

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CAMPUS AVANÇADO DE GOVERNADOR VALADARES
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA VIDA – ICV
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA**

Alan Tempone da Silva

Decifrando o código genético: aprendendo na prática como os genes se expressam

GOVERNADOR VALADARES

2020

Alan Tempone da Silva

Decifrando o código genético: aprendendo na prática como os genes se expressam

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação: Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, Área de Concentração em Produção e avaliação de recursos didático-pedagógicos para o ensino de Biologia, da Universidade Federal de Juiz de Fora - *Campus* Governador Valadares como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Orientador: Prof. Dr.: Antônio Frederico de Freitas Gomides

GOVERNADOR VALADARES

2020

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da
Biblioteca Universitária da UFJF,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Silva, Alan Tempone.

Decifrando o código genético: aprendendo na prática
como os genes se expressam / Alan Tempone Silva. --
2020. 70 p. : il.

Orientador: Antônio Frederico de Freitas Gomides
Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal
de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares,
Instituto de Ciências da Vida - ICV. Programa de Pós-
Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional, 2020.

1. Jogo didático. 2. Ensino Médio. 3. Biologia Molecular. 4.
Síntese de proteína. i. Gomides, Antônio Frederico de Freitas,
orient. II. Título.

Alan Tempone da Silva

Decifrando o código genético: aprendendo na prática como os genes se expressam

Dissertação de mestrado apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo PROFBIO - Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - da Universidade Federal de Juiz de Fora - campus Governador Valadares.

Aprovada em 29 de outubro de 2020

BANCA EXAMINADORA

Doutor Antônio Frederico de Freitas Gomides – Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora – Campus Governador Valadares

Doutora Mabel Miluska Suca Salas
Universidade Federal de Juiz de Fora – Campus Governador Valadares

Doutor Anderson Vilasboa de Vasconcellos
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Dedico esse trabalho à: **DEUS** (Pai, Filho e Espírito Santo), meus **pais** (Paulo e Maria Lúcia), e minha **família** (Vanessa, Ana Luiza e Sarah). Vocês são a base da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus que me permitiu, capacitou e conduziu-me a participar do PROFBIO. Porque Dele, por Ele e para Ele são todas as coisas. Deus é fiel.

Agradeço a minha amada esposa, Vanessa Morais, companheira, parceira, motivadora que em muitos momentos não me deixou desistir, abençoou-me com suas ideias, tomou conta das crianças para eu estudar, muitas vezes, sacrificando seu descanso por mim. Eu te amo.

Agradeço as minhas filhas, Ana Luiza e Sarah, que mesmo sem entender sempre me motivaram a trabalhar duro e nunca desistir, desculpem-me pelos momentos ausentes.

Agradeço a minha querida professora, amiga, madrinha de casamento e grande incentivadora, principalmente, nesta área de Genética, Michelyne Faria.

Agradeço a meu orientador, Antônio Frederico Gomides, pela paciência, orientação e compreensão com meus erros, o senhor é “fera”!

E, finalmente, aos meus amigos mestrandos do PROFBIO 2018. Cada dia com vocês valeu muito a pena. Foram muitas trocas de experiências, angústias, raivas, medos, mas muito mais alegrias que tristezas.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RELATO DO MESTRANDO

Desde o Ensino Médio, o estudo da vida (Biologia) sempre foi uma das minhas paixões. Descobrir como seu próprio organismo funciona, como os seres vivos estão interligados e, principalmente, as coisas relacionadas à genética, era algo muito prazeroso para mim. Assim como muitos jovens de hoje, também não tinha certeza sobre qual curso superior iria fazer após a conclusão do Ensino Médio. Segui um conselho de uma professora que me disse: “faça algo que você goste, empenhe-se nisso e confie em Deus porque o bom profissional sempre é bem-sucedido”. Após algumas tentativas de vestibular, sem sucesso, nas Universidades Federais, acabei inscrevendo-me para o curso de licenciatura em Ciências Biológicas no Unileste-MG (1ª turma de Ciências Biológicas em 1998) no Vale do Aço. Aprovado, comecei o curso e fui apaixonando-me ainda mais pela Biologia. Confesso que, ao matricular num curso de licenciatura, não gostava muito da ideia de ser professor. Mas, na facilidade de me expressar e explicar alguns fenômenos biológicos, fui descobrindo-me professor. Prestes a finalizar o curso da graduação, abriu o edital para concurso de professores do estado de MG, assim como vários colegas, fiz minha inscrição e fui aprovado dentro das vagas para professor de Ciências e, como excedente, para professor de Biologia, sendo chamado logo em seguida.

Mesmo estudando muito e tendo uma boa base biológica, logo percebi que ser professor não era só transmitir conhecimento, vai muito além, é ser: pai, amigo, psicólogo, médico, enfermeiro e várias outras coisas. Efetivo deste 2002 em Ciências, e 2004 em Biologia, e depois de passar por várias escolas e ser provado no “fogo”, consegui ir para as duas escolas que leciono hoje. Passei por duas escolas consideradas escolas referências e tive a oportunidade de fazer vários cursos e capacitações que me ajudaram muito em minha carreira profissional. Afinal, a ciência está sempre em constante mudança, sendo necessária a atualização dos conhecimentos. Nesse contexto, sempre sonhando em fazer um mestrado, doutorado e seguir estudando, surgiu a oportunidade com o Programa de Mestrado Profissional no Ensino de Biologia (PROFBIO) em 2017. Fiz minha inscrição e tentei, mas não fui aprovado. Estudei mais um pouco e fiz minha inscrição em 2018 e, para minha felicidade, fui aprovado. Fiquei muito eufórico com essa oportunidade.

Logo que matriculei e fui para minha primeira aula na Universidade Federal de Juiz de Fora – Campus Governador Valadares, a pouco mais de 100 km de distância de minha cidade (Ipatinga), percebi que esse seria um grande desafio, o qual, exigiria grandes sacrifícios. Rapidamente, toda aquela euforia transformou-se em uma grande mistura de sentimentos:

angústia, medo, ansiedade, tristeza entre outros. Mas bastava entrar para sala de aula do PROFBIO e ver vários outros colegas mestrandos na mesma situação e todos ali firmes e fortes, seguimos lutando e vencendo todos os obstáculos. Gostaria de ressaltar o excelente corpo docente, em sua grande maioria, a coordenação e a secretaria do PROFBIO-GV e suas parcerias com a UFJF-Campus Governador Valadares e Univale, que também não mediram esforços para o sucesso desse programa e seus efeitos aos vários estudantes da região não só de Minas Gerais como também do Espírito Santo e Bahia. Não posso deixar de citar a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio financeiro.

O aprendizado, a troca de experiências, as novas descobertas, as cobranças e os estudos desenvolvidos pelo PROFBIO ajudaram-me muito a melhorar minha didática, meu relacionamento com os alunos e, principalmente, minha responsabilidade como educador e formador de cidadão. A participação nesse programa possibilitou-me vencer vários desafios no ensino público como: a falta de material didático, a falta de interesse por parte de alunos, a falta de equipamentos e espaços físicos adequados. Com o PROFBIO, pude perceber que o uso de metodologias investigativas, proporciona um interesse maior, à construção conjunta de conhecimento e uma formação humana integral contribuindo para a formação de um cidadão mais solidário, mais engajado com as questões ambientais, que busque viver de maneira mais sustentável, mais humanizado com mais respeito com as diferenças, menos preconceituoso e menos egoísta. Enfim, hoje sempre que encontro com um ex-aluno, percebo o quanto eles são agradecidos por eu ter contribuído de alguma forma, em algum momento de sua vida, torne-me realizado, útil e valorizado como profissional.

RESUMO

O ácido desoxirribonucleico (DNA) é a base da vida. As informações contidas nos seus genes orientam a síntese de proteínas essenciais na composição da estrutura de um ser vivo e também no controle de vários processos vitais. As estruturas microscópicas, as reações bioquímicas e as etapas ricas em detalhes com vários conceitos genéticos dificultam a compreensão desses processos. A utilização de metodologias inovadoras para o ensino é importante para estimular os alunos a produzirem novos conhecimentos e estão sendo inseridas na prática pedagógica a fim de contextualizar e problematizar os conteúdos. O uso de jogos didáticos tem se mostrado uma boa ferramenta, pois oferece um ambiente prazeroso, lúdico, participativo, favorecendo o desenvolvimento espontâneo e criativo nos alunos, além de proporcionar uma maior apropriação dos conhecimentos envolvidos. No presente estudo, foi desenvolvido um jogo pedagógico sobre a síntese de proteínas, buscando levar, de forma lúdica, os conceitos de biologia molecular e genética aos alunos do ensino médio da Escola Estadual Maurílio Albanese Novaes, em Ipatinga - MG. A metodologia foi aplicada em caráter quantitativo e qualitativo, tipo pesquisa-ação. O jogo favoreceu um maior envolvimento dos alunos com o tema estudado, desenvolveu o espírito de grupo, melhorou a socialização e tornou real um processo que para os alunos do ensino médio, só era concebido no imaginário, ou seja, o jogo teve impactos positivos ao proporcionar um ensino prazeroso e descontraído.

Palavras-chave: Jogo didático. Ensino Médio. Biologia Molecular. Síntese de proteína.

ABSTRACT

Deoxyribonucleic acid (DNA) is the basis of life. The information contained in its genes guides the synthesis of essential proteins in the composition of the structure of a living being and also in the control of several vital processes. Microscopic structures, biochemical reactions and stages rich in details with various genetic concepts make it difficult to understand these processes. The use of innovative teaching methodologies is important to stimulate students to produce new knowledge and are being inserted in the pedagogical practice in order to contextualize and problematize the contents. The use of educational games has proved to be a good tool, as it offers a pleasant, playful, participatory environment, favoring spontaneous and creative development in students, in addition to providing a greater appropriation of the knowledge involved. In this study, a pedagogical game was developed on protein synthesis, seeking to take, in a playful way, the concepts of molecular biology and genetics to high school students at the Estadual Maurílio Albanese Novaes, in Ipatinga - MG. The methodology was applied in a quantitative and qualitative, action research type. The game favored a greater involvement of the students with the studied theme, developed the group spirit, improved socialization and made a process that for high school students, was only conceived in the imaginary, that is, the game had positive impacts on the provide a pleasant and relaxed teaching.

Keywords: Educational game. High School. Molecular Biology. Protein Synthesis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Kit de montagem de molécula de DNA e RNA.....	30
Figura 2 - Tabuleiro do jogo.....	31
Figura 3 - mRNA	33
Figura 4 - Ficha com dados da proteína modelo e com a sequência da fita 3´- 5´ do gene....	33
Figura 5 - Ribossomo	34
Figura 6 - Peças do tRNA (Vermelho) e aminoácidos (Branco)	34
Figura 7 - Fotografia dos estudantes realizando a montagem das moléculas de DNA e RNA	37
Figura 8 - Moléculas de DNA e RNA montadas	37
Figura 9 - Alunos transcrevendo da ficha para o tabuleiro a sequência de bases do fragmento gênico	38
Figura 10 - Transcrição: DNA para RNA	38
Figura 11 - a) Início da Tradução b) Final da tradução	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado das avaliações antes do jogo e após o jogo.....	40
Tabela 2 - ANOVA para um fator (tempo).....	42
Tabela 3 - Descrição da percepção dos estudantes sobre o jogo e aprendizagem do tema...42	

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DNA	Ácido Desoxirribonucleico
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
EUA	Estados Unidos da América
NGSS	Next Generation Science Standards (Padrões Científicos da Próxima Geração)
MG	Minas Gerais
PROFBIO	Mestrado Profissional no Ensino de Biologia
GV	Governador Valadares
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
RNA	Ácido Ribonucleico
mRNA	Ácido Ribonucleico mensageiro
ncRNA	Ácido Ribonucleico funcional
tRNA	Ácido Ribonucleico transportador
rRNA	Ácido Ribonucleico ribossômico
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
A	Adenina
T	Timina
C	Citosina
G	Guanina
U	Uracila

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	BREVE HISTÓRICO DO MATERIAL GENÉTICO	17
2.1.1	<i>DNA E GENE</i>	18
2.2	EXPRESSÃO GÊNICA E TRANSCRIÇÃO – DE DNA A RNA	19
2.3	A DESCOBERTA DO CÓDIGO GENÉTICO.....	20
2.4	A TRADUÇÃO	21
2.5	A SALA DE AULA	23
3	OBJETIVOS	25
3.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
4	MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1	O LOCAL E O SUJEITO DA PESQUISA.....	26
4.2	CARACTERIZAÇÃO DO TRABALHO	27
4.2.1	<i>PRIMEIRA ETAPA – A AULA EXPOSITIVA</i>	29
4.2.2	<i>SEGUNDA ETAPA - MONTAGEM DAS MOLÉCULAS DE DNA E RNA E O JOGO..</i>	29
4.2.3	<i>A MONTAGEM DAS MOLÉCULAS DE DNA E RNA.....</i>	30
4.3	A CONSTRUÇÃO DO JOGO: DECIFRANDO O CÓDIGO GENÉTICO: APRENDENDO NA PRÁTICA COMO OS GENES SE EXPRESSAM.....	31
4.3.1	<i>O JOGO E SUAS REGRAS</i>	34
4.3.2	<i>O PÓS-JOGO</i>	35
4.4	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	35
5	RESULTADOS	36
5.1	ANÁLISE QUALITATIVA.....	36
5.1.1	<i>PRIMEIRO MOMENTO DA 2ª ETAPA - A MONTAGEM DAS MOLÉCULAS DE DNA E RNA PELOS ESTUDANTES.....</i>	36
5.1.2	<i>SEGUNDO MOMENTO DA 2ª ETAPA – O JOGO.....</i>	37
5.2	ANÁLISE QUANTITATIVA.....	39
5.2.1	<i>RESULTADOS DAS AVALIAÇÕES ANTES E APÓS A APLICAÇÃO DO JOGO.....</i>	39
5.2.2	<i>RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO DOS ASPECTOS GERAIS DA PESQUISA E UTILIZAÇÃO DO JOGO</i>	42
6	DISCUSSÃO	44
7	CONCLUSÃO	48

REFERÊNCIAS	49
ANEXO I - CARTA DE AUTORIZAÇÃO/ANUÊNCIA	52
ANEXO II - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE	53
ANEXO III - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	55
ANEXO IV – PARECER CONSUBSTÂNCIADO CEP	57
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO	61
APÊNDICE B – AVALIAÇÃO PARCIAL SÍNTESE DE PROTEÍNAS (2 MODELOS)	63
APÊNDICE C – CADERNO DE PROVA PÓS JOGO	65
APÊNDICE D – ATIVIDADE DE FIXAÇÃO SÍNTESE DE PROTEÍNAS	68

1 INTRODUÇÃO

A compreensão da informação gênica, incluindo a estrutura do ácido desoxirribonucleico (DNA), mutação, transcrição e tradução é essencial para a compreensão da interação existente entre material genético e biodiversidade, meio ambiente e alterações genéticas (PEREIRA, *et al.* 2017).

Mesmo antes do código genético ser decifrado, sabia-se que a informação contida nos genes, era, de alguma forma, responsável pelo direcionamento da síntese de proteínas. As proteínas são os principais constituintes das células e determinam a estrutura celular e suas funções (ALBERTS *et al.* 2017).

De acordo com Santos e Galembeck (2016), o processo de tradução ou de síntese de proteica é importante, pois tais macromoléculas são essenciais na composição da estrutura de um ser vivo e controlam processos vitais do corpo. Moléculas como as enzimas, a hemoglobina, certos hormônios, o colágeno, tendões e nossa pele, são proteínas ou apresentam proteínas em sua constituição. Funções como a enzimática, hormonal, defesa, nutrição, coagulação e transporte de nutrientes, também são desempenhadas por proteínas. Em resumo, estas moléculas são a essência de um organismo vivo.

Para Lopes (2012), conhecer o mecanismo de síntese proteica auxilia na compreensão da manifestação de vários caracteres genéticos normais e patológicos, afinal, os genes manifestam-se por meio da transcrição e tradução.

A síntese proteica é um dos assuntos contemplados nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) do Ensino Médio, estando inserida dentro da unidade temática “Identidade dos seres vivos”, a qual entre outros objetivos busca estabelecer relação entre DNA, código genético, fabricação de proteínas e determinação das características dos organismos. Portanto, entender o processo de síntese de proteínas permite ao estudante compreender como as informações presentes no DNA determinam a produção de proteínas e, conseqüentemente, das características de um ser vivo, as quais são transferidas de uma geração para outra (SANTOS e GALEMBECK, 2016).

Segundo Alberts *et al.* (2017), a dificuldade de compreensão deste tema pelos estudantes, é relacionada às estruturas microscópicas e reações bioquímicas que são pouco exploradas de forma prática na rotina escolar. A síntese de proteínas envolve vários conceitos e etapas ricas em detalhes que acabam por dificultar a compreensão de como os genes expressam suas características por meio de estruturas tão peculiares como as proteínas.

De acordo com Temp (2011), embora os temas relacionados à Biologia Molecular estejam presentes no cotidiano e cada vez mais visíveis na sociedade, principalmente, graças às mídias de comunicação, os professores ainda enfrentam dificuldades na transmissão dos conceitos relacionados aos processos moleculares aos alunos, que, frequentemente, não compreendem o que não pode ser visualizado a olho nu. Para Corrêa e Silva Junior (2010), a fim de minimizar as dificuldades no ensino de Genética, a metodologia lúdica toma cada vez mais espaço no ambiente escolar.

Setúval e Bejarano (2009), relataram que os modelos didáticos podem ser eficazes na prática docente, na abordagem de conteúdos de difícil compreensão pelos estudantes, principalmente, em se tratando de assuntos relacionados à Genética, especificamente, no ensino de Ciências e Biologia. Sendo assim, compete ao professor que pretende utilizar um modelo didático na sua prática criar possibilidades de produzi-lo a partir da busca conceitual sobre esse instrumento pedagógico. Nesse caso, como forma de explorar o sentido a que se propõe a sua prática de ensino, através da utilização desse recurso, visando a explicação de um determinado fenômeno ou processo que possa garantir a construção do conhecimento no processo de ensino-aprendizagem.

Tendo em vista que os conceitos de Genética são, geralmente, de difícil assimilação, fazem-se necessárias práticas que auxiliem no aprendizado dos alunos. Dessa forma, métodos inovadores de ensino que envolvam maquetes, modelos e jogos, mostram-se promissores para serem aplicados no ensino (CAMPOS *et al*, 2008). A utilização de metodologias inovadoras para o ensino é importante para estimular os alunos a pensarem e produzirem novos conhecimentos, e estão sendo inseridas na prática pedagógica, a fim de contextualizar e problematizar os conteúdos. Novos artifícios, como a aplicação do lúdico, como os jogos e modelos didáticos, apresentam-se como alternativa potencial, capaz de promover a motivação da aprendizagem, e se dispõem a suprir a necessidade da escola, fazendo com que os alunos tenham uma visão mais clara do assunto de Biologia e, conseqüentemente, oportunizando o conhecimento. O uso de jogos didáticos provoca no educando o despertar para o raciocínio, memorização e a construção do conhecimento cognitivo, físico, social, psicomotor e emocional, além de inspirar a criatividade (SOUZA *et al*, 2013).

De acordo com as orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2006, p. 28)

[...] 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. (BRASIL, 2006, p. 28)

Para Kishimoto (2017), o jogo educativo deve ser entendido como um recurso que ensina, desenvolve e educa de forma prazerosa. O uso do jogo educativo com fins pedagógicos remete-nos para a relevância desse instrumento para situações de ensino-aprendizagem, envolvendo o ser humano inteiro com suas cognições, afetividade, corpo e interações sociais. A utilização do jogo potencializa a exploração e a construção do conhecimento, por contar com a motivação interna, típica do lúdico, mas o trabalho pedagógico requer a oferta de estímulos externos e a influência de parceiros, bem como a sistematização de conceitos em outras situações de não jogos.

Para Goldbach *et al.* (2013), os jogos didáticos podem ser elaborados e utilizados como uma das múltiplas estratégias didáticas facilitadoras da aprendizagem, desenvolvendo habilidades como cognição, socialização e criatividade. A utilização de materiais e recursos didáticos diversificados mostram-se como um caminho fértil para se atingir competências exigidas pelas atuais propostas no ensino. Os autores destacam o uso de jogos didáticos para promover a construção do conhecimento e motivar o processo de ensino-aprendizagem ao associar atividades lúdicas com propósitos educacionais.

Goldbach *et al.* (2013), também destaca a importância dada aos jogos didáticos em relação ao ensino-aprendizagem, mostrando seu potencial de uso junto aos professores e alunos, ao oferecer estratégias didáticas para a transmissão de conteúdos nas aulas de Ciências e Biologia, inclusive, sobre o tema “Genética” que apresenta difícil compreensão, oferecendo momentos lúdicos e oportunidade de construção ativa dos conhecimentos, com potencial utilização desde a formação básica até a graduação.

Silva *et al.* (2013), reitera que a aplicação de jogos lúdicos práticos e criativos como metodologia de ensino tem ganhado visibilidade e mostrado grande eficácia na transferência do conhecimento científico para alunos do Ensino Médio em assuntos como a Genética.

Para Grösz e Almeida (2017), o ensino da Genética é considerado, muitas vezes, complexo pela forma tradicional como é tratado - memorização e transmissão de conhecimentos, métodos marcantes no ensino tradicional. Para os autores, o método tradicional nas instituições de ensino ainda faz parte da realidade de muitos professores e

alunos no Brasil. Esse modelo educacional apenas transfere de forma mecanizada os conteúdos encontrados nos livros didáticos.

Na Malaysia, Ramly *et al.* (2017), descreveram que o uso do jogo de cartas, sobre a síntese de proteína, foi capaz de melhorar as habilidades comunicativas dos alunos no processo de descoberta do conteúdo trabalhado durante as aulas, tornando-se uma plataforma divertida de aprender Biologia de forma significativa. Assim sendo, os autores sugeriram que os professores usem jogos como ferramentas de aprendizagem em ambientes onde não há acesso à tecnologia. Nos EUA, buscando despertar o interesse e a motivação dos estudantes, Wilson *et.al.* (2018), ao utilizarem o jogo “Geniverse”, demonstraram que ele proporcionou uma maneira eficaz de ensinar genética no Ensino Médio, através de um método conhecido como NGSS (*Next Generation Science Standards*), que significa “Padrões Científicos da Próxima Geração”. Nesse método, os alunos são estimulados a participar de práticas científicas integradas com jogos digitais. Durante os jogos, os alunos devem aplicar as ideias de ciência como análise de dados e argumentação.

Sabemos que existe um “abismo” entre a Biologia Molecular e Genética e a assimilação dos conceitos dessas disciplinas pelos estudantes do Ensino Médio. Fazer entender, de fato, o que ocorre no interior das células, partindo da estrutura e função do DNA, bem como associar esse ácido nucléico às características genéticas de um indivíduo, requer estratégias bem elaboradas pelo professor. Diante dessa perspectiva, a proposta do presente estudo foi desenvolver, elaborar e aplicar o jogo didático-pedagógico: Decifrando o código genético: aprendendo na prática como os genes se expressam, objetivando favorecer o aprendizado dessas disciplinas de forma prazerosa e descontraída.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Relembrar o processo histórico da descoberta do material genético ajuda a entender a importância da ciência para a sociedade. Valorizar a dedicação dos cientistas do passado é um fator importante que precisa ser considerado na ciência moderna. Afinal muito dos benefícios que se usufrui na atualidade são frutos de longos estudos e descobertas feitas por homens e mulheres que não pouparam suas próprias vidas em prol da ciência.

2.1 BREVE HISTÓRICO DO MATERIAL GENÉTICO

A história dos estudos sobre o material genético começou com Friedrich Miescher em 1869. Ao isolar o material do núcleo celular e descobrir sua natureza ácida surge o nome ácidos nucleicos. No início do século XX, Frederick Griffiths, fez um experimento e descobriu o "princípio transformante". Subsequentemente, Oswald Avery e seus colaboradores apontaram para o DNA como sendo o material genético (GRIFFITHS *et al*, 2016). Juntos, esses pesquisadores demonstraram que o DNA é o princípio transformante, sendo a primeira demonstração de que os genes são compostos de DNA. Mas qual a estrutura do DNA de que ele é formado? Embora a estrutura do DNA não fosse conhecida, a sua composição em blocos chamados de nucleotídeos com três componentes químicos já era possível de ser comprovada.

Conforme descreve Griffiths *et. al* (2016), a composição química do DNA é simples. Admite-se que um nucleotídeo era formado por um fosfato, uma pentose que poderia ser de dois tipos: desoxirribose para o DNA e ribose para o RNA (Ácido ribonucleico) e bases nitrogenadas sendo duas de natureza química denominada de purina adenina (A) e guanina (G) e duas de natureza química pirimidínica, timina (T) e citosina (C).

Segundo Lopes (2016), em 1949, Erwin Chargaff descobre as proporções das bases nitrogenadas, conhecida como Regra de Chargaff. Elas postulavam que a quantidade de nucleotídeos pirimidínicos (T+C) sempre era igual a quantidade de nucleotídeos purínicos (A+G) e a quantidade de timinas (T) era igual a de adeninas (A), assim como a quantidade de citosinas (C) era igual a de guaninas (G). Essas proporções, por sua vez, variam entre os diferentes organismos, mas é, virtualmente, a mesma em diferentes tecidos do mesmo organismo. Mas ainda não era possível explicar como isso acontecia.

No início da década de 50, aconteceram fatos importantes, Rosalind Flanklin, ao trabalhar com raios X, consegue registrar em filme fotográfico a imagem do DNA. Essa

imagem foi chamada de "fotografia 51". Paralelamente ao trabalho de Franklin, James Watson e Francis Crick tentavam propor um modelo estrutural para o DNA, mas ainda sem sucesso. Até que Wilkins mostrou a "fotografia 51" a eles. Ao analisar a imagem, Watson e Crick conseguiram propor um modelo estrutural para a molécula de DNA. Conforme descrito por Griffiths *et.al* (2016), esse modelo mostrou que o DNA é uma dupla hélice composta por duas cadeias de nucleotídeos unidas por meio do pareamento complementar de A com T e de G com C. Essa descoberta deixou clara a explicação de várias outras experiências como a Regra de Chargaff, a polaridade e o antiparalelismo estabelecido entre as fitas de DNA (3' para 5' em uma fita e 5' para 3' na outra fita), possibilitando que Watson e Crick propusessem a duplicação do DNA como semi-conservativa.

Nesse contexto, fica claro que a descoberta de Watson e Crick foi de extrema relevância, fazendo-os ganhadores do prêmio Nobel de Medicina e Fisiologia em 1962.

2.1.1 DNA E GENE

Avaliar este processo histórico ajuda a definir um ponto de partida para o entendimento da origem das características genéticas. Compreender a estrutura do DNA com todas suas características trouxe respostas importantes para entendimento, por exemplo, da regra de Chargaff citada anteriormente. Ressaltando-se que as proporções dos nucleotídeos adenina (A) eram iguais às de timina (T) e os nucleotídeos com citosina (C) eram iguais aos de guanina (G) graças as pontes de hidrogênio estabelecidas entre os pares (A-T) e (C-G) em todas as moléculas de DNA (GRIFFITHS *et.al*, 2016).

Segundo Lopes (2016), a polaridade invertida nas extremidades da fita do DNA, reveste-se de particular importância, pois, é essa polaridade, que vai orientar a transcrição do mRNA e posteriormente a síntese proteica. O DNA contém a informação inicial para a síntese de proteínas, o gene, assim denominado por Wilhem Ludvig Johannsen em 1909. Desde então, o conceito de gene vem sendo debatido por décadas acompanhando as descobertas feitas nesta área de estudo.

Conforme Joaquim e El-Hani (2010), "[...] uma definição única de gene não é possível ou necessária. Ao contrário, o pluralismo de modelos e conceitos é, provavelmente, mais poderoso, desde que os domínios de cada conceito ou modelo sejam claramente definidos.[...]". Nesse contexto, fica claro que o conceito de gene vem mudando ao longo dos anos.

No presente estudo, considerando-se a capacidade de entendimento e aprofundamento do conteúdo a ser ministrado para os estudantes do Ensino Médio, considerou-se o conceito de gene descrito por Lopes (2016), como uma região do DNA que pode ser transcrita em molécula de RNA ou menor porção de DNA relacionada a um efeito que pode ser detectado no organismo.

2.2 EXPRESSÃO GÊNICA E TRANSCRIÇÃO – DE DNA A RNA

No final de década de 50, os biólogos Elliot Volkin e Lawrence Astracham haviam demonstrado pelo experimento de pulso-caça que a informação codificada no DNA era inicialmente copiada em RNA e a seguir em proteína. Nesse contexto, a transcrição representa o primeiro passo para a expressão gênica. Para Alberts *et. al* (2017), ela compreende a cópia da sequência nucleotídica do DNA para o RNA. Mas seria um erro grave, continuar essa caminhada sem diferenciar o DNA do RNA.

O RNA se diferencia do DNA em termos químicos sobre dois aspectos: os nucleotídeos do RNA são ribonucleotídeos com o açúcar ribose enquanto no DNA o açúcar é a desoxirribose, já em suas bases nitrogenadas o RNA possui uracila (U) no lugar de timina (T). Estruturalmente, o RNA apresenta-se como fita simples. Essa característica possibilita que o RNA se dobre assumindo diferentes conformações. De acordo com Griffiths *et. al* (2016), existem duas classes gerais de RNA: aqueles que codificam proteínas (mRNA) mensageiro e aqueles que são funcionais (ncRNA) sendo, que nessa classe, destacam-se na síntese de proteína o (tRNA) chamado de transportador e o (rRNA) ribossômico.

Pode-se dizer que o DNA atua como um molde para síntese de RNA. Mas para que isso ocorra é necessário a participação de um elemento chave na transcrição, a enzima RNA - polimerase. Em procariotos, essa enzima com o auxílio do fator sigma, reconhece uma região do DNA chamada região promotora, abrindo a dupla fita do DNA e percorrendo a fita-molde no sentido 5' - 3'. A RNA polimerase encerra a transcrição ao reconhecer a sequência terminadora. O mesmo processo é também realizado por eucariotos com a ajuda dos fatores gerais de transcrição. Em eucariotos, durante a formação do pré-mRNA, destaca-se a etapa de maturação do RNA. Richard Roberts e Phillip Sharp descobriram, de modo independente, que a informação codificada pelos genes eucarióticos pode ser fragmentada em éxons; que codificam partes das proteínas e íntrons, que separam os éxons. Os íntrons estão presentes não apenas em genes codificadores de proteínas, mas também em alguns rRNAs e até mesmo em genes de tRNA.

De maneira resumida a maturação do RNA para Griffiths et.al (2016, p.564), pode ser conceituada assim:

O pré-mRNA eucariótico é extensivamente processado antes de ser transportado como mRNA até o citoplasma para a tradução em proteína. São adicionados um Cap na extremidade 5' e uma cauda poli (A) na extremidade 3'; os íntrons são removidos e os éxons são unidos. Um gene pode codificar mais de um polipeptídeo quando o seu pré-mRNA é submetido à recomposição alternativa. (GRIFFITHS *et.al* 2016, p.564)

Conforme explicado acima é importante ressaltar que a compreensão dessas etapas e processos para estudantes de Ensino Médio é extremamente complexa. A melhor maneira de compreender esse assunto seria tornando-o significativo dentro da capacidade de compreensão dos envolvidos. Nesse sentido, pode-se considerar que existe uma parte do DNA não codificante que, embora ainda não se sabe exatamente a função, esteja relacionada a formação do centrômero, (fundamental na divisão celular) e ao fato de, em nossas células, existir só uma fração de genes ativa apesar de o repertório de genes ser igual em todas células. (LOPES, 2016)

2.3 A DESCOBERTA DO CÓDIGO GENÉTICO

No final da década de 50 e início da década de 60, os cientistas dessa área estavam diante de um enigma ainda maior. Como uma sequência linear de nucleotídeos seria capaz de produzir proteínas que são formadas por aminoácidos? Eles sabiam que havia uma linguagem semelhante entre o DNA e o RNA, guardadas algumas pequenas diferenças, essa comunicação poderia ser entendida pelo sistema de pareamento de bases nitrogenadas por complementariedade. Mas o mesmo não se podia dizer sobre o RNA e as proteínas, pois havia um problema de codificação. Logo como seria possível a tradução?

Com intuito de tornar controlável a síntese de proteínas, os cientistas isolaram a maquinaria celular de dentro da célula em tubos de ensaio e conseguiram produzir polipeptídios radiomarcados. Marshall Nirenberg e seu colaborador Heinrich Matthaei conseguem produzir um RNA sintético somente com nucleotídeos de uracila (U), e ao processarem esse RNA, conseguiram produzir um polipeptídeo somente com fenilalanina. Com esse resultado eletrizante, a primeira palavra do código genético foi decifrada. (ALBERTS *et.al*, 2017).

Conforme descrito por Alberts *et.al* (2017), em seguida, Nirenberg e Matthaei fizeram outros testes com cadeias sintéticas de RNA com poli-A e poli-C obtendo polipeptídios de lisina e prolina, respectivamente. A cadeia poli-G não foi capaz de gerar polipeptídios, pois formava uma hélice de cadeia tripla incomum. Posteriormente Gobind Khorana, Nirenberg e Matthaei conseguiram produzir cadeias sintéticas com dinucleotídeos (poli-UC), trinucleotídeos (poli-UUC) e tetranucleotídeos (poli-UAAUU). Apesar de fornecer várias informações, os resultados mostraram-se inconclusivos na associação dos nucleotídeos presentes no RNA aos seus respectivos aminoácidos. Após realizarem vários experimentos, Nirenberg e Phil Leder descobriram que a sequência de nucleotídeos em um mRNA é lida, consecutivamente, em grupos de três bases nitrogenadas. Dessa forma, chegou-se à conclusão de que os aminoácidos são codificados por trincas de bases nitrogenadas: é o código de trincas ou tríades. Cada trinca forma um códon (LOPES, 2016).

Sabendo-se que existem quatro tipos de nucleotídeos, foi possível determinar quantas combinações seriam possíveis $4 \times 4 \times 4$, totalizando 64 combinações. Mas ao analisar quantos tipos de aminoácidos diferentes formavam, as proteínas obtiveram 20 tipos diferentes. Logo, ou alguns códons nunca são usados, ou alguns aminoácidos poderiam apresentar mais de um códon, sendo mais tarde confirmada a segunda hipótese, indicando que o código genético é degenerado ou redundante. Visto que as técnicas de sequenciamento só ficaram disponíveis no final de década de 60, depois de muitos estudos, foi descoberto o código genético, que pode ser conceituado como; o conjunto de regras, pelas quais, as sequências de nucleotídeos de um gene passam por uma molécula intermediária de mRNA que é traduzido na sequência de aminoácidos de uma proteína. O código genético é quase universal utilizado por quase todos os organismos sendo diferente no mRNA da mitocôndria, cloroplasto e em alguns fungos e protozoários. (ALBERTS *et.al*, 2017)

2.4 A TRADUÇÃO

A partir das descobertas feitas e descritas, anteriormente, resta explicar como ocorre a tradução. Segundo Griffiths *et.al* (2016), a tradução é realizada pelos ribossomos que se movimentam ao longo do mRNA no sentido 5' - 3'. Um conjunto de moléculas de tRNAs leva os aminoácidos até o ribossomo e seus anticódons se ligam aos códons do mRNA expostos no ribossomo. Após o primeiro aminoácido, a metionina, ser incluída na molécula da proteína nascente, os próximos aminoácidos que chegam ligam-se a extremidade carboxila da cadeia de polipeptídios em crescimento no ribossomo. Assim, reverte-se de particular importância

para estudantes do Ensino Médio conhecerem e entenderem o papel de cada estrutura que faz parte desse processo.

Há basicamente três tipos de RNAs que participam da tradução: RNA ribossômico (rRNA), RNA mensageiro (mRNA) e RNA transportador (tRNA). O rRNA compõe dois terços do ribossomo que associado a proteínas faz com que essas moléculas tenham uma atividade catalítica e, por isso, são chamadas de ribozimas (ALBERTS *et.al*, 2017). Como o próprio nome já indica os tRNAs transportam aminoácidos livres no citoplasma para o ribossomo. Eles são formados a partir de dobramentos da fita de RNA de maneira que em uma das extremidades fica o aminoácido e em outra fica uma sequência de três nucleotídeos chamada de anticódon. Cada tRNA através do seu anticódon pareia com o códon no mRNA, liberando o aminoácido.

Segundo Osório *et.al* (2013), além do citoplasma, a síntese de proteína também ocorre nos ribossomos do retículo endoplasmático rugoso. No presente estudo, ao elaborar-se o jogo, focou-se na tradução no citoplasma.

A tradução ocorre em quatro etapas: Ativação dos aminoácidos; iniciação; alongamento; terminação e liberação. Nesse processo, os ribossomos com suas subunidades menor e maior se unem na etapa de iniciação. É importante ressaltar que cada aminoácido que fara parte da cadeia da proteína nascente, deve ser ativado, ou seja, se ligar ao seu respectivo tRNA. Esse é um processo com gasto de energia mediado por enzimas específicas e ocorre no citosol. Na iniciação, a subunidade menor do ribossomo se une com o tRNA de iniciação que traz o aminoácido metionina. Esse complexo se liga ao mRNA e o percorre no sentido 5' - 3' a procura do códon de iniciação (AUG). Assim que o encontra acopla-se a subunidade maior. Nessa fase há o crescimento da cadeia peptídica a partir da inserção de novos aminoácidos trazidos por outros tRNAs. À medida que os anticódons do tRNA vão pareando com o respectivo códon no mRNA, vai ocorrendo a união entre os aminoácidos, através da ligação peptídica, caracterizando a etapa de alongamento. A próxima fase é a terminação e liberação, a medida que o ribossomo percorre o mRNA e encontra um dos três códons de terminação (UAG, UAA ou UGA), uma proteína conhecida como fator de liberação se liga neste códon, promovendo a hidrólise da proteína recém-sintetizada e liberando-a, as duas subunidades ribossomais, o mRNA, o tRNA também são liberados, terminando assim a síntese proteica (LOPES, 2016).

Há de se ressaltar ainda que um mesmo mRNA pode ser traduzido, simultaneamente, por vários ribossomos mantendo-se uma distância entre eles de, aproximadamente, 80 nucleotídeos. A esse fenômeno dá-se o nome de polissomo ou polirribossomo. Conforme

explicado acima, a metionina do início da cadeia, pode ou não ser removida da cadeia polipeptídica. As proteínas, após a tradução, podem sofrer modificações pós-traducionais sob ação de moléculas auxiliares chamadas de chaperonas. (LOPES, 2016)

Embora haja vasto material teórico para o aprendizado do conteúdo de síntese proteica, ainda há um distanciamento muito grande entre as informações relacionadas ao tema divulgadas nas grandes mídias com o real entendimento dos alunos de Ensino Médio. Métodos inovadores de ensino que envolvam maquetes, modelos e jogos, mostraram-se promissores para serem aplicados no ensino (CAMPOS et al, 2008). Os modelos didáticos podem ser eficazes e capazes de auxiliar na prática docente na abordagem de conteúdos de difícil compreensão pelos estudantes, principalmente, quando se trata de assuntos relacionados à Genética, especificamente, no ensino de Ciências e Biologia.

Sendo assim, o presente estudo buscou por meio de um jogo didático, diminuir a distância encontrada na compreensão da síntese proteica e seus conceitos, trazendo uma realidade física, que permitiu aos estudantes entender esse processo complexo, que antes era vislumbrado somente no campo do imaginário.

2.5 A SALA DE AULA

A sala de aula é um espaço físico, mas sua abrangência está além das quatro paredes. É o espaço para a efetiva promoção e construção do conhecimento. Local de troca de experiências, convívio entre os atores no processo educativo. Principal espaço em que professores e alunos se relacionam.

O aluno é entendido como protagonista no processo de ensino-aprendizagem. Agrega com sua experiência de vida e exposição de ideias o processo de construção do conhecimento. Suas ações são norteadas pelos professores a fim de que desenvolvam o autodidatismo, autonomia, solidariedade e competência.

As concepções piagetianas, norteiam a prática pedagógica a partir da perspectiva de que o conhecimento é um processo sociocultural, resultado da interação do homem com o meio e dos sujeitos com seu objeto de conhecimento, resultando em um processo de assimilação e acomodação Piaget (Apud Lima, 1984). Em sala, o professor promove interações múltiplas entre os alunos e os conteúdos, contribuindo para construção de estruturas intelectuais. O docente também interage por meio da provocação da reflexão e discussão.

Na teoria de Vygotsky, o professor é visto como um mediador, pois o ser humano está em constante desenvolvimento mental e todas as suas relações são conquistadas pela mediação (Vygotsky, apud La Rosa 2003). A ação mediadora do professor, a concepção da Zona de Desenvolvimento Proximal são fundamentos norteadores para subsidiar o planejamento dos professores e os projetos institucionais, considerando os conhecimentos prévios do estudante e seu potencial para direcionar os assuntos a serem explorados e as possíveis intervenções.

3 OBJETIVOS

Avaliar qualitativa e quantitativamente a efetividade de um jogo didático-pedagógico aplicado para alunos do Ensino Médio, buscando auxiliar o processo de ensino-aprendizagem sobre os conceitos e etapas que envolvam a síntese proteica, unindo aspectos lúdicos aos cognitivos.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Elaborar um jogo didático-pedagógico para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem da síntese de proteína.
2. Aplicar o jogo para os estudantes de Ensino Médio pelo método de pesquisa-ação.
3. Analisar as contribuições do jogo pedagógico na construção do conhecimento que possibilite aos estudantes entender na prática como os genes se expressam.
4. Verificar o nível de conhecimento sobre a síntese proteica a partir da aplicação do jogo, com posterior aplicação de avaliações para sondagem.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na Escola Estadual Maurílio Albanese Novaes, situada na cidade de Ipatinga, região leste de Minas Gerais, conhecida como Vale do aço, abrangendo as cidades de Ipatinga, Santana do Paraíso, Coronel Fabriciano e Timóteo. Para realização do estudo, foi assinada pela direção da escola, uma carta de autorização e anuência, (ANEXO I).

4.1 O LOCAL E O SUJEITO DA PESQUISA

A Escola Estadual “Maurílio Albanese Novaes”, recebe alunos oriundos do Ensino Fundamental e Médio de todos os bairros do município de Ipatinga e alguns municípios vizinhos. Portanto, o público alvo da instituição, são jovens entre 14 e 18 anos, que trazem consigo problemas relacionados a drogas, sexualidade, relações de gênero, diversidade étnico-racial e indisciplina, dentre outros que, normalmente, afetam a juventude. Isso tudo toma uma dimensão maior, quando levamos em conta que esses jovens vão estudar em regime de Tempo Integral, passando a maior parte de suas vidas dentro da escola.

Conforme o Projeto Político Pedagógico, a missão da escola “Maurílio Albanese Novaes” consiste em oferecer um ensino que tenha como primazia os quatro pilares da educação “aprender a conhecer; aprender a fazer; aprender a conviver e aprender a ser”. Um currículo que possibilite ao aluno conhecer melhor o contexto em que vive, a cultura acumulada da humanidade e as bases científicas que formaram a vida das pessoas. O foco está no bom desenvolvimento dos estudantes, quer no aspecto físico, psíquico e moral, contribuindo na formação de cidadãos críticos e atuantes na sociedade.

A instituição define como ponto de partida para atuação de seus profissionais, o princípio da coletividade, implementado pelo trabalho em equipe e pela gestão democrática. Valoriza e incentiva a criatividade e a inovação na realização das atividades dos profissionais e dos alunos. A escola valoriza o protagonismo juvenil e as inteligências múltiplas. Tem como centro o aluno, entendendo-o como sujeito do processo histórico e social e, portanto, como sujeito do conhecimento e do processo educativo global.

O conhecimento é entendido como saber teórico e prático, construído por meio da razão ou da experiência. Faz parte da preparação pessoal e profissional para a vida. Encontra soluções para os diversos impasses encontrados ao longo da jornada acadêmica.

No período em que o presente estudo foi aplicado, a escola contava com sete turmas de 3º anos, variando a quantidade de alunos por turma entre sete e 40, perfazendo um total de

221 alunos. Optou-se pela realização do estudo com os 3º anos, pois o conteúdo da pesquisa é um pré-requisito fundamental para entendimento da matéria de Genética estudada nos 3º anos.

Na tentativa de poder comparar os resultados dos alunos, escolheu-se duas turmas com o mesmo número de alunos (40), perfazendo um total de 80 alunos. A amostragem foi calculada utilizando-se o método de Santos (2020). O tamanho da amostra de 80 estudantes, em uma população de 221 alunos de 3ª anos, teve um nível de confiança de 95%, possuindo margem de erro de 5% para mais ou para menos.

Foi considerado como critério de inclusão na pesquisa alunos de ambos os sexos, regularmente matriculados no 3º ano do Ensino Médio, com uma faixa etária entre 16 a 18 anos.

Para o critério de exclusão considerou-se alunos dos 1º e 2º anos, pois os conteúdos contemplados na pesquisa não são pertinentes a grade curricular dos mesmos e os alunos que não apresentaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE, ANEXO II) e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE, ANEXO III) devidamente assinados.

O estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da UFJF, e aprovado conforme parecer consubstanciado sob o N° 3.529.142 (ANEXO IV).

4.2 CARACTERIZAÇÃO DO TRABALHO

O presente estudo é do tipo pesquisa-ação. A metodologia de pesquisa possui caráter qualitativo-descritivo e quantitativo. O problema investigado focou-se na dificuldade dos estudantes do Ensino Médio de compreender como ocorre a expressão gênica e a síntese proteica. Como possível solução, elaborou-se modelos didáticos-pedagógicos, especialmente o jogo, para melhor compreensão desses processos.

Do ponto de vista qualitativo, o presente estudo caracterizou-se como uma pesquisa de que tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento” (LUDKE e ANDRÉ ,1986, p.11). Na prática em sala de aula, o professor está em uma busca constante para a melhoria da qualidade do processo ensino-aprendizagem. Ele, ao atuar, estabelece uma relação dinâmica entre a ciência com suas descobertas e o estudante que, muitas vezes, sinaliza com sua subjetividade a compreensão ou não de um conteúdo, sendo necessário uma observação atenta e criteriosa desses sinais. Na tentativa de perceber esses sinais e tornar as inferências do professor menos tendenciosas nos resultados, foi aplicado um questionário de satisfação (Apêndice A) com perguntas mais abrangentes sobre o tema, disponibilizado via Google Forms. Este questionário foi respondido

de forma voluntária por parte dos estudantes que participaram da pesquisa e seus resultados foram analisados de maneira quantitativa categorizada.

Como caráter quantitativo direto foram considerados as notas de avaliações realizadas em duas etapas: 1ª etapa avaliação parcial feita após a explicação do conteúdo de síntese proteica de maneira expositiva (descrito abaixo) e 2ª etapa avaliação global feita após a explicação do mesmo conteúdo utilizando uma metodologia ativa e o jogo didático.

Além desses aspectos qualitativos e quantitativos, esse estudo pode ser considerado pesquisa-ação conforme Prodanov (2013 apud THIOLENT, 1998, p.14).

(...) pesquisa social com base empírica que é concebida em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. (PRODANOV 2013 apud THIOLENT, 1998, p.14)

Numa sala de aula há ampla e explícita interação entre o professor e os estudantes, ambos envolvidos na situação investigada. O professor é o mediador no processo de ensino-aprendizagem. Coordena o desenvolvimento da prática pedagógica subsidiando o processo de transformação de informações em conhecimento. Tem o papel de orientar os estudos, selecionar e elaborar os materiais que irão nortear o aprendizado e ser o tutor da disciplina, promovendo o autodidatismo, autonomia, solidariedade e competência. Atua de forma consistente e sistemática, possibilitando postura crítica, analítica e de troca entre os alunos. Ademais, coloca-se como facilitador, incentivador e promotor da motivação, colaborando para que os estudantes atinjam seus objetivos. A proposta metodológica por meio da pesquisa ação nesse trabalho é contemplada, quando o professor ao identificar um problema (dificuldade de compreensão da expressão gênica e da síntese proteica) busca junto com os alunos estratégias metodológicas diferenciadas para solucionar a dificuldade. Agindo assim há um interesse coletivo na resolução do problema. Na busca de tentar analisar a influência dessa variável metodológica no processo ensino-aprendizagem, planejou-se duas etapas nessa pesquisa. 1ª etapa: explicação do conteúdo (Síntese proteica) por meio de aula expositiva dialogada, seguida por avaliação parcial (Apêndice B) e 2ª etapa explicação do mesmo conteúdo com metodologias ativas (montagem de molécula de DNA e RNA) mais o jogo didático, seguido de avaliação global (Apêndice C).

4.2.1 PRIMEIRA ETAPA – A AULA EXPOSITIVA

Durante a primeira etapa foram ministradas quatro aulas expositivas de 50 minutos cada. Essas aulas foram distribuídas da seguinte maneira.

Aula 1 – Revisão dialogada sobre DNA, gene, cromossomo, núcleo celular, RNA, ribossomos, aminoácidos, proteína e visão geral da síntese proteica (esquema passado no quadro branco). Ao final dessa aula foi passado um vídeo “Do DNA a Proteína 2:42” (vídeo dos arquivos do professor). Como recursos didáticos foram utilizados quadro branco, pinceis, notebook e retroprojeter.

Aula 2 – Explicação da transcrição (O que é? Quem participa? O que forma? Onde ocorre?) maturação do pré-mRNA em mRNA. Esquema no quadro. Recurso didático: quadro, pincel e livro didático.

Aula 3 – Explicação tradução (Quem participa? Onde ocorre? Etapas: ativação dos aminoácidos, iniciação, alongamento, terminação e liberação). O Código Genético (Livro didático) mais atividade de fixação planejada pelo professor (Apêndice D). Recurso didático: Quadro, pinceis, livro didático.

Aula 4 – Correção das atividades de fixação e esclarecimento de dúvidas.

Após essas aulas foi aplicada uma avaliação parcial (Apêndice B) com sete questões de múltipla escolha e uma questão discursiva, sendo atribuída a mesma pontuação a ambas as questões.

4.2.2 SEGUNDA ETAPA - MONTAGEM DAS MOLÉCULAS DE DNA E RNA E O JOGO

Trabalhar o conteúdo de síntese proteica somente de forma teórica através de explicações, imagens de livros e vídeos, demanda uma capacidade de imaginação e compreensão significativa por parte dos estudantes. Buscando tornar o imaginário real, foram preparados dois novos momentos para essa etapa da pesquisa.

1º momento: a montagem de moléculas de DNA e RNA com material alternativo.

2º momento: o uso de jogo didático.

4.2.3 A MONTAGEM DAS MOLÉCULAS DE DNA E RNA

O DNA e o RNA são moléculas chaves e elementares na síntese de proteínas. As diferenças estruturais e químicas existentes entre essas estruturas podem ser representadas através de modelos.

Com o intuito de revisar a estrutura do DNA e RNA, explorando a criatividade dos estudantes, foi preparado um kit com material alternativo (bolinhas de isopor, papelão e papéis color set de diferentes cores) e pedido para os estudantes montarem um fragmento de DNA com cinco pares de bases nitrogenadas e um fragmento de RNA com cinco bases nitrogenadas.

Para a execução dessa atividade, o professor recordou a composição do nucleotídeo e posteriormente, solicitou aos alunos que fizessem grupos de cinco ou seis, distribuiu em cada grupo um kit contendo 15 bolinhas de isopor (representando os fosfatos). Papelão (1 pedaço do tamanho de uma folha A4 aproximadamente) para esquematizar as pentoses (Desoxirribose e Ribose), e pediu que os alunos colorissem com diferentes cores as duas pentoses para diferenciá-las. Papel color set de diferentes de cinco cores diferentes para representar as bases nitrogenadas (Adenina, Timina, Uracila, Citosina e Guanina) e palito de dente para prender uma base a outra representando as ligações de hidrogênio, figura 1.

Figura 1 - Kits para montagem de molécula de DNA e RNA



Bolinhas de isopor (diâmetro 2,5 cm), papel color set (azul claro, azul escuro, vermelho, preto e verde), palito de dente, pedaço de papelão (aproximadamente uma folha de A4). **Fonte:** Elaborado pelo autor (2019).

4.3 A CONSTRUÇÃO DO JOGO: DECIFRANDO O CÓDIGO GENÉTICO: APRENDENDO NA PRÁTICA COMO OS GENES SE EXPRESSAM

Com o objetivo de deixar um produto realmente prático para que outros professores pudessem utilizar, construiu-se o jogo para auxiliar os estudantes na compreensão da expressão gênica e da síntese proteica. Representou-se fisicamente todas as etapas e as respectivas moléculas envolvidas. Por se tratar de algo complexo para os estudantes, os primeiros passos do jogo foi desenvolvido pelo professor autor da pesquisa juntamente com outros professores da mesma área. Foi elaborado um tabuleiro, figura 2, onde as etapas de transcrição e tradução pudessem ser representadas de forma visível, controlada e mais próximas do real.

Figura 2 - Tabuleiro do jogo Decifrando o código genético: aprendendo na prática como os genes se expressam.

Decifrando o Código Genético (Síntese de Proteína)

COMO JOGAR: Siga o passo a passo

1. Coloque a sequência de códigos (palavras) do DNA com sua proteína para o DNA.
2. Faça a sequência do códigos da célula correspondente ao DNA.
3. Promova a TRANSCRIÇÃO. Faça o RNAm a partir do DNA.
4. Posicione o RNAm no local marcado.
5. Posicione o Ribossomo para a TRADUÇÃO do código.
6. Utilize a tabela de códigos de códons e associe o AA (Aminoácido) ao RNAm.
7. Encaixe o RNAm no ribossomo com sua respectiva cadeia no RNAm. Regra 4 e 7 para 3e.
8. Encaixe os AA (Aminoácidos) liberando o RNAm para outros reagentes AA.
9. Destabeleça o Ribossomo pelo RNAm até o final dos códigos.
10. Estabeleça a sequência correta de AA.

FICHA DE PROTEÍNA
PROTEÍNA OXITOCINA
 No organismo humano, a Oxitocina é um hormônio que quando produzido pela hipófise posterior, atua no sistema nervoso para gerar pulsos de oxitocina no sangue. O hormônio também atua na regulação do parto e do lactação. Produzido no sistema nervoso, o hormônio oxitocina é produzido no núcleo da hipófise posterior do cérebro.

3' TACACATATAAGTTTAAACAGGAATGCTATT 5'
 Produza a Oxitocina com a sequência correta de aminoácidos.

LEGENDA:
 A - ADENINA
 T - TIMINA
 C - CITOSINA
 G - GUANINA
 U - URACILA

Primeira base	U	C	A	G	Segunda base	U	C	A	G	Terceira base	U	C	A	G	
U	UUU - Phe UUC - Leu UUA - Leu UUG - Leu	UCU - Ser UCC - Ser UCA - Ser UCG - Ser	UAU - Tyr UAC - Tyr UAU - Tyr UUG - Trp	UUU - Phe UUC - Leu UUA - Leu UUG - Leu	UUU - Phe UUC - Leu UUA - Leu UUG - Leu	UUU - Phe UUC - Leu UUA - Leu UUG - Leu	UUU - Phe UUC - Leu UUA - Leu UUG - Leu	UUU - Phe UUC - Leu UUA - Leu UUG - Leu	UUU - Phe UUC - Leu UUA - Leu UUG - Leu	UUU - Phe UUC - Leu UUA - Leu UUG - Leu	UUU - Phe UUC - Leu UUA - Leu UUG - Leu	UUU - Phe UUC - Leu UUA - Leu UUG - Leu	UUU - Phe UUC - Leu UUA - Leu UUG - Leu	UUU - Phe UUC - Leu UUA - Leu UUG - Leu	UUU - Phe UUC - Leu UUA - Leu UUG - Leu

MESTRANDO: ALAN TEMPONE
ORIENTADOR: DR. FREDERICO GOMIDES

Tabuleiro feito em banner de lona 90cm x 72 cm. **Fonte:** Elaborado pelo autor (2019).

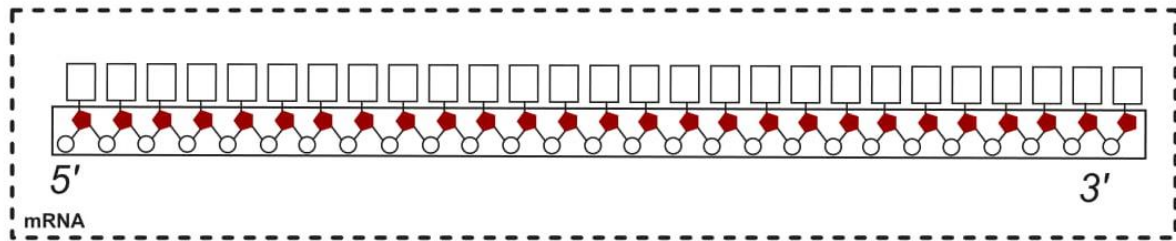
Para tanto foram respeitados os seguintes critérios passíveis de compreensão e análise por parte dos estudantes:

- ✓ Locais específicos na célula onde ocorre a transcrição (núcleo) e tradução (citoplasma). Durante a aula expositiva foi citado que no Retículo Endoplasmático Rugoso (RER), também ocorre a síntese proteica, mas o RER não foi incluído no tabuleiro por apresentar um processo de síntese mais complexo, portanto, sendo um conteúdo abordado de preferência na graduação.
- ✓ Complementaridade das bases nitrogenadas no DNA.
- ✓ Transcrição: DNA para RNA mensageiro (mRNA)
- ✓ Migração do mRNA para o citoplasma
- ✓ Tradução.

O jogo foi confeccionado para ser aplicado em sala de aula e jogado em grupos, tendo cada partida, em média, 60 minutos de duração.

Cada kit do jogo contém:

1. Um tabuleiro no formato de banner, com desenho esquemático da célula eucariótica com locais para escrever a sequência de bases do DNA, contendo o fragmento gênico da proteína de interesse e a tabela do código genético, figura 2.
2. Uma parte móvel feita de cartolina revestida com papel contact representando o mRNA, figura 3. A parte móvel tem um local onde deve ser escrito as bases nitrogenadas do mRNA que posteriormente, deverá ser conduzido através do poro nuclear até o citoplasma e posicionado em um local indicado no tabuleiro, onde será decodificado os códons nos respectivos aminoácidos que compõem a proteína.
3. Fichas individuais com uma sequência de bases nitrogenadas do fragmento gênico, figura 4, incluindo o códon de iniciação e de parada para montagem da sequência de aminoácidos da proteína. Por questões de espaço e tempo de cada partida, foram selecionados os oito primeiros aminoácidos que compõem a sequência real da proteína. Essas fichas contêm informações básicas da proteína destacando sua função no organismo humano. As proteínas usadas como exemplo foram: insulina, oxitocina, queratina e hemoglobina.

Figura 3 – mRNA

Fita impressa em papel revestida com papel contact. **Fonte:** Próprio autor (2019).

Figura 4 - Ficha com dados da proteína modelo e com a sequência da fita 3' - 5' do gene

PROTEÍNA INSULINA

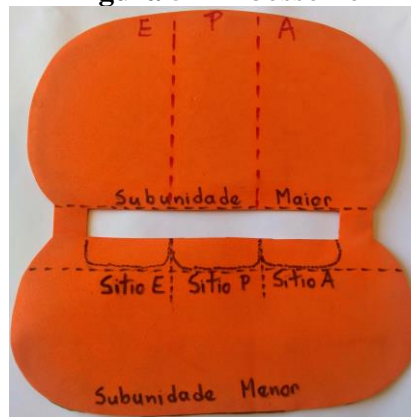
Formada por 2 cadeias de aminoácidos (1 com 21 AA e 1 com 30 AA), é um hormônio produzido pelo pâncreas em resposta a elevação do nível de glicose no sangue. Liberado na corrente sanguínea, estimula a captação da glicose, sendo considerado como hormônio hipoglicemiante. Sabendo que parte da sequência de nucleotídeos da cadeia menor é :

3'TACCCTTATCAACTTGTTACGACAATGATT 5'

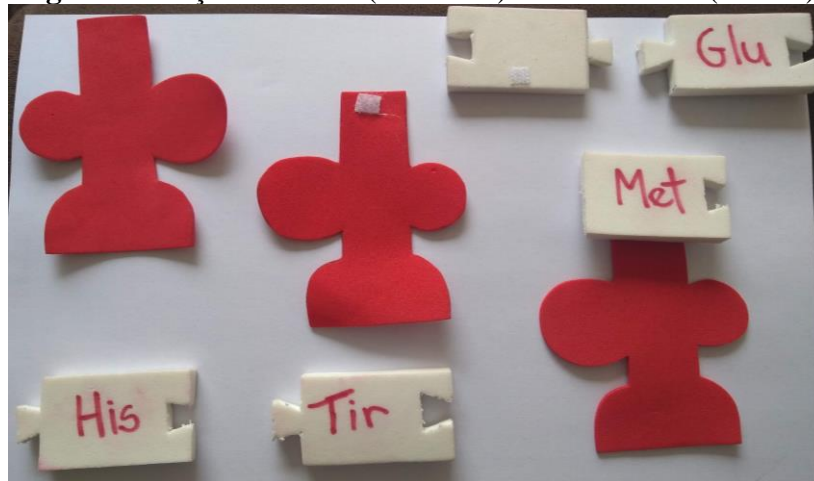
Estabeleça a sequência de AA (aminoácidos) do hormônio INSULINA.

Papel cartão impresso e revestido com papel contact. **Fonte:** Próprio autor (2019).

4. Peças móveis de Etil Vinil Acetato (EVA) previamente montadas pelo professor, representando os ribossomos, os aminoácidos e seus RNA transportadores (tRNAs), figuras 5 e 6 respectivamente. As peças móveis foram montadas de maneira que fosse possível o encaixe entre elas, conforme necessário para montagem da estrutura primária da proteína. Foram colocados alguns aminoácidos a mais caso algum códon fosse lido errado.

Figura 5 – Ribossomo

Peça móvel de EVA **Fonte:**
Elaborado pelo autor (2019).

Figura 6 - Peças do tRNA (vermelho) e aminoácidos (branco)

Peças móveis de EVA e velcro. **Fonte:** Elaborado pelo autor (2019).

4.3.1 O JOGO E SUAS REGRAS

Cada grupo formado pelos estudantes participantes desta pesquisa recebeu uma ficha diferente com as informações sobre uma determinada proteína e o fragmento gênico da mesma, todos os fragmentos continham o mesmo número de bases nitrogenadas. Recebeu, também, o tabuleiro contendo no núcleo o local para escrever a sequência de bases do DNA, a parte móvel para escrever o mRNA com seus respectivos códons, a tabela do código genético e as peças móveis de EVA, representando os ribossomos, aminoácidos e tRNAs para a síntese proteica. Foram dados 60 minutos para cada partida. A pontuação máxima dada ao grupo vencedor foi atribuída de acordo com o número de grupos formados durante a partida. O grupo que escreveu primeiro e, corretamente, a sequência do DNA, mRNA e a sequência de aminoácidos da proteína, foi o vencedor, sendo atribuído a este, oito pontos. Os demais

grupos receberam pontuação decrescente de um ponto à medida que foram terminando e apresentando ao professor mediador. Quando o grupo acusava o término da partida, o professor interrompia e conferia, caso algo estivesse incorreto, o grupo que interrompeu deverá iniciar novamente a partida. Enquanto o professor conferia o resultado do grupo que interrompeu, todos os demais grupos deveriam parar de jogar e dar continuidade somente quando o professor terminasse a conferência e autorizasse o reinício da partida. Em turmas maiores, se o professor desejasse, poderia colocar alguns alunos como fiscais da partida. Estes, poderiam jogar na próxima rodada.

4.3.2 O PÓS-JOGO

Para avaliação da eficácia do jogo e da aula prática, após a segunda etapa foi aplicada uma avaliação global (Apêndice C) com sete questões de múltipla escolha.

Foi aplicado também um questionário (Apêndice A) para avaliar a satisfação dos estudantes em relação as duas etapas da pesquisa e determinar o nível de conhecimento dos participantes após o uso do jogo. Este questionário pôde ser respondido de forma voluntária via plataforma Google forms por um link disponibilizado pelo professor por duas semanas após as metodologias.

4.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A análise foi descritiva e analítica utilizando o software STAT 11.0 (Stata Corp.). No caso das variáveis categóricas, os dados foram organizados em tabelas, e as variáveis relacionadas as atividades previas ao jogo categorizadas em “muito bom”, “regular”, “ruim”. Para as variáveis contínuas foi utilizado o teste de normalidade Shapiro Wilk. Foi realizada a análise de variância ANOVA para o fator tempo e para medidas repetidas com nível de significância de 5%.

5 RESULTADOS

Após realizada as aplicações descritas na metodologia, os resultados do presente estudo foram compilados e analisados qualitativamente e quantitativamente.

5.1 ANÁLISE QUALITATIVA

A abordagem qualitativa, teve caráter descritivo, focado nas ações desenvolvidas na 2ª etapa da pesquisa, dividida em dois momentos:

Primeiro momento: montagem das moléculas de DNA e RNA pelos estudantes.

Segundo momento: aplicação do jogo.

5.1.1 PRIMEIRO MOMENTO DA 2ª ETAPA - A MONTAGEM DAS MOLÉCULAS DE DNA E RNA PELOS ESTUDANTES

De posse do kit representado na figura 1, os estudantes foram divididos em grupos de cinco ou seis alunos e montaram uma molécula hipotética de DNA e outra de RNA, conforme figuras 7 e 8. Durante a montagem da molécula, percebeu-se comportamentos bem distintos por parte dos alunos. Desses, valem ressaltar: a primeira ação foi reconhecer e identificar o que cada componente do kit iria representar. Facilmente associaram o fosfato às bolinhas de isopor, em seguida, perceberam que teriam que confeccionar as pentoses com o papelão e os papéis coloridos representariam as bases nitrogenadas. Logo que começaram a desenhar e a cortar as pentoses, alguns lembraram que a pentose nas moléculas DNA e RNA eram diferentes, sendo sugerido por eles mesmos, uma coloração diferente para cada molécula. Sem definir as formas, o professor sugeriu que as cores das bases fossem as mesmas para facilitar a identificação no final. Para isso adotaram as cores: Verde escuro = adenina, verde água = timina, Preto = Guanina, vermelho = citosina e azul = uracila. Rapidamente a maioria dos alunos envolveram-se na montagem das moléculas, e não perceberam o tempo passar. Sendo que a única queixa relatada foi ter que levar o trabalho para casa e trazer pronto na próxima aula, pois 50 minutos foi pouco para prática.

Figura 7 – Fotografia dos estudantes realizando a montagem das moléculas de DNA e RNA



Alunos divididos em grupos, construindo modelos para representar o DNA e o RNA com material alternativo (isopor, papelão, papéis coloridos e palitos de dente) **Fonte:** Elaborado pelo autor (2019).

Figura 8 - Moléculas de DNA e RNA montadas



Modelo representando o DNA (esquerda) e o RNA (direita) produzido por estudantes de Ensino Médio. **Fonte:** Elaborado pelo autor (2019).

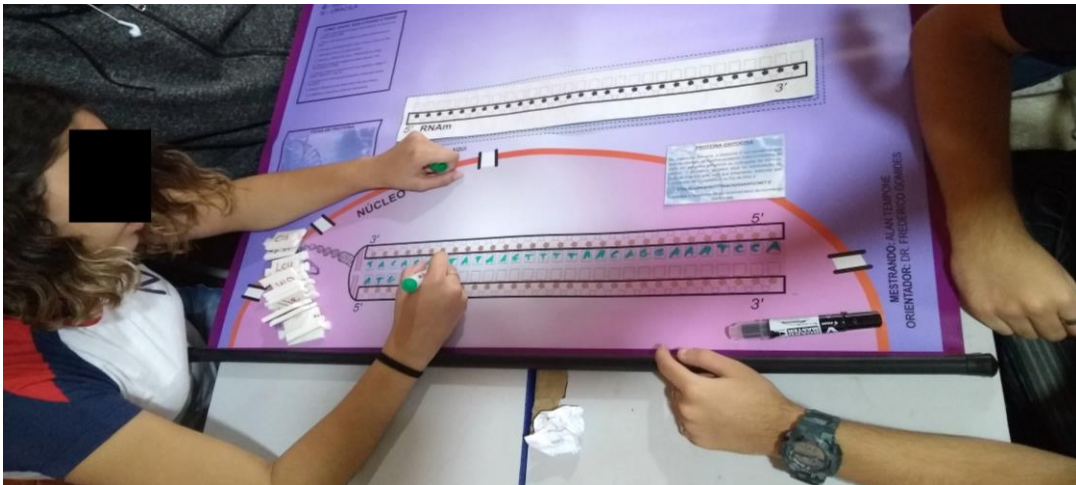
5.1.2 SEGUNDO MOMENTO DA 2ª ETAPA – O JOGO

Após a montagem do DNA e RNA, iniciou-se a aplicação do jogo. Grupos de cinco ou seis alunos receberam o kit do jogo, leram as regras e começaram a partida.

De acordo com as instruções contidas na ficha do Kit, cada grupo montou o fragmento da proteína a partir da sequência de nucleotídeos do gene contido nesta.

Na figura 9, observa-se a aluna passando da ficha para o tabuleiro a sequência gênica, representando uma das fitas da molécula de DNA. Vale ressaltar que nesse 1º passo a ficha da proteína só tem uma fita do fragmento gênico. O aluno tem que complementar a informação, promovendo a complementaridade com os pares de bases que compõem o DNA.

Figura 9 - Alunos transcrevendo da ficha para o tabuleiro a sequência de bases do fragmento gênico



A ficha de cada grupo continha a sequência de uma fita do fragmento gênico. Na imagem, a aluna realiza a complementação da fita de DNA associando corretamente os pares de bases nitrogenadas. **Fonte:** Elaborado pelo autor (2019).

Na figura 10, observa-se o aluno transcrevendo a sequência gênica, montando o mRNA na parte móvel. Para representar a transcrição, o aluno poderia posicionar a parte móvel do mRNA da maneira que achasse melhor fazer as associações dos pares de base. Na imagem, ele optou por copiar a fita 5' - 3' trocando as bases (T) por (U). Mas se preferisse, poderia posicionar o mRNA sobre o DNA e usar a fita 3' - 5' como molde para promover a formação do mRNA.

Figura 10 - Transcrição: de DNA para mRNA



Representação da Transcrição no jogo. **Fonte:** Elaborado pelo autor (2019)

Preparado o mRNA, os grupos deram início ao processo de tradução, deslocando o mRNA até o citoplasma no local indicado para seu encaixe. Vale ressaltar que, na verdade, o mRNA liga-se ao sítio na subunidade ribossomal menor, mas para facilitar a síntese da proteína ressaltou-se no tabuleiro um local para encaixá-lo. Buscando mostrar que são os ribossomos que se movimentam sobre o mRNA, no jogo, há um local para a fixação do mRNA. Fazendo isso, o aluno dá início a tradução, figura 11a, pareando o ribossomo no códon de iniciação AUG. Na figura 11b, vê-se o final da tradução quando o ribossomo parecia com o códon de terminação, local onde se liga o fator de liberação finalizando a síntese do fragmento de interesse.

Figura 11a - Início da tradução

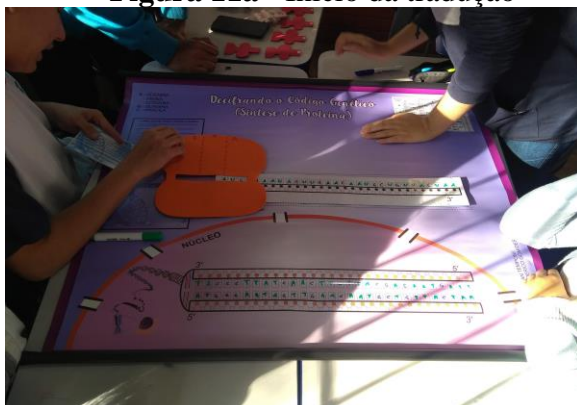
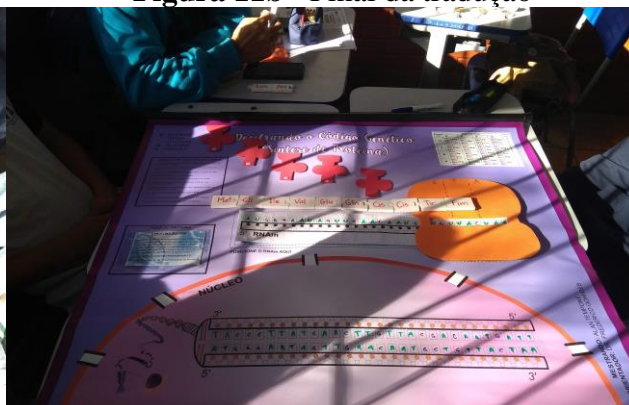


Figura 11b - Final da tradução



Representação da Tradução a partir do Código Genético na síntese de proteína, tendo como resultado o polipeptídeo representado por peças brancas na figura 11b. **Fonte:** Elaborado pelo autor (2019).

5.2 ANÁLISE QUANTITATIVA

Conforme descrito na metodologia, os alunos que participaram da pesquisa fizeram avaliações antes e depois da aula de montagem da molécula de DNA e RNA e da aplicação do jogo. A análise quantitativa dos valores obtidos nessas avaliações está demonstrada a seguir.

5.2.1 RESULTADOS DAS AVALIAÇÕES ANTES E APÓS A APLICAÇÃO DO JOGO

Normalmente, na escola onde foi realizado o presente estudo, durante um bimestre são feitas duas avaliações, uma parcial e outra global. Para uma melhor organização a escola faz esse período avaliativo em uma única semana, quando são aplicadas avaliações de duas ou três disciplinas a cada dia.

Conforme planejado nesta pesquisa, a avaliação parcial ocorreu antes da aplicação do jogo. Quando os estudantes foram realizar a avaliação global, que seria aplicada após o jogo,

a escola na tentativa de simular a “maratona” de avaliações do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) mudou a forma de aplicação. Como no ENEM os candidatos fazem no primeiro dia, avaliações de Redação, Linguagens e Códigos e Ciências Humanas e após decorrido o prazo de uma semana, no segundo dia, fazem avaliações de Ciências da Natureza e Matemática, a escola propôs realizar dessa forma. Esperava-se que a provas ocorressem no mesmo formato do ENEM, no entanto, não foi assim, os blocos de avaliações deram-se em dois dias consecutivos, sem o intervalo de uma semana como era esperado. Logo, os alunos realizaram avaliações de Biologia, Física, Química e Matemática em um único dia e sem o intervalo esperado (Apêndice C). Percebendo um possível impacto negativo dessa alteração nos resultados da pesquisa, o professor junto a equipe pedagógica da escola tentou mudar essa forma de avaliar, mas não obteve sucesso.

Os resultados quantitativos das duas avaliações de Biologia, parcial e simulando o ENEM, podem ser observadas na tabela 1. Participaram do estudo 79 estudantes. Foi excluído um estudante por não ter participado numa fase do estudo.

Tabela 1 – Resultados das avaliações antes e após o jogo
Alunos participantes da pesquisa

Alunos	Avaliação Parcial Antes do Jogo (8,0)	Avaliação Simulando o ENEM Após o Jogo (7,0)	Alunos	Avaliação Parcial Antes do Jogo (8,0)	Avaliação Simulando o ENEM Após o Jogo (7,0)
Aluno 1	2,5	4,0	Aluno 41	1,2	2,0
Aluno 2	2,5	3,0	Aluno 42	5,5	4,0
Aluno 3	1,5	2,0	Aluno 43	5,5	5,0
Aluno 4	3,2	3,0	Aluno 44	6,4	2,0
Aluno 5	7,5	4,0	Aluno 45	7,5	3,0
Aluno 6	5,0	2,0	Aluno 46	6,0	5,0
Aluno 7	7,4	3,0	Aluno 47	8,0	5,0
Aluno 8	3,2	4,0	Aluno 48	4,0	3,0
Aluno 9	2,4	1,0	Aluno 49	6,5	5,0
Aluno 10	2,5	1,0	Aluno 50	6,5	4,0
Aluno 11	4,5	4,0	Aluno 51	4,0	2,0

Aluno 12	2,5	3,0		Aluno 52	5,4	4,0
Aluno 13	1,0	6,0		Aluno 53	5,0	4,0
Aluno 14	6,0	4,0		Aluno 54	4,0	3,0
Aluno 15	4,0	3,0		Aluno 55	7,0	5,0
Aluno 16	7,5	4,0		Aluno 56	8,0	7,0
Aluno 17	-	3,0		Aluno 57	5,5	3,0
Aluno 18	2,4	4,0		Aluno 58	8,0	5,0
Aluno 19	5,0	4,0		Aluno 59	3,5	2,0
Aluno 20	5,5	3,0		Aluno 60	7,0	6,0
Aluno 21	2,5	5,0		Aluno 61	5,5	3,0
Aluno 22	3,5	4,0		Aluno 62	5,5	3,0
Aluno 23	4,5	3,0		Aluno 63	6,0	5,0
Aluno 24	7,4	3,0		Aluno 64	4,5	5,0
Aluno 25	7,0	2,0		Aluno 65	8,0	4,0
Aluno 26	8,0	4,0		Aluno 66	4,8	7,0
Aluno 27	4,5	2,0		Aluno 67	3,0	3,0
Aluno 28	4,5	2,0		Aluno 68	5,5	3,0
Aluno 29	2,4	5,0		Aluno 69	7,5	4,0
Aluno 30	2,0	4,0		Aluno 70	4,5	3,0
Aluno 31	6,5	3,0		Aluno 71	4,5	2,7
Aluno 32	0,0	5,0		Aluno 72	4,3	3,0
Aluno 33	3,0	1,0		Aluno 73	3,5	2,0
Aluno 34	5,5	3,0		Aluno 74	7,0	2,0
Aluno 35	7,9	3,0		Aluno 75	5,5	3,0
Aluno 36	5,0	3,0		Aluno 76	4,5	4,0
Aluno 37	2,5	3,0		Aluno 77	2,0	3,0
Aluno 38	2,5	1,0		Aluno 78	4,0	0,0
Aluno 39	2,5	3,0		Aluno 79	5,0	2,0
Aluno 40	7,0	2,0				

Resultados das avaliações aplicadas. Avaliação parcial (valor máximo 8,0 pontos), Avaliação simulando o ENEM (valor máximo 7,0 pontos). Foi excluído um estudante por não ter participado numa fase do estudo. A valor máxima da avaliação foi 8 em ambos os tempos. **Fonte:** Elaborado pelo autor (2019).

Na tabela 2 ver-se os resultados dos testes antes e depois da aplicação do jogo. O teste ANOVA para medidas repetidas permitiu observar diferenças significativas entre o fator tempo (medias de notas antes e depois do jogo) ($p=0.0004$).

Tabela 2. ANOVA para o fator tempo

Tempo	T (n=156) Média(DP)
Antes	4.80 (1.99) ^a
Depois	3.86 (1.54) ^b

Teste ANOVA para um fator (tempo). Letras diferentes representam diferenças estatísticas ($p<0.05$). **Fonte:** Elaborado pelo autor (2019).

5.2.2 RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO DOS ASPECTOS GERAIS DA PESQUISA E UTILIZAÇÃO DO JOGO

Na tabela 3 observa-se os dados descritivos da percepção dos estudantes em relação ao jogo e às atividades realizadas previamente ao jogo. Participaram do questionário 45 estudantes. Ao considerar a 1ª etapa da pesquisa, não foi empregada nenhuma metodologia diferenciada. A maioria relatou percepção muito boa ou boa sobre a aula expositiva (53,3%), vídeo (55,6%), as atividades de fixação feitas em sala (54,6%), o método de avaliação (62,2%). O critério que teve maior porcentagem como regular foi a bibliografia (42,4%). Neste caso considere bibliografia o livro fornecido pela escola.

E ao considerar o uso do jogo para o entendimento da síntese proteica, encontramos os seguintes resultados: 91% relataram que o jogo facilitou a aprendizagem, 97,8% alegaram que aprenderam sim a diferenciar DNA de RNA, 93,3% alegaram que aprenderam a origem do material genético e onde fica na célula, 60% aprenderam sim os tipos de RNA e suas funções e 95,6% dos respondentes recomendariam o jogo.

Tabela 3. Descrição da percepção dos estudantes sobre o jogo e aprendizagem do tema.

Variável	N*	%
Atividades prévias ao jogo		
Percepção sobre aula expositiva	45	
Muito boa/boa	24	53.3
Regular	12	26.7
Ruim/muito ruim	9	20.0
Percepção sobre vídeo	45	
Muito boa/boa	25	55.6

Regular	19	20.0
Ruim/muito ruim	11	24.2
Percepção sobre bibliografia	45	
Muito boa/boa	14	31.1
Regular	19	42.4
Ruim/muito ruim	12	26.7
Percepção sobre atividades em sala de aula	44	
Muito boa/boa	24	54.6
Regular	10	22.7
Ruim/muito ruim	10	22.7
Percepção sobre método de avaliação	45	
Muito boa/boa	28	62.2
Regular	6	13.3
Ruim/muito ruim	11	24.4
Percepção sobre metodologia ativas (jogo etc)	44	
Muito boa/boa	28	63.6
Regular	7	15.9
Ruim/muito ruim	9	20.5
Relacionadas ao jogo		
Jogo facilitou aprendizagem	45	
Não	4	8.9
Sim	41	91.1
Aprendeu a diferenciar DNA de RNA	45	
Não	1	2.2
Sim	44	97.8
Aprendeu a origem material genético e onde fica	45	
Não	3	6.7
Sim	42	93.3
Aprendeu tipo de RNA e funções	45	
Não	2	4.4
Parcialmente	16	35.6
Sim	27	60.0
Recomendaria o jogo		
Não	2	4.4
Sim	43	95.6

*N<45 é devido a dados incompletos **Fonte:** Elaborado pelo autor (2019).

6 DISCUSSÃO

Nos livros didáticos de Bioquímica, Biologia Celular, Biologia Celular e Molecular e Genética a síntese proteica é abordada em seus mínimos detalhes. O mesmo não pode-se dizer em relação aos livros de Biologia do Ensino Médio, talvez por ser um conteúdo complexo e de difícil compreensão pelos estudantes, ou ainda, por não ter-se necessidade do aprofundamento do conteúdo nesse momento da vida acadêmica. Buscando facilitar o ensino-aprendizagem desse conteúdo, o presente estudo concentrou-se em analisar os aspectos pedagógicos com o uso de metodologias ativas em uma escola pública de Ensino Médio do estado de Minas Gerais. Nessa pesquisa, foi dada atenção especial para elaboração, aplicação e verificação da aceitabilidade do jogo didático “Decifrando o código genético: aprendendo na prática como os genes se expressam”. Buscou-se explorar a ludicidade, destacando a percepção do professor e dos estudantes na compreensão desse processo, desde a expressão gênica até a síntese proteica.

Segundo Temp (2011), a dificuldade na transmissão dos conteúdos que envolvem a Biologia Molecular e a Genética, podem ser explicada por envolver estruturas microscópicas e reações bioquímicas que são pouco exploradas de forma prática na rotina escolar. Para Setúval e Bejarano, (2009); Corrêa e Silva Junior, (2010); Weyh, A *et al* (2015); Rocha *et al* (2017) e Pereira *et al* (2017), uma das alternativas para facilitar esse entendimento são as atividades lúdicas, incluindo os jogos didáticos, pois instigam o pensar independente do aluno, principalmente, ao ter que lidar com um assunto que é abstrato.

No presente estudo, foi preparado um kit com material alternativo para que grupos de estudantes montassem uma molécula hipotética de DNA e outra de RNA. Durante a montagem foi permitido que os grupos interagissem. Percebeu-se durante a aplicação, que a ludicidade dessa atividade favoreceu o processo de ensino-aprendizagem de forma descontraída. Nossos dados vão ao encontro aos observados por Jann e Leite (2010), que ao aplicarem um jogo similar, para montagem da estrutura do DNA, verificaram que o jogo serviu para melhorar a compreensão da estrutura dessa molécula, corroborando a eficácia do aspecto lúdico associado ao cognitivo, sendo, portanto, considerada uma ferramenta importante de ensino. O mesmo foi observado por Weyh, A *et al* (2015), que ao aplicar o jogo Twister Proteico: uma ferramenta lúdica envolvendo a síntese de proteínas em turmas de graduação no curso de Bioquímica, relataram que o jogo é digno de um espaço e tempo maior na prática pedagógica cotidiana dos professores, servindo como ferramenta auxiliar de baixo custo e grande aplicabilidade no ensino de Bioquímica e Genética.

Nesse estudo, após a montagem do DNA e RNA, os grupos, receberam o kit do jogo, leram as regras e começaram as partidas. O jogo permitiu a troca de informações entre os alunos e professor, assim como promoveu o trabalho em equipe dos alunos e a coparticipação dos estudantes na construção do seu conhecimento, os alunos mostraram-se bastante interessados e motivados. Nossos dados corroboram com os encontrados por Campos *et al.* (2008), ao afirmarem que os jogos didáticos favorecem a motivação interna, o raciocínio, a argumentação, a interação entre alunos e entre aluno e professor. Pereira *et al.*, (2017), ao aplicar um jogo denominado “Síntese Proteica” em turmas do Ensino Médio, relataram que o jogo além de despertar o interesse dos alunos, possibilitou a aprendizagem de novos conceitos a medida que foram sendo corridos eventuais erros dos alunos durante as partidas. No presente estudo, durante o jogo os alunos demonstraram-se entusiasmados e interessados, onde a cada partida foi possível sedimentar conceitos e explicar as etapas do processo de síntese proteica.

Quando se avaliou o desempenho escolar antes e após a aplicação do jogo, observou-se diferenças significativas entre o fator tempo (medias de notas antes e depois do jogo), com notas menores depois da aplicação jogo ($p=0.0004$). Dados similares foram observados por Vieira (2019), ao avaliar o uso de um jogo sobre código genético em uma escola pública de Ensino Médio de Santa Catarina, onde observou-se que os resultados quantitativos não permitiram afirmar que houve melhora nas respostas corretas dos estudantes antes e após a aplicação do jogo. Vale ressaltar que, conforme relatado anteriormente, houve uma alteração na forma de aplicação da avaliação pós-jogo, onde a mesma foi realizada no formato do ENEM.

Segundo Longen *et al.*, [201?], apesar das diferenças entre as quatro áreas exploradas no ENEM, parece ser comum, que um dos questionamentos levantados por alunos e professores inclui o tempo insuficiente para que todas as questões possam ser resolvidas. Para tentar resolver o problema, foi sugerido pelos autores, maior cuidado na elaboração das questões, considerando dois aspectos: contextualização e pertinência dos enunciados. Na opinião deles, com o intuito de contextualizar as questões, estas acabam apresentando dados completamente irrelevantes, que apenas atrasam a leitura dos alunos e os desvia do foco principal do texto. Fato similar ocorre com informações cuja pertinência é discutível e que apenas alongam os enunciados das questões sem trazer qualquer benefício à resolução delas. Em outra análise, Lima Júnior (2015), abordando a qualidade social do ENEM, citou que as provas de ciências da natureza e matemática são as mais discriminatórias do exame, indicando que essas áreas têm encontrado mais dificuldades de se aproximar dos saberes e interesses da

classe popular e que o efeito da origem social sobre o resultado do exame nacional vem aumentando, sistematicamente, alertando que se todas as transformações realizadas sobre a prova estivessem efetivamente comprometidas com o sucesso das classes populares, poderíamos ter um resultado bastante diferente do que vem sendo observado. No presente estudo, realizado em uma escola pública, a mudança repentina de modalidade e do tipo de avaliações, bem como o fato dos blocos de avaliações terem ocorrido em dois dias consecutivos, podem ter de alguma forma, contribuído para o baixo desempenho dos alunos na segunda avaliação. Além disso, torna-se importante refletir que as pessoas não aprendem da mesma maneira, também não jogam da mesma maneira. Existem pessoas que jogam pela competição, pessoas que jogam pelo prazer do desafio, outros que jogam pelo aspecto social e os que jogam pelo prazer da descoberta (ALVES, 2014).

Segundo Rocha *et al* (2017), ao aplicar um jogo denominado “Síntese Proteica” em turmas do Ensino Médio, observou-se que essa atividade não tornou as aulas teóricas indispensáveis, sendo o jogo considerado uma abordagem pedagógica auxiliador para que o professor atinja seus objetivos de forma mais prazerosa e atrativa para o aluno. Desse modo, uma aula envolvendo o uso de jogos, dificilmente vai ser reproduzida sempre com o mesmo rendimento de aprendizagem, e depende bastante dos alunos envolvidos e da interação entre eles e o professor. Sugerimos, portanto, que o jogo desenvolvido no presente estudo possa ser utilizado por outros professores como um instrumento pedagógico auxiliar e não como o único meio de ensino sobre a síntese proteica.

Nesta pesquisa, observou-se que mais da metade dos alunos consideraram como muito boa e boa, os seguintes critérios: aula expositiva ministrada pelo professor, vídeos explicativos, as atividades de fixação propostas e os métodos avaliativos. O critério que teve maior porcentagem como regular foi a bibliografia de Biologia (livro), fornecida pela escola. Neste aspecto vale destacar que muitos alunos, na verdade, não levam os livros para a escola alegando muito peso nas mochilas, muitos até nem o reconhecem como material bibliográfico. A maioria também considerou muito boa ou boa 63,6% o emprego das metodologias ativas (jogos, aula prática com modelagem) para o ensino de Genética. Esses resultados vão de encontro aos encontrados por Souza *et al* (2013), que após testar o uso de jogos e modelos didáticos em Biologia, concluiu que a diversificação de atividades e o uso de diferentes estratégias de ludicidade proporcionam ao educando condições propícias, que podem resultar em aprendizagem significativa e levar o educador a refletir sobre sua prática em busca de replanejar suas ações superando as limitações das escolas.

Na pesquisa de satisfação sobre a utilização do kit, na etapa de montagem das moléculas de DNA e RNA, observou-se que essa atividade possibilitou aos alunos diferenciarem, estruturalmente, essas moléculas. Para Falkembach (2006), em um jogo, a carga informativa pode ser, significativamente maior, onde os apelos sensoriais podem ser multiplicados, e isso, faz com que a atenção e o interesse dos alunos sejam mantidos, promovendo a retenção da informação e facilitando a aprendizagem. Os resultados do presente estudo, vão de encontro ao relatado pelo autor, pois observa-se que em média 87,5% dos alunos respondentes afirmam ser possível entender como o código genético é lido, a origem e a localização na célula do material genético, bem como a compreensão de todo o processo de síntese de proteína quando utilizado o jogo.

Na segunda parte da tabela 3, observa-se uma percepção positiva do uso do jogo como ferramenta de aprendizagem, onde mais de 90% dos respondentes, recomendou sua utilização, relatando que o jogo facilitou a aprendizagem permitindo que diferenciassem o DNA do RNA e que soubessem a origem do material genético, bem como aonde se localiza na célula. Esses resultados corroboram com Zanon, Guerreiro e Oliveira (2008), ao afirmarem que “os jogos pedagógicos não são substitutos de outros métodos de ensino”, mas um complemento que auxilia a fixar o conteúdo aprendido e abre espaço para um momento de discussão e esclarecimento de dúvidas. Isso foi também observado por Vieira (2019), que ao utilizar um jogo sobre o código genético, afirmou que o mesmo contribuiu com os professores como uma ferramenta didática auxiliar, sendo considerado de fácil compreensão por estes e com elevada aceitação dos alunos. Como no presente estudo o jogo foi bem avalizado quanto ao grau de satisfação dos alunos, este poderá auxiliar outros docentes de Biologia no ensino dessa temática.

7 CONCLUSÃO

Essa pesquisa levou-nos a seguinte reflexão: Será que os alunos realmente compreenderam como ocorre a expressão gênica? Sabe-se que esta é uma tarefa difícil de responder e que envolve várias etapas pedagógicas. No presente estudo, observou-se que os aspectos qualitativos e quantitativos do processo ensino-aprendizagem nem sempre se apoiam um no outro, pois durante a pesquisa, ocorreu a alteração de dois fatores, um envolvendo o tipo de avaliação e o outro o intervalo entre elas. Isto pode ter prejudicado o processo avaliativo quantitativo na etapa pós-jogo e não ter refletido a realidade dos resultados encontrados no quesito notas. Assim, do ponto de vista pedagógico, o emprego das estratégias utilizadas na presente pesquisa apresentou bons resultados, permitindo afirmar que houve melhora na atenção e envolvimento dos alunos com o tema.

Pôde-se perceber que ao explorar-se os aspectos lúdicos utilizando o jogo didático, foi possível criar um modelo didáticos-pedagógico que permitiu aos estudantes observar o que antes só era concebido no campo da imaginação, o que lhes proporcionou ganhos significativos no processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, não se trata somente em conhecer os mínimos detalhes da síntese proteica, mas reconhecer a sua importância.

Diante do exposto, consideramos que o jogo apresentou um impacto positivo no ensino-aprendizagem, estabelecendo uma ponte entre o abstrato e o concreto de uma maneira divertida. Vale ressaltar que, para melhor aprimoramento, o mesmo deverá ser testado e aplicado por professores em outras escolas.

REFERÊNCIAS

- ALBERTS, B. et al. **Fundamentos da biologia celular**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- ALVES, FLORA. **Gamification: como criar experiências de aprendizagem engajadoras: um guia completo do conceito à prática**. 1ª Edição. São Paulo: Editora DVS. 2014
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: Orientações curriculares para o Ensino Médio, v. 2, 2006.
- CAMPOS, I. M. I.; BORTOLOTO, T. M.; FELICIO, A. K. C. A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. UNESP – SP, 2008.
- CORRÊA, D. M. V. B.; SILVA JUNIOR, E. F. Ciência vai à escola: o Lúdico na Educação em Ciências. Universidade Federal do Paraná – Museu de Ciências Naturais, 2010.
- FALKEMBACH, G. A. M. O lúdico e os jogos educacionais. **Mídias na Educação CINTED UFRGS**. 2006. Disponível em: http://penta3.ufrgs.br/midiasedu/modulo13/etapa1/leituras/arquivos/Leitura_1.pdf acesso em agosto/2020
- GOLDBACH, Tânia. Diversificando estratégias pedagógicas com jogos didáticos voltados para o ensino de biologia: ênfase em Genética e temas correlatos. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 9., Girona. **Anais...** 2013. p. 1566 - 1572.
- GRIFFITHS A. J. F. et al. **Introdução à genética**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabarra Koogan, 2016.
- GRÖSZ, L. C. B; ALMEIDA, R. H. F. Ensinando Genética de forma lúdica: utilização de um jogo de tabuleiro para alunos do terceiro ano do Ensino Médio. **Revista Prática Docente (RPD)**, v. 2, n. 2, p. 336-350, jul/dez 2017.
- JANN, P. N.; LEITE, M. F.; Jogo do DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de ciências e biologia: **Ciências e Cognição**: Rio de Janeiro, v.15, n.1, p 289-293, Abril 2010.
- KISHIMOTO, T. M (Org). **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação [livro eletrônico]**. São Paulo: Cortez, 2017.
- LA ROSA, J. **Psicologia e educação: o significado do aprender**. Porto Alegre: EDiPUCR, 2003.
- LIMA JÚNIOR, P. Crítica sociológica do Exame Nacional do Ensino médio: uma análise bourdiana. **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC**. Águas de Lindóia, SP - 24 a 27 de Novembro de 2015.

LIMA, L.O. **A construção do homem segundo Piaget**. São Paulo: Summus, 1984, p17-45.

LONGEN, A.; MEDEIRO, D.H.; SILVA, E.B.; SILVA, E.F. VENTURI, J.J.; MATEOS, J.P.A.; CORDEIRO, L.F.; MELLO, R.L.; RIBEIRO, Y.O.; VIEIRA, R.V.; JÚNIOR TEIXEIRA, H.M. Contribuição da escola particular brasileira para o Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM - Análise sobre o ENEM: (Sugestões, elogios e críticas). **Federação das Escolas Particulares. Sindicato das Escolas Particulares do Paraná**, [201?]. Disponível em: <http://www.sinepepr.org.br/inep/ENEM.pdf>.

LOPES, Sônia; ROSSO, Sérgio. **Bio**: volume único. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2012.

LOPES, Sonia; ROSSO, Sérgio: **Bio, volume 3**. 3ª ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

OSÓRIO, T. C. et al. **Ser protagonista BIOLOGIA E.M 1º e 3º anos**. 2. ed. São Paulo: Edições SM, 2013.

PEREIRA, H. A. B. da S; PEREIRA, T. M; MAGALHÃES, A. C. Protein Synthesis "The Game" - Síntese Proteica "O Jogo". **Journal of Biochemistry Education** – Revista de Ensino de Bioquímica, v. 15, p. 40 -48, Esp /2017.

PRODANOV, Cleber Cristiano. **Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico] : métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico -2.ed-** Novo Hamburgo: Feevale. 2013

R Core Team (2020). R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RAMLY, M.A. de *et al.* Protein Synthesis Game: utilizing game-based approach for improving communicative skills in a-levels biology class. **Centre of Foundation Studies Universiti Teknologi MARA**, Selangor, MALAYSIA. 234, October, 2017.

ROCHA, N. C. *et al.* Jogo Didático “Síntese Proteica” para favorecer a aprendizagem de biologia celular. **Experiências em Ensino de Ciências**. Fortaleza. V. 12, N. 2. 2017

SANTOS, Glauber Eduardo de Oliveira. **Cálculo amostral:calculadora on-line**. Disponível em: < <https://comentto.com/calculadora-amostral/>> Acesso em: 24/09/2020.

SANTOS, É. R. dos; GALEMBECK, E. Síntese Proteica: um software para entender como ocorre o processo de produção de proteínas. **Genética na Escola**: Materiais didáticos, v. 11, n. 2, p.148-157, 2016.

SETÚVAL, F. A. R.; BEJARANO, N. R. R. Modelos didáticos com conteúdos de Genética e a sua importância na formação inicial de professores para o ensino de Ciências e Biologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VII., Florianópolis. **Anais...** 2009.

SILVA, M. I da et al. Jogo Amino UNO: Uma ferramenta alternativa para o ensino da síntese de proteínas no Ensino Médio. **Revista de Ensino de Bioquímica**, n. 1, 2013.

SOUZA, J. P. P. de et al. Uso de jogos e modelos didáticos em Biologia: uma proposta para consolidar conteúdos sobre micro-organismos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO DO BRASIL, 1., Porto Seguro. **Anais...** 2013.

TEMP, D. S. **Facilitando a aprendizagem de Genética**: o uso de um modelo didático e análise dos recursos presentes em livros de Biologia. [Dissertação de Mestrado]. Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2011.

VIEIRA, Bruna Lima. **Análise de um novo jogo didático sobre o código genético em escola pública de ensino médio em Santa Catarina**. 2019. TCC Bacharel em Ciências Biológicas – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

WEYH, A.; CARVALHO, I. G. B.; GARNERO, A. D. V.; Twister proteico: uma ferramenta lúdica envolvendo a síntese de proteínas: **Revista de Ensino de Bioquímica**, São Gabriel v.13, n. 1, Julho 2015.

WILSON, C. D. de *et al.* Teacher Implementation and Impact of Game-Based Science Curriculum Materials. **Journal of Science Education and Technology**, Colorado Spring, USA. 27, 285-305, January, 2018.

ZANON, D. A. V.; GUERREIRO, M. A. S.; OLIVEIRA R. C. Jogo didático Ludo Químico para ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. **Ciência & Cognição**, [s. L.], v.1, n. 13, p. 72-81, mar. 2008.

ANEXO I - CARTA DE AUTORIZAÇÃO/ANUÊNCIA**CARTA DE AUTORIZAÇÃO/ANUÊNCIA**

Eu, Lúcia Maria Rebelo, diretora da Escola Estadual Maurílio Albanese Novaes, localizada na cidade de Ipatinga./MG, tenho ciência e autorizo a realização da pesquisa intitulada, “Decifrando o código genético: aprendendo na prática como os genes se expressam.”, a ser conduzida pelo professor Alan Tempone da Silva, sob orientação do Prof. Dr. Antônio Frederico de Freitas Gomides. Declaro, também, que fui informada sobre as características e objetivos da pesquisa, bem como das atividades que serão realizadas na instituição a qual represento.

Ipatinga, 20 de março de 2019.



Lúcia Maria Rebelo – Diretora

Carimbo

Lúcia Maria Rebelo
Diretora-DIII / MASP. 894208-8
NOM. MG 31/12/15 PAG. 72

ANEXO II - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO/RESPONSÁVEIS

O menor _____, sob sua responsabilidade, está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa “DECIFRANDO O CÓDIGO GENÉTICO: APRENDENDO NA PRÁTICA COMO OS GENES SE EXPRESSAM”. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é a necessidade de reflexão sobre as estratégias de ensino utilizadas e a elaboração de ferramentas mais produtivas e atraentes, visando enriquecer as aulas, favorecer o aprendizado e a assimilação do conteúdo. Nesta pesquisa pretendemos desenvolver um jogo pedagógico para estudantes do ensino médio, com o tema “Decifrando o código genético”, que os possibilite entender na prática como as células expressam a sua informação.

Caso você concorde na participação do menor, o jogo será aplicado em sala de aula com alunos do 3º ano do ensino médio durante as aulas de Biologia, no decorrer do 3º bimestre do ano corrente. Serão utilizados materiais didáticos comuns tipicamente usados em escola como: tesoura, cola, diferentes tipos de papéis coloridos, cartolina, pinceis, EVA colorido, peças de brinquedos pedagógicos, tampinhas de garrafas pet e tabuleiro do jogo. Esta pesquisa tem alguns riscos, mínimos inerentes à possibilidade de identificação dos participantes. O jogo pode também em algum momento despertar o sentimento de competitividade e trazer contrariedade e despertar o desejo de não participação do aluno envolvido. Mas para diminuir a chance desses riscos acontecerem todos os cuidados serão tomados para assegurar o anonimato dos dados individuais e se você como responsável pelo menor poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação dele a qualquer momento. A pesquisa pode ajudar a tornar o aprendizado mais dinâmico e atrativo, favorecendo o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos e melhorar a socialização.

Para participar desta pesquisa, o menor sob sua responsabilidade e você não irão ter nenhum custo, nem receberão qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se o menor tiver algum dano por causa das atividades que fizemos com ele nesta pesquisa, ele tem direito a indenização.

Ele terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Você como responsável pelo menor poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação dele a qualquer momento. Mesmo que você queira deixá-lo participar agora, você pode voltar atrás e parar a participação a qualquer

momento. A participação dele é voluntária e o fato em não deixá-lo participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que ele é atendido. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O nome ou o material que indique a participação do menor não será liberado sem a sua permissão. O menor não será identificado em nenhuma publicação.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos com para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em deixá-lo participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Ipatinga, ____ de _____ de 2019.

Assinatura do (a) Responsável

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Pesquisador: Antônio Frederico de Freitas Gomides

Campus Avançado da UFJF em Governador Valadares

Faculdade/Departamento/Instituto: Departamento de Ciências Básicas da Vida (DCBV)

CEP: 350310-173

Fone: (31) 999412377

E-mail: frederico.gomides@ufjf.edu.br

Assistente: Alan Tempone da Silva

Mestrando do programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO)

Campus Avançado da UFJF em Governador Valadares

Fone: (31) 99850-2326

E-mail: alantempone@yahoo.com.br

ANEXO III - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TALE - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa “DECIFRANDO O CÓDIGO GENÉTICO: APRENDENDO NA PRÁTICA COMO OS GENES SE EXPRESSAM”. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é a necessidade de reflexão sobre as estratégias de ensino utilizadas e a elaboração de ferramentas mais produtivas e atraentes, visando enriquecer as aulas, favorecer o aprendizado e a assimilação do conteúdo. Nesta pesquisa pretendemos desenvolver um jogo pedagógico para estudantes do ensino médio, com o tema “Decifrando o código genético”, que os possibilite entender na prática como as células expressam a sua informação.

Caso você concorde em participar, o jogo será aplicado em sala de aula com alunos do 3º ano do ensino médio durante as aulas de Biologia, no decorrer do 3º bimestre do ano corrente. Serão utilizados materiais didáticos comuns tipicamente usados em escola como: tesoura, cola, diferentes tipos de papeis coloridos, cartolina, pincéis, EVA colorido, peças de brinquedos pedagógicos, tampinhas de garrafas pet e tabuleiro do jogo.

Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em riscos mínimos inerentes à possibilidade de identificação dos participantes, no entanto, todos os cuidados serão tomados para assegurar o anonimato dos dados individuais. A pesquisa pode ajudar a tornar o aprendizado mais dinâmico e atrativo, favorecendo o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos.

Para participar desta pesquisa, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você.

Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Ipatinga, ____ de _____ de 2019.

Assinatura do (a) menor

Assinatura do (a) pesquisador (a)

Pesquisador: Antônio Frederico de Freitas Gomides
Campus Avançado da UFJF em Governador Valadares
Faculdade/Departamento/Instituto: Departamento de Ciências Básicas da Vida (DCBV)
CEP: 350310-173
Fone: (31) 999412377
E-mail: frederico.gomides@ufjf.edu.br

Assistente: Alan Tempone da Silva
Mestrando do programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO)
Campus Avançado da UFJF em Governador Valadares
Fone: (31) 99850-2326
E-mail: alantempone@yahoo.com.br

ANEXO IV – PARECER CONSUBSTÂNCIADO CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: DECIFRANDO O CÓDIGO GENÉTICO: APRENDENDO NA PRÁTICA COMO OS GENES SE EXPRESSAM

Pesquisador: Antônio Frederico de Freitas Gomides

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 18322619.4.0000.5147

Instituição Proponente: Campus Avançado Governador Valadares -UFJF

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.529.142

Apresentação do Projeto:

Apresentação do projeto está clara, detalhada de forma objetiva, descreve as bases científicas que justificam o estudo, estando de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12 de 2012, item III.

Objetivo da Pesquisa:

Contribuir para a construção dos conceitos básicos de Biologia Molecular e de Genética, por meio da elaboração de um jogo pedagógico com o tema "Decifrando o código genético".

Objetivo Secundário:

- Desenvolver um jogo pedagógico para os estudantes do Ensino Médio, com o tema "Decifrando o código genético", que os possibilite entender na prática como as células expressam a sua informação;- Introduzir o conteúdo que será abordado no jogo pedagógico retomando à origem do material genético nos humanos e realizar uma revisão conceitual do mecanismo de expressão gênica.- Aplicar o jogo pedagógico desenvolvido aos estudantes do Ensino Médio durante as aulas da disciplina de Biologia.- Demonstrar de forma prática como ocorre a expressão gênica, a transcrição com a formação do mRNA, a migração do mRNA do núcleo até o ribossomo, o papel do mRNA, tRNA e outros componentes na síntese de proteína, bem como as proteínas influenciam nas características físicas de um ser humano. - Auxiliar para que o docente trabalhe os conteúdos de uma forma mais dinâmica, propiciando o trabalho e discussões em grupo com participação ativa

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO PEDRO **CEP:** 36.036-900
UF: MG **Município:** JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788 **Fax:** (32)1102-3788 **E-mail:** cep.propesq@ufjf.edu.br



Continuação do Parecer: 3.529.142

dos estudantes. - Realizar a verificação da aprendizagem dos estudantes durante e após a aplicação do jogo, comparando com estudantes que não utilizaram o jogo didático na aprendizagem. Nessa verificação será aplicada uma avaliação abordando o tema e será feita pesquisa de satisfação.

Os Objetivos da pesquisa estão claros bem delineados, apresenta clareza e compatibilidade com a proposta, tendo adequação da metodologia aos objetivos pretendido, de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013, item 3.4.1 - 4.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em riscos mínimos inerentes à possibilidade de identificação dos participantes, no entanto, todos os cuidados serão tomados para assegurar o anonimato dos dados individuais. O jogo didático "Decifrando o código genético" pode também em algum momento despertar o sentimento de competitividade e trazer contrariedade e despertar o desejo da não participação do aluno envolvido. Para sanar esses tipos de risco, no TCLE está previsto que o participante possa deixar a pesquisa quando desejar.

Benefícios:

1. Facilitar o processo de ensino aprendizagem de forma lúdica na construção do conhecimento em relação ao conteúdo de Biologia Molecular e Genética.
2. Tornar o aprendizado mais dinâmico e atrativo, propiciando uma aula mais prazerosa e participativa, favorecendo a sociabilidade, o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos.
3. Despertar o interesse dos estudantes pela Biologia e melhorar o desempenho acadêmico

Riscos e benefícios descritos em conformidade com a natureza e propósitos da pesquisa. O risco que o projeto apresenta é caracterizado como risco mínimo e benefícios esperados estão adequadamente descritos. A avaliação dos Riscos e Benefícios está de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 468/12 de 2012, itens III; III.2 e V.

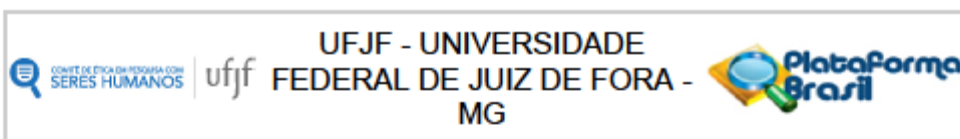
Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto está bem estruturado, delineado e fundamentado, sustenta os objetivos do estudo em sua metodologia de forma clara e objetiva, e se apresenta em consonância com os princípios éticos norteadores da ética na pesquisa científica envolvendo seres humanos elencados na resolução 468/12 do CNS e com a Norma Operacional Nº 001/2013 CNS.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O protocolo de pesquisa está em configuração adequada, apresenta FOLHA DE ROSTO devidamente preenchida, com o título em português, identifica o patrocinador pela pesquisa,

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
 Bairro: SAO PEDRO CEP: 36.036-900
 UF: MG Município: JUIZ DE FORA
 Telefone: (32)2102-3788 Fax: (32)1102-3788 E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br



Continuação do Parecer: 3.529.142

estando de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra a; e 3.4.1 item 16. Apresenta o TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO em linguagem clara para compreensão dos participantes, apresenta justificativa e objetivo, campo para identificação do participante, descreve de forma suficiente os procedimentos, informa que uma das vias do TCLE será entregue aos participantes, assegura a liberdade do participante recusar ou retirar o consentimento sem penalidades, garante sigilo e anonimato, explicita riscos e desconfortos esperados, ressarcimento com as despesas, indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, contato do pesquisador e do CEP e informa que os dados da pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador pelo período de cinco anos, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466 de 2012, itens: IV letra b; IV.3 letras a, b, d, e, f, g e h; IV. 5 letra d e XI.2 letra f. Apresenta o INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS de forma pertinente aos objetivos delineados e preserva os participantes da pesquisa. O Pesquisador apresenta titulação e experiência compatível com o projeto de pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas no Manual Operacional para CPEs. Apresenta DECLARAÇÃO de infraestrutura e de concordância com a realização da pesquisa de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra h.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto, o projeto está aprovado, pois está de acordo com os princípios éticos norteadores da ética em pesquisa estabelecido na Res. 466/12 CNS e com a Norma Operacional Nº 001/2013 CNS. Data prevista para o término da pesquisa: Junho 2020.

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFJF, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 466/12 e com a Norma Operacional Nº001/2013 CNS, manifesta-se pela APROVAÇÃO do protocolo de pesquisa proposto. Vale lembrar ao pesquisador responsável pelo projeto, o compromisso de envio ao CEP de relatórios parciais e/ou total de sua pesquisa informando o andamento da mesma, comunicando também eventos adversos e eventuais modificações no protocolo.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
 Bairro: SAO PEDRO CEP: 36.036-900
 UF: MG Município: JUIZ DE FORA
 Telefone: (32)2102-3788 Fax: (32)1102-3788 E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br



Continuação do Parecer: 3.529.142

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1339721.pdf	18/07/2019 15:30:14		Aceito
Outros	Questionariodesatisfacao.pdf	18/07/2019 15:24:15	Antônio Frederico de Freitas Gomides	Aceito
Outros	TALE.pdf	18/07/2019 15:23:14	Antônio Frederico de Freitas Gomides	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projetodetalhado.pdf	18/07/2019 15:22:04	Antônio Frederico de Freitas Gomides	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEnovo.pdf	26/06/2019 09:32:33	Antônio Frederico de Freitas Gomides	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracaoinstituicao.pdf	25/06/2019 11:37:37	Antônio Frederico de Freitas Gomides	Aceito
Folha de Rosto	Folhaderosto.pdf	25/06/2019 11:31:23	Antônio Frederico de Freitas Gomides	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JUIZ DE FORA, 23 de Agosto de 2019

Assinado por:
Jubel Barreto
(Coordenador(a))

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO PEDRO **CEP:** 36.036-900
UF: MG **Município:** JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788 **Fax:** (32)1102-3788 **E-mail:** cep.propesq@ufjf.edu.br

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO

Escola Estadual Maurílio Albanese Novaes.

1- Em relação ao ambiente de sala de aula de escola pública qual o seu grau de satisfação:

() Ruim () Regular () Bom () Muito Bom () Excelente

Cite algo que possa melhorar: _____

2- Considerando as metodologias de ensino das aulas de biologia desenvolvidas para o conteúdo de genética, de uma nota de 0 a 10 sendo 0 muito ruim e 10 excelente.

a) Aula expositiva ministrada pelo professor: _____

b) Vídeo aulas usadas na sala de multimídia: _____

c) Fontes de leitura e pesquisa disponíveis: _____

d) Atividades em sala de aula: _____

e) A comunicação do professor: _____

f) Os métodos avaliativos usados: _____

g) O que você acha do professor usar metodologias ativas (Jogos, aulas práticas, dinâmicas, entre outros): _____

3- Em relação ao jogo responda:

a) Na sua opinião o jogo: () Facilitou o entendimento

() Dificultou o entendimento

() Não fez diferença.

b) Você consegue diferenciar o DNA do RNA? () Sim () Não

c) Você sabe a origem do seu material genético e onde ele fica? () Sim () Não

d) Você sabe os tipos de RNA, com suas respectivas funções? () Sim () Não

e) Você sabe como o código genético é lido? () Sim () Não

f) Você recomendaria o jogo DECIFRANDO O CÓDIGO GENÉTICO para outros estudantes?

() Sim () Não

4- Quanto tempo semanal, em média, você estuda fora da sala de aula:

Não estudo 0 a 1 h 1 a 2 hs 2 a 3 hs + de 3 hs

5- Você acha o conteúdo de genética relevante:

Sim. Por que? : _____

Não. Por que? : _____

6- Você tem liberdade de tirar dúvidas da disciplina com o professor?

Sim Não Às vezes

7- Considerando as aulas de biologia como um todo (metodologia utilizada pelo professor, materiais utilizados e avaliação) qual o seu grau de satisfação? 0 a 10 _____

Críticas e sugestões: (Aponte um aspecto positivo e outro negativo a respeito das aulas de biologia)

APÊNDICE B – AVALIAÇÃO PARCIAL SÍNTESE DE PROTEÍNAS (2 MODELOS)

EE MAURÍLIO ALBANESE NOVAES
Rua Babóio, 41 – São Vito – Ipiranga/SC

DISCIPLINA: BIOLOGIA – 3º ANO
PROFESSOR: ALAN TEMPONE
DATA: _____

NATUREZA DA ATIVIDADE: AVALIAÇÃO – 3º BIMESTRE
TURMA: _____
VALOR: 8,0

ALUNO(A): _____ Nº: _____

ORIENTAÇÕES GERAIS

REGULAR suas respostas com letra azul ou preta e faça letra legível. Provas à lápis não terão direito a RECLAMAÇÃO.

- PROIBIDO o USO DE CELULARES (inclusive sem chip) ou outros equipamentos eletrônicos.
- PROIBIDO o uso de corretivos. Questões com rasuras serão ANULADAS.
- O uso de marcações transversais implicará na ANULAÇÃO da prova.
- Provas com GABARITO, o preenchimento é obrigatório.

"Melhor é o pobre que anda na sua integridade, do que aquele que é perverso de lábios e tolo."
Pv 19: 1

1. O código genético é estabelecido no DNA. Como se chama um segmento de DNA que contém, na sequência de suas bases nitrogenadas, uma informação codificada para uma determinada proteína ou polipeptídeo?

a) Códon
b) Gene
c) Triade
d) Anti-códon
e) Nenhuma das anteriores.

2. A síntese de proteína ocorre em 2 etapas. Numa delas o RNA^m junta-se com o RNA^r, estabelecendo uma sequência exata de aminoácidos no polipeptídeo. A qual etapa se refere a passagem anterior?

a) Tradução
b) Transmissão
c) Transcrição
d) Mutação
e) Conjugação

3. (UFCE) Indique a alternativa correta relativa ao código genético e à síntese de proteínas (questão adaptada):

a) A sequência de bases nitrogenadas do RNA mensageiro independe do DNA que o codifica.
b) As bases nitrogenadas presentes em uma molécula de RNA mensageiro são: adenina, citosina, timina e guanina.
c) O número de aminoácidos presentes em um peptídeo depende do número de códons do RNA mensageiro que o sintetiza.
d) Todas as fases do processo de síntese proteica ocorrem no interior do nucleoplasma.
e) Todas as fases da síntese de proteínas ocorrem no núcleo

EE MAURÍLIO ALBANESE NOVAES
Rua Babóio, 41 – São Vito – Ipiranga/SC

DISCIPLINA: BIOLOGIA – 3º ANO
PROFESSOR: ALAN TEMPONE
DATA: _____

NATUREZA DA ATIVIDADE: AVALIAÇÃO – 3º BIMESTRE
TURMA: _____
VALOR: 8,0

ALUNO(A): _____ Nº: _____

ORIENTAÇÕES GERAIS

REGULAR suas respostas com letra azul ou preta e faça letra legível. Provas à lápis não terão direito a RECLAMAÇÃO.

- PROIBIDO o USO DE CELULARES (inclusive sem chip) ou outros equipamentos eletrônicos.
- PROIBIDO o uso de corretivos. Questões com rasuras serão ANULADAS.
- O uso de marcações transversais implicará na ANULAÇÃO da prova.
- Provas com GABARITO, o preenchimento é obrigatório.

"Honroso é para o homem o desviar-se de questões; mas todo insensato se entremete nelas"
Pv 20:3

4. (UNIP-SP) No desenho abaixo aparece uma das etapas da síntese de proteínas:

Assinale a alternativa que, corretamente, identifica as estruturas numeradas de 1 a 5:

	Ribossomo	Aminoácido	Códon	RNA ^m	Anticódon
a)	1	2	3	4	5
b)	1	5	4	2	3
c)	1	5	3	2	4
d)	5	1	2	4	3
e)	2	1	3	5	4

5. O "splicing" é um processo conhecido pela retirada de alguns códons genéticos chamados de introns deixando somente os éxons que são códons que realmente organizam a formação do polipeptídeo. Esse processo ocorre em qual estrutura da síntese de proteína?

a) DNA
b) Ribossomo
c) RNA m (mensageiro)
d) RNA r (transportador)
e) Nenhuma das anteriores

6. (UERJ) O esquema abaixo representa o mecanismo de biossíntese proteica em um trecho de DNA de uma célula eucariota. Observe que sua hélice inferior será transcrita e que as bases nitrogenadas, em destaque, compõem um intron, a ser removido no processamento do pré-RNA^m.

Identifique a sequência de bases que irá compor o trecho de RNA mensageiro a ser traduzido em proteína e determine o número de aminoácidos a serem introduzidos na proteína nascente.

a) TAC CTT TTT ATG, 4 aminoácidos
b) AUG CTT AAA ATG, 4 aminoácidos
c) AUC GTT UUU UAG, 5 aminoácidos
d) AUG GAA AAA UAC, 4 aminoácidos
e) TAC CTT AAA ATG, 5 aminoácidos

EE MAURÍLIO ALBANESE NOVAES
Rua Babóio, 41 – São Vito – Ipiranga/SC

DISCIPLINA: BIOLOGIA – 3º ANO
PROFESSOR: ALAN TEMPONE
DATA: _____

NATUREZA DA ATIVIDADE: AVALIAÇÃO – 3º BIMESTRE
TURMA: _____
VALOR: 8,0

ALUNO(A): _____ Nº: _____

ORIENTAÇÕES GERAIS

REGULAR suas respostas com letra azul ou preta e faça letra legível. Provas à lápis não terão direito a RECLAMAÇÃO.

- PROIBIDO o USO DE CELULARES (inclusive sem chip) ou outros equipamentos eletrônicos.
- PROIBIDO o uso de corretivos. Questões com rasuras serão ANULADAS.
- O uso de marcações transversais implicará na ANULAÇÃO da prova.
- Provas com GABARITO, o preenchimento é obrigatório.

"Honroso é para o homem o desviar-se de questões; mas todo insensato se entremete nelas"
Pv 20:3

7. (UFRJ) Em uma população, foi identificado um indivíduo que possui resistência genética a um vírus que provoca uma importante doença. Em um estudo comparativo, verificou-se que esse indivíduo produz uma proteína que confere tal resistência, com a seguinte sequência de aminoácidos: serina-tirosina-cisteína-valina-arginina. A partir da tabela de código genético, a seguir: (questão hard)

AGU - serina	AGC - serina
UAC - tirosina	UAU - tirosina
UUC - cisteína	UGU - cisteína
CUA - valina	GUU - valina
AGG - arginina	CGA - arginina

E considerando que o RNA mensageiro deste gene contém: 46,7% de uracila; 33,3% de guanina; 20% de adenina e 0% de citosina, assinale a alternativa que apresenta a sequência correta de bases da fita-molde (DNA) deste gene. (Dica: atenção nas % + exclusão de alternativas)

a) TCA - ATA - ACA - CAA - TCC
b) TGA - ATA - ACG - CAT - TCC
c) TCA - ATG - ACA - CAT - TGG
d) AGU - UAU - UGU - GUU - AGG
e) AGC - UAC - UGC -CAA- CGA

8. Olhando o seguinte fragmento de DNA: TAC CCG CAA CCT AAA CTT AGG ATT. A tabela a seguir mostra os códons de RNA^m e os Aminoácidos codificados por cada um deles, depois responda:

a) Estabeleça a sequência de Aminoácidos produzida por esse fragmento.

RNA m	Aminoácidos
GUU	VALINA (Val)
UUU	FENILALANINA (Phe)
AUG	METIONINA (Met)
GAA	ÁCIDO GLUTÂMICO (Glu)
GGC	GLICINA (Gly)
GGA	GLICINA (Gly)
UCC	SERINA (Ser)
UAA	Término da Síntese

b) Quais os anti-códons que participarão neste processo.

GABARITO: Faça com calma e a caneta, NÃO será aceito recurso no gabarito.

Questões	1	2	3	4	5	6	7
Resposta							

EE MAURÍLIO ALBANESE NOVAES
Rua Babóio, 41 – São Vito – Ipiranga/SC

DISCIPLINA: BIOLOGIA – 3º ANO
PROFESSOR: ALAN TEMPONE
DATA: _____

NATUREZA DA ATIVIDADE: AVALIAÇÃO – 3º BIMESTRE
TURMA: _____
VALOR: 8,0

ALUNO(A): _____ Nº: _____

ORIENTAÇÕES GERAIS

REGULAR suas respostas com letra azul ou preta e faça letra legível. Provas à lápis não terão direito a RECLAMAÇÃO.

- PROIBIDO o USO DE CELULARES (inclusive sem chip) ou outros equipamentos eletrônicos.
- PROIBIDO o uso de corretivos. Questões com rasuras serão ANULADAS.
- O uso de marcações transversais implicará na ANULAÇÃO da prova.
- Provas com GABARITO, o preenchimento é obrigatório.

"Honroso é para o homem o desviar-se de questões; mas todo insensato se entremete nelas"
Pv 20:3

1. O código genético é estabelecido no DNA. Como se chama um segmento de DNA que contém, na sequência de suas bases nitrogenadas, uma informação codificada para uma determinada proteína ou polipeptídeo?

a) Códon
b) Anti-códon
c) Triade
d) Gene
e) Nenhuma das anteriores.

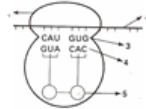
2. A síntese de proteína ocorre em 2 etapas. Numa delas o RNA^m é produzido usando como molde um lado da fita de DNA; que pode ou não passar pelo "splicing" estabelecendo uma sequência exata de aminoácidos no polipeptídeo. A qual etapa se refere a passagem anterior?

a) Tradução
b) Transmissão
c) Transcrição
d) Mutação
e) Conjugação

3. (UFCE) Indique a alternativa correta relativa ao código genético e à síntese de proteínas (questão adaptada):

a) O número de aminoácidos presentes em um peptídeo depende do número de códons do RNA mensageiro que o sintetiza.
b) As bases nitrogenadas presentes em uma molécula de RNA mensageiro são: adenina, citosina, timina e guanina.
c) A sequência de bases nitrogenadas do RNA mensageiro independe do DNA que o codifica.
d) Todas as fases do processo de síntese proteica ocorrem no interior do nucleoplasma.
e) Todas as fases da síntese de proteínas ocorrem no núcleo

4. (UNIP-SP) No desenho abaixo aparece uma das etapas da síntese de proteínas:



Assinale a alternativa que, corretamente, identifica as estruturas numeradas de 1 a 5:

	Ribossomo	Aminoácido	Códon	RNA m	Anticódon
a)	1	2	3	4	5
b)	1	5	4	2	3
c)	2	1	3	5	4
d)	5	1	2	4	3
e)	1	5	3	2	4

5. O "splicing" é um processo conhecido pela retirada de alguns códons genéticos chamados de introns deixando somente os éxons que são códons que realmente organizam a formação do polipeptido. Esse processo ocorre em qual estrutura da síntese de proteína?

- a) DNA
- b) Ribossomo
- c) RNA t (transportador)
- d) RNA m (mensageiro)
- e) Nenhuma das anteriores

6. (UERJ) O esquema abaixo representa o mecanismo de biossíntese proteica em um trecho de DNA de uma célula eucariota. Observe que sua hélice inferior será transcrita e que as bases nitrogenadas, em destaque, compõem um intron, a ser removido no processamento do pró-RNA m.



Identifique a sequência de bases que irá compor o trecho de RNA mensageiro a ser traduzido em proteína e determine o número de aminoácidos a serem introduzidos na proteína nascente.

- a) TAC CTT TTT ATG, 4 aminoácidos
- b) AUG CTT AAA ATG, 4 aminoácidos
- c) AUC GTT UUU UAG, 5 aminoácidos
- d) TAC CTT AAA ATG, 5 aminoácidos
- e) AUG GAA AAA UAC, 4 aminoácidos

7. (UFRJ) Em uma população, foi identificado um indivíduo que possui resistência genética a um vírus que provoca uma importante doença. Em um estudo comparativo, verificou-se que esse indivíduo produz uma proteína que confere tal resistência, com a seguinte sequência de aminoácidos: serina-tirosina-cisteína-valina-arginina. A partir da tabela de código genético, a seguir: (questão hard)

AGU - serina	AGC - serina
UAC - tirosina	UAU - tirosina
UGC - cisteína	UGU - cisteína
CUA - valina	GUU - valina
AGG - arginina	CGA - arginina

E considerando que o RNA mensageiro deste gene contém: 46,7% de uracila; 33,3% de guanina; 20% de adenina e 0% de citosina, assinale a alternativa que apresenta a sequência correta de bases da fita molde (DNA) deste gene.

- a) TCA - ATA - ACA - CAA - TCC
- b) TCA - ATA - ACG - CAT - TCC
- c) TCA - ATG - ACA - CAT - TGG
- d) AGU - UAU - UGU - GUU - AGG
- e) AGC - UAC - UGC -CAA - CGA

8. Dado a seguinte sequência de aminoácidos: Met-Gly-Val-Pro-Phe-Glu-Ser-Término .

A tabela a seguir mostra os códons de RNA m e os Aminoácidos codificados por cada um deles, depois responda:

c) **Estabeleça a sequência de códons** produzida por esse fragmento.

RNA m	Aminoácidos
GUU	VALINA (Val)
UUU	FENILALANINA (Phe)
AUG	METIONINA (Met)
GAA	ACIDO GLUTÂMICO (Glu)
GGC	GLICINA (Gly)
CCC	PROLINA (Pro)
UCC	SERINA (Ser)
UAA	Término da Síntese


d) **Quais os anti-códons** que participam neste processo.

GABARITO: Faça com calma e a caneta, NÃO será aceito recurso no gabarito.

Questões	1	2	3	4	5	6	7
Resposta							

APÊNDICE C – CADERNO DE PROVA PÓS JOGO

SIMULADO 3º ANO 2019



ENSINO MÉDIO
Rua Itaipó, s/n - Jardim São Elias - CEP: 25.740-002 - Itaipava RJ
16 - (21) 3622-2510
e-mail: academiainform@ita.br

BLOCO DE PROVAS / 3º BIMESTRE

#TERCEIRÃO

2º DIA 17/09:
CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA

BIOLOGIA, FÍSICA,
MATEMÁTICA e QUÍMICA.

Informações Gerais:

- ✓ Este caderno de prova contém 28 questões.
- ✓ Cada prova vale 7,0 pontos.
- ✓ Início: 9h00 e Término: 11h25min.
- ✓ Permanência mínima na sala: 11h15min.
- ✓ **PROIBIDO** o uso de aparelhos celulares, calculadoras e similares.
- ✓ Manter um clima propício para realização do simulado.
- ✓ Organização e capricho com sua folha de respostas.

SÓ ABRA QUANDO AUTORIZADO.
NÃO DEIXE NENHUMA QUESTÃO SEM RESPOSTA.

Nome: _____ Nº.: _____ T.: _____

QUESTÃO 03 (FUCCAMP 1995) – O quadro a seguir contém um segmento de DNA, os códons e os anticódons correspondentes.

DNA	ATT	GAC	TCA
RNA ^m	II	GAC	III
RNA ^t	UAA	IV	AGU

Para preenchê-lo corretamente, os algarismos I, II, III e IV devem ser substituídos, respectivamente, por:

- (A) GAC, TAA, AGT e CTG
- (B) GTC, AUU, UCA e GUC
- (C) GTC, ATT, TCA e GUC
- (D) CTG, ATT, TCA e CUG
- (E) CTG, AUU, UCA e CUG

QUESTÃO 04 (UF 2018) – Nos eucariontes, o RNA transcrito a partir de um gene normalmente é chamado de pré-RNA^m, pois ele ainda não está pronto para ser traduzido em proteína. O pré-RNA^m seria, assim, uma versão ainda não acabada do RNA mensageiro, que precisa ser primeiramente processado no (I) para, em seguida, migrar ao (II). Os introns são retirados do pré-RNA^m por meio de enzimas especiais e, em seguida, os exons são unidos uns aos outros. O RNA^m formado apenas por exons recém-unidos está pronto para sair do núcleo e ser traduzido pelos (III), resultando na formação de uma proteína.

SILVA, J.; CASARDO, E. S. 2020M. *Basics Biologia*, volume 2, 2 ed. São Paulo: Saranah, 2019, p. 28 e 29.

Considere a sequência de códons a seguir e selecione a alternativa que preenche corretamente (I), (II) e (III) e que apresenta o número de aminoácidos incorporados à cadeia polipeptídica.

CCG AUC UAC A UGC GGU CUU CAU CAA AUC GGC C GUAG GUAA AUU CC GUA

- (A) (I) núcleo; (II) citoplasma; (III) polissomos; 13.
- (B) (I) membrana; (II) citoplasma; (III) ribossomos; 16.
- (C) (I) núcleo; (II) citoplasma; (III) retículos endoplasmáticos rugosos; 09.
- (D) (I) núcleo; (II) citoplasma; (III) ribossomos; 08.
- (E) (I) citoplasma; (II) núcleo; (III) retículo endoplasmático; 04.

QUESTÃO 05 (FUVEST 2016) – No processo de síntese de certa proteína, os RNA transportadores responsáveis pela adição dos aminoácidos serina, asparagina e glutamina a um segmento da cadeia polipeptídica tinham os anticódons UCA, UUA e GUC, respectivamente. No gene que codifica essa proteína, a sequência de bases correspondente a esses aminoácidos é:

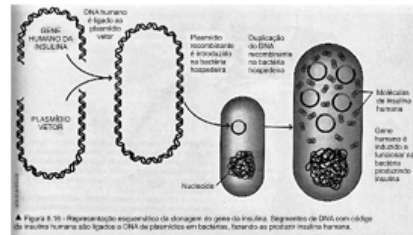
- (A) UCAUAGUC
- (B) AGTAATCAG
- (C) AGUAUUCAG
- (D) TCATTAGTC
- (E) TGTITTCAG

QUESTÃO 08 (FUVEST 2012) – Uma mutação, responsável por uma doença sanguínea, foi identificada numa família. Abaixo estão representadas sequências de bases nitrogenadas, normal e mutante; nelas estão destacados o sítio de início da tradução e a base alterada. O ácido nucleico representado acima é o número de aminoácidos codificados pela sequência de bases, entre o sítio de início da tradução e a mutação, estão corretamente indicados em:

- (A) DNA; 8
- (B) DNA; 24
- (C) DNA; 12
- (D) RNA; 8
- (E) RNA; 24

PROVA DE BIOLOGIA: QUESTÕES 01 a 07.

QUESTÃO 01 (UEMG 2013) – Analise as informações contidas na imagem a seguir, que mostra a produção de insulina por uma bactéria.



- (A) as células bacterianas e humanas apresentam ribossomos.
- (B) os genomas das bactérias e do homem são homólogos.
- (C) o genótipo da bactéria é igual ao do homem.
- (D) o código genético é universal para ambos.
- (E) a célula bacteriana se transforma em uma célula humana.

QUESTÃO 02 (PUCRP 2016) – Um trecho de uma das cadeias da molécula de DNA tem a seguinte sequência de bases nitrogenadas:

A C A T A G C C C A A A A

Abaixo, temos os códons correspondentes a quatro aminoácidos:

Aminoácido	Códons
Cisteína	UGU, UGC
Fenilalanina	UUU, UUC
Glicina	GGU, GGC, CGA, GGG
Isoleucina	AUU, AUC

Suponha que, em um caso de mutação, a terceira base daquele trecho de DNA, que se encontra sublinhada (A), seja substituída pela base Guanina.

Essa nova situação:

- (A) acarretaria modificação em parte da sequência de aminoácidos da proteína a ser sintetizada.
- (B) acarretaria modificação em todos os códons subsequentes no trecho do RNA mensageiro correspondente.
- (C) não acarretaria modificação na sequência de nucleotídeos do RNA mensageiro correspondente.
- (D) não acarretaria modificação na sequência de aminoácidos da proteína a ser sintetizada.
- (E) acarretaria modificação em toda a sequência de aminoácidos da proteína a ser sintetizada.

QUESTÃO 07 (UF 2011) – Observe as figuras:

		Segunda base do códon			
	U	C	A	G	
Primeira base do códon	U	UUU Phe	UUC Ser	UUA Tyr	UUG Cys
	U	UUA Leu	UUC Ser	UUA Tyr	UUG Cys
	U	UUA Leu	UUA Ser	UUA Ser*	UUA Phe*
	U	UUA Leu	UUG Ser	UUG Ser*	UUG Trp
Terceira base do códon	U	GUU Leu	CUU Phe	CAU His	CGU Arg
	U	GUC Leu	CUU Phe	CAC His	CUC Arg
	U	GUA Leu	CUA Phe	CAA Gln	CGA Arg
	U	GUG Leu	CUG Phe	CAG Gln	CGG Arg

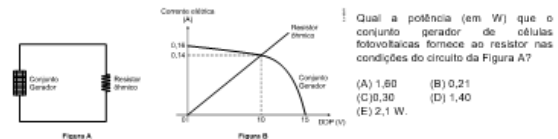
Aminoácidos: Phe = fenilalanina, Leu = leucina, His = histidina, Met = metionina, Ser = serina, Tyr = tirosina, Pro = prolina, Trp = triptofano, Ala = alanina, Gly = glicina, Val = valina, Asp = ácido aspártico, Glu = ácido glutâmico, Cys = cisteína, Trp = triptofano, Arg = arginina, Gln = glutamina.

QUESTÃO 06 (UFU 2018) – Um circuito, utilizando um conjunto gerador de células fotovoltaicas e um resistor, é montado conforme mostra a Figura A. O gráfico da Figura B indica as curvas de Diferença de Potencial (DDP) em função da corrente elétrica do conjunto gerador de células fotovoltaicas e do resistor indicados na Figura A.

- (A) fenilalanina – glicina – fenilalanina – treonina – ácido aspártico – arginina – serina.
- (B) lisina – prolina – lisina – cisteína – leucina – glicina – serina.
- (C) metionina – fenilalanina – glicina – treonina – prolina – serina – metionina.
- (D) fenilalanina – glicina – fenilalanina – treonina – ácido aspártico – prolina – serina.
- (E) fenilalanina – glicina – lisina – cisteína – treonina – ácido aspártico – serina.

PROVA DE FÍSICA: QUESTÕES 08 a 14.

QUESTÃO 08 (UFU 2018) – Um circuito, utilizando um conjunto gerador de células fotovoltaicas e um resistor, é montado conforme mostra a Figura A. O gráfico da Figura B indica as curvas de Diferença de Potencial (DDP) em função da corrente elétrica do conjunto gerador de células fotovoltaicas e do resistor indicados na Figura A.



QUESTÃO 09 (ACAFE 2018) – Até pouco tempo os chuveiros elétricos residenciais variavam de potências entre 2400W a 4800W que contavam com a proteção de disjuntores de até 25 ampères e redes com fios de bitolas (grossura) específicos para essa corrente. Atualmente no mercado encontramos chuveiros de 770W que são usados nas mesmas redes antigas de 220V projetadas para os chuveiros anteriormente citados. Considerando o exposto, assinale a alternativa **correta** que completa as lacunas da frase a seguir.

Para se usar os chuveiros atuais de 770W deve-se substituir o disjuntor por um de _____ ampères e _____ e fioção com bitola _____ os rede elétrica antiga.

- (A) 40 – trocar – maior que
- (B) 35 – trocar – maior que
- (C) 40 – manter – igual a
- (D) 35 – trocar – menor que
- (E) 30 – trocar – igual a

QUESTÃO 10 (ENEM 2017) – Em algumas residências, cercas eletrificadas são utilizadas com o objetivo de afastar possíveis invasores. Uma cerca eletrificada funciona com uma diferença de potencial elétrico de aproximadamente 10.000V. Para que não seja letal, a corrente que pode ser transmitida através de uma pessoa não deve ser maior do que 0,01A. Já a resistência elétrica corporal entre as mãos e os pés de uma pessoa é da ordem de 1000 ohms. Para que a corrente não seja letal a uma pessoa que toca a cerca eletrificada, o gerador de tensão deve possuir uma resistência interna que, em relação à do corpo humano, é

- (A) praticamente nula.
- (B) aproximadamente igual.
- (C) milhares de vezes maior.
- (D) da ordem de 10 vezes maior.
- (E) da ordem de 10 vezes menor.

QUESTÃO 11 (PUCCAMP 2017) – A distribuição de energia elétrica para residências no Brasil é feita basicamente por redes que utilizam as tensões de 127 V e de 220 V, de modo que os aparelhos eletrodomésticos são projetados para funcionarem sob essas tensões. A tabela mostra a tensão e a intensidade da corrente elétrica que percorre alguns aparelhos elétricos resistivos quando em suas condições normais de funcionamento.

Aparelho	Tensão (V)	Corrente (A)
Chuveiro	220	20
Lâmpada Incandescente	127	1/8
Ferro de passar	127	1

Seja R_C , R_L e R_F , respectivamente, as resistências elétricas do chuveiro, da lâmpada e do ferro de passar, quando em suas condições normais de funcionamento, é correto afirmar que

- (A) $R_C > R_L > R_F$
- (B) $R_C > R_C > R_F$
- (C) $R_C > R_L > R_F$
- (D) $R_C > R_F > R_L$
- (E) $R_L > R_C > R_C$

QUESTÃO 16 (FCC 2018) – Os inscritos em um congresso receberam crachás com identificações que começam pelas letras A ou B, seguidas de três números. Do total de inscritos, 3/7 receberam crachás com a letra A. Em uma palestra 2/5 dos inscritos que receberam crachás com a letra A compareceram e todos os inscritos que receberam crachás com a letra B também compareceram. Havia 260 participantes nessa palestra. O total de inscritos nesse congresso é de:

- (A) 300
- (B) 520
- (C) 560
- (D) 350
- (E) 260

QUESTÃO 17 (CETREDE 2018) – A fração de $\frac{11}{8}$ ano vale:

- (A) 1 ano + 4 meses + 20 dias
- (B) 1 ano + 4 meses + 15 dias
- (C) 1 ano + 5 meses + 15 dias
- (D) 1 ano + 5 meses + 15 dias
- (E) 2 anos + 1 mês + 4 dias

QUESTÃO 18 (IDCAP 2018) – Após cada prova terminada, um carro de corrida gasta 90% de combustível. Sabe-se que o tanque do carro possui capacidade para 15 litros e que está totalmente cheio. Com base nisso, é correto afirmar que, após o término da prova, a quantidade total de combustível que não foi gasta pelo carro foi de, exatamente:

- (A) 1,5 litros.
- (B) 10,5 litros.
- (C) 12 litros.
- (D) 13,5 litros.
- (E) 14,5 litros.

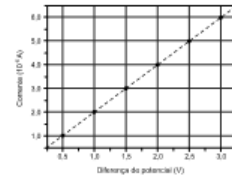
QUESTÃO 19 (IDCAP 2018) – Pedro pede R\$ 4.000,00 emprestado para o seu irmão que concorda, desde que receba R\$ 4.500,00 na data combinada para pagamento. Assinale a alternativa com a porcentagem de juros cobrada pelo irmão de Pedro:

- (A) 0,1 %
- (B) 11,0 %
- (C) 125 %
- (D) 1,25 %
- (E) 12,5 %

QUESTÃO 20 (MPE 2018) – Todas as manhãs Teresa caminha de sua casa até a casa de sua mãe, percorrendo uma distância de 4 km. Se ao caminhar 5/8 do percurso ela parar para descansar, qual o percentual que ainda resta para que Teresa chegue a casa da sua mãe?

- (A) 37,5 %
- (B) 62,5 %
- (C) 40%
- (D) 45,5 %
- (E) 25%

QUESTÃO 12 (ENEM 2017) – Dispositivos eletrônicos que utilizam materiais de baixo custo, como polímeros semicondutores, têm sido desenvolvidos para monitorar a concentração de amônia (gás tóxico e incolor) em granjas avícolas. A polianilina é um polímero semicondutor que tem o valor de sua resistência elétrica nominal quadruplicado quando exposta a altas concentrações de amônia. Na ausência de amônia, a polianilina se comporta como um resistor ôhmico e a sua resposta elétrica é mostrada no gráfico.



O valor da resistência elétrica da polianilina na presença de altas concentrações de amônia, em ohm, é igual a

- (A) $0,5 \times 10^6$
- (B) $0,2 \times 10^6$
- (C) $2,5 \times 10^6$
- (D) $3,0 \times 10^6$
- (E) $2,0 \times 10^6$

QUESTÃO 13 (UECE 2017) – A lei da Física que estabelece uma relação linear entre corrente elétrica e diferença de potencial é a Lei:

- (A) da Inércia.
- (B) de Ohm.
- (C) de Coulomb.
- (D) de Ampère.
- (E) de Faraday

QUESTÃO 14 (G1 – CFTRJ 2017) – Considerando que um atleta possa produzir até 2600W de potência durante um salto em distância, determine o número máximo de lâmpadas de 120V/1,5A associadas em série, que poderiam ser acesas utilizando-se a potência produzida neste salto.

- (A) 10 lâmpadas.
- (B) 12 lâmpadas.
- (C) 14 lâmpadas.
- (D) 15 lâmpadas.
- (E) 18 lâmpadas.

PROVA DE MATEMÁTICA: QUESTÕES 15 a 21.

QUESTÃO 15 – A transformação exata de 0,001 mês vale:

- (A) 42 minutos e 30 segundos
- (B) 42 minutos e 44 segundos
- (C) 43 minutos e 02 segundos
- (D) 42 minutos e 10 segundos
- (E) 42 minutos e 12 segundos

QUESTÃO 21 (IMAN ELETROBRA 2007) – A tabela a seguir informa a porcentagem de crianças de zero a cinco anos desnutridas por região, segundo pesquisa realizada em um determinado país. Analise as afirmativas a seguir:

Região	Porcentagem de crianças de 0 a 5 anos desnutridas (%)
A	1,2
B	3,7
C	3,6
D	5,4
E	8,0

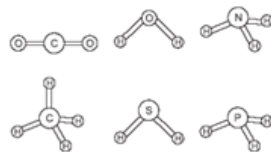
- I – A região A apresenta o menor número de crianças de zero a cinco anos desnutridas comparando-se às demais regiões do país.
- II – Na região D há mais crianças de zero a cinco anos desnutridas do que na região B.
- III – A região E é a que apresenta maior percentual de crianças de zero a cinco anos desnutridas.

Com base na tabela dada, a(s) afirmativa(s) cuja veracidade pode ser garantida é/são somente:

- (A) I;
- (B) II;
- (C) III;
- (D) I e II;
- (E) todas.

PROVA DE QUÍMICA: QUESTÕES 22 a 28.

QUESTÃO 22 – O conhecimento das estruturas das moléculas é um assunto bastante relevante, já que as formas das moléculas determinam propriedades das substâncias como odor, sabor, coloração e solubilidade. As figuras apresentam as estruturas das moléculas CO₂, H₂O, NH₃, CH₄, H₂S e PH₃.



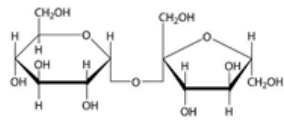
Quanto à polaridade das moléculas consideradas, as moléculas apolares são

- (A) H₂O e CH₄
- (B) CH₄ e CO₂
- (C) H₂S e PH₃
- (D) NH₃ e CO₂
- (E) H₂S e NH₃

QUESTÃO 23 – Considere a espécie química molecular hipotética XY₂, cujos elementos X e Y possuem eletronegatividades 2,8 e 3,6, respectivamente. Experimentos de susceptibilidade magnética indicaram que a espécie XY₂ é apolar. Com base nessas informações, é correto afirmar que a estrutura e as ligações químicas da molécula XY₂ são, respectivamente:

- (A) piramidal e covalentes polares.
- (B) linear e covalentes polares.
- (C) bipiramidal e covalentes apolares.
- (D) angular e covalentes apolares.
- (E) triangular e covalentes apolares.

QUESTÃO 24 – A sacarose (açúcar comum), cuja estrutura é mostrada na figura, é um dissacarídeo constituído por uma unidade de glicose ligada à frutose.



A solubilidade da sacarose em água deve-se:

- (A) ao rompimento da ligação entre as unidades de glicose e frutose.
 (B) às ligações de hidrogênio resultantes da interação da água com a sacarose.
 (C) às forças de van der Waals, resultantes da interação da água com a unidade de glicose desmembrada.
 (D) às forças de dipolo-dipolo, resultantes da interação da água com a unidade de frutose desmembrada.

(E) às forças de natureza ion-dipolo, resultantes da interação do dipolo da água com a sacarose.

QUESTÃO 25 – Considere os hidretos formados pelos elementos do segundo período da classificação periódica e as respectivas geometrias moleculares indicadas: BeH_2 (linear), BH_3 (trigonal plana), CH_4 (tetraédrica), NH_3 (piramidal), H_2O (angular) e HF (linear). Quais destas substâncias são mais solúveis em benzeno (C_6H_6)? (Obs: O benzeno é uma molécula apolar.)

- (A) Amônia, água e ácido fluorídrico. (B) Hidreto de berílio, hidreto de boro e amônia.
 (C) Hidreto de berílio, hidreto de boro e metano. (D) Hidreto de boro, metano e fluoreto de hidrogênio.
 (E) Metano, amônia e água.

QUESTÃO 28 – Qual dos compostos abaixo é solúvel em água?

- (A) Pentano
 (B) Tetracloreto de carbono
 (C) Hexano
 (D) Benzeno
 (E) Metanol

QUESTÃO 27 – “Uma blitz de fiscais da ANP (Agência Nacional de Petróleo) [...] interdito 19 postos de combustíveis em São Paulo [...], 14 deles por venda de gasolina adulterada.”

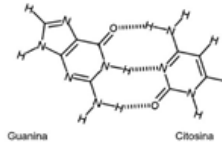
Journal de Brasília, 28/09/94.

A gasolina, composta basicamente por uma mistura de alcanos na faixa de C_6 a C_{12} átomos de carbono, pode ser facilmente adulterada com substâncias mais baratas do que ela. De acordo com a regra de que “semelhante dissolve semelhante”, identifique a opção que contém a única substância que, ao ser adicionada à gasolina, irá formar uma mistura heterogênea.

- (A) Água
 (B) Hexanol
 (C) Hexano
 (D) Benzeno
 (E) Decan-2-ona

QUESTÃO 23 – O ácido desoxirribonucleico (DNA) é tido como a molécula que carrega toda a informação genética de um ser vivo. O DNA é constituído por duas fitas complementares, que são compostas por um esqueleto de fosfato, desoxirribose (açúcar) e bases nitrogenadas. A estrutura em dupla fita é observada uma complementariedade entre as bases nitrogenadas, por exemplo, a guanina interage com a citosina formando um par de bases, enquanto a adenina interage com a timina.


Abaixo, tem-se a ilustração da interação entre as bases guanina e citosina, com as interações intermoleculares, mostradas com pontilhados.




Assinale a alternativa correta sobre a interação que ocorre entre os dois pares de bases nitrogenadas, mostradas na ilustração.

- (A) A interação que ocorre entre as bases é do tipo ligações de hidrogênio, que são as interações intermoleculares mais fracas que existem.
 (B) A interação que ocorre entre as bases é do tipo ligações de hidrogênio, que é uma classe especial das interações dipolo permanente-dipolo permanente.
 (C) Os pontilhados representam interações do tipo forças de London, que são as mais fortes dentre as interações intermoleculares.
 (D) As interações mostradas são do tipo ion-dipolo, que são fracas quando comparadas com as demais interações.
 (E) Os pontilhados representam interações do tipo dipolo-induzido - dipolo induzido, que são as mais fortes dentre as interações intermoleculares.

APÊNDICE D – ATIVIDADE DE FIXAÇÃO SÍNTESE DE PROTEÍNAS



EE MAURILIO ALBANESE NOVAES
Rua Itabirito, s/n – Bela Vista – Ipatinga MG.
Tel.: (31) 3823-2510 e-mail: escoliabanes@hotmail.com



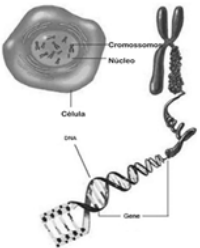
**ensino médio
INTEGRAL**

DISCIPLINA: BIOLOGIA – 3º ANO **PROFESSOR:** ALAN TEMPONE

NATUREZA DA ATIVIDADE: ATIVIDADE DE FIXAÇÃO – SÍNTESE DE PROTEÍNA

ALUNO(A): _____

O Projeto Genoma Humano (PGH) teve por objetivo o mapeamento do genoma humano, e a identificação de todos os nucleotídeos que o compõem. Consistiu num esforço mundial para se decifrar o genoma. Após a iniciativa do *National Institutes of Health* (NIH) dos Estados Unidos, centenas de laboratórios de todo o mundo se uniram à tarefa de sequenciar, um a um, os genes que codificam as proteínas do corpo humano e também aquelas sequências de DNA que não são genes. Laboratórios de países em desenvolvimento também participaram do empreendimento com o objetivo de formar mão-de-obra qualificada em genômica.



Para o **sequenciamento** de um gene, é necessário que ele seja antes amplificado numa reação em cadeia da polimerase, e então clonado em bactérias. Após a obtenção de quantidade suficiente de DNA, executa-se uma nova reação em cadeia (PCR), desta vez utilizando **didessoxirribonucleotídeos** marcados com **fluoróforos** para a determinação da **sequência**.

O projeto foi fundado em 1990, com um financiamento de 3 milhões de dólares do Departamento de Energia dos Estados Unidos e dos Institutos Nacionais de Saúde dos Estados Unidos, e tinha um prazo previsto de 15 anos.

Devido à grande cooperação da comunidade científica internacional, associada aos avanços no campo da bioinformática e das tecnologias de informação, um primeiro esboço do genoma foi anunciado em 26 de Junho de 2000, dois anos antes do previsto.

Em 14 de Abril de 2003, um comunicado de imprensa conjunto anunciou que o projeto foi concluído com sucesso, com o **sequenciamento** de 99% do genoma humano, com uma **precisão** de 99,99%. Os trabalhos do projeto foram dados como concluídos em 2003. Com a tecnologia da época, estimou-se que todos os genes (em torno de 25.000) haviam sido **sequenciados**. Deve-se lembrar que nem todo o DNA humano foi **sequenciado**. Estimativas atuais concluem que apenas cerca de 2% do material genético humano é composto de genes, enquanto que a maior parte parece não conter instruções para a

formação de proteínas, e existe provavelmente por razões estruturais. Muito pouco dessa maior parte do material genético tem sua **sequência** conhecida. Por limitações tecnológicas, partes do DNA que possuem muitas repetições de bases nitrogenadas também ainda não foram totalmente **sequenciadas**. Essas partes incluem, por exemplo, os centrômeros e os telômeros dos cromossomos. De todos os genes que tiveram sua **sequência** determinada, aproximadamente 50% codificam para proteínas de função conhecida.

1. Diferencie DNA de RNA.
2. **Ø** que são genes? Em qual estrutura são encontrados? Onde eles ficam nas células?
3. Esquematize as etapas da síntese de proteína desde o gene até a manifestação de uma característica. Identifique as estruturas que participam do processo e os locais onde ocorrem.
4. O que é transcrição? Onde ela ocorre? Diferencie éxons de **introns** no RNAm. Nas células eucariontes o RNAm passa por um processo de maturação, o que ocorre nesse processo? Como ele se chama?
5. O que é tradução? Quem participa desse processo? Onde ela ocorre?
6. De que são formadas as proteínas? Quantos AA (aminoácidos) diferentes são capazes de formar as proteínas?
7. Em quais estruturas ficam os códons e os **anti-códons**?
8. No organismo humano, a Oxitocina é um hormônio que quando liberado na hipófise posterior, induz o trabalho de parto em gestantes e controla as contrações no músculo uterino. O hormônio também atua na estimulação do fluxo de leite em uma mãe que amamenta. Sabendo que a **sequência...de nucleotídeos** na fita de DNA é: 3'TACACAATATAAGTTTTAACAGGAAATCCTTAT 5' responda:
 - a) Qual a sequência de nucleotídeos na cadeia complementar do DNA?
 - b) Escreva a sequência de bases no RNA m transcrito a partir desse DNA molde.
 - c) Estabeleça a sequência de AA (Aminoácidos) a partir do RNAm. (Veja tabela livro pag.124)
 - d) Quais os anticódons que participaram nesse processo.