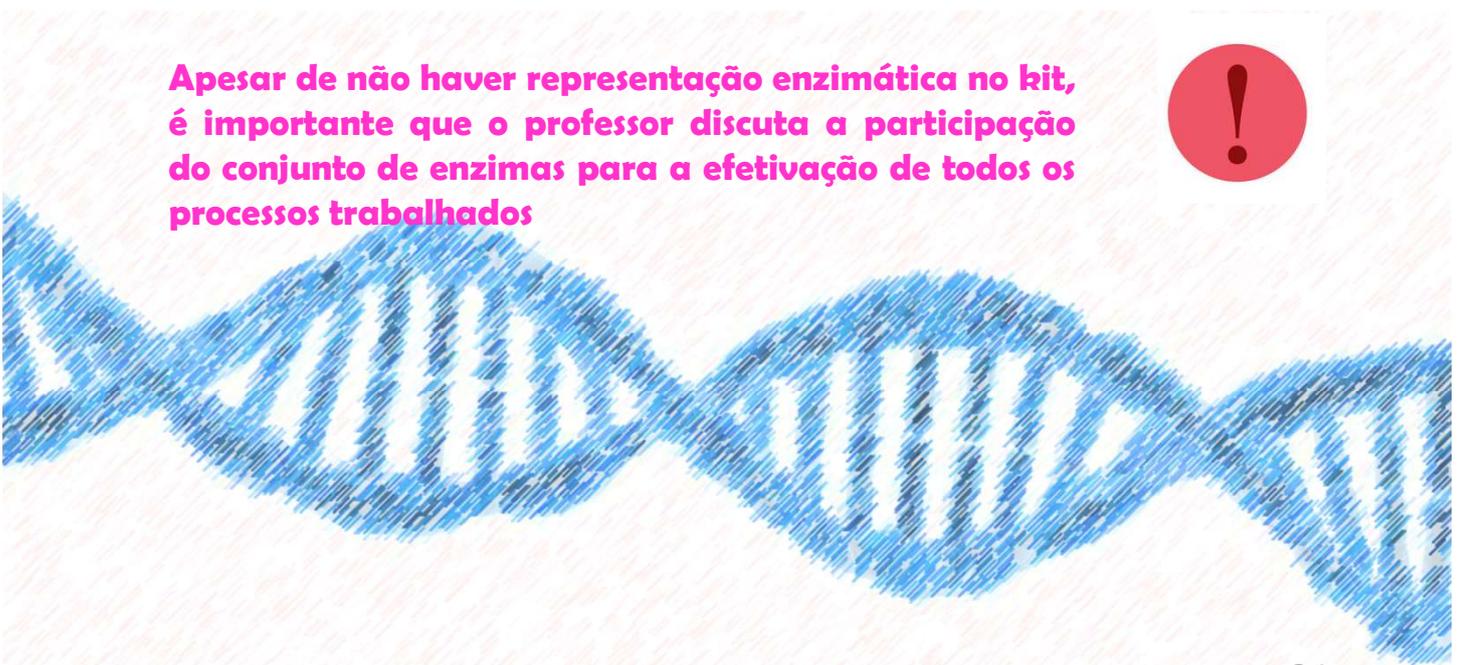
Uma fita da molécula original de DNA precisa estar montada para o início da atividade, pois é essa fita que permitirá a formação da proteína correta (com metionina e códon de parada).

No conjunto de nucleotídeos deve-se tomar atenção para a presença das pentoses desoxirribose/ribose, de forma que nucleotídeos com desoxirribose só podem ser adicionados na formação das fitas de DNA e os nucleotídeos com ribose só podem ser adicionados na formação da fita de RNA



A leitura do código genético causa bastante confusão nos alunos que muitas vezes utilizam o anticódon do RNA transportador como trinca. Há de se atentar para esse momento na tradução

Apesar de não haver representação enzimática no kit, é importante que o professor discuta a participação do conjunto de enzimas para a efetivação de todos os processos trabalhados



CUIDADOS CONCEITUAIS COM O KIT



A sequência de DNA montada no kit foi:

DNA Grupo 1: 5' TAC AGG TTC CGA ATT 3' (fita de leitura)
3' ATG TCC AAG GCT TAA 5'

DNA Grupo 2: 5' TAC TCC GAT CCC ATC 3' (fita de leitura)
3' ATG AGG CTA GGG TAG 5'

Como consequência, as sequências de RNA mensageiros geradas foram:

RNAm Grupo 1: AUG UCC AAG GCU UAA
RNAm Grupo 2: AUG AGG CUA GGG UAG



Por fim, as sequências de aminoácidos das proteínas geradas foram:

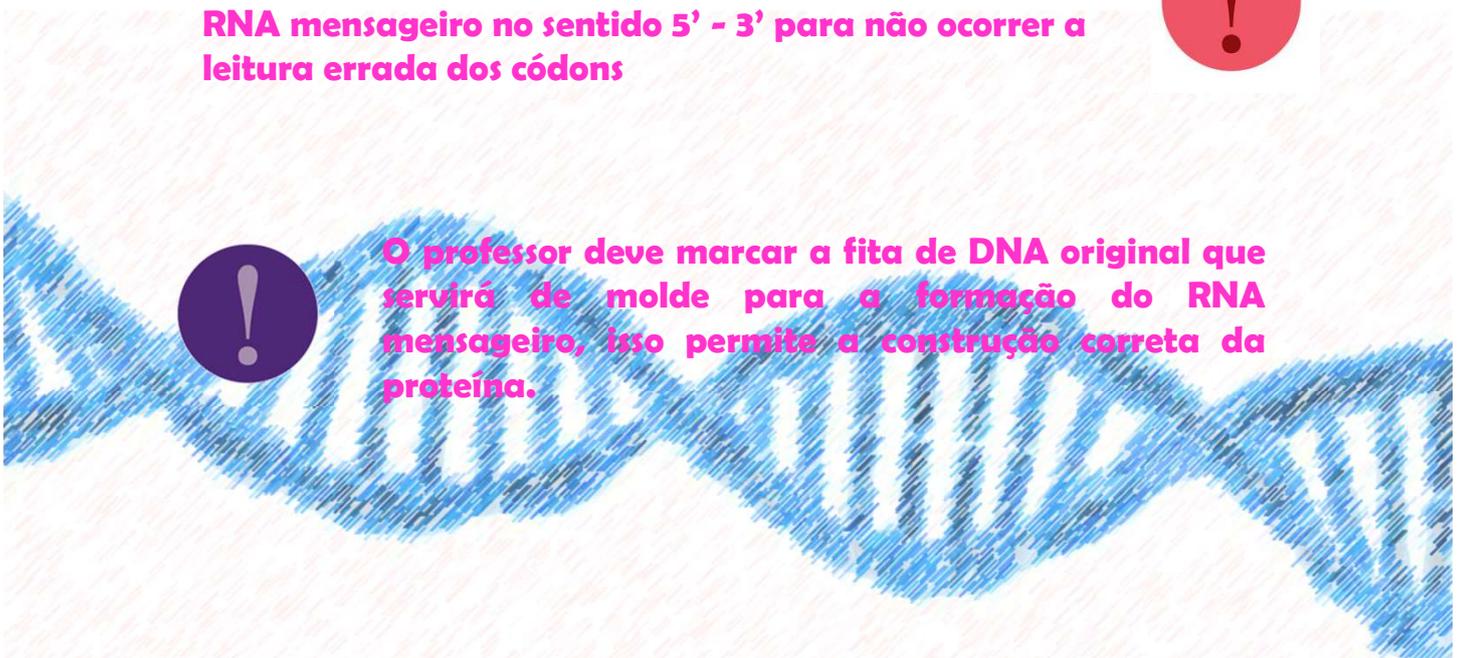
Proteína Grupo 1: met-ser-lis-ala *stop*
Proteína Grupo 2: met-arg-leu-gli *stop*



É essencial orientar os alunos na leitura da fita de RNA mensageiro no sentido 5' - 3' para não ocorrer a leitura errada dos códons



O professor deve marcar a fita de DNA original que servirá de molde para a formação do RNA mensageiro, isso permite a construção correta da proteína.



SEQUÊNCIA DIDÁTICA DESENVOLVIDA

O kit “Desvendando os mistérios do DNA” pode ser desenvolvido como atividade única, como informado no capítulo FORMAS DE UTILIZAÇÃO DO KIT

Entretanto, propomos aqui o desenvolvimento de uma SEQUÊNCIA DIDÁTICA de quatro aulas de 55 minutos cada para turmas de Ensino Médio



Aula 1

Discussão inicial para problematização sobre a importância da multiplicação celular para o surgimento de um novo ser vivo (no caso dos procariontes) e para a manutenção dos tecidos (no caso dos eucariontes).

Sugestão de vídeo:

“A fecundação em 3D - Reprodução humana”

(<https://www.youtube.com/watch?v=lqeVYeSCp2I>)

Nova discussão e perguntas norteadoras após a exibição do vídeo:

- *O que é necessário para a formação de uma nova célula, de um novo ser vivo?*
- *Como esse processo acontece?*

SEQUÊNCIA DIDÁTICA DESENVOLVIDA



Aula 2

Discussão a formação e importância das proteínas para a funcionalidade celular.

Sugestão de vídeo:

“Universidade das Crianças: De onde vem o Diabetes”

(<https://www.youtube.com/watch?v=v03ctJ5fUiA>)

Nova discussão e perguntas norteadoras após a exibição do vídeo:

- ***O que é a insulina?***
- ***O que pode ocorrer em sua ausência ou má funcionalidade?***
- ***De que forma pode-se corrigir o erro?***
- ***De que são formadas as proteínas?***
- ***Quais proteínas vocês conhecem? (Listar no quadro)***
- ***Qual a função das proteínas citadas? (Listar no quadro)***

SEQUÊNCIA DIDÁTICA DESENVOLVIDA



Aula 3

Sugestão de leitura do texto *“A fantástica fábrica de proteínas”* (Ciência Hoje para Crianças). A leitura deve ser feita em sala de aula por todos os alunos.

Novas discussões sobre dúvidas relativas ao texto e elaboração de mapa no quadro (pelo docente, mas a partir das informações dos alunos) sobre as etapas observadas no texto para elaboração de uma linearidade de fatos.

Sugestão de vídeo para dinamizar os processos:

“Mecanismo de transcrição em 3D do DNA a proteína”

(https://www.youtube.com/watch?v=63bz_5UBtXY)

Reconstrução ou adequações do mapa (pelo docente, mas a partir das informações dos alunos)

SEQUÊNCIA DIDÁTICA DESENVOLVIDA



Aula 4

Destinada a utilização do kit “Desvendando os mistérios do DNA”.

A sugestão aqui é de usar o kit como última etapa, na forma de revisão do conteúdo, com manipulação completa dos alunos e na forma de jogo.

Alunos separados em dois grupos para realização da replicação semiconservativa do DNA, considerando uma molécula original de DNA previamente montada pelo professor.

Em seguida procede-se a transcrição do DNA em RNA mensageiro e finalmente da tradução do RNA mensageiro em proteína.

Todos os nucleotídeos necessários podem ser espalhados e disponibilizados em uma mesa comum. A ideia era que ambos os grupos usem o mesmo *pool* de moléculas para realizar os processos.

Vence a atividade o grupo que termina corretamente os processos de duplicação, transcrição e tradução.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BORGES, A.T. Novos Rumos para o Laboratório Escolar. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 3, 2002.

CONSELHO DE INFORMAÇÃO SOBRE BIOTECNOLOGIA. Transgênicos no Brasil: conheça seus benefícios e sua trajetória. 2016. Disponível em: <<https://cib.org.br/transgenicos-no-brasil/>>

JANN, P.N.; LEITE, M.F. Jogo do DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de ciências e biologia. Ciências & Cognição, v. 15, n. 1, 2010.

JUSTINA, L.A.D.; FERLA, M.R. A utilização de modelos didáticos no ensino de Genética - exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. Arg Mudi., v. 10, n. 2, 2006.

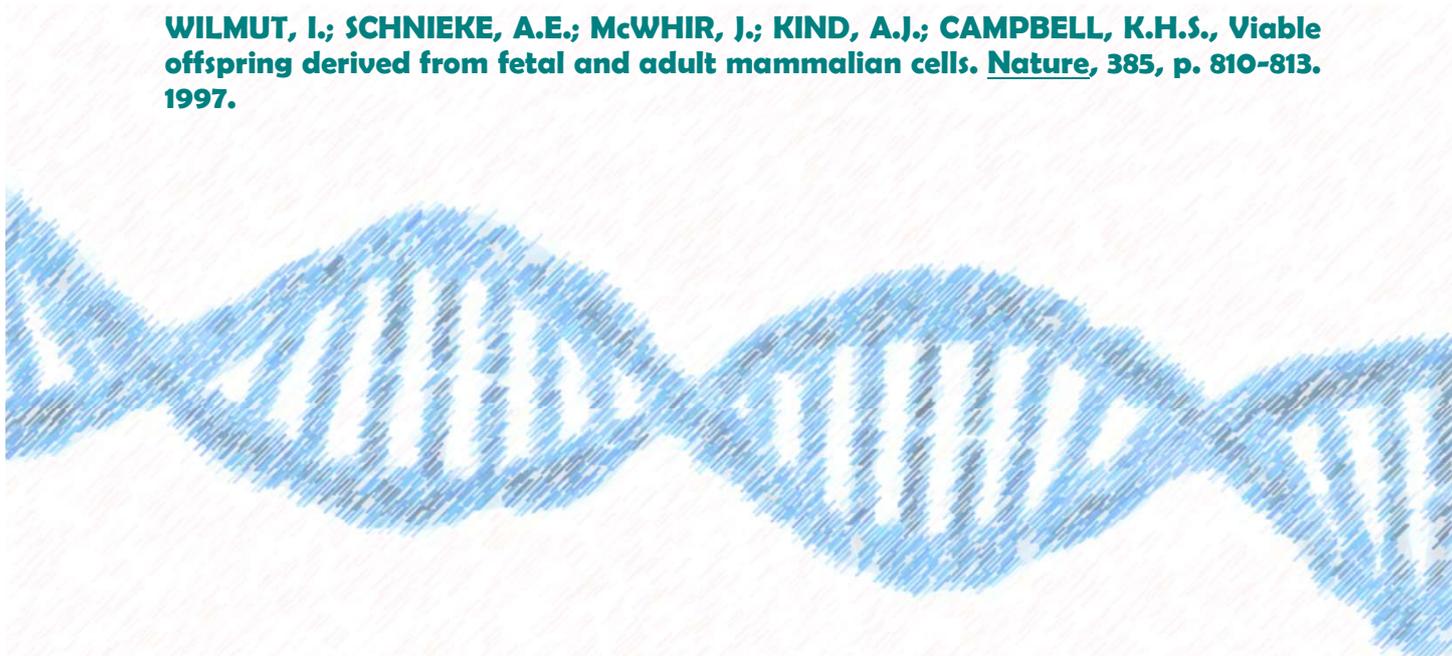
KRASILCHIK, M.M. Prática de ensino de Biologia. Ed Universidade de São Paulo. 2004.

LEITE, M. Retórica determinista no genoma humano. Scientiae Studia, v. 4, n. 3, p. 421-52, 2006.

PENA, S.D. Dez anos de genoma humano. Ciência Hoje, 2010. Disponível em: <<http://cienciahoje.org.br/coluna/dez-anos-de-genoma-humano/>>

OLIVEIRA, T.H.G.; SANTOS, N.F.; BELTRAMINI, L.M. O DNA: uma sinopse histórica. Revista de Ensino de Bioquímica, v. 2, n. 1, 2004.

WILMUT, I.; SCHNIEKE, A.E.; McWHIR, J.; KIND, A.J.; CAMPBELL, K.H.S., Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells. Nature, 385, p. 810-813. 1997.



APÊNDICE B**QUESTIONÁRIO TEÓRICO PRÉ E PÓS SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

1. O que significa a sigla DNA (ou ADN)?

2. Marque a resposta correta: A molécula de DNA é constituída por:

- () uma cadeia de polipeptídeos unidos por pontes de hidrogênio.
- () uma cadeia de nucleotídeos que tem a capacidade de se duplicar.
- () duas cadeias de polipeptídeos formando uma dupla hélice.
- () duas cadeias de nucleotídeos unidas por pontes de hidrogênio.
- () duas cadeias de bases nitrogenadas unidas por polipeptídeos.

3. Defina em uma frase os processos abaixo:

Replicação do DNA

Transcrição do DNA

4. Complete a fita complementar da seguinte sequência de bases do DNA:

5' A T A A G C G T T A G C 3'

5. A partir da fita fornecida acima, complete também a sequência de bases do RNA:

6. Escreva o que você sabe sobre o DNA, levando em consideração as aulas e Biologia, o livro didático, a televisão, a internet, em conversa com amigos

APÊNDICE C

QUESTIONÁRIO METODOLÓGICO

1. *Marque a alternativa que melhor expressa o que você achou do Kit para o ensino de DNA:*

- () Muito válido
- () Válido
- () Mais ou menos válido
- () Pouco válido
- () Nada válido

2. *Marque a alternativa que melhor expressa o que você achou do material usado:*

- () Muito adequado
- () Adequado
- () Mais ou menos adequado
- () Pouco adequado
- () Nada adequado

3. *Você teve dificuldade em trabalhar com o Kit?*

- () Não
- () Sim. Qual? _____

4. *Marque a alternativa que melhor expressa o que você achou da aula:*

- () Muito didática
- () Didática
- () Mais ou menos didática
- () Pouco didática
- () Nada didática

APÊNDICE D

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você _____ está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa intitulada **“Da molécula de DNA às proteínas: dinamizando ensino por meio de materiais didáticos e ludicidade.”**, sob a responsabilidade de Kelly Cristina Paes, aluna do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO) da Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo – Campus São Mateus.

A pesquisa tem como objetivo compreender a relação que existe entre a utilização de recursos didáticos lúdicos com o favorecimento do processo de aprendizagem e desenvolvimento de alunos dos alunos do Ensino Médio. Sua participação se dará na forma de atividades dentro de uma sequência didática e participação de um jogo didático, com questionários e relatos da experiência referentes ao ensino de processos do DNA. Toda sua participação ocorrerá nas dependências da escola.

Os procedimentos utilizados para a obtenção dos dados acontecerão por meio de questionários pré estruturados e observação participante durante o período da aplicação da sequência didática, para captação das experiências e significações dos participantes, a fim de compreender as especificidades do processo de aprendizagem e desenvolvimento do aluno.

As anotações de todo o processo serão feitas pela pesquisadora em diário de campo, instrumento utilizado para anotar e registrar os dados recolhidos ao longo do processo de investigação, a fim de que a mesma possa interpretá-los e sistematizar as experiências para posterior análise dos resultados. Além disso, questionários pré e pós aplicação do trabalho analisada pela pesquisadora. Durante as aulas de intervenção, serão feitos registros fotográficos mostrando somente a ação desenvolvida.

Toda pesquisa com seres humanos envolve riscos em tipos e graus variados. Por envolver a observação das práticas educativas realizadas em ambiente não formal de ensino, pode haver constrangimento dos envolvidos na situação de ensino e aprendizado e alterar a dinâmica das relações de ensino ali instauradas. Em casos de ocorrência com relação aos riscos e desconfortos será dada assistência imediata que se configura na assistência emergencial e sem ônus de qualquer espécie ao participante da pesquisa, em situações em que este dela necessite e assistência integral, que é aquela prestada para atender complicações e danos decorrentes, direta ou indiretamente, da pesquisa. Também será garantida a indenização diante de eventuais danos, através da cobertura material para reparação ao dano, causado pela pesquisa ao participante da pesquisa.

Espera-se que essa pesquisa possa favorecer a aprendizagem e o desenvolvimento de alunos sobre o conteúdo de processos do DNA por meio de caminhos indiretos de aprendizagem (recursos didáticos).

É importante ressaltar que os dados dos participantes da pesquisa serão mantidos em sigilo, durante todas as fases da pesquisa, inclusive após publicação. Nesse sentido, os nomes dos participantes da pesquisa na escrita dos resultados e análise dos dados serão fictícios.

Os resultados da pesquisa serão utilizados nas reflexões sobre a melhoria da educação em relação a atividades investigativas e lúdicas, podendo Avaliar a sequência didática e seus recursos didáticos Kit “Desvendando os mistérios do DNA” em sala de aula, contribuindo para o favorecimento da aprendizagem e desenvolvimento do aluno e serão armazenados num prazo de 05 anos.

A sua participação na pesquisa é voluntária e caso você opte por não participar, não terá nenhum prejuízo e você não mais será contatado (a) pela pesquisadora.

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa ou para relatar algum problema, você pode contatar a pesquisadora Kelly Cristina Paes, nos telefones (27) 997143601 ou (27) 998633220, kellylis2011@hotmail.com (A) Sr (A) também pode contatar o Comitê de Ética em Pesquisa – Campus do Ceunes pelo telefone (27) 3312-1519, e-mail: cepceunes@gmail.com/ comitedeetica.ceunes@institucional.ufes.br, endereço Rodovia BR 101 Norte, Km 60, Bairro Litorâneo, São Mateus, ES, CEP: 29.932-540.

Nesse sentido, gostaria de contar com a sua colaboração, através de seu Assentimento Livre e Esclarecido.

DECLARAÇÃO DE ASSENTIMENTO DO PARTICIPANTE DA PESQUISA

Eu _____ fui informado (a) pela pesquisadora responsável por estudo sobre os detalhes descritos neste documento através da leitura do mesmo, realizada na presença de uma testemunha. Entendo que eu sou livre para aceitar ou recusar, e que posso interromper a minha participação a qualquer momento sem dar uma razão. Eu concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados para o propósito acima descrito. Entendo as informações apresentadas neste Termo de Assentimento e tive a oportunidade de fazer perguntas, assim como, todas as minhas perguntas foram respondidas. Eu recebi uma via deste Termo de Assentimento, de igual teor, assinada pela pesquisadora principal e rubricada em todas as páginas. Entendo ainda que minha participação nesta pesquisa acontecerá através de uma entrevista realizada pelo pesquisador, onde responderei algumas perguntas e pela participação da parte prática da pesquisa, onde serão trabalhados todos os materiais produzidos/adaptados conforme minhas necessidades.

Boa Esperança, _____ de _____ de 201__.

ASSINATURA DO(A) MENOR PARTICIPANTE DA PESQUISA

Na qualidade de pesquisadora responsável pela pesquisa “**Da molécula de DNA às proteínas: dinamizando ensino por meio de materiais didáticos e ludicidade.**” Eu Kelly Cristina Paes, declaro ter cumprido as exigências do termo IV.3, da Resolução CNS 466/12, a qual estabelece diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos.

ASSINATURA DO PESQUISADOR