

CLISTENES KLAYTON LEITE DE SOUSA

**USO DE UM JOGO DIDÁTICO COMO METODOLOGIA ATIVA NO ENSINO DO
CONTEÚDO EXPRESSÃO GÊNICA**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA**



**MACRO PROJETO: PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICO-
PEDAGÓGICOS PARA O ENSINO DE BIOLOGIA**

**João Pessoa
2019**

CLISTENES KLAYTON LEITE DE SOUSA

**USO DE UM JOGO DIDÁTICO COMO METODOLOGIA ATIVA NO ENSINO DO
CONTEÚDO EXPRESSÃO GÊNICA**

Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), do Centro de Ciências Exatas e da Natureza, da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

**Orientadora: Dra. Fabíola da Silva
Albuquerque**

**João Pessoa
2019**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S697u Sousa, Clistenes Klayton Leite de.
USO DE UM JOGO DIDÁTICO COMO METODOLOGIA ATIVA NO
ENSINO DO CONTEÚDO EXPRESSÃO GÊNICA / Clistenes Klayton
Leite de Sousa. - João Pessoa, 2019.
83 f. : il.

Orientação: Fabíola da Silva Albuquerque.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN.

1. Genética. 2. Expressão gênica. 3. Jogo didático. 4.
Aprendizagem significativa. I. Albuquerque, Fabíola da
Silva. II. Título.

UFPB/BC

CLISTENES KLAYTON LEITE DE SOUSA

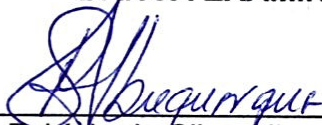
USO DE UM JOGO DIDÁTICO COMO METODOLOGIA ATIVA NO ENSINO DO
CONTEÚDO EXPRESSÃO GÊNICA

Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), do Centro de Ciências Exatas e da Natureza, da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

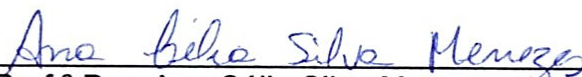
Data: 26/07/2019

Resultado: Aprovado

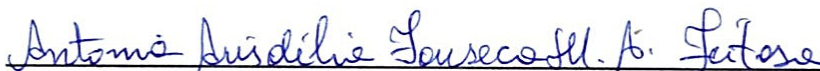
BANCA EXAMINADORA



Prof.ª Dra. Fabíola da Silva Albuquerque DFP/CCS/UFPB
Orientadora



Prof.ª Dra. Ana Célia Silva Menezes CE/UFPB
Avaliadora



Prof.ª Dra. Antônia Arisdélia F. M. A. Feitosa CCEN/UFPB
Avaliadora



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA



RELATO DO MESTRANDO

Instituição:	UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
Mestrando:	CLISTENES KLAYTON LEITE DE SOUSA
Título do TCM:	USO DE UM JOGO DIDÁTICO COMO METODOLOGIA ATIVA NO ENSINO DO CONTEÚDO EXPRESSÃO GÊNICA
Data da defesa:	26 de julho de 2019

Após a conclusão de duas graduações (Ciências Biológicas e Farmácia), complementares para alavancar minha carreira profissional, em 2016 passei a considerar a importância de adicionar uma pós-graduação ao meu currículo, passando a ser uma idealização para o ano de 2017. Na busca pela diligência de meus ideais, descobri o PROFBIO, que apresentava uma proposição compatível com o almejado: dinamizar o meu fazer educativo, na perspectiva de tornar as aulas de Biologia um verdadeiro observatório da vida. Frente à oportunidade, fiz minha inscrição, a prova de seleção e fui aprovado na 3ª colocação, fato que me proporcionou o apoio para a realização deste trabalho pela CAPES (Coordenação de aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil - Código de Financiamento 001). Minhas primeiras observações chegaram ao entendimento de que o mestrando seria o principal responsável por apresentar o tema a ser discutido em sala através de um processo ativo de aprendizagem, pelo qual nós, alunos, seríamos orientados a ler bastante durante a semana para uma discussão que ocorreria presencialmente na sexta-feira. Os desafios foram substanciais não pela demanda de estudos, mas também e, sobretudo, pela distância percorrida semanalmente (860 km), porém foi de grande valia por ter o PROFBIO me proporcionado a aquisição de conhecimentos que chega até a escola ampliando as possibilidades de formar jovens protagonistas com competências para o século XXI, haja vista a visibilidade da pertinência da Biologia com a vida de forma ética e consciente. Todo esse processo ficou mais claro e possível para mim após o mestrado, quando passei a introduzir mais aulas práticas no laboratório de ciências da minha escola, somando-se a isso a utilização de ferramentas pedagógicas como: mapas mentais, modelos didáticos, jogos didáticos, entre outras metodologias de êxito, causando, assim, não só uma melhor aprendizagem e mais interesse dos alunos pelas aulas de Biologia, como também uma nova satisfação na minha prática enquanto educador. Portanto, fica evidente para quem chegou os benefícios do PROFBIO, as transformações causadas e até mesmo a concretização de projetos de vida.

À
Minha esposa Neidinha, e
meus filhos Ana Livia e
Vinícius.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Grande Arquiteto do Universo, pelo dom da vida e pela oportunidade que me foi dada de participar de um programa fomentador.

A meu pai, Dedê, e minha mãe, Netinha, pelos ensinamentos de vida e pelo esforço que sempre fizeram para nos instruir.

À professora, orientadora Dra. Fabíola da Silva Albuquerque, pela paciência, dedicação, amizade e grande contribuição na realização deste trabalho.

Aos professores do Programa de Mestrado Profissionalizante em Ensino de Biologia, PROFBIO, da Universidade Federal da Paraíba, UFPB, pelas contribuições valiosas e dedicação, e aos meus companheiros de curso pela amizade e carinho.

À minha família, por todo apoio e força, em especial à Neidinha, minha esposa, pelas palavras de incentivo, por seu amor e, principalmente, por aceitar enfrentar comigo todos os meus projetos de vida.

Ao professor Dr. Rivete, pela sugestão da utilização do jogo como produto de conclusão de curso.

“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção”.

Paulo Freire

RESUMO

A Expressão Gênica engloba uma série de passos que vão desde a síntese de uma molécula de RNA, a partir de uma sequência de bases na molécula de DNA (gene), até a síntese de uma proteína, a partir dessa molécula de RNA (RNA mensageiro). Apesar de ser o dogma central da biologia, grande parte dos alunos de ensino médio não compreende esse processo, sendo um dos principais problemas na apreensão de outros temas relacionados à genética molecular. Diante dessa realidade, muitos professores têm feito a opção por ferramentas pedagógicas que auxiliam no processo cognitivo, como os jogos didáticos, que podem facilitar o entendimento de forma mais ativa e prazerosa, sendo assim, uma importante estratégia para o ensino e aprendizagem de conceitos abstratos e complexos. Dessa forma, a presente pesquisa objetiva avaliar a contribuição do uso de um jogo didático não só na apreensão de conceitos relevantes sobre a expressão gênica, mas ainda na aquisição de competências e habilidades na formação social do aluno. Para a realização da pesquisa, foi procedido um estudo de campo com abordagem qualitativa de natureza aplicada, utilizando pré-teste, pós-teste e observações de comportamentos durante a aplicação do jogo. Participaram da pesquisa 39 alunos do terceiro ano do ensino médio de uma escola pública localizada na 7ª Gerência Regional de Educação - Itaporanga - Paraíba. Inicialmente, os alunos responderam a um pré-teste para sondagem dos conhecimentos prévios. Em seguida, foi apresentado o jogo e suas regras através de uma aula expositiva, na qual foi trabalhado o conteúdo da expressão gênica associado às etapas do jogo. A aplicação envolveu uma disputa entre os 39 alunos de uma turma que foram divididos em 18 duplas e uma equipe com três alunos. A sequência da participação foi pré-determinada em sorteio, quando cada equipe teve seu tempo marcado e ao final venceu a que realizou em menor tempo as etapas da transcrição e tradução, produzindo o polipetídeo corretamente. Ao final do jogo, foi aplicado um pós-teste e um questionário para avaliar o grau de satisfação dos alunos. Na aula seguinte, foi feita a sistematização do conteúdo, abordando, principalmente, os erros cometidos durante o jogo e as indagações feitas durante a aplicação. Analisando as respostas dos questionários, consideramos a aplicação da atividade sendo positiva no aspecto cognitivo e no desenvolvimento de aspectos importantes na formação do estudante, como a afeição, socialização, motivação e criatividade. Essa constatação parte não só do relato dos estudantes ao afirmarem que o jogo promoveu momentos de cooperação e empatia, mas também dos resultados obtidos nas respostas dos testes antes do jogo, no pré-teste, onde a média de acertos, totalizando a resposta de todas as questões de todos os estudantes, foi de 8%, e, no pós-teste, 42%. Ao final, foi produzido um manual com orientações para a construção do jogo da expressão gênica e sua aplicação, além da indicação sobre os principais conceitos trabalhados.

Palavras-chaves: Genética, Expressão gênica, Jogo didático, Aprendizagem significativa.

ABSTRACT

Gene Expression encompasses a series of steps ranging from the synthesis of an RNA molecule, from a base sequence in the DNA molecule (gene), to the synthesis of a protein, from that RNA molecule (messenger RNA). Despite being the central dogma of biology, most high school students do not understand this process, being one of the main problems in apprehending other themes related to molecular genetics. Given this reality, many teachers have opted for pedagogical tools that help the cognitive process, such as didactic games, which can facilitate the understanding more actively and pleasantly, thus, an important strategy for the teaching and learning of abstract concepts. and complex. Thus, the present research aims to evaluate the contribution of the use of a didactic game not only in the apprehension of relevant concepts about gene expression, but also in the acquisition of competences and skills in the student's social formation. To conduct the research, a field study with a qualitative and quantitative approach of applied nature was carried out, using pretest, posttest and behavioral observations during the game application. 39 students from the third year of high school of a public school located in the 7th Regional Education Management -Itaporanga - Paraíba participated in the research. Initially, students answered a pre-test for probing previous knowledge. Then, the game and its rules were presented through a lecture, in which the content of the gene expression associated with the stages of the game was worked on. The application involved a dispute between the 39 students in a class who were divided into 18 pairs and a team with three students. The sequence of participation was predetermined in a draw, when each team had their time scheduled and in the end won the one that performed the transcription and translation steps in a shorter time, producing the polypeptide correctly. At the end of the game, a post-test and a questionnaire were applied to assess the degree of student satisfaction. In the next class, the systematization of the content was made, mainly addressing the mistakes made during the game and the questions made during the application. Analyzing the answers of the questionnaires, we consider the application of the activity to be positive in the cognitive aspect and in the development of important aspects in the student's formation, such as affection, socialization, motivation and creativity. This finding starts not only from the students' report that the game promoted moments of cooperation and empathy, but also from the results obtained in the pre-game test answers, in the pretest, where the average of hits, totaling the answer of all the questions of all students was 8%, and in the posttest 42%. At the end, a manual was produced with guidelines for the construction of the game of gene expression and its application, as well as an indication of the main concepts worked.

Keywords: Genetics, Gene expression, Didactic game, Meaningful learning.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Importância do ensino de biologia com foco na genética	15
2.2	Expressão gênica	17
2.3	Aprendizagens significativas	18
2.4	O ensino através das metodologias ativas	19
2.5	O uso de jogos didáticos na educação	22
3	OBJETIVOS	28
3.1	Geral	28
3.2	Específicos	28
4	ABORDAGEM METODOLÓGICA	29
4.1	Procedimentos éticos	29
4.2	Sujeitos da pesquisa e local da pesquisa	29
4.3	Descrição do jogo expressão gênica	30
4.4	Regras do jogo e dinâmica de aplicação	33
4.5	Sequência de aplicação da metodologia	34
4.6	Testes, questionários e análises	35
5	RESULTADOS	37
6	DISCUSSÃO	42
7	CONCLUSÃO	46
	REFERÊNCIAS	47
	APÊNDICES	50
	ANEXOS	78

1 INTRODUÇÃO

Muitos dos conteúdos biológicos são trabalhados em sala de aula, no ensino da Ciência e de Biologia, de maneira abstrata e distinta da realidade dos alunos. Isto conseqüentemente implica na falta de entusiasmo pelos envolvidos nas atividades, por não assimilarem e compreenderem coerentemente o que está sendo descrito (BARROS *et al.*, 2016). Sendo assim, compreender a biologia tornou-se uma tarefa morosa para a maioria dos estudantes do ensino médio, principalmente, por seu caráter abstrato.

Dentre os assuntos desta grande área da biologia, em que os estudantes apresentam uma dificuldade maior, está a expressão gênica, cujos conceitos envolvem a estrutura das moléculas de DNA, RNA, mutações e produção de proteínas. Expressão gênica é o termo referente aos processos por meio dos quais a informação contida nos genes é convertida em proteínas, estas determinam as propriedades da célula. Entender esse processo, desde a transcrição (DNA para RNA) até a tradução (RNA para proteínas), é essencial para a compreensão de vários outros temas relacionados à biologia que envolve fluxo de informações.

Segundo Montenegro *et al.* (2014), um dos grandes desafios no ensino de Biologia no ensino básico é tornar as aulas mais atrativas para o aluno, sendo necessário aplicar novas estratégias didático-pedagógicas, de forma que elas possam se constituir em uma via de estímulo para a busca do conhecimento por parte do aluno. O que é reforçado por Gusmão *et al.* (2011) quando relata que vivemos um tempo de valorização da pluralidade de estratégias de ensino, com uma tendência a considerar os alunos agentes ativos nos ambientes de ensino e os professores, permanentemente em formação, como atuantes na constituição dos saberes e práticas pedagógicas ressignificadas. Segundo o pensamento pedagógico da escola nova, citado por Costa (2019), o ideal é a atividade espontânea, pessoal e produtiva do aluno, colocando-o no centro do processo educativo, onde o ensino dar-se pela ação e não pela instrução, sendo a educação, um processo de reconstrução e reconstituição da experiência.

Diante dessas dificuldades, muitos professores têm feito a opção por ferramentas pedagógicas, como os jogos didáticos, que podem sanar esses desafios, auxiliando no processo de aprendizagem ativa. Vários pesquisadores,

trabalhando com jogos didáticos relatam os benefícios pedagógicos dessa ferramenta. Querubino *et al.* (2011) observaram aquisição e internalização de conhecimentos trabalhando uma proposta lúdica para o ensino de genética e biologia molecular no ensino médio, além de vislumbrar que o jogo promove alegria e prazer nos estudantes, sendo considerado, por eles, uma importante estratégia para o ensino e aprendizagem de conceitos abstratos e complexos. Silva *et al.* (2013), além de relatar o potencial da utilização de jogos, propõe seu uso, por ser uma alternativa barata e eficiente na compreensão dos conhecimentos científicos, de forma fácil e interativa.

Nesse contexto, os materiais didáticos que vem surgindo, como novas metodologias, podem ser considerados como ferramentas fundamentais para os processos tanto de ensino, quanto de aprendizagem, e especificamente o jogo didático, caracteriza-se como uma importante e viável alternativa para que este aluno construa o seu conhecimento de forma mais engajada, crítica, ativa e responsável.

Conforme a teoria das múltiplas inteligências de Gardner (1985), cada estudante aprende de uma forma diferente e compete a cada professor descobrir os caminhos alternativos de ensino e aprendizagem, que possam contribuir para o desenvolvimento das competências dos estudantes, nesse processo, os jogos didáticos apresentam-se como grandes aliados. Montenegro *et al.* (2012) sugerem que a realização desse tipo de atividade, que envolve a participação ativa dos estudantes, como sujeito protagonista do processo ensino-aprendizagem, é muito positivo, tanto em aspectos cognitivos, quanto no que diz respeito ao desenvolvimento e à motivação para o aprender.

Como descrito nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+ BRASIL, 2002 p. 36): “A biologia deve ser colocada como meio para ampliar a compreensão sobre a realidade, recurso graças ao qual o fenômeno biológico pode ser percebido e interpretado, instrumento para orientar decisões e intervenções”. Dessa forma, se faz necessário o uso de metodologias alternativas para que o processo educacional se torne atrativo aos estudantes. Campos (2003), além de considerar os jogos como uma alternativa viável e interessante, ressalta que eles podem preencher muitas lacunas deixadas pelo processo tradicional de ensino. Segundo Miranda (2001),

mediante o jogo didático, vários objetivos podem ser alcançados, relacionados à cognição, afeição, socialização, motivação e criatividade.

Entre as diversas áreas da biologia, a biologia molecular e a genética são assuntos recorrentes em vários meios de comunicação, fazendo-se necessário que a sociedade compreenda os conceitos básicos, para que possa opinar sobre a relevância desse assunto na sociedade contemporânea.

Sendo assim, “é necessário propor novas metodologias que (re)encantem os estudantes continuamente, para que a ciência possa se fazer mais presente no dia-a-dia de nossos estudantes e para que seja possível o desenvolvimento não apenas de aspectos cognitivos, relacionados à linguagem e conceitos científicos, mas também o desenvolvimento de habilidades, de maneira a desenvolver estratégias de raciocínio lógico, criatividade, agilidade e valores éticos, para que estes possam atuar de maneira justa e consciente na comunidade em que se encontram inseridos” (MONTENEGRO *et al.*, 2012, p.362).

A função lúdica garante que o jogo propicie a diversão e o prazer, enquanto que o papel da função educativa é a possibilidade de aprendizagem de forma mais leve e flexível. Para que esses ideais não se percam, é importante que sejam trabalhados, sempre, de forma conjunta, pois a defasagem em um dos setores fará com que este aluno não se interesse pela temática da genética. Para abranger toda a demanda do ensino por meio de adoção de atividades lúdicas, é papel dos professores o oferecimento de recursos e meios que possam ampliar a relação do ensino com a aprendizagem, pois é apenas por meio dessa união que os alunos se tornarão interessados e aprenderão de forma responsável e ativa os conteúdos programáticos sobre o tema da genética (Expressão gênica) previstos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais.

Partindo do pressuposto de que a escola, enquanto instituição formadora deve oferecer ao aluno a possibilidade de aprender de maneira autônoma, e de forma significativa, através de tentativas pessoais, este estudo torna-se relevante por fomentar o uso de um jogo didático que poderá contribuir para a aprendizagem de conceitos importantes para a compreensão da expressão gênica.

O presente trabalho de mestrado constituiu uma pesquisa realizada para a compreensão, contribuição e aperfeiçoamento de um jogo didático, avaliando-o em relação à aprendizagem de conteúdos relacionados à genética molecular (expressão

gênica) e sua ação no processo de socialização, afeição, motivação e criatividade em estudantes de terceiro ano do ensino médio de uma escola pública.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância do ensino de biologia com foco na genética

Há um consenso de que os conhecimentos científicos e tecnológicos devem fazer parte da formação identitária do cidadão. De acordo com os estudos de Moura *et al.* (2013), isso começou a ser pensado a partir do momento que a ciência passou a ser refletida pela sociedade, sobretudo na escola, pois esse lugar passou a ser reconhecido como um ambiente primordial para a partilha e produção do conhecimento e desenvolvimento dessa identidade crítica.

De acordo com Rocha (2013), os objetivos inerentes ao ensino de genética humana na escola é o esclarecimento dos mecanismos de herança e alterações genéticas, para tanto, é necessário que estratégias, que visam capacitar esses alunos, sejam constantemente elaboradas, para conduzi-los não só ao uso da informação genética, bem como ao conhecimento das leis da probabilidade, a fim de que estes estabeleçam julgamentos sobre os riscos em relação à prole, por exemplo. O autor chama a atenção para esses fatos porque é uma forma de se divulgar, desde cedo, a importância do aconselhamento genético como um auxílio para a tomada de decisões pessoais em relação a diferentes situações nos mais diversos setores. Além disso, os conhecimentos biológicos permitem que esses alunos acompanhem os acontecimentos cotidianos noticiados em jornais, televisão e revistas sobre temas desta área. Com um bom conhecimento teórico, este aluno conseguirá opinar sobre esses fenômenos, bem como poderá contribuir para que os mais diversos problemas sociais e ambientais de cunho biológico sejam resolvidos.

No entanto, nem sempre a permanência na escola garante a equalização de oportunidades educacionais e de aprendizagem significativa para os alunos. Atualmente, no Brasil, apesar das inúmeras inovações científicas e tecnológicas comporem os currículos escolares, grande parte dos alunos não se identificam com o ensino da biologia, sobretudo com os temas inerentes à área da genética, pois não há uma relação recíproca entre o conteúdo proposto com a realidade desses alunos, o que faz com que eles não tenham interesse no aprendizado.

Moura *et al.* (2013) indicaram que os conteúdos de genética na educação básica pública são taxados como difíceis e desinteressantes, pois não permitem que

esses discentes façam a correlação desses conteúdos aprendidos com a vida real. Porém, com o bom manuseio desses conteúdos, é possível que a sua atenção seja despertada. Abordar temas como expressão gênica, a constituição e o funcionamento da molécula de DNA, bem como o estudo sobre as bases utilizadas para a criação das mais diversas tecnologias, é uma forma de fazer com que esses alunos se envolvam com a prática docente e articulem o conteúdo aprendido em suas vidas cotidianas.

Rocha (2013) frisou que muitas são as contribuições do conhecimento da biologia para a formação dos alunos enquanto cidadãos, tais como a compreensão da necessidade de praticar atividades físicas, escovar os dentes, lavar as mãos antes das refeições, aprendizado dos tipos de alimentos que devem ser consumidos ou evitados, o porquê de não ser adequado fumar, fazer uso de entorpecentes ou consumir bebidas alcoólicas. Explicou, ainda, que esse conhecimento é fundamental para a compreensão dos processos mais complexos, como o desenvolvimento de medicamentos para evitar e curar doenças, o melhoramento genético de plantas e animais, dentre outras discussões importantes sobre o funcionamento do homem e do meio que o circunda.

As Diretrizes Curriculares de Biologia indicam seis principais temas. Um deles refere-se à hereditariedade e ao ambiente, o qual inclui o conteúdo da genética, para fundamentar os processos da hereditariedade e como essas características são expressas. Os Parâmetros curriculares para o ensino Médio (PCNEM, BRASIL, 1999) faz referência e estabelece conceitos e habilidades relacionados à expressão gênica e ao material genético, como sendo fundamentais para compreender o processo de hereditariedade, sendo:

A descrição do material genético em sua estrutura e composição, a explicação do processo da síntese protéica, a relação entre o conjunto protéico sintetizado e as características do ser vivo e a identificação e descrição dos processos de reprodução celular são conceitos e habilidades fundamentais à compreensão do modo como a hereditariedade acontece (BRASIL, 1999, p.19).

Moura *et al.* (2013) frisaram que a Biologia fornece muito mais do que informações sobre os processos biológicos que movem o mundo e a sociedade: ela auxilia no processo de desenvolvimento de habilidades e competências necessárias

para a compreensão, sistematização e reelaboração de fatos. Na mesma linha, Rocha (2013) argumentou que estudar Biologia contribui diretamente para a formação da cidadania do indivíduo, pois estarão suficientemente informados para opinar com mais responsabilidade a respeito de temas como a clonagem, os transgênicos, as interrupções terapêuticas da gravidez, a emissão de gases poluentes que destroem a camada de ozônio, dentre outros, entretanto, esse conhecimento apenas será aprendido de forma eficaz, a partir da junção do aspecto educativo com o lúdico, visto que eles não se interessam apenas pela teoria e decoração de fórmulas. “Muitos são os motivos que tornam o ensino desta disciplina indispensável para a formação de qualquer indivíduo, pois há todo o momento há a necessidade de se tomar decisões que afetam a saúde e o bem-estar, assim sendo, os conhecimentos biológicos ajudam neste processo de tomada de decisões mais adequadas no sentido de preservação da vida” (ROCHA, 2013, p. 17).

2.2 Expressão gênica

Os genes comandam a expressão de proteínas. A questão de como os genes controlam as características dos organismos levou algum tempo para ser respondida. Archibald Garrod foi o primeiro a sugerir uma conexão específica entre genes e proteínas no ano de 1902. Em 1958, Crick claramente resumiu o processo de expressão gênica, em um fluxograma que ele chamou de dogma central da biologia molecular: O DNA dirige a sua própria replicação e a sua transcrição para produzir o RNA, o qual, por sua vez, dirige a sua tradução para formação das proteínas. No início do processo, o gene, que é uma sequência de nucleotídeos da molécula de DNA, representados por nucleotídeos de adenina (A), timina (T), citosina (C) e guanina (G), é transcrito, e assim produzida a molécula de RNA mensageiro, nessa etapa, há a participação de um enzima importante para realização do processo, a RNA polimerase, que tem o papel de fazer o acoplamento dirigido por DNA dos nucleotídeos de adenina (A), uracila (U), citosina (C) e guanina (G). A fita molde de DNA, utilizada na transcrição, lida no sentido $3' \rightarrow 5'$, levará a produção de RNA, na direção $5' \rightarrow 3'$, isto é, o nucleotídeo que chega é adicionado ao grupo $3'\text{-OH}$ livre da cadeia de RNA em crescimento, formando uma hélice híbrida de DNA-RNA com fitas anti-paralelas. Durante o processo de tradução, que

ocorre no citoplasma das células, há a participação dos ribossomos, que são organelas não membranosas, constituídas de RNA ribossômico associados a proteínas, e responsáveis pela leitura da fita de RNA mensageiro e, assim, à síntese protéica. À medida que é feita essa leitura dos códons do RNA mensageiro, um terceiro RNA, o RNA transportador, irá trazer os aminoácidos, de acordo com os códons lidos pelo ribossomo no RNA mensageiro, e então, os aminoácidos serão ligados, através de ligações peptídicas, até que seja lido o último códon, o de terminalização, encerrando assim o processo.

2.3 Aprendizagens significativas

As pessoas constroem seus conhecimentos, a partir de uma intenção deliberada de fazer articulações entre o que conhece e a nova informação que pretende absorver. Esse tipo de estruturação cognitiva se dá ao longo de toda a vida, através de uma sequência de eventos, única para cada pessoa, configurando-se, desse modo, como um processo pessoal e peculiar. Atualmente, esse entendimento de como se constrói a estrutura cognitiva humana chama-se genericamente de construtivismo.

Na década de 1960, David Ausubel (1980, 2003) propôs a sua teoria da aprendizagem significativa, onde enfatiza a aprendizagem de significados (conceitos) como aquela mais relevante para seres humanos. Uma de suas contribuições é marcar claramente a distinção entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica.

Existem três requisitos essenciais para a aprendizagem significativa: a oferta de um novo conhecimento estruturado de maneira lógica; a existência de conhecimentos na estrutura cognitiva que possibilite a sua conexão com o novo conhecimento; a atitude explícita de aprender e conectar seu conhecimento com aquele que pretende absorver. Esses conhecimentos prévios são também chamados de conceitos subsunçores ou conceitos âncoras. Quando ocorre a aprendizagem significativa, o aprendente transforma o significado lógico do material pedagógico, à medida que esse conteúdo se insere de modo peculiar na sua estrutura cognitiva, e cada pessoa tem um modo específico de fazer essa inserção, o que torna essa atitude um processo idiossincrático (peculiar). Quando duas

peessoas aprendem significativamente o mesmo conteúdo, elas partilham significados comuns sobre a essência deste conteúdo.

Desse modo, podemos ter uma aprendizagem significativa em sala de aula convencional, quando existirem condições de o aprendente transformar significados lógicos de determinado conteúdo potencialmente significativo, em significados psicológicos, em conhecimento construído e estruturado de forma peculiar. Na interação entre o conhecimento novo e o antigo, ambos serão modificados de maneira específica por cada aprendente, como estrutura cognitiva peculiar a cada pessoa.

Ausubel (1980, 2003) sugere o uso de aprendizagem mecânica quando não existirem na estrutura cognitiva do aprendente ideia-âncora (subsunções) que facilitam a comunicação entre esta e a nova informação quando não existirem ideias prévias que possibilitem essa ancoragem.

Em conformidade com Silva *et al.* (2013), trabalhando o jogo e a aprendizagem significativa, através de uma pesquisa bibliográfica, observou que vários estudiosos da educação, reconhecem que, os jogos apresentam-se como ferramenta facilitadora do processo-ensino aprendizagem de forma significativa, possibilitando o desenvolvimento da socialização do indivíduo. Sousa *et al.* (2017) aludem que o ensino da Biologia atrelado aos jogos didáticos tem sido, cada vez mais, explorado, pois é um recurso fundamental para se integrar a teoria com a prática que é uma das principais queixas dos alunos para um “não aprendizado”.

2.4 O ensino através de metodologias ativas

Com todas as mudanças que o mundo vem passando, onde os discentes têm acesso a novas tecnologias, facilidade no acesso a informações, todos esses recursos colocam o professor em uma situação de pressão, para que o mesmo saia da situação de protagonista, com suas aulas tradicionalmente expositivas e passe a buscar metodologias alternativas, que despertem no discente o interesse e o engajamento nas aulas. Surge, assim, a opção das metodologias ativas que se baseiam em levar o estudante a pensar, resolver problemas, desenvolver autonomia, senso crítico, dentre outras habilidades.

Nas metodologias ativas, o discente deve ser o protagonista e o maior responsável pelo processo de aprendizado. Segundo Moran (2014, p.17), “se quisermos que os alunos sejam proativos, precisamos adotar metodologias em que eles se envolvam em atividades cada vez mais complexas, em que tenham que tomar decisões e avaliar os resultados, com apoio de materiais relevantes”. Nesse sentido, Mitre *et al.* (2008, p. 2136) levaram em consideração que “as metodologias ativas utilizam a problematização como estratégia de ensino-aprendizagem, com o objetivo de alcançar e motivar o discente, pois diante do problema, ele se detém, examina, reflete, relaciona a sua história e passa a ressignificar suas descobertas”.

Sabemos que o docente ser detentor do conhecimento sobre a disciplina que leciona, é importante e necessário, no entanto para que o processo de ensino-aprendizagem seja efetivo, não basta expor esse conhecimento, pois o discente precisa despertar o interesse por aquilo que está sendo passado dentro da sala de aula, e, principalmente, é necessário que o mesmo, possa articular esse conhecimento com situações vivenciadas no seu cotidiano, para que então, faça sentido àquilo que lhe está sendo apresentado.

Segundo Freire o educador não pode simplesmente se portar como um palestrante repassador de conhecimentos e os discentes apenas espectadores, que só assistem. “Pelo contrário, nas condições de verdadeira aprendizagem os educandos vão se transformando em reais sujeitos da construção e da reconstrução do saber ensinado, ao lado do educador, igualmente sujeito do processo” (FREIRE, 1996, p.14).

Segundo Diezel *et al.* (2017) a aprendizagem, para ser considerada significativa, o discente deve ser estimulado a desenvolver a curiosidade, e assim estimular a auto aprendizagem, para que então, possam refletir e analisar situações para tomar suas decisões, sendo ele o agente ativo e central, construtor de seus próprios conhecimentos. Sendo assim, valorizar o aprender a aprender, é acatar e valorizar esse potencial, desenvolvendo habilidades e competências dentro da sala de aula, para serem usadas no mundo, despertando nele a vontade de conhecer, estimulando sua autonomia. Com o objetivo de facilitar o entendimento do processo de ensino aprendizagem pautada em metodologias ativas, Diezel *et al.* (2017) elaboraram uma figura, onde apresentam os principais princípios, articulados com teóricas consagradas (Figura 1).

Figura 1 - Princípios que constituem as metodologias ativas de ensino



Fonte: (Diezel et al., 2017).

Observando a figura 1 podemos notar que, segundo os autores, para desenvolver a autonomia do aluno, e consequentemente uma aprendizagem significativa, é necessário que o professor o coloque para refletir e problematize o conteúdo dentro de uma realidade do aluno, sendo o professor apenas um colaborador e o discente o agente ativo no processo educativo. O que é reforçado por Berbel (2011, p. 29) em seu trabalho, cita que, para existir o exercício da autonomia:

O engajamento do aluno em relação a novas aprendizagens, pela compreensão, pela escolha e pelo interesse, é condição essencial para ampliar suas possibilidades de exercer a liberdade e a autonomia na tomada de decisões em diferentes momentos do processo que vivencia, preparando-se para o exercício profissional futuro. (BERBEL, 2011, p. 29).

Nesse contexto, os docentes precisam rever suas estratégias, suas atitudes em sala de aula, e se empenharem para que o seu trabalho deixe de ser o centro das atenções, para dar oportunidades aos alunos de serem os protagonistas, e assim proporcione uma forma mais agradável para ambos.

2.5 O uso de jogos didáticos na educação

O uso de jogos didáticos proporciona ao aluno diversas situações, fazendo com que ele conheça suas habilidades e limitações por ser desafiador e por estimular o seu intelecto (DOHME, 2004). Hoje se observa uma grande quantidade de jogos didáticos utilizados como práticas pedagógicas alternativas. Para a realização dessa atividade, é essencial que os educadores planejem os procedimentos didáticos com intuito de instigar o aluno a refletir e aplicar os conteúdos aprendidos durante a utilização do jogo em sala de aula, bem como no seu próprio cotidiano, sempre que precisar solucionar algum problema nas mais diversas esferas da sociedade.

Moura *et al.* (2013) aludem que desde 2002 os Parâmetros Curriculares Nacionais que norteiam os conteúdos do Ensino Médio priorizam o ensino das ciências da natureza a partir de uma prática docente que promova um aprendizado útil à vida social e ao mercado de trabalho, sendo assim, o documento prevê que competências, habilidades e valores devem ter como objetivo primordial o desenvolvimento de uma visão crítica sobre a natureza e as suas tecnologias, entretanto essa prática apenas funcionará a partir do momento em que os conteúdos forem ensinados de forma mais lúdica. Propõe-se, nesse sentido, os jogos didáticos como mediadores para o desenvolvimento das competências e habilidades requeridas pelo PCN.

Os jogos constituem uma forma interessante de propor problemas, pois permitem que estes sejam apresentados de modo atrativo e favorecem a criatividade na elaboração de estratégias de resolução e busca de soluções. Propiciam a simulação de situações problema que exigem soluções vivas e imediatas, o que estimula o planejamento das ações; possibilitam a construção de uma atitude positiva perante os erros, uma vez que as situações sucedem-se rapidamente e podem ser corrigidas de forma natural, no decorrer da ação, sem deixar marcas negativas (BRASIL, 1998, p. 46)

A aplicação desses recursos no aprendizado do aluno tem demonstrado impactos positivos, uma vez que apontam o uso de recursos estáticos, como as famosas e tradicionais aulas teóricas, na maioria das vezes, não permitem um ensino satisfatório no que se refere à cognição dos conceitos e desenvolvimento de

habilidade, como o raciocínio lógico, motivação e criatividade, pois não são consideradas como atrativas por esses aprendizes.

Nesse sentido, e de acordo com os escritos de Almeida *et al.* (2016), é esperado que esses professores criem estratégias que façam com que os alunos desempenhem um papel mais ativo não apenas em sala de aula, mas também na sociedade. Para tanto, os autores aludem que a essência do processo de aprendizagem é que os conteúdos sejam aplicados em sala, de maneira que o aluno seja o protagonista, na construção de seus conhecimentos, dessa forma é importante que o conhecimento prévio desse aluno acerca do tema (aqui, no caso, a expressão gênica) seja visto como uma estratégia necessária para que não se recorra a tendências tradicionais de ensino que não mais funcionam.

A finalidade de trabalhar com jogos em sala de aula não é “testar o jogador”, mas tem-se como objetivo primordial fazer com que esse aluno se aproxime do mundo do conhecimento de forma mais descontraída e acessível. A aprendizagem dos conceitos é facilitada quando esses tomam forma em um jogo didático, pois é notável que os alunos fiquem entusiasmados quando atividades diferentes são introduzidas em sala de aula, e, assim, tornam-se mais dispostos a aprender quando esse conteúdo é apresentado de forma não convencional.

Devido à união entre os vértices lúdico e educativo, o jogo pode ser entendido como uma potente estratégia para o ensino e a aprendizagem de conceitos abstratos e complexos, pois é favorecido, por meio desses recursos, a motivação interna, o raciocínio, a argumentação e a interação entre alunos e, ainda, entre professores e alunos (ALMEIDA *et al.* 2016).

Apesar de a utilização de recursos lúdicos fazer com que a aprendizagem ocorra de forma mais natural, a maioria dos professores continuam com metodologias do século passado, resistentes, desmotivados e sem ímpeto a aplicar o novo.

Para que uma nova atividade como a aplicação de um jogo seja desenvolvida, é fundamental que o conteúdo nele proposto seja articulado com aspectos já conhecidos por esses discentes, assim, é necessário que seja usada uma linguagem mais adequada a cada tipo de público, uma vez que cada um deles possui especificidades econômicas, culturais e históricas, diversas.

Na mesma medida, a seleção de materiais para o manuseio desses conteúdos, de forma mais lúdica, deve ser realizada a partir dessa mentalidade mais atenta às individualidades de cada sujeito. É recomendado, ainda, que esse profissional precisa estar disposto a aprender mais sobre os recursos a serem acionados, assim, é necessário que ele esteja sempre atualizado, bem como é importante que se adira a uma postura mais sensível e flexível para que essa nova estratégia de ensino funcione e instigue os alunos a aprender e incorporar os estudos inerentes à genética em suas vidas cotidianas.

Essa relação dos materiais tradicionais com as exigências do mundo contemporâneo é fundamental de ser pensada no ensino atual, pois o século XXI exige que o conhecimento ensinado e aprendido seja devolvido a sociedade nos mais diversos setores, entretanto, sobretudo em relação ao ensino de Genética, é necessário que os conteúdos sejam abordados de forma mais dinâmica e menos convencional, visto que são de difícil assimilação.

Desta forma, Pavan (2014) chama a atenção para o fato de que devem ser utilizadas práticas educativas que sejam capazes de tornar esses sujeitos aptos a atuarem na sociedade de forma responsável, para tanto, antes de se finalizar esta discussão, é necessário frisar que cabe ao docente pesquisar jogos diversos para incorporarem em sua prática pedagógica. É necessário um estudo com afinco, visto que vivemos em uma era digital que, a cada novo dia, apresenta os mais diversos materiais para serem introduzidos em sala de aula, nesse sentido, é fundamental que o professor esteja sempre atento a novos jogos oriundos dos mais diferentes formatos, uma vez que a modernidade sempre cria dispositivos e aparatos novos a cada novo dia para a divulgação do conhecimento.

Nesse contexto, Almeida *et al.* (2016) aludem que são muitas as concepções de jogos que podem ser incorporadas no ensino e aprendizagem, entretanto, é de suma importância que o docente que pensa em desenvolver uma ou mais atividades lúdicas em sala de aula valorize o potencial pedagógico deste jogo escolhido. Não se trata de um ensino fragmentado em que os alunos precisam apenas decorar expressões e frases prontas.

Propõe-se aqui que os mais variados jogos sejam incorporados de modo a aprimorar as competências e habilidades desses alunos em termos de articulação do conhecimento atinente às ciências da natureza e às suas tecnologias. Assim, é

necessário que sejam criadas estratégias que possam facilitar o processo de aprendizagem por meio dos jogos.

Além disso, Almeida *et al.* (2016) frisam que o jogo lúdico possui um caráter educativo que os diferencia dos demais mecanismos de ensino, pois possibilita o autoconhecimento, o respeito por si mesmo e pelo outro, a flexibilidade, a vivência integrada entre colegas e professores, bem como há a motivação pelo ato de aprender. Esse aprendizado está atrelado à alegria e ao prazer que, usualmente, são tratados como ferramentas secundárias e, por vezes, descartáveis, visto que muitos dos professores que seguem uma tendência mais tradicional de ensino veem a alegria e o prazer como distrações, ou seja, como elementos prejudiciais tanto ao ensino quanto à aprendizagem.

Esta é uma ideia bastante errônea, visto que os recursos lúdicos influenciam, naturalmente, os seres humanos, pois todos apresentam uma tendência a esses aspectos, desde a idade infantil até a adulta, sendo assim, não pode deixar de ser introduzido em sala de aula, juntamente com a função educativa. O jogo envolve as esferas motora, cognitiva e afetiva dos indivíduos e, como tal, não pode ser visto como um aspecto secundário, pois os indivíduos, na realidade, fazem uso dessas atividades lúdicas em todos os momentos, pois são inerentes à sobrevivência humana. É importante ilustrar, também, que esses aspectos sempre se renovam, visto que estão em constante desenvolvimento intelectual e social.

Assim, o objetivo de realizar uma atividade lúdica em sala de aula não é apenas conduzir o aluno à memorização do assunto trabalhado. O escopo principal é a indução deste ao raciocínio crítico, à reflexão, ao pensamento não automático e a construção do conhecimento cognitivo, físico, social e psicomotor, além do desenvolvimento de habilidades necessárias às práticas educacionais da atualidade (ALMEIDA *et al.* 2016).

Pavan (2014) reforça esse pensamento aludindo que os jogos podem preencher as mais diversas lacunas deixadas pelos materiais tradicionais, em termos de transmissão e recepção de conteúdos. Esses devem ser acionados para impulsionar os alunos a ativarem o conhecimento prévio acerca de determinado tema, assim sendo, é a união do lúdico com o educacional (abordagem teórica do conteúdo a ser explorado pelos jogos) que fará com esse conhecimento seja

absorvido de forma mais espontânea, bem como auxilia no processo de socialização exigido quando se executa um trabalho em grupo.

A autora ainda ilustra que à medida que esse aluno cresce, é necessário que o jogo do faz de conta, por exemplo, seja substituído pelo jogo de regras o qual, por sua vez, precisa possuir elementos estruturais capazes de promover a ocorrência de novas transformações desse conhecimento a partir do desenvolvimento de processos psicológicos. Em teoria, é preciso que esses alunos estejam situados em ambientes confortáveis para que o aprendizado flua, entretanto, nas salas de aula, os professores se deparam com alunos desmotivados que possuem falta de interesse frente às aulas teóricas que se tornam, por vezes, cansativas, deste modo, como alternativa para esse problema.

Pavan (2014) propõe o uso de jogos e modelos didáticos para tornar o ensino mais dinâmico e atrativo, visto que podem propor desafios a serem investigados pelos alunos a partir dos mais diversos temas trabalhados em sala de aula. A pesquisadora reforça que os conteúdos de Genética são os que mais precisam do auxílio de jogos, uma vez que apresentam conceitos bastante abstratos e que podem estar distantes do cotidiano desses alunos. Assim, comprovou-se que a aplicação de jogos educativos tem sido uma ótima ferramenta no processo de ensino-aprendizagem, desde a fase infantil até a adulta, pois desperta o interesse, a participação, a socialização, a criatividade, a cooperação e a maturidade a partir do conteúdo ensinado nos mais diversos contextos.

Pavan (2014) entende que o jogo é considerado um elemento metodológico ideal para a formação integral do aprendiz. Nesse sentido, contribui, expressivamente, para difundir esse conhecimento aprendido na escola no meio social, assim, tem-se notado que os jogos vêm se destacando cada vez mais no contexto educacional. Eles não devem ser considerados como um brinquedo, mas sim como um instrumento rico, uma vez que se configura a partir dos mais diversos formatos e cores que estimulam a interação e a mediação em termos de formação de conceitos. Dessa forma, para que o professor atinja o seu objetivo pedagógico, é necessário que seja realizado um planejamento com propostas capazes de despertar o interesse nos alunos para que esses absorvam os conceitos apresentados nas aulas teóricas e por meio dos jogos de forma eficaz.

Mediante o exposto, é notável que os jogos didáticos têm ocupado certo espaço no ambiente educacional devido a sua capacidade de aflorar emoções e de conduzir os jogadores a uma experiência eufórica de apreciação, o que aumenta a sua motivação e interesse para enfrentar as dificuldades apresentadas e refletir acerca de determinado conteúdo. Segundo Pavan (2014), esses jogos têm sido utilizados a partir da necessidade de se melhorar o rendimento escolar dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de um conteúdo específico por meio do desenvolvimento do raciocínio, da socialização, da motivação, da curiosidade e da criatividade, uma vez que é uma forma de oportunizar a construção do conhecimento de forma espontânea, divertida, contextualizada e próxima da realidade do aprendiz.

3 OBJETIVOS

4.1 Geral

Avaliar a contribuição do uso de um jogo didático na apreensão de conceitos relevantes à aprendizagem sobre a expressão gênica e seus efeitos no desenvolvimento de habilidades e competências socioemocionais.

4.2 Específicos

- Desenvolver um jogo didático sobre expressão gênica.
- Identificar as principais dificuldades dos alunos de ensino médio em relação ao tema expressão gênica, a partir da utilização de testes e a aplicação de um jogo didático.
- Analisar por meio de observações, durante a aplicação do jogo, o efeito no desenvolvimento de competências e habilidades voltadas à aplicação dos conteúdos tratados, bem como o nível de conhecimento alcançado em relação ao tema expressão gênica.
- Ajustar o jogo didático com bases nas dificuldades apresentadas, observações do pesquisador e sugestões dos alunos durante a sua aplicação.
- Elaborar um manual com orientações para construção do jogo e suas regras.
- Elaborar uma sequência didática, para aplicação do jogo expressão gênica, para que outros professores possam reproduzir a atividade lúdica apresentada, em suas salas de aulas.

4 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Partindo da hipótese de que os métodos podem ser complementares na busca de explicações para o estudo proposto, optou-se por uma pesquisa quali-quantitativa, levando em consideração respostas ao questionário aplicado pelo pesquisador, utilizados para medir o conhecimento e a aprendizagem, quanto dados não mensuráveis, como a observação dos discentes durante a aplicação do jogo, tanto dos que estavam jogando, quanto dos que estavam observando e esperando para jogar ou que já havia participado, registrando o comportamento e manifestações humanas observáveis.

A pesquisa foi um estudo de campo, com observações de fatos e fenômenos, assim como sua análise e interpretação dos dados, com o objetivo de compreender e explicar um problema. Segundo Ferreira *et al.* 2012, trata-se de uma técnica que vem sendo utilizada em diversas áreas de conhecimento, visto que a mesma possibilita ao pesquisador extrair informações de grupos e situações que com outras técnicas se tornariam mais complexo ou mesmo impossíveis.

4.1 Procedimentos éticos

O Projeto foi submetido ao Comitê de Ética da Universidade Federal da Paraíba, tendo sido aprovado sob o número 3.159.391 (Anexo I)

Os participantes receberam os devidos esclarecimentos em sala acerca da pesquisa e colocaram sua anuência com assinatura no Termo de Assentimento (APÊNDICE A), e os menores de 18 anos, levaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE B) para que os pais assinassem e assim eles pudessem participar, expressando assim seu consentimento.

4.2 Sujeitos da pesquisa e local da pesquisa

Os sujeitos da pesquisa foram 39 alunos do 3º ano-B do ensino médio, de uma Escola Pública no município de Itaporanga - PB. Antes do início da pesquisa, os alunos foram esclarecidos do trabalho a ser desenvolvido, assinaram o termo de assentimento (APÊNDICE A), e os seus pais o TCLE (APÊNDICE B).

O Local da pesquisa se dar na Escola Estadual de Ensino Médio Adalgisa Teóduo da Fonsêca, que faz parte da 7ª Gerência Regional de Educação do Estado da Paraíba. Fundada em 1980, compreende hoje dois ciclos da educação básica: o Ensino Técnico (PRONATEC) e o Ensino Médio Regular – 1º ano ao 3º ano, contando com mais de 500 alunos distribuídos em 11 salas de aulas. A escola está situada na Rua João Silvino da Fonsêca, centro no município de Itaporanga-PB. Apresenta uma estrutura privilegiada na região, possuindo laboratórios de ciências, informática, matemática e de robótica, além de biblioteca, refeitório, banda marcial, dentre outros. Os alunos da escola residem, em sua grande maioria, na Zona Urbana. No Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) 2018, a escola obteve 463,83 de média geral, sendo a mais baixa na cidade, dentre todas as escolas de ensino médio (públicas e privadas), segundo INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira) divulgado em junho de 2019.

4.3 Descrição do jogo expressão gênica

O jogo surgiu da necessidade observada pelo pesquisador de uma ferramenta que pudesse auxiliar no processo de aprendizagem do assunto expressão gênica, em decorrência de observações ao longo dos anos de magistério e da dificuldade de assimilação deste conteúdo pelos seus discentes. Trata-se de uma caixa com as dimensões 70x60x15 cm (Figura 2), com um fundo preenchido com uma tela feita a partir de uma chapa de ferro adesivada com uma imagem de um processo de transcrição e tradução.

Figura 02 - Aparência frontal do jogo da Expressão Gênica sem os elementos de preenchimento



Fonte: O autor

A imagem contém, na porção superior, duas sequências de pequenos círculos em branco, representando os nucleotídeos de DNA e RNA, no total de 18 espaços circulares em cada fita. A primeira corresponde à fita ativa do DNA que, depois de preenchida pelos ímãs com as letras das bases nitrogenadas de Adenina (A), Timina (T), Citosina (C), Guanina (G)(Figura 3), dará início ao preenchimento da segunda fita. Esta corresponde ao RNA mensageiro e sua construção deverá utilizar os ímãs das bases de Adenina (A), Uracila (U), Citosina (C) e Guanina(G). Há também dois ímãs representando a enzima da transcrição, a RNA polimerase (Figura 4), e o Ribossomo (Figura 5).

Figura 03 - Ímãs representando os nucleotídeos



Fonte: O autor

Figura 04 - Ímã da Enzima da transcrição



Fonte: O autor

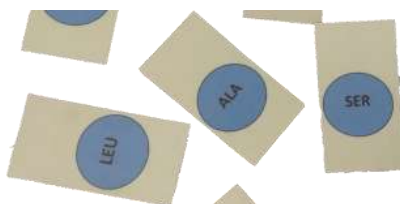
Figura 05 - Ímã do Ribossomo



Fonte: O autor

Numa pequena porção da parte inferior, a caixa foi fechada, havendo na parede voltada para frente seis espaços nos quais deverão ser introduzidas as cartas que representam os aminoácidos (peptídeos) (Figura 6), na construção do polipeptídeo. Na parte interior, onde há os seis espaços na forma de círculos, o jogador irá colocar as cartas obedecendo ao processo de transcrição.

Figura 06 - Cartas dos peptídeos



Fonte: O autor

Complementado o jogo, há as 10 cartas gabaritos (Figura 7). Os participantes irão sortear uma delas e, sem visualizar seu conteúdo, entregará ao condutor do jogo (Professor). Nelas estão descritas a fita inativa do DNA (ou fita 1), que corresponde a uma sequência de seis códons (18 nucleotídeos), única informação da carta que o aluno receberá no início do jogo. Contém também a fita ativa, que corresponde a fita complementar do DNA, que será construída a partir da fita 01. Logo abaixo segue a sequência de nucleotídeos do RNA mensageiro e em seguida a sequência de aminoácidos (Peptídeos), com ou sem a palavra END, que representa o término do polipeptídio. Outro material entregue ao aluno é a tabela com o código genético (Figura 8), que contém os 61 códons e seus respectivos aminoácidos, e 03 códons de terminalização (END), que deverão ser utilizadas na etapa da tradução.

Figura 07- Exemplos de duas das 10 Cartas Gabaritos

GABARITO 01	
FITA 01 DO DNA:	ATG TTG AGG TCG ATA CAT
FITA ATIVA DO DNA:	TAC AAC TCC AGC TAT GTA
FITA DE RNAm:	AUG UUG AGG UCG AUA CAU
SEQUÊNCIA DE AMINOÁCIDOS:	MET LEU ARG SER ILEU MET

GABARITO 02	
FITA 01 DO DNA:	ATG GCG TGG TTA CCT TAA
FITA ATIVA DO DNA:	TAC CGC ACC AAT GGA ATT
FITA DE RNAm:	AUG GCG UGG UUA CCU UAA
SEQUÊNCIA DE AMINOÁCIDOS:	MET ALA TRP LEU PRO END

Fonte: O autor

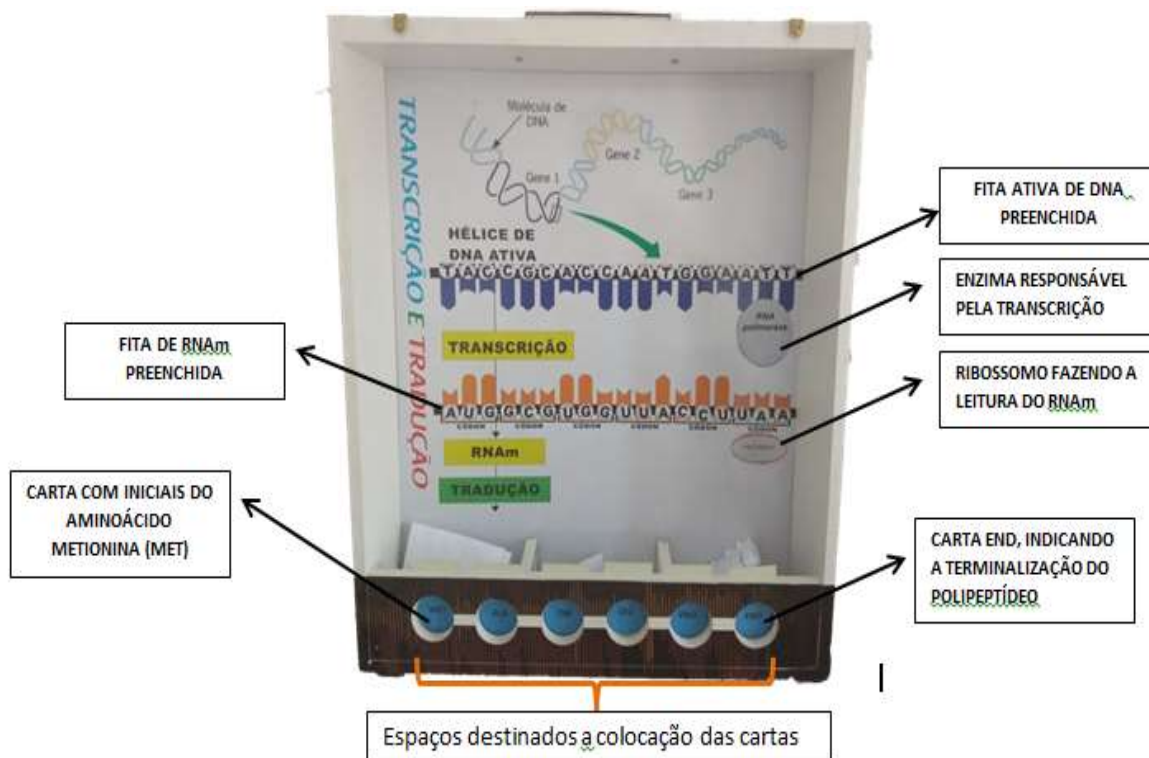
Figura 08 - Tabela do Código Genético

	U	C	A	G	
Primeira base do códon	UUU } Phe UUC } UUA } Leu UUG }	UCU } SER UCC } UCA } UCG }	UAU } Tyr UAC } UAA } UAG }	UGU } Cys UGC } UGA } UGG } Trp	U C A G
	CUU } Leu CUC } CUA } CUG }	CCU } Pro CCC } CCA } CCG }	CAU } His CAC } CAA } Gln CAG }	CGU } Arg CGC } CGA } CGG }	U C A G
	AUU } Ile AUC } AUA } AUG } Met	ACU } ACC } ACA } ACG }	AAU } Asn AAC } AAA } Lys AAG }	AGU } Ser AGC } AGA } AGG } Arg	U C A G
	GUU } Val GUC } GUA } GUG }	GCU } GCC } GCA } GCG }	GAU } Asp GAC } GAA } Glu GAG }	GGU } GGC } GGA } GGG }	U C A G
					Tercera base do códon

Fonte: Imagem do Google (<https://images.app.goo.gl/DE8MBkhuZrheGihn7>)

Um exemplo do jogo após o preenchimento pode ser visto na figura 9, com todas as identificações das etapas realizadas pela equipe.

Figura 9 - Aparência frontal do jogo da Expressão Gênica com os elementos de preenchimento.



Fonte: O autor

A estimativa para os gastos na construção desse jogo foram: R\$ 50,00 para a produção da caixa, R\$ 50,00 para a chapa de aço adesivada, R\$ 50,00 para a construção dos ímãs e cartas, totalizando R\$ 150,00.

4.4 Regras do Jogo e dinâmica de aplicação

O jogo pode ser aplicado individualmente, em dupla ou em trio. Para esta pesquisa, a dinâmica escolhida foi o jogo em dupla, com 18 equipes de 02 alunos e uma com três. Em qualquer caso, inicialmente, um aluno da equipe sorteia um dos 10 gabaritos (Figura 7) e deve entregá-lo, sem ler, ao docente. Após isso, a equipe recebe a informação da carta, correspondente a Fita 01, que lhe é copiada em um pedaço de papel e entregue ao grupo para iniciar o jogo, sendo ligado o cronômetro para marcar o tempo. Os jogadores deverão realizar as seguintes etapas: 1- construção da fita complementar do DNA (A fita ativa); 2- construção da fita do RNA mensageiro – na qual há a regra de, a medida que for se construindo essa fita, seja

deslocado o ímã da enzima RNA polimerase, etapa denominada de transcrição; 3- construção do polipeptídio, etapa denominada de tradução – na qual a regra é, ao passo que se for traduzindo os códons (que são seis na fita de RNA mensageiro), com o uso da tabela do código genético, as cartas dos aminoácidos devem ser colocadas nos seis espaços da caixa, e o ímã do Ribossomo a cada códon decifrado uma carta encaixada.

Colocada a última carta, é parado o cronômetro e registrado o tempo que foi gasto. Em seguida, o professor confere, utilizando a carta gabarito sorteada, a fita ativa construída, o RNA mensageiro construído e o polipeptídio formado.

Ganha o jogo a equipe que conseguir, em menos tempo, produzir o polipeptídio a partir da sequência de nucleotídeos da fita¹ de DNA que lhes foi dada sem cometer nenhum erro nessas etapas ou, mesmo que ocorra o erro, não seja alterada a sequência do polipeptídio, que aqui no jogo é o que chamamos de mutações sinônimas.

Caso ocorra alguma alteração no polipeptídio por mutações não sinônimas, a dupla é desclassificada. No entanto, o momento é oportuno para passar a explicação do erro cometido e sistematizar os conceitos de mutações sinônimas e não sinônimas.

O final da tradução poderá ocorrer em duas situações: com a colocação da sexta carta de aminoácido ou com a colocação da carta “END”, o que vai depender do gabarito sorteado.

4.5 Sequência de aplicação da metodologia

A sequência didática de aplicação da metodologia ocorreu em 06 aulas de 45 minutos. Na primeira aula, foi aplicado um pré-teste (APÊNDICE C) com perguntas objetivas e discursivas para sondagem dos conhecimentos prévios acerca do tema expressão gênica, assunto visto por eles no 2º Ano do ensino médio (Informação dada pelo professor da turma). Na segunda aula, foi realizado o sorteio da sequência da participação das equipes e, em seguida, explicado para os alunos sobre as regras do jogo e sobre os conceitos trabalhados no mesmo, através de uma aula expositiva. Nas aulas seguintes, terceira e quarta, uma em cada semana, foi aplicado o jogo didático (Figura 10). Após a última equipe, foi realizada a sistematização dos conhecimentos, na quinta aula, através de uma breve aula

expositiva, relatando os erros e acertos e os principais conceitos trabalhados durante o jogo. Após seis semanas dessa última aula, foram aplicados o pós-teste e um questionário avaliativo sobre a atividade (APÊNDICES D e E).

Figura 10 Jogo sendo aplicado com uma das 19 equipes



Fonte: o Autor

4.6 Testes, Questionários e Análises

As questões presentes no teste de conhecimentos, aplicado antes e após o uso do jogo, abordavam os temas molécula de DNA, transcrição, tradução, mutações sinônimas e não-sinônimas e o código genético. A avaliação do aprendizado foi feita utilizando testes semelhantes (pré-teste e pós-teste), com as mesmas questões, alterando apenas a sequência das alternativas e dos nucleotídeos em alguns casos. Segundo Sant'Anna (2014), a utilização de pré-testes objetiva averiguar de uma maneira geral, os conhecimentos adquiridos, atuando para um diagnóstico da turma, e averiguando pré-requisitos, e, assim, o professor poderá planejar estratégias de ensino. Ainda segundo a autora, aplicar o mesmo pré-teste, como teste final (pós-teste), após os trabalhos pedagógicos, serve de parâmetro para avaliar o progresso dos alunos.

A questão 1 abordava o Dogma Central da Biologia, conceito fundamental para entender o fluxo da informação genética. As questões 2 a 5 tratavam especificamente dos processos de transcrição e tradução, objetivamente tratado no jogo. As questões de 6 a 8 tratavam sobre mutações, conhecimento que emergia a partir de erros ocorrido no jogo. A questão 9 tratava da relação existente entre o número de nucleotídeos e número de aminoácidos em um polipeptídeo. E a questão 10, novamente abordava o código genético em um conceito relativo à sua redundância, no qual um aminoácido pode apresentar mais de um códon.

As questões 3, 6, 8 e 10 exigiam resposta discursiva. As demais exigiram marcar alternativa correta. Nas questões 2, 3 e 7, as quais envolviam uma fita de DNA, as bases nitrogenadas foram modificadas do pré-teste para o pós-teste, embora sendo mantida a mesma proposta da questão, numa tentativa de evitar algum viés de repetição na resposta.

O questionário de avaliação buscou obter as opiniões dos alunos sobre o jogo e seu uso para a aprendizagem, além do grau de satisfação sobre a nova ferramenta metodológica. Ele foi aplicado utilizando o Google formulários, e os alunos tiveram a oportunidade de responder em casa de forma on-line.

Os alunos deram suas respostas através de notas, que variavam de 0 a 10 e, no final, alguns emitiram sua opinião sobre o jogo da expressão gênica. Os resultados foram quantificados em termos percentuais e médias para a análise qualitativa.

5 RESULTADOS

Os 39 alunos participaram da pesquisa, formando 19 equipes, sendo uma em trio, responderam os pré-testes e pós-testes individualmente. A realização da etapa do jogo durou duas aulas de 45 minutos, em dias alternados. A ordem de participação das equipes foi definida através de um sorteio prévio, realizado na segunda aula da sequência didática.

A equipe vencedora resolveu o jogo em 3,4 minutos. Essa equipe foi a 17ª a realizar a atividade, que se deu no segundo dia de aplicação. Observamos que o tempo de resolução foi sendo reduzido da primeira à última equipe (Figura 11). A primeira equipe resolveu o jogo em 8,3 minutos e o tempo médio, considerando todas elas foi 5,07 minutos. Seis equipes cometeram uma mutação na transcrição e/ou tradução durante o jogo, todas não sinônimas, sendo assim desclassificados.

Durante a execução do jogo, as primeiras equipes questionaram a regra, alegando que as últimas tinham mais vantagens por ficarem observando as demais jogando, observando os erros, e traçando estratégias, conseguindo assim obter um menor tempo.

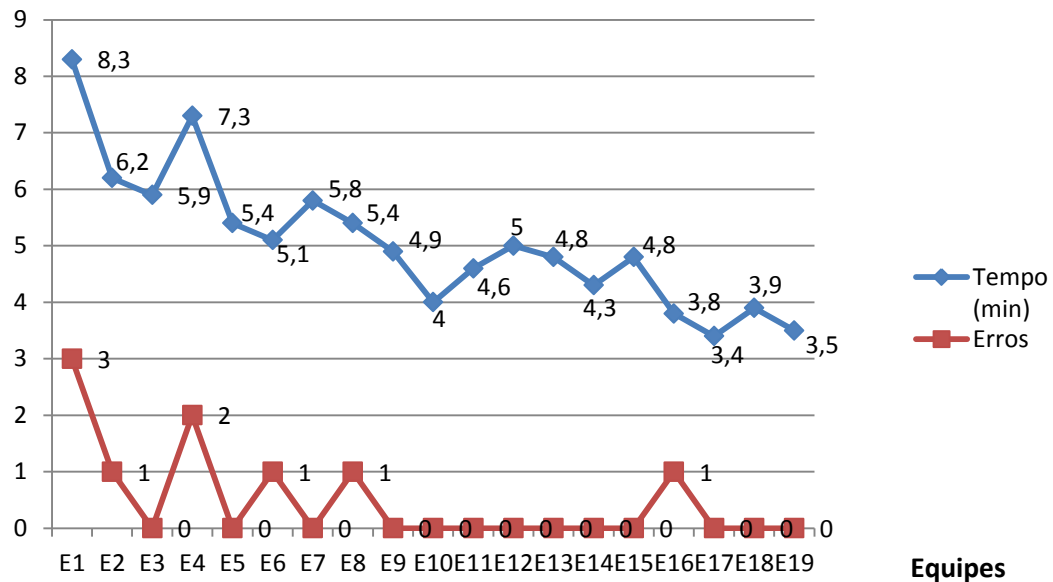
Realmente, observamos que algumas equipes, durante a execução do jogo por outra, dialogavam entre si estabelecendo como as ações seriam realizadas, p.ex.: você separa as bases enquanto eu vou colocando elas na fita.

Além disso, observamos que os alunos das primeiras equipes demonstravam ansiedade, tremiam e se diziam nervosos. Outros alunos, de outras equipes, atuavam com solidariedade, buscando acalmar e incentivando os colegas. As equipes demonstraram persistência para realizar o jogo, transparecendo desejo de solucionar e acertar as ações.

O questionamento das regras também envolveu os erros com mutações sinônimas, com a sugestão de que essas equipes fossem desclassificadas. Nesse momento, o pesquisador fez uma intervenção para explicar que nem sempre os erros decorrentes de substituições na sequência de nucleotídeos no DNA gerava proteínas com alterações em seus aminoácidos, sendo denominadas de mutações sinônimas. No entanto, as que alteravam eram denominadas de não sinônimas e poderiam gerar problemas graves no organismo, podendo levar o indivíduo à morte ou a uma vida com limitações, como no caso da anemia falciforme, quando ocorre a

substituição da base nitrogenada timina (T) por adenina (A), ocasionando a substituição do aminoácido ácido glutâmico por valina, na posição seis da cadeia β da Hemoglobina.

Figura 11 - Equipes por ordem de realização.

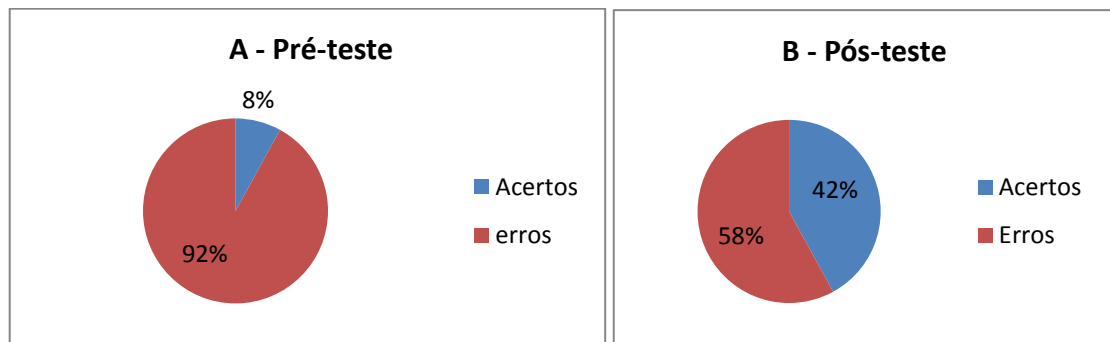


Fonte: Dados da pesquisa

Em relação aos testes, após finalizadas as coletas, durante as análises, observamos que na questão 9 havia um erro de digitação na alternativa correta no pós-teste, e por isso, ela foi desconsiderada em nossos resultados.

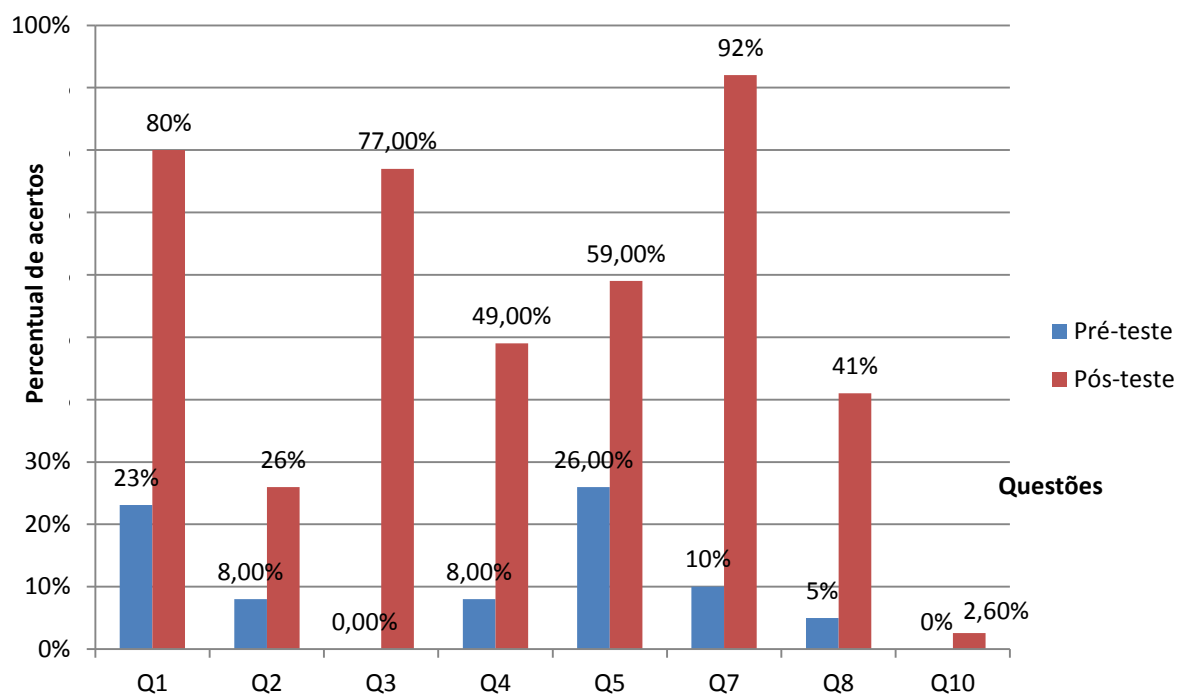
Totalizando a resposta de todas as questões de todos os estudantes, a média de acerto no pré-teste foi de 8% e no pós-teste foi de 42% (Figura 12 A e B). Contudo, houve grande variação em relação às questões (Figura 13).

Figura 12 A e B – Porcentagens de acertos e erros gerais no pré-teste e pós-teste



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 13 - Porcentagem de acertos nas questões dos testes



Fonte: Dados da pesquisa

Na primeira questão do pré-teste, 23% dos alunos marcaram a alternativa correta que era “DNA→RNA→Proteínas”, enquanto 80% responderam corretamente no pós-teste.

Nas questões 02, 03, 04 foram trabalhados conceitos relevantes na expressão gênica; a transcrição na questão 02; a transcrição e tradução na questão 03 e a identificação da enzima da transcrição na questão 04. A porcentagem de acertos no pré-teste foi de 8%, 0% e 8% respectivamente, enquanto no pós-teste foram de 26%, 77% e 49% respectivamente.

Na questão 6, nenhum aluno conseguiu responder de forma correta o conceito de mutação gênica, a qual envolvia relatar mudanças na sequência dos nucleotídeos do DNA, nem no pré-teste e nem no pós-teste.

Nesta questão, no pré-teste, obtivemos respostas como: “Mudanças ou erros no código genético”(12,8% dos alunos) “modificação no DNA” (7,7% dos alunos), “ alteração no corpo” (10,3% dos alunos), “surgimento de mutantes” (12,8% dos alunos) fazendo referência aos que eles conheciam de filmes de ficção científica, “Algo para descobrir cura de doenças ou que gera problema em órgãos/células” (7,7% dos alunos), “Seres geneticamente modificados” (5,1% dos alunos) e “Algo que ocorre com a transcrição” (5,1% dos alunos).

No pós-teste, surgiram muitas respostas inerentes às fases do jogo, principalmente, fazendo referência a “erros que alteram as proteínas” (41% dos alunos), “erros no processo de transcrição” (12,8% dos alunos), e outras menos relacionadas ao jogo e ao conceito de mutações como, “falta de enzimas no DNA” (5,1% dos alunos), “Funcionamento errado no corpo” (5,1% dos alunos), “Mudanças ou transformações” (5,1% dos alunos), “Alterações no código genético” (2,6% dos alunos).

A questão 7 trabalhou a identificação do pareamento errado entre bases, o que caracteriza as mutações, e o resultado do pré-teste foi de 10%, sendo ampliado para 92% no pós-teste. Já a questão 8, que trabalhou a diferença entre mutação sinônima e não sinônima, o número de acerto aumentou de 5% para 41%.

A questão 10, que buscou identificar se o aluno havia compreendido o conceito de redundância do código genético, teve apenas uma resposta e no pós-teste.

Sobre o questionário de avaliação, 23 alunos responderam e a maioria atribuiu notas positivas (acima de 8). Os resultados foram descritos na Tabela 01.

Tabela 01- Percentual das respostas do questionário de avaliação do jogo pelos alunos.

Questões	Notas										
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
O design do jogo é atraente (interface ou objetos, como cartas, os imãs, a caixa)?	43%	30%	3%	2%					4%		
O jogo conseguiu despertar em você o interesse pelo assunto expressão gênica?	43%	13%	17%	9%		9%				4%	4%
O conteúdo do jogo é relevante para os seus interesses.	30%	22%	26%	13%	4%	4%					
Foi fácil entender o jogo e começar a utilizá-lo?	48%	13%	13%	4%		13%		4%			4%
Ao passar pelas etapas do jogo senti confiança de que estava aprendendo?	61%	22%	9%								9%
O jogo promove momentos de cooperação e/ou competição entre as pessoas que participam.	48%	30%	17%						4%		

Fonte: Dados da pesquisa

Algumas opiniões dos alunos sobre o jogo expressão gênica:

“O jogo foi muito bom, porque com aquele tipo de jogo dá para aperfeiçoar cada vez mais nossos conhecimentos sobre o assunto.”

“Foi muito bom, interessante, aprendi muito sobre expressão gênica”

“Gostei muito do jogo, no começo foi difícil, mas com a prática deu para aprender, achei muito interessante”

“O jogo é uma forma bem interessante e dinâmica, no qual despertou o nosso interesse pelo conteúdo e facilitou até o entendimento de expressão gênica. Eu gostei muito, e se torna uma boa opção de aprendizagem.”

“Foi um jogo muito bem elaborado, fiquei muito interessado no jogo, a cada dia eu aprendi muito sobre a expressão gênica, poderia ter mais detalhes para ficar mais desafiador.”

“Foi um jogo que uniu mais as pessoas fazendo com que a forma de aprender fosse mais dinâmica.”

Os demais relataram que “o jogo foi interessante, que gostaram e aprenderam bastante”.

Analisando as respostas dos alunos no questionário, observamos que o jogo além de atrair a atenção dos estudantes, atuou como uma ferramenta de socialização, o que foi observado pelo pesquisador nas atitudes dos estudantes, quando um ajudava ao outro que estava ansioso, ou quando os que haviam jogado passavam dicas para os que ainda iriam jogar.

Partindo das análises dos resultados dos testes e do questionário, juntamente com as observações do pesquisador em relação às dificuldades dos alunos e seus comportamentos durante a aplicação do jogo didático, e também atendendo a algumas sugestões feitas pelos discentes, foi elaborado um manual de aplicação do jogo com uma sequência didática (APÊNDICE F e G), a ser disponibilizado para docentes do Ensino Médio, como produto final do TCM.

Esse manual aprimorou a utilização do jogo para explorar os conceitos de expressão gênica ampliando em relação aos que foram focalizados nesta pesquisa. Para isto, no manual, sugerimos regras diferentes daquelas aplicadas na pesquisa, embora cada docente poderá criar e explorar o jogo ao seu melhor modo.

6 DISCUSSÃO

Nossos resultados nos testes, no questionário dos alunos e as observações durante a aplicação indicaram que o uso do jogo da expressão gênica foi positivo para o processo ensino-aprendizagem dos estudantes pesquisados, corroborando com resultados positivos com uso de jogos relatados na literatura (QUERUBINO *et al.* 2011; SILVA *et al.*, 2013).

Embora o maior número de acerto das questões no pós-teste tenha sido encorajador, ele necessita ser analisado com cautela, conforme discutiremos. Na primeira questão, o uso do termo Dogma Central pode não ter sido favorável ao raciocínio do aluno no pré-teste. Esse Dogma foi proposto em 1958 por Francis Crick e define as etapas em que a informação passa de código genético para sua forma final, que são as proteínas.

Batista e Silva (2019) analisaram livros didáticos para investigar termos relativos à biotecnologia, construindo categorias de análise, entre elas o “Dogma central da biologia molecular”. Esses autores observaram que esta categoria foi a que mais se destacou com relação à quantidade de unidades de registro, sendo o livro de Amabis e Martho (2013) (aquele adotado na Escola da pesquisa) o que apresentou a maior quantidade, seguido de Lopes e Rosso (2010) e Cesar e Sezar (2005).

Entretanto, em contato com o professor que ministrou o conteúdo para esta turma, nas séries anteriores, a informação foi de que esse termo não era apresentado nos livros de biologia do ensino médio da Escola onde a pesquisa se desenvolveu. Dessa forma, embora presente no livro adotado, o conceito pode não ter sido abordado com essa definição (Dogma Central).

A semelhança entre as questões do teste e o jogo utilizado pode ter sido um fator importante. De todas as questões aplicadas, a questão 3 foi a que mais se assemelhou ao processo realizado durante a aplicação do jogo, em virtude de usar a tabela do código genético e ao final produzir um polipeptídio. O percentual de acerto maior após o jogo sugere que ele pode ter favorecido a aprendizagem do procedimento de transcrição e tradução.

Por outro lado, o resultado da questão 2, cujo percentual de acertos pós teste foi melhor, porém abaixo de 50%, pode ser indicador de que os discentes, ao invés de produzirem uma fita de RNA, e assim realizarem uma transcrição,

construíram a fita complementar do DNA, algo que também era desenvolvido durante o jogo. Esses dados podem indicar que o jogo favoreceu fortemente a aprendizagem de procedimento, podendo ser explorado melhor para somar-se à aprendizagem conceitual da atividade.

A questão 4 abordou a enzima responsável pelo processo de transcrição. Essa enzima fazia parte de uma das regras do jogo, já que sem ela não ocorreria a transcrição do DNA para o RNA. Nessa etapa do jogo, eles deveriam ficar atentos ao deslocamento do ímã representando-a. Sugerimos que esse envolvimento pode ter ajudado a fixar o nome da enzima, e poderia ter impactado o desempenho no pós-teste (de 8% para 49%). No entanto, para além da apreensão factual, seria necessária uma maior explanação pelo professor sobre as características dessa enzima e sua forma de atuação, já que o jogo tem apenas a finalidade de apresentá-la no processo.

Em relação à pergunta 05: “Quais das bases nitrogenadas abaixo é considerada uma pirimidina?” a porcentagem de acertos modificou de 25,6% para 59%. Nesse caso, a relação com o jogo pode ter sido bem mais direta. Era necessário a atenção na hora de organizar os ímãs das bases nitrogenadas para serem guardados na parte inferior da caixa, onde há uma divisão específica identificada nomeadamente para as bases púricas e para as pirimídicas. Esse procedimento levou a uma aprendizagem quase incidental, o que demonstra as várias possibilidades com um jogo. Por outro lado, apontou a necessidade de explorar a indicação desses termos de modo sistemático.

As questões 06, 07, 08 e 10 exigiam o conhecimento sobre mutações e o fato de o código genético ser degenerado ou redundante. Essas foram trabalhadas de forma indireta pelo jogo. O conceito de mutação genética e seus efeitos no organismo não foram abordados de forma clara, indicando que se trata de uma mudança na sequência de nucleotídeos ou no arranjo do DNA. O jogo explorou apenas a diferenciação entre mutações sinônimas e não sinônimas.

Na análise caso a caso, a questão 7 foi apresentada em formato muito semelhante ao jogo (fitas pareadas), exigindo a habilidade de discriminar a troca de duas bases, procedimento problematizado por diversas vezes no jogo. Desse modo, a grande diferença no desempenho pós-teste pode ter sido resultado da aprendizagem de procedimentos, tal qual discutido para as questões 2 e 3.

Por sua vez, as demais questões exigiam a escrita, implicando o raciocínio sobre os conceitos. Nenhum aluno conseguiu responder à questão 8 no pré-teste. Mas após o jogo, cerca de 40% conseguiram identificar e diferenciar as mutações sinônimas das não sinônimas. Sugerimos que a observação dos alunos, durante o erro de algumas equipes, foi o fator fundamental para esse resultado.

Embora o jogo da expressão gênica seja direcionado mais especificamente para o processo de construção da fita ativa de DNA, da fita de RNA mensageiro e para a síntese do polipeptídio, foi oportuno trabalhar o termo mutações, que são erros decorrentes no processo de replicação do DNA. E a forma encontrada para trabalhar este termo foi em relação a sua classificação em mutações sinônimas e não sinônimas, já que resultam em alterações na construção do polipeptídio.

Apenas um aluno respondeu à questão 10 no pós-teste, nos chamando a atenção para rever a explanação feita antes da aplicação do jogo, em relação ao tema abordado, sendo necessário focar na explicação do conceito do código genético ser degenerado ou redundante, indicando sua importância e relacionando com as mutações sinônimas.

Observando as respostas dos alunos ao questionário, e associando a observações durante aplicação dos jogos, nota-se que o jogo para eles, foi muito além de uma atividade lúdica, despertando o interesse pelo assunto expressão gênica, tendo a participação ativa na construção do próprio conhecimento, além de promover aprendizagens subjetivas como a socialização, solidariedade frente aos colegas e conscientização do trabalho em equipe, dessa forma alcançando a função pedagógica.

Essas análises nos permitiram sugerir que o jogo da expressão gênica tem potencial para contribuir para a fixação de conceitos importantes desse assunto. As observações durante a aplicação do jogo, como os tremores nas primeiras equipes, a ansiedade por parte de alguns alunos, o companheirismo, as reclamações sobre a vantagem das últimas equipes que estavam observando as demais jogarem e, assim, traçando estratégias, nos sugeriram que, além de ajudar no processo ensino-aprendizagem, o jogo pode ajudar os alunos a aumentarem a confiança entre eles; a ficarem mais atentos; a saberem ouvir; a não desistirem do que lhe foi proposto; a ajudarem o próximo; a trabalharem juntos para uma meta em

comum, a reivindicar, entre outros, alcançando também a função lúdica e de socialização.

A relação entre o aprendizado e os sentimentos observados nos alunos podem ser explicados por Guerra, (2011, p-9) a qual relata que, “aprendemos aquilo que nos emociona, pois neurônios das áreas cerebrais que regulam as emoções, relacionadas ao medo, ansiedade, raiva, prazer, mantêm conexões com neurônios de áreas importantes para formação de memórias, sendo assim, são as emoções que orientam a aprendizagem”. O jogo pode ser uma ferramenta alternativa para tornar o ambiente mais agradável e estimulante ao aluno, promovendo o envolvimento e facilitando a construção de conhecimentos, favorecendo aprendizagens significativas.

7 CONCLUSÃO

Nossos resultados sugerem que o uso de um jogo como ferramenta pedagógica foi positivo para a aprendizagem dos conceitos da expressão gênica, bem como habilidades procedimentais relativas ao tema, além de oferecer oportunidade para o desenvolvimento de competências socioemocionais.

Notou-se que os alunos apresentavam dificuldades em questões básicas para o entendimento da expressão gênica, como por exemplo, o pareamento entre as bases nitrogenadas, no entanto após a aplicação do jogo, passaram a ser mais ativos na construção do conhecimento, bem como passaram a compreender esses conceitos básicos biologia molecular (expressão gênica) de forma mais ampla, articulando os conhecimentos adquiridos, promovendo a construção de forma coletiva, fazendo com que o rendimento da turma melhorasse. Visto que se trata de conteúdos abstratos e de difícil assimilação, é imprescindível o casamento da teoria com a prática, o que foi alcançado via jogo, valorizando o protagonismo do aluno no intuito de ele assimilar os conteúdos.

A experiência aqui relatada permitiu estabelecer novas regras e estratégias para que este jogo contemple mais eficazmente outros conceitos trabalhados na expressão gênica, na proposição de seu manual (APÊNDICE F) com uma proposta de sequência didática (APÊNDICE G), para que os professores possam utilizar em suas aulas como metodologia alternativa possibilitando a integração entre a teoria e a prática, afim de tornar o processo educativo mais efetivo e prazeroso e assim avançarmos nas competências socioemocionais e em novas práticas, fazendo do aluno o protagonista, utilizando-se de atividades práticas, sejam elas individuais ou em grupo, com sistematizações progressivas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. M. M.; PROCHNOW, T. R.; LOPES, P. T. C. O uso do lúdico no ensino de ciências: jogo didático sobre a química atmosférica. **Revista Góndola**, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias. Bogotá, vol. 11, n. 2, p. 228-239, 2016.
- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia moderna**. 1. Ed. São Paulo: Moderna, vol. 1, 2016.
- AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: Uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Editora Plátano, 2003.
- BARROS, G. D.; SILVA, D. M. S. O Uso de um Recurso Didático como Subsídio para o Ensino de Genética. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)**, v. 9, p. 4250-4261, 2016.
- BATISTA, L. M.; SILVA, C. C. A inserção do ensino da biotecnologia nos livros didáticos de biologia. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**. Mossoró, v. 5, n. 13, p.10-28, 2019.
- BERBEL, N.A.N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina.Cienc.Soc.Hum.** Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 24 de abril de 2019.
- BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais Ensino Médio: PCNEM**. Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias – PCNEM. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 1999. 346p.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Matemática** / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC / SEF, 1998.
- CAMPOS, L. M. L.; 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. **Cadernos dos Núcleos de Ensino**, São Paulo, p. 35-48, 2003. Disponível em: <http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2002/aproducaodejogos.pdf>. Acesso em: 16 novembro de 2018.
- COSTA, M. P. S. **Escola Nova**: Renovação da escola pública burguesa, 2019. Disponível em: <http://paginapessoal.utfpr.edu.br/passos/disciplina-de-historia-da-educacao/disciplina-de-historia-da-educacao/10%20-%20ESCOLA%20NOVA.pdf>. Acesso em: 28 Ago.2019.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, Lajeado, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017. Disponível em: encurtador.com.br/dlUZ3. Acesso em: 23 jun. 2019.

DOHME, V. Atividade lúdica na educação: o caminho de tijolos amarelos do aprendizado. **Anais do XVII Encontro Regional de História – O lugar da História**. ANPUH/SPUNICAMP. Campinas, setembro de 2004. Disponível em: encurtador.com.br/giSZ8. Acesso em: 23 março de 2019.

GARDNER, H. **Frames of mind**. New York, Basic Books Inc., 1985.

FERREIRA, L. B. ; TORRECILHA FERREIRA, NARA ; MACHADO, S. H. S. **Técnica de observação em estudos de administração**. 2012. Disponível em: <https://www3.ufpe.br/moinhojuridico/images/ppgd/8.7b%20observacao%201.pdf>. Acesso em: 10 ago.2019

GUERRA, L. B.. O diálogo entre a neurociência e a educação: da euforia aos desafios e possibilidades. **Revista Interlocução**, v. 4, n. 4, p. 3-12, 2011.

GUSMÃO, G. A. S. B.; CAPILÉ, B. ; GOLDBACH, T. Reflexões sobre materiais de apoio para atividades práticas para o ensino de biologia: percepções de docentes e de licenciandos. **Revista Ciências & Idéias**, v. 3, n. 1, p. 1-13, 2011.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Bio**. São Paulo: Saraiva, 3 ed., vol. 2, 2014.

MIRANDA, S. No Fascínio do jogo, a alegria de aprender. In: **Ciência Hoje**, v.28, p. 64-66, jan/fev. 2001.

MONTENEGRO, L. A.; IORIO, A. C. P. ; ARAÚJO, M.F.F. . Produção de Modelos Didáticos no Estudo de Poríferos no Ensino Básico: Relato de Atividades. **Revista Educação Ambiental em Ação**, v. 41, p. 2, 2012.

MITRE, S. M.; BATISTA, R. S.; MENDONÇA J. M. G.; PINTO, N. M. M.; MEIRELLES, C. A. B. PORTO, C. P.; MOREIRA, T.; HOFFMANN, L. M. A. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 13, n. 2, p. 2133-2144, 2008.

MONTENEGRO, L. A.; ARAÚJO, M.F.F. ; PETROVICH, A. C. I. . Ludicidade em sala de aula: o jogo da pirâmide alimentar como uma proposta para o estudo dos alimentos e da nutrição no ensino médio. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)**, v. 1, p. 356, 2014.

MORAN, J. **Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda**, 2013. Disponível em: http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/metodologias_moran1.pdf. Acesso em: 05 Jan.2019.

MOURA, J.; DEUS, M.S.M.; GONSALVES, N.M.N.; PERON, A.P. Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**. Londrina, vol. 34, nº. 2, p. 167-174, jul./dez. 2013.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

PAVAN, L. A. **Aplicação de jogos didáticos no ensino da Genética** - uma revisão bibliográfica. 2014. 51F. Monografia. Universidade Federal do Paraná, Foz do Iguaçu, 2014.

PEDROSO, C. V. Jogos Didáticos no Ensino de Biologia: uma proposta metodológica baseada em módulo didático. In: IX Congresso Nacional de Educação e III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia, 2009, Curitiba/PR. **Anais do IX Congresso Nacional de Educação e III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia**. Curitiba: Champagnat, 2009.

QUERUBINO, A. L. V. G.; MITTMANN, J. Uma Proposta Lúdica para o ensino de Genética e Biologia Molecular no Ensino Médio. In: **Semana de Iniciação Científica**, 2011, São José dos Campos. INIC, 2011.

ROCHA, L. S. **Estratégias metodológicas para ensinar Genética no Ensino Médio**. 2013. 47 F. Monografia - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.

SANT'ANNA, I. M.. **Por que Avaliar? Como Avaliar?:** Critérios e Instrumentos. 17. ed. Petropolis: Vozes, 2014. 144p

SILVA, M. I. ; PINHEIRO, S. B. ; MENDES, S. A. B. A. ; CAMPELO, T. W. M. ; SANTOS, Y. V. S. ; GROSS, M. C. ; RODRIGUES, D. P. . Jogo AminoUNO: uma ferramenta alternativa para o ensino da síntese de proteínas no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**, v. 1, n.1, p. 37-53, 22 de Nov. 2013.

SILVA, L. M.; MOURA, R. W. S. O Jogo e a Aprendizagem Significativa. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA, 3., 2013, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: REALIZE EVENTOS E EDITORA, 2013.

SOUSA, C. R. C.; LACERDA, M. S. B.; LIMA, T. V. V. Ensino de Biologia: O Jogo Didático como Estratégia Metodológica. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Edição 9. Ano 02, Vol. 06. pp 5-20, dezembro de 2017.

APÊNDICES

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA
EM REDE NACIONAL

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**Dados de identificação**

Título do Projeto: “USO DE UM JOGO DIDÁTICO COMO METODOLOGIA ATIVA NO ENSINO DO CONTEÚDO EXPRESSÃO GÊNICA”

Pesquisador Responsável: Clistenes Klayton Leite de Sousa

Orientador: Prof^a. Dra. Fabíola da Silva Albuquerque

Nome do participante: _____

Idade: _____

Responsável legal: _____

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário, do projeto de pesquisa “**USO DE UM JOGO DIDÁTICO COMO METODOLOGIA ATIVA NO ENSINO DO CONTEÚDO EXPRESSÃO GÊNICA**”, de responsabilidade do pesquisador Clistenes Klayton Leite de Sousa.

Leia cuidadosamente o que segue e após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso aceite fazer parte do estudo, assine ao final deste documento.

Declaro ter sido esclarecido sobre os seguintes pontos:

1. O trabalho tem por objetivo investigar percepção dos alunos do Ensino Médio a respeito de conhecimentos básicos de genética (expressão gênica), estabelecendo seu grau de conhecimento, bem como desenvolver um jogo didático que possa auxiliar na apropriação do conteúdo.

2. A minha participação nesta pesquisa consistirá em responder anonimamente um pré-teste e um pós-teste na forma de um questionário disponível em um aplicativo (Google formulários).
3. A minha participação neste projeto deverá ter a duração de *20 minuto*.
4. Não terei nenhuma despesa ao participar da pesquisa e poderei deixar de participar ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, e não sofrerei qualquer prejuízo.
5. Fui informado e estou ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação.
6. Meu nome será mantido em sigilo, assegurando assim a minha privacidade, e se eu desejar terei livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante e depois da minha participação.
7. Fui informado que os dados coletados serão utilizados, única e exclusivamente, para fins desta pesquisa.
9. Qualquer dúvida, pedimos a gentileza de entrar em contato com Clistenes Klayton Leite de Sousa, pesquisador responsável pela pesquisa, telefone: (83) 99939-5765, e-mail: klaytonbio@hotmail.com.

Declaro ter sido informado e concordo em participar, como voluntário, do projeto de pesquisa acima descrito.

_____, _____ de _____ de 2019.

Assinatura do participante/responsável legal

CLISTENES KLAYTON LEITE DE SOUSA
Pesquisador

Clistenes Klayton Leite de Sousa

(83) 99939-5765/ klaytonbio@hotmail.com

PROFBIO – Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional

Centro de Ciências Exatas e da Natureza

UFPB, Campus I – Cidade Universitária CEP: 58.051-900 – João Pessoa-PB

CEP – Conselho de Ética em Pesquisa

Centro de Ciências da Saúde – 1º andar

UFPB, Campus I – Cidade Universitária CEP: 58.051-900 – João Pessoa-PB

(83) 3216 7791 / eticaccsufpb@hotmail.com

APÊNDICE B – TERMO DE ASSENTIMENTO

TERMO DE ASSENTIMENTO

(No caso do menor entre 12 a 18 anos)

Você está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa **“USO DE UM JOGO DIDÁTICO COMO METODOLOGIA ATIVA NO ENSINO DO CONTEÚDO EXPRESSÃO GÊNICA”**. Nesta pesquisa pretendemos “analisar o potencial pedagógico de uma ferramenta didática, o jogo da expressão gênica, para alunos do ensino médio.”.

O motivo que nos leva a estudar esse assunto é “oferecer ao aluno a possibilidade de aprender de maneira autônoma, e de forma significativa, através de tentativas pessoais, esse estudo torna-se relevante por fomentar o uso de um jogo didático que poderá contribuir para a aprendizagem de conceitos importantes para a compreensão da Expressão gênica.”.

Para esta pesquisa adotaremos o(s) seguinte(s) procedimento(s): O jogo será constituído de uma caixa com as dimensões 70x60x15 cm, com um fundo preenchido com uma tela feita a partir de uma chapa de ferro, adesivada com uma imagem de um processo de transcrição e tradução, com alguns espaços em branco, (para preenchimento com ímãs que representarão as bases nitrogenadas). Na parte inferior da caixa, haverá espaços para serem introduzidas cartas que representarão os aminoácidos (peptídeos) na construção da proteína. O jogo será aplicado em duas turmas de ensino médio, de uma escola pública no município de Itaporanga-PB, onde serão aplicados inicialmente um questionário com perguntas que irão avaliar os principais conceitos de genética, interesse e motivação pelo tema, após isso será aplicado um pré-teste com perguntas objetivas para sondagem dos conhecimentos acerca do tema expressão gênica, em seguida será aplicado o jogo didático pelo professor da turma e logo depois será aplicado um pós-teste para avaliar a eficácia do jogo didático e um outro questionário para avaliar o grau de satisfação sobre o jogo e opiniões dos alunos. Os testes objetivos (pré-teste e pós-teste) serão aplicados em sala e os questionários serão aplicados utilizando o Google Formulários, onde o discente não precisará se identificar, e responderão de forma online. Para participar desta pesquisa, o responsável por você deverá

autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido (a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido (a) pelo pesquisador que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação. Esta pesquisa apresenta **“RISCO MÍNIMO”**. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, você tem assegurado o direito à indenização. Os resultados 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. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias: uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você. 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.

Eu, _____, portador (a) do documento de Identidade _____ **(se já tiver documento)**, fui informado (a) dos objetivos da presente pesquisa, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. 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 dessa pesquisa. Recebi uma cópia deste termo de assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas *dúvidas*.

João Pessoa, ____ de _____ de 20__.

Assinatura do (a) menor

Assinatura do (a) pesquisador (a)

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

Pesquisador Responsável: Clistenes Klayton Leite de Sousa

Endereço: Av Dandão Severino, Nº 83

CEP 58780-000

Fone: (83) 99939-5765

E-mail: klaytonbio@hotmail.com

Ou

Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba Campus I - Cidade Universitária - 1º Andar – CEP 58051-900 – João Pessoa/PB

(83) 3216-7791 – E-mail: **comitedeetica@ccs.ufpb**

APÊNDICE C – Modelo de questionário pré-teste aplicado aos estudantes das turmas participantes do estudo.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA –PROFBIO

Prezado discente:

Desde já, gostaria de agradecer por sua colaboração com este estudo, cujo objetivo é compreender a contribuição do uso de jogos didáticos para a aprendizagem dos conteúdos abordados em genética molecular. Este é um dos temas abordados no ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) – importante forma de ingresso no ensino superior público e privado no Brasil. Suas informações são muito importantes para a realização deste trabalho.

PARTE I – Conhecimento sobre os conteúdos do tema expressão gênica.

1- Qual das alternativas abaixo corresponde ao Dogma central da biologia molecular?

- a) Proteínas → DNA → RNA
- b) RNA → Proteínas → DNA
- c) DNA → Proteínas → RNA
- d) DNA → RNA → Proteínas

2- Marque nas alternativas abaixo, a única que corresponde a um processo de transcrição da fita de DNA que segue:

ATTCGATCC

- a) AUUGCTACG
- b) TAAGCTAGG
- c) ATTCTGATCC
- d) UAAGCUAGG

3- Observando um trecho de uma fita de DNA abaixo, e a tabela dos códigos genéticos, faça uma transcrição e uma tradução do material genético:

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

Trecho de fita de DNA: TAC TAG CGA GCT ATG AGC

Transcrição: _____

Tradução: _____

4- Por qual das enzimas abaixo o processo de transcrição é catalizado?

- a) Lipase
- b) DNA polimerase
- c) RNA polimerase
- d) Amilase

5- Quais das bases nitrogenadas abaixo é considerada uma pirimidina?

- a) Adenina
- b) Guanina
- c) Timina

6- O que você entende por mutações ?

7 – Identifique no trecho de uma molécula de DNA abaixo, circulando o local onde ocorreu uma mutação no processo de transcrição.

Fita de DNA : ATC GA T ACT GAC TTA

Transcrição: UAG CUA U TA CUG ACU

8- Na questão anterior a mutação é do tipo sinônima ou não-sinônima? Justifique!

9- Um polipeptídio que apresente 321 aminoácidos serão codificados por quantos nucleotídeos?

- a) 321
- b) 963
- c) 1284
- d) 642

10- o que você entende quando dizemos que o código genético é degenerado ou redundante?

APÊNDICE D – Modelo de questionário pós-teste aplicado aos estudantes das turmas participantes do estudo.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA –PROFBIO

Prezado discente:

Desde já, gostaria de agradecer por sua colaboração com este estudo, cujo objetivo é compreender a contribuição do uso de jogos didáticos para a aprendizagem dos conteúdos abordados em genética molecular. Este é um dos temas abordados no ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) – importante forma de ingresso no ensino superior público e privado no Brasil. Suas informações são muito importantes para a realização deste trabalho.

PARTE I – Conhecimento sobre os conteúdos do tema expressão gênica.

1- Qual das alternativas abaixo corresponde ao Dogma central da biologia molecular?

- a) DNA→Proteínas→RNA
- b) Proteínas →DNA→RNA
- c) RNA→Proteínas→DNA
- d) DNA→RNA→Proteínas

2- Marque nas alternativas abaixo, a única que corresponde a um processo de transcrição da fita de DNA que segue:

ATT CGA TCG

- a) UUA GCU AGC
- b) AAU GCT ACG
- c) TTA GCT AGG
- d) ATT CGA TCC

3- Observando um trecho de uma fita de DNA abaixo, e a tabela dos códigos genéticos, faça uma transcrição e uma tradução do material genético:

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

Trecho de fita de DNA: TAA TAC CGT GCT ATG TGC

Transcrição: _____

Tradução: _____

4- Por qual das enzimas abaixo o processo de transcrição é catalizado?

- a) Lipase
- b) DNA polimerase
- c) RNA polimerase
- d) Amilase

5- Quais das bases nitrogenadas abaixo é considerada uma pirimidina?

- a) Adenina
- b) Guanina
- c) Timina

6- O que você entende por mutações ?

7 – Identifique no trecho de uma molécula de DNA abaixo, circulando o local onde ocorreu uma mutação no processo de transcrição.

Fita de DNA : ATC GAT ACT GAC TTA

Transcrição: UAGCUC UGA CUG AAC

8- Na questão anterior a mutação é do tipo sinônima ou não-sinônima? Justifique!

9- Um polipeptídio que apresente 321 aminoácidos serão codificados por quantos nucleotídeos?

- a) 121
- b) 963
- c) 1284
- d) 119

10- O que você entende quando dizemos que o código genético é degenerado ou redundante?

APÊNDICE E– Imagem do questionário de avaliação do jogo aplicado aos estudantes da turma participante do estudo via Google formulário.

PERGUNTAS

RESPOSTAS 23

Questionário de avaliação do jogo da Expressão gênica

Gostaríamos que você respondesse as questões abaixo para nos ajudar a melhorar este jogo. Todos os dados são coletados anonimamente e somente serão utilizados no contexto desta pesquisa.

O design do jogo é atraente (interface ou objetos, como cartas, os imãs, a caixa)? *

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐

O jogo conseguiu despertar em você o interesse pelo assunto expressão genica ? *

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐

O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses. *

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐

Foi fácil entender o jogo e começar a utilizá-lo? *

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐

Ao passar pelas etapas do jogo senti confiança de que estava aprendendo? *

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐

O jogo promove momentos de cooperação e/ou competição entre as pessoas que participam. *

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐

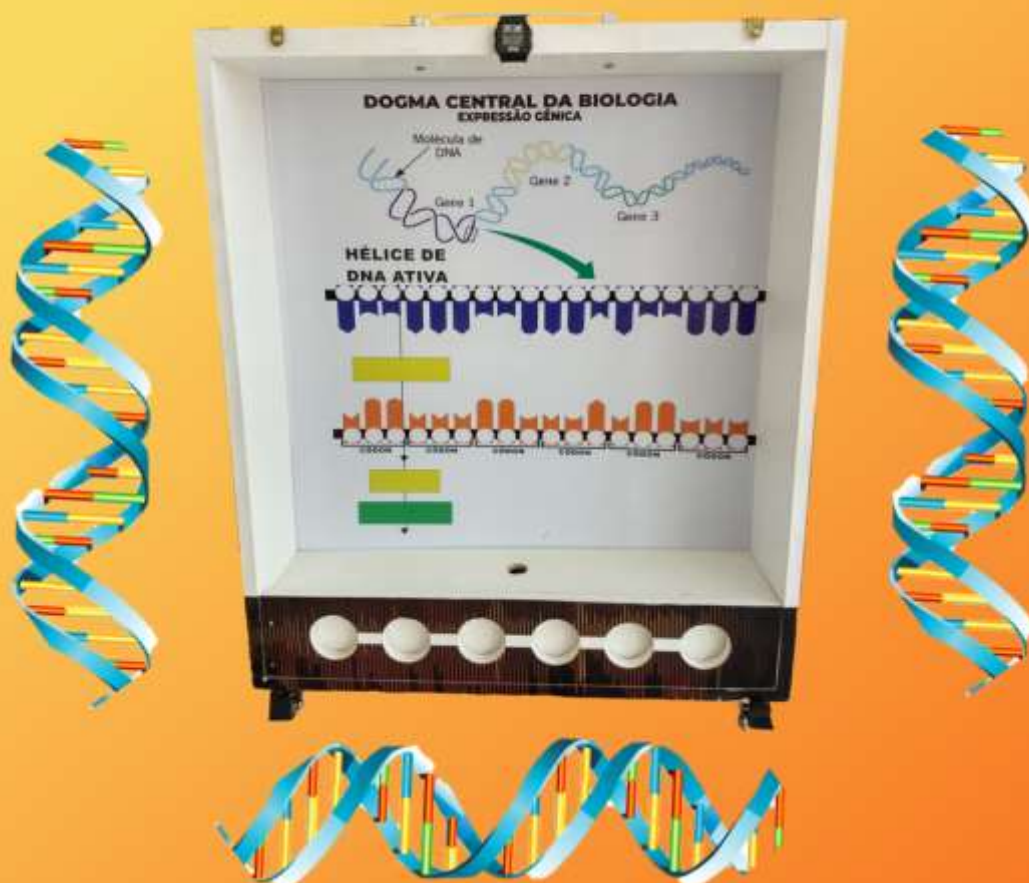
Deixe sua opinião pessoal sobre o jogo da expressão gênica aplicado em sua sala!

Texto de resposta longa

APÊNDICE F – MANUAL DO JOGO (PRODUTO FINAL)

JOGO DA EXPRESSÃO GÊNICA

MANUAL DO PROFESSOR



AUTOR: CLISTENES KLAYTON LEITE DE SOUSA
CO-AUTORA: DR^a FABIÓLA DA SILVA ALBUQUERQUE

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO DO JOGO _____	64
2 PLANEJAMENTO PEDAGÓGICO PARA O USO DO JOGO _____	65
3 OBJETIVOS CONCEITUAIS POSSÍVEIS COM O JOGO _____	66
4 ESTRUTURA FÍSICA DO JOGO _____	66
5 APLICAÇÃO DO JOGO _____	70
6 COMPETIÇÃO E PEDAGOGIA: A FUNÇÃO DOCENTE _____	72
REFERÊNCIAS _____	74
APENDICE 1 _____	75

JOGO DA EXPRESSÃO GÊNICA

1 APRESENTAÇÃO DO JOGO

A hereditariedade está entre os principais temas das Diretrizes Curriculares de Biologia (DCN), uma vez que o fluxo da informação genética é considerado o Dogma Central da Biologia. Desta forma, este tema deve estar presente nos livros didáticos do ensino médio (BATISTA; SILVA, 2019). De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, os conceitos e as habilidades relacionados a expressão gênica e ao material genético são fundamentais para compreender a hereditariedade (PCNEM, BRASIL, 1999).

A expressão gênica engloba uma série de passos que vai da síntese de uma molécula de RNA, a partir de uma sequência de bases na molécula de DNA (gene), até a síntese de uma proteína, a partir das informações contidas no de RNA. A abordagem apenas teórica deste tema traz pouca chance de aprendizagem para os estudantes. Consonante a isto, as DCN incentivam o uso de metodologias ativas que visem o protagonismo dos estudantes e estimulem sua autonomia.

Os jogos didáticos representam uma estratégia pedagógica que permite o protagonismo estudantil e cria um ambiente propício à aprendizagem, ao se aproveitar a motivação interna dos estudantes para o brincar, direcionando-a na construção do conhecimento (SOUSA; LACERDA; LIMA, 2017; KISHIMOTO, 2011).

O Jogo da Expressão Gênica consiste em um aparato no qual se realiza uma competição para ver qual equipe consegue, seguindo as regras, realizar os processos de transcrição e tradução gênica corretamente e em menor tempo.

O jogo pode ser utilizado na aprendizagem conceitual e procedimental dos processos de transcrição e tradução gênica, o que incluía identificação dos nucleotídeos e a classificação das bases em púricas e pirimídicas, a função catalizadora da enzima da transcrição, a função do ribossomo na leitura do RNA mensageiro, a formação dos peptídeos e o manuseio da tabela do código genético. Oportunamente, o jogo pode abordar a aprendizagem sobre as mutações sinônimas e não-sinônimas.

Além de conceitos e procedimentos, o jogo poderá permitir o desenvolvimento de habilidades como a atenção, a observação, a comparação, a classificação, a interpretação, o raciocínio lógico e a criatividade, bem como o

exercício de atitudes e valores como a persistência, a reflexão, o posicionamento crítico, o trabalho em equipe, a cooperação, a competitividade, a autoestima, a autoconfiança, a solidariedade, o respeito às regras, o respeito ao outro e a responsabilidade.

2 PLANEJAMENTO PEDAGÓGICO PARA O USO DO JOGO

Uma vez que o Jogo da Expressão Gênica representa um exercício dos processos de transcrição e tradução gênica, ele poderá ter melhor aproveitamento se os participantes do jogo tiverem algum conhecimento inicial desses conceitos.

O aspecto competitivo envolvido no jogo necessita ser tratado com atenção pelo (pela) docente, pois é preciso capitalizar a motivação associada à competição em prol da atenção e da compreensão dos fenômenos conceituais e procedimentais envolvidos, ao mesmo tempo em que os aspectos atitudinais necessitam ser orientados e problematizados.

Para seguir as regras do jogo, cujo tempo é um dos elementos de competição, muitas dúvidas e esclarecimentos sobre o assunto não poderão ser fornecidos durante as jogadas. Nesse sentido, é fundamental a retomada dos assuntos com a adequada sistematização após o jogo, momento no qual as dúvidas poderão ser sanadas. Sugere-se ao(a) docente anotações cuidadosas sobre todo o transcorrer da realização do jogo.

Considerando os aspectos elencados anteriormente, apresentamos a seguir uma possibilidade de sequência de ensino sobre DNA e Expressão Gênica em cinco aulas (45 min. cada), para uma turma com 30 estudantes organizada em duplas e levando em conta que a jogada de uma equipe dura, em média, 5 min. A avaliação do tema poderá ser incorporada a avaliação da Unidade, na qual a sequência estará inserida, ou poderá se constituir em uma sexta aula.

1ª aula – levantamento de conhecimentos prévios e problematização do tema DNA e Expressão Gênica;

2ª aula – aula dialogada com a apresentação dos conceitos do tema;

3ª aula – explicação do jogo e suas regras, definição das equipes, sorteio da ordem de participação, e início da competição;

4ª aula – continuação da competição;

5ª aula – aula dialogada para a sistematização dos conhecimentos;

3 OBJETIVOS CONCEITUAIS POSSÍVEIS COM O JOGO

- Identificar e diferenciar as bases púricas e pirimídicas, utilizando-as corretamente nos processos de transcrição.
- Identificar e ser capaz de realizar descritivamente as etapas da expressão gênica (transcrição e tradução), com a produção de proteínas (polipeptídios)
- Compreender que as fitas de DNA são antiparalelas e que a síntese de RNA é feita no sentido $5' \rightarrow 3'$.
- Compreender a importância e a função da enzima RNA polimerase e dos ribossomos nos processos.
- Identificar as consequências de possíveis erros nas etapas da transcrição e tradução do material genético.
- Compreender o conceito de mutações e ser capaz de diferenciar entre os tipos sinônima ou não-sinônima.
- Relacionar a expressão gênica à formação e ao desenvolvimento das características dos organismos.

4 ESTRUTURA FÍSICA DO JOGO

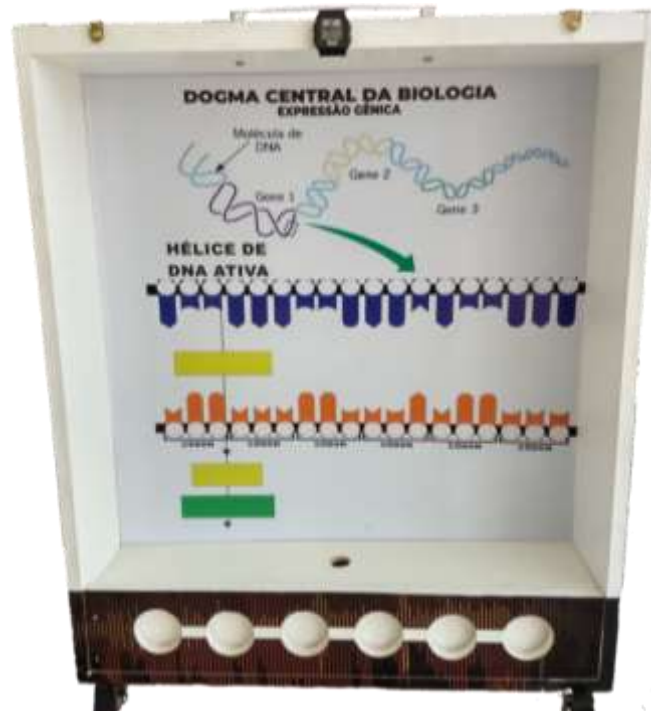
O jogo deve ser estruturado em forma de caixa (altura 70 cm, largura de 60 cm e profundidade de 15 cm), com as laterais em madeira (1,5 cm de espessura) e o fundo constituído por uma chapa de ferro, na qual será adesivada uma imagem de base para guiar os processos de transcrição e tradução (Figura 1).

Na parte inferior da caixa, deverá haver um espaço delimitado por um frontal de madeira (altura 10 cm e espessura 1,5 cm) recortada em seis espaços redondos para representar o polipeptídio a ser formado. O espaço interno formado pelo frontal e o fundo da caixa poderá ser útil para guardar os elementos móveis do jogo (ímãs e cartas) quando não utilizado e poderá ter uma tampa, também confeccionada em madeira (Figura 1).

A imagem a ser adesivada na chapa de ferro deverá conter uma representação de uma fita de DNA (a qual será considerada a hélice de DNA ativa) e, abaixo dela, uma representação da fita de RNAm. Em ambas as fitas, deverão existir espaços em branco para a colocação dos ímãs representantes das respectivas bases, durante a execução dos processos de transcrição e tradução em

uma jogada. Também deverá conter o espaço para nomeação das etapas, representados por retângulos coloridos (Figura 1).

Figura 1 – Caixa do Jogo da Expressão Gênica



Fonte: próprio autor

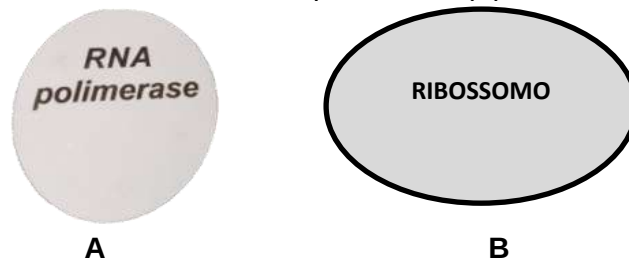
Entre os elementos móveis, deverão constituir o jogo objetos recortados de folha de ímã (ou manta imantada) e adesivados com sua identificação: 50 círculos (2 cm diâmetro) com as letras das bases púricas (G e A) e pirimídicas (T, C, U), sendo 10 de cada (Figura 2); duas elipses (4 cm de diâmetro maior) com a identificação da enzima RNA polimerase e do ribossomo (Figura 3); quatro círculos (2 cm de diâmetro) com a identificação 5' e 3', sendo dois de cada, para indicação do sentido da transcrição nas fitas de DNA e RNA (Figura 4); três retângulos com os nomes RNAm, TRANSCRIÇÃO e TRADUÇÃO em cor equivalente a do espaço do adesivo do fundo da caixa (Figura 5).

Figura 2 – ímãs das bases



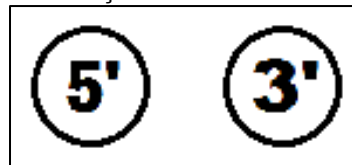
Fonte: próprio autor

Figura 3 – ímãs da enzima RNA polimerase (A) e do Ribossomo (B)



Fonte: próprio autor

Figura 4 – Ímãs com as indicações dos sentidos das fitas de DNA e RNA



Fonte: próprio autor

Figura 5 – Ímãs de identificação das etapas da expressão gênica e do RNAm



Fonte: próprio autor

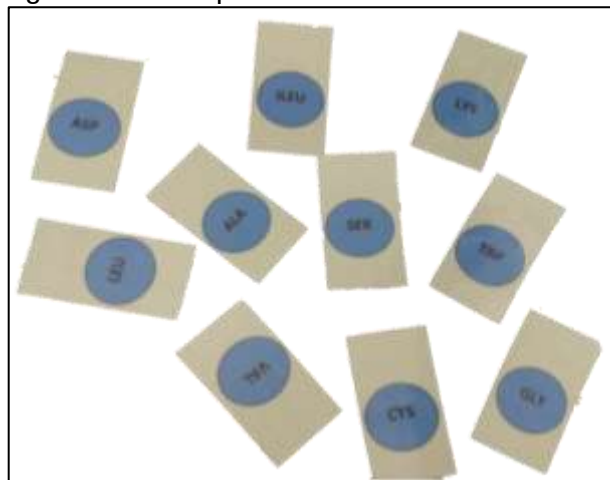
Outros elementos móveis deverão ser as cartas, impressas em papel cartão e posteriormente plastificadas: 40 cartas com as siglas dos 20 aminoácidos (naturais e essenciais) (Tabela 1), sendo duas de cada, e duas cartas com o termo END (ou FIM), para serem colocadas nos respectivos espaços do frontal quando da formação e finalização da sequência do polipeptídio, conforme o respectivo códon (Figura 6); e 10 cartas com os gabaritos das etapas do processo da expressão gênica cada uma contendo a fita 01 (fita inativa), a fita ativa do DNA, a fita de RNA mensageiro e a sequência dos aminoácidos (Apêndice 1).

Além dos ímãs e cartas, o jogo deve conter a tabela do código genético, impressa e plastificada (Figura 7). E, fixado na parte superior da caixa, um cronômetro para registrar o tempo de execução, o qual pode consistir em um relógio digital que possua essa função, retirando-se a pulseira (Figura 8).

Tabela 1. Lista dos aminoácidos e suas siglas

NOME	SIGLA	NOME	SIGLA
Alanina	Ala	Leucina	Leu
Arginina	Arg	Lysina	Lys
Asparagina	Asn	Metionina	Met
Ácido aspártico	Asp	Fenilalanina	Phe
Cisteína	Cys	Prolina	Pro
Ácido glutâmico	Glu	Serina	Ser
Glutamina	Gln	Treonina	Thr
Glycine	Gly	Triptofano	Trp
Histidina	His	Tirosina	Tyr
Isoleucina	Ile	Valina	Val

Figura 6 – Exemplos das cartas de aminoácidos



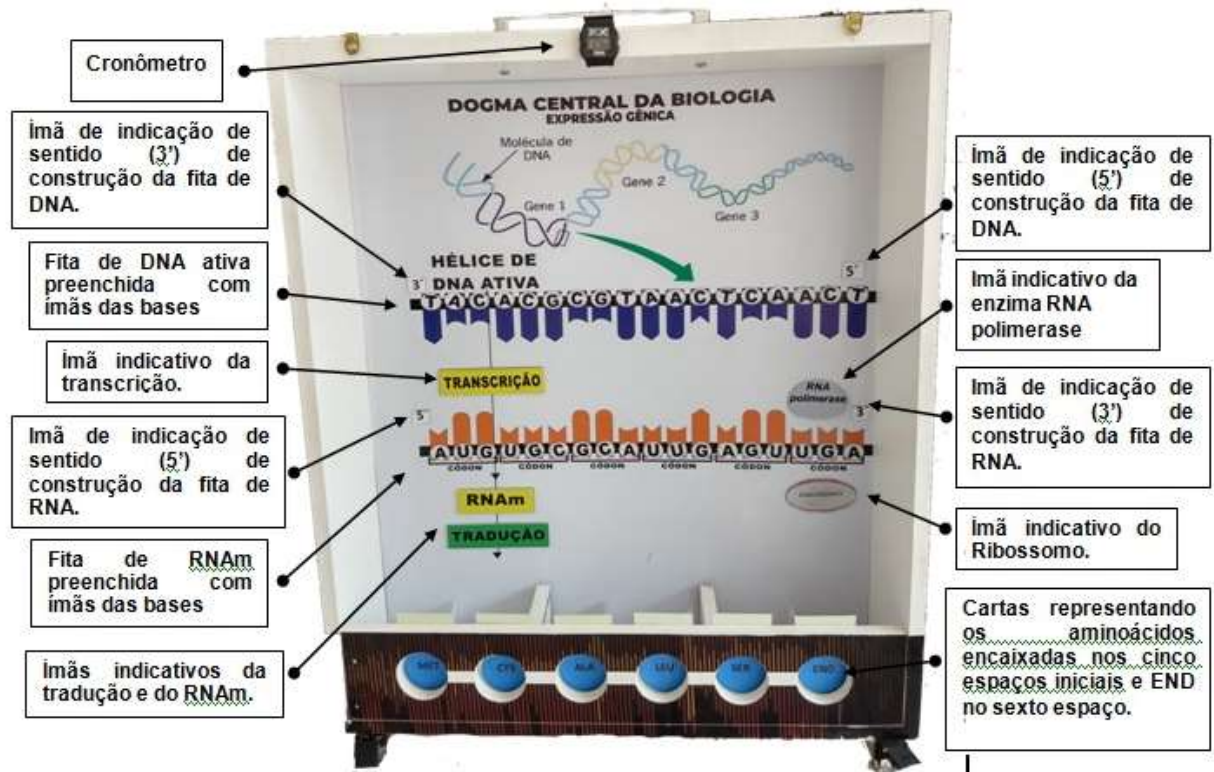
Fonte: próprio autor

Figura 7 - Tabela do código genético

Primeira Posição Extremidade 5'	Segunda Posição				Terceira Posição Extremidade 3'
	U	C	A	G	
U	Fen Fen Leu Leu	Ser Ser Ser Ser	Tir Tir FIM FIM	Cis Cis FIM Trp	U C A G
C	Leu Leu Leu Leu	Pro Pro Pro Pro	His His Gln Gln	Arg Arg Arg Arg	U C A G
A	Ile Ile Ile Met	Trn Trn Trn Trn	Asn Asn Lis Lis	Ser Ser Arg Arg	U C A G
G	Val Val Val Val	Ala Ala Ala Ala	Asp Asp Glu Glu	Gli Gli Gli Gli	U C A G

Fonte: encurtador.com.br/wLNTU

Figura 8 - Jogo da Expressão Gênica após sua completa execução



Fonte: próprio autor

5 APLICAÇÃO DO JOGO

Organização dos elementos do jogo

De início, o(a) docente deverá observar o local adequado para a colocação da caixa do jogo, considerando que os estudantes necessitarão ter algum acesso visual a ele, mesmo quando não estiverem jogando, para observar os demais competidores.

Deverá separar os ímãs e as cartas em local acessível e próximo à caixa. Trazer para a sala de aula as cartas com os gabaritos dentro de um envelope para permitir o sorteio secreto e trazer a tabela do código genético para o uso no momento adequado. Deverá também se certificar que o cronômetro está funcionando corretamente e zerá-lo para o início da competição.

Com todos os elementos organizados, o(a) docente deverá apresentar o jogo – a caixa e os elementos presentes nela, os ímãs e seus significados e as

cartas – e explicar as regras, realizando em seguida o sorteio da ordem de participação das equipes.

Definição das Equipes

A competição pode ser individual, considerando a possibilidade de turma pequena com 20 estudantes ou menos. Em turmas maiores, a aplicação individual poderá ocupar muito tempo para sua realização.

A formação de duplas ou trios otimiza o tempo de aplicação e ainda incentiva ações em equipe, elaboração de estratégias, definição de papéis durante a execução etc.

Embora não exista nenhum impedimento para a formação de equipes com maior número de integrantes, será preciso que o(a) docente analise como poderá avaliar a participação de cada um dos integrantes e a oportunidade de aprendizagem que o jogo poderá oferecer para cada um deles.

Regras

A primeira equipe deve sortear uma carta de gabarito do envelope. Sem olhar seu conteúdo, entregara carta ao(a) docente. Este deverá escrever em um papel a fita de DNA (fita 01) para servir de molde para a jogada. Então, orientará que a equipe se posicione na frente da caixa, entregará o papel e ligará o cronômetro.

A equipe deverá iniciar a construção da fita ativa do DNA da caixa do Jogo da Expressão Gênica, escolhendo e aplicando os ímãs das bases nos espaços em branco e adicionando os ímãs relativos ao sentido da transcrição (5' e 3').

Imediatamente, sem interrupção, deverá inserir a identificação TRANSCRIÇÃO em seu local próprio e seguir na construção da fita do RNAm, do mesmo modo, escolhendo e aplicando os ímãs das bases nos espaços em branco daquela fita e adicionando os ímãs relativos ao sentido da transcrição (5' e 3'). Neste momento, a equipe também deverá utilizar (e deslocar) o ímã relativo a RNA polimerasse.

Seguindo no jogo, nesta etapa, o(a) docente deverá fornecer a tabela do código genético para equipe que, então, deverá inserir os ímãs relativos ao RNAm e ao título TRADUÇÃO e, usar (e deslocar) o ímã do ribossomo, ao mesmo tempo em

que vão escolhendo e inserindo nos espaços do frontal da caixa os aminoácidos codificados pelos códons formados.

Quando a equipe terminar a tradução, com a colocação da sexta carta do aminoácido na caixa ou com a colocação da carta “END”, dependendo do gabarito recebido e da localização do códon de terminalização, o(a) docente deverá parar o cronômetro registrando o tempo da equipe.

Ao final da jogada, se a equipe cometeu alguma das infrações: não deslocar a enzima RNA polimerase durante a transcrição, não deslocar o ribossomo durante a tradução, não identificar os sentidos das fitas, o(a) docente comunicará a desclassificação.

Uma vez que o(a) docente estará de posse da carta de gabarito sorteada, ele rapidamente poderá saber se a equipe cometeu algum erro que representa uma mutação não sinônima, ou seja, que resultou em alteração da sequência dos aminoácidos. Nesse caso, o(a) docente indicará a mutação e comunicará a desclassificação. Caso o erro represente uma sinônima, o(a) docente deverá indicar a mutação, mas a equipe não será desclassificada, uma vez que a sequência de aminoácidos não terá sido alterada.

Ganhará o jogo a equipe que realizar toda a jogada sem erro e em menor tempo. Nesse caso, equipes que cometeram mutações sinônimas só poderão sair vencedoras se todas as demais também tiverem incorrido em erro semelhante.

6 COMPETIÇÃO E PEDAGOGIA: A FUNÇÃO DOCENTE

A motivação primária de uma participante de uma competição é vencer. No Jogo da Expressão Gênica, após as jogadas das primeiras equipes, logo ficará evidente que os primeiros competidores não terão condições de vencer. Haverá grande chance de as regras do jogo serem questionadas em algum momento.

Enquanto uma equipe joga, as demais podem observar “como” deve ser uma jogada e, com isso, também podem estabelecer uma estratégia de ação, inclusive dividindo tarefas entre os integrantes. Este aspecto revela o potencial de desenvolvimento de muitas habilidades objetivadas pelo jogo: a capacidade de observar, raciocinar, concluir e a organização da ação em equipe. Soma-se a isto o espaço para aprendizagem com o erro dos colegas, nos momentos de desclassificação com a indicação do erro por parte do(da) docente.

Nesse sentido, durante uma jogada, o(a) docente deverá se manter atento(a) não só aos integrantes da equipe em ação, mas aos demais estudantes presentes e em suas ações. Registrar essas observações poderá ser útil para sistematizar os “ganhos” do jogo, para além da aprendizagem conceitual, na aula posterior, enfatizando os aspectos positivos e problematizando situações negativas.

Por outro lado, caso ocorra o questionamento das regras, tem-se um momento próprio para o diálogo em relação as demais oportunidade de “ganho” que estavam presentes também no jogo e o que significava competir, ainda sem se obter a vitória. Há que se aproveitar também para orientar os mecanismos corretos para questionamentos de regras estabelecidas e, desse modo, pode-se propor que a discussão seja adiada para a aula de sistematização e nela, inclusive, as regras poderão ser redimensionadas para ajustar a desvantagem dos competidores iniciais.

Apesar de ser um jogo, conforme cada pessoa, a participação nele poderá gerar algum desconforto como ansiedade ou até medo (em virtude da possibilidade do erro). Vencer essas situações poderá ser oportunidade tanto para o desenvolvimento desses estudantes, quanto poderá ser momento para outros expressarem solidariedade e cooperação.

REFERÊNCIAS:

BATISTA, L. M.; SILVA, C. C. A inserção do ensino da biotecnologia nos livros didáticos de biologia. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**. Mossoró, v. 5, n. 13, p.10-28, 2019.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais Ensino Médio: PCNEM**. Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias – PCNEM. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 1999. 346p.

KISHIMOTO, T. M. **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. 14 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

SOUSA, C. R. C.; LACERDA, M. S. B.; LIMA, T. V. V. Ensino de Biologia: O Jogo Didático como Estratégia Metodológica. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Edição 9. Ano 02, Vol. 06. pp 5-20, dezembro de 2017.

APÊNDICE 1

GABARITO 01

FITA 01 DO DNA: 5' ATG TTG AGG TCG ATA CAT 3'

FITA ATIVA DO DNA: 3' TAC AAC TCC AGC TAT GTA 5'

FITA DE RNAm: 5' AUG UUG AGG UCG AUA CAU 3'

SEUQUÊNCIA DE AMINOÁCIDOS: MET LEU ARG SER ILEU HST

GABARITO 02

FITA 01 DO DNA: 3' AGT CGC TGT CCC ATC TAA 5'

FITA ATIVA DO DNA: 5' TCA GCG ACA GGG TAG ATT 3'

FITA DE RNAm: 3' AGU CGC UGU CCC AUC UAA 5'

SEUQUÊNCIA DE AMINOÁCIDOS: SER ARG CIS PRO ISO END

GABARITO 03

FITA 01 DO DNA: 3' ACT CTT GTT GCA AAA TAT 5'

FITA ATIVA DO DNA: 5' TGA GAA CAA CGT TTT ATA 3'

FITA DE RNAm: 3' ACU CUU GUU GCA AAA UAU 5'

SEUQUÊNCIA DE AMINOÁCIDOS: TER LEU VAL ALA LIS TIR

GABARITO 04

FITA 01 DO DNA: 5' AGG GGA TGT TAC TCT TGA 3'

FITA ATIVA DO DNA: 3' TCC CCT ACA ATG AGA ACT 5'

FITA DE RNAm: 5' AGG GGA UGU UAC UCU UGA 3'

SEUQUÊNCIA DE AMINOÁCIDOS: ARG GLI CIS TIR SER END

GABARITO 05

FITA 01 DO DNA: 3' ATG CGC TGT AAA TAT TAG 5'

FITA ATIVA DO DNA: 5' TAC GCG ACA TTT ATA ATC 3'

FITA DE RNAm: 3' **AUG CGC UGU AAA UAU UAG** 5'

SEUQUÊNCIA DE AMINOÁCIDOS: MET ARG CIS LIS TIR END

GABARITO 06

FITA 01 DO DNA: 5' ATG CCA TCG AAA CAT TAC 3'

FITA ATIVA DO DNA: 3' TAC GGT AGC TTT GTA AUG 5'

FITA DE RNAm: 5' **AUG CCA UCG AAA CAU UAC** 3'

SEUQUÊNCIA DE AMINOÁCIDOS: MET PRO SER LIS HIS TIR

GABARITO 07

FITA 01 DO DNA: 5' ATG CAA CAT CCT GTT TAA 3'

FITA ATIVA DO DNA: 3' TAC GTT GTA GGA CAA ATT 5'

FITA DE RNAm: 5' **AUG CAA CAU CCU GUU UAA** 3'

SEUQUÊNCIA DE AMINOÁCIDOS: MET GLU HIS PRO VAL END

GABARITO 08

FITA 01 DO DNA: 3' ATG TCA GTC TTC TCC TAG 5'

FITA ATIVA DO DNA: 5' TAC AGT CAG AAG AGG ATC 3'

FITA DE RNAm: 3' **AUG UCA GUC UUG UCC UAG** 5'

SEUQUÊNCIA DE AMINOÁCIDOS: MET SER VAL LEU SER END

GABARITO 09

FITA 01 DO DNA: 3' ATG TTG CCA TTT GTA TTA 5'

FITA ATIVA DO DNA: 5' TAC AAC GGT AAA CAT AAT 5'

FITA DE RNAm: 3' AUG UUG CCA UUU GUA UUA 5'

SEUQUÊNCIA DE AMINOÁCIDOS: MET LEU PRO FEN VAL LEU

GABARITO 10

FITA 01 DO DNA: 5' ATG AAA GTC ATT TAG GTA 3'

FITA ATIVA DO DNA: 3' TAC TTT CAG TAA ATC CAT 5'

FITA DE RNAm: 5' AUG AAA GUC AUU UAG GUA 3'

SEUQUÊNCIA DE AMINOÁCIDOS: MET LIS VAL ISO END

ANEXOS

ANEXO1 – Parecer do Comitê de Ética da Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: USO DE JOGO DIDÁTICO PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DE GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO.

Pesquisador: CLISTENES KLAYTON LEITE DE SOUSA

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 02157018.3.0000.5188

Instituição Proponente: Universidade Federal da Paraíba

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.159.391

Apresentação do Projeto:

O Projeto de Pesquisa-USO DE JOGO DIDÁTICO PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DE GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO- é da responsabilidade de CLISTENES KLAYTON LEITE DE SOUSA/PROFBIO/CCEN/UFPB.

Orientador: Profª Fabíola S. Albuquerque.

Desenho:

Esse estudo apresentará uma pesquisa qualitativa e quantitativa (GIL, 2001). Os métodos qualitativos aqui produzirão informações sobre o caso particular estudado, e quaisquer conclusões mais gerais serão apenas proposições. Será confeccionado um jogo, onde será aplicado e posteriormente avaliado o efeito de tal jogo didático como recurso pedagógico para o ensino de genética (expressão gênica) em turmas de alunos de ensino médio de uma escola pública em Itaporanga- PB.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo central:

Investigar percepção dos alunos do Ensino Médio a respeito de conhecimentos básicos de genética (expressão gênica), estabelecendo seu grau de conhecimento, bem como desenvolver um jogo didático que possa auxiliar na apropriação do conteúdo .

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ecs.ufpb.br

**UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA**



Continuação do Parecer: 3.159.391

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Não há riscos previsíveis para os participantes;

Benefícios:

Os jogos são uma alternativa viável e interessante, pois podem preencher muitas lacunas deixadas pelo processo de transmissão-recepção de conhecimentos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O referido Projeto de Pesquisa, está descrito com as diversas etapas necessárias para que o mesmo seja desenvolvido: apresentação, desenho do estudo, resumo, introdução, objetivos, riscos/benefícios, metodologia, cronograma, orçamento e outros. Está escrito de forma objetiva e de ótima compreensão contemplando todas etapas do Projeto.

A documentação exigida pela Resolução 466/2012/CNS/MS que regulamenta as pesquisas envolvendo seres humanos está incluída no Processo, como folha de rosto, TCLE, certidão, modelo de questionário, Termo de Assentimento e outros.

Metodologia:

-pesquisa qualitativa e quantitativa,

-será constituído por um jogo- uma caixa com as dimensões 70x60x15 cm, com um fundo preenchido com uma tela feita a partir de uma chapa de ferro, adesivada com uma imagem de um processo de transcrição e tradução, com alguns espaços em branco, (para preenchimento com ímãs que representarão as bases nitrogenadas). Na parte inferior da caixa, terão espaços para serem introduzidas cartas que representarão os aminoácidos (peptídeos) na construção da proteína;

-jogo será aplicado em duas turmas de ensino médio, de uma escola pública no município de Itaporanga-PB;

-serão aplicados também, inicialmente, um questionário com perguntas que irão avaliar os principais conceitos de genética, interesse e motivação pelo tema;

-Análise de Dados: se dará através das análises qualitativa e quantitativa da aplicação dos questionários.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação encontram-se coerentes com o tema abordado no Projeto, e foram incluídos os documentos solicitados.

Endereço: UNIVERSITÁRIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOÃO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

**UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA**



Continuação do Parecer: 3.159.391

Recomendações:

Aprovado.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Certifico que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – CEP/CCS aprovou a execução do referido projeto de pesquisa.

Outrossim, informo que a autorização para posterior publicação fica condicionada à submissão do Relatório Final na Plataforma Brasil, via Notificação, para fins de apreciação e aprovação por este egrégio Comitê.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1215148.pdf	10/12/2018 09:18:06		Aceito
Outros	TERMO_ASSENTIMENTO.pdf	10/12/2018 09:17:07	CLISTENES KLAYTON LEITE DE SOUSA	Aceito
Outros	TERMO_ANUENCIA.pdf	10/12/2018 09:16:30	CLISTENES KLAYTON LEITE DE SOUSA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	10/12/2018 09:15:52	CLISTENES KLAYTON LEITE DE SOUSA	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO.pdf	26/11/2018 08:18:44	CLISTENES KLAYTON LEITE DE SOUSA	Aceito
Outros	DOC.pdf	23/10/2018 21:00:38	CLISTENES KLAYTON LEITE DE SOUSA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO.pdf	23/10/2018 20:55:38	CLISTENES KLAYTON LEITE DE SOUSA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA



Continuação do Parecer: 3.159.381

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

JOAO PESSOA, 21 de Fevereiro de 2019

Assinado por:
Eliane Marques Duarte de Sousa
(Coordenador(a))

Endereço: UNIVERSITARIO S/N
Bairro: CASTELO BRANCO **CEP:** 58.051-900
UF: PB **Município:** JOAO PESSOA
Telefone: (83)3216-7791 **Fax:** (83)3216-7791 **E-mail:** comitedeetica@ccs.ufpb.br

ANEXO 2: Termo de Anuência



**GOVERNO
DA PARAÍBA**

viva
o trabalho.

**7ª GERÊNCIA REGIONAL DA EDUCAÇÃO
EEEM ADALGISA TEÓDULO DA FONSECA
ITAPORANGA – PB**

ESTADO DA PARAÍBA
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO
EEEM Adalgisa Teódulo da Fonseca - PB
CNPJ: 07.344.820/0001-02

ESTADO DA PARAÍBA
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO
EEEM Adalgisa Teódulo da Fonseca - PB
CNPJ: 07.344.820/0001-02

TERMO DE ANUÊNCIA

A Direção da E.E.E.M Adalgisa Teódulo da Fonseca está ciente e de acordo com a execução do projeto de pesquisa **“USO DE JOGO DIDÁTICO PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DE GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO”** do pesquisador **Clistenes Klayton Leite de Sousa**, vinculado às atividades do Programa de Pós Graduação, Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO/UFPB), pela instituição associada UFPB, sob a orientação da **Profª Drª Fabíola Albuquerque da Silva** do Departamento de Fisiologia e Patologia, do Centro de Ciências da Saúde, da Universidade Federal da Paraíba.

Desse modo, reafirmamos apoio e colaboração na realização da pesquisa.

Itaporanga, 10 de Dezembro de 2018.


Geraldo Pedro de Sousa
Diretor Escolar
Aut.: 11.208
Mat.: 143.767-4

Geraldo Pedro de Sousa
Gestor Escolar