



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS URUÇUI
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

AMANDA LETÍCIA BORGES SARAIVA

**UTILIZAÇÃO DO JOGO “LINHAS BIOTECNOLÓGICAS” COMO FERRAMENTA
DIDÁTICA PARA A DISCUSSÃO DE CONTEÚDOS RELACIONADOS À
BIOTECNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO**

URUÇUI-PI

2024

AMANDA LETÍCIA BORGES SARAIVA

**UTILIZAÇÃO DO JOGO “LINHAS BIOTECNOLÓGICAS” COMO FERRAMENTA
DIDÁTICA PARA A DISCUSSÃO DE CONTEÚDOS RELACIONADOS À
BIOTECNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Lic. em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Uruçuí.

Orientador: Prof. Me. Tyago Henrique Alves
Saraiva Cipriano

Coorientador: Prof. Dr. Ícaro Fillipe de Araújo
Castro

URUÇUÍ-PI

2024

UTILIZAÇÃO DO JOGO “LINHAS BIOTECNOLÓGICAS” COMO FERRAMENTA DIDÁTICA PARA A DISCUSSÃO DE CONTEÚDOS RELACIONADOS A BIOTECNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO

Amanda Letícia Borges Saraiva¹
Tyago Henrique Alves Saraiva Cipriano²
Ícaro Fillipe de Araújo Castro³

RESUMO

Apesar das inúmeras possibilidades metodológicas, a disciplina de Biologia ainda é predominantemente ensinada de forma tradicional na educação básica. Existe uma necessidade crescente de diversificar as abordagens metodológicas, especialmente em conteúdos com alto nível de complexidade, abstração ou dificuldade de compreensão, como a biotecnologia. Dessa forma, a diversificação das estratégias de ensino permite ao professor reconhecer e atender a diferentes estilos de aprendizagem, além de promover a inclusão dos alunos como participantes ativos na construção de seu próprio conhecimento. Este trabalho buscou avaliar a utilização de um jogo relacionado à Biotecnologia como ferramenta para a discussão desse conteúdo no contexto do Ensino Médio. A referida pesquisa é classificada como descritiva, de caráter quanti-qualitativo e tem como público-alvo discentes do terceiro ano do ensino médio de uma Instituição Federal de ensino localizada em Uruçuí, Piauí. Aos discentes foram apresentados os objetivos da pesquisa e realizado o convite à participação. O discente somente teve a sua participação efetivada por meio da concordância concedida através de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) aos maiores de idade, e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) destinado aos responsáveis dos menores participantes. Após a aprovação, os participantes preencheram o questionário um (Q1), que continha perguntas para explorar suas percepções sobre conteúdos relacionados à biotecnologia, além de questões de vestibulares brasileiros para avaliar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema. Após a aplicação do Q1, foi realizada uma aula sobre os principais tópicos de biotecnologia, seguida pela aplicação do jogo didático "4 linhas" sobre o tema abordado. Em seguida, foi aplicado o questionário dois (Q2), que incluía as mesmas questões de vestibulares presentes no Q1, além de perguntas que visavam avaliar a percepção dos alunos sobre a ferramenta de ensino utilizada. Para a análise dos dados, foram feitas comparações percentuais das respostas dos participantes, e as questões de vestibulares foram analisadas estatisticamente utilizando o teste de *McNemar*. Os resultados mostraram uma ampla aprovação dos alunos ao método de ensino empregado, evidenciando que ele teve um impacto positivo no aprendizado dos conteúdos. Assim, destacamos a importância de diversificar as metodologias e incorporar aulas mais envolventes e lúdicas para promover uma aprendizagem significativa e enriquecer o processo de construção do conhecimento.

Palavras-chave: Ensino de genética; Modelos didáticos; Estratégias de ensino.

¹ Licencianda em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Uruçuí. E-mail: amandaletici00@gmail.com

² Mestre em Biologia Celular e Molecular Aplicada; Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. E-mail: tyagohenrique98@gmail.com

³ Professor Doutor do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Uruçuí. E-mail: icaro.castro@ifpi.edu.br

SUMMARY

Despite the countless methodological possibilities, the discipline of Biology is still predominantly taught in a traditional way in basic education. There is a growing need to diversify methodological approaches, especially in content with a high level of complexity, abstraction or difficulty in understanding, such as biotechnology. In this way, the diversification of teaching strategies allows the teacher to recognize and respond to different learning styles, in addition to promoting the inclusion of students as active participants in the construction of their own knowledge. This work sought to evaluate the use of a game related to Biotechnology as a tool for discussing this content in the context of High School. This research is classified as descriptive, of a quantitative and qualitative nature and its target audience is students in the third year of high school at a Federal Education Institution located in Uruçuí, Piauí. The research objectives were presented to the students and an invitation to participate was made. The student only had his/her participation effected through the agreement granted through a Free and Informed Consent Form (ICF) for adults, and the Free and Informed Assent Form (TALE) intended for those responsible for the minor participants. After approval, participants completed questionnaire one (Q1), which contained questions to explore their perceptions about content related to biotechnology, as well as questions from Brazilian university entrance exams to assess students' prior knowledge on the topic. After applying Q1, a class was held on the main biotechnology topics, followed by the application of the didactic game "4 lines" on the topic covered. Then, questionnaire two (Q2) was applied, which included the same entrance exam questions present in Q1, in addition to questions that aimed to evaluate students' perception of the teaching tool used. For data analysis, percentage comparisons of participants' responses were made, and the entrance exam questions were statistically analyzed using the McNemar test. The results showed broad student approval of the teaching method used, showing that it had a positive impact on learning the content. Therefore, we highlight the importance of diversifying methodologies and incorporating more engaging and playful classes to promote meaningful learning and enrich the knowledge construction process.

Keywords: Teaching genetics; Didactic models; Teaching strategies.

1 INTRODUÇÃO

A Biotecnologia engloba uma complexa rede de conhecimentos em que a ciência e a tecnologia se complementam, assimilando a ciência básica e a ciência aplicada, com uma característica interdisciplinar, podendo abranger inúmeras áreas, que vão desde a biologia molecular e genética, até outras como a bioquímica, a engenharia química, a zootecnia e o controle de processos, dentre outras aplicações (De Meira Gusmão; Da Silva; Medeiros, 2017).

Existem diversos conceitos para Biotecnologia, o que demonstra que essa área vem sendo modificada de acordo com os novos conhecimentos adquiridos quase que diariamente sobre os seres vivos e seus produtos. Dentre as inúmeras definições para o termo, podemos dizer que a Biotecnologia estaria associada, de modo geral, ao conjunto de tecnologias que alteram e otimizam organismos vivos e suas partes, células, organelas e moléculas, para gerar produtos, processos e serviços com aplicações econômicas em saúde humana e animal, agricultura e, também, no meio ambiente (Do Nascimento; Saraiva, 2019).

Apesar da importância econômica e social atrelada ao estudo da biotecnologia, observa-se, ainda, dificuldades no entendimento de diversos temas relacionados ao assunto. Essas dificuldades frequentemente surgem devido à grande quantidade de terminologias científicas e conceitos específicos relacionados à temática em questão, além da falta de ligação desses conceitos ao conhecimento prévio dos alunos (Fialho, 2013). Os ensinamentos sobre a Biotecnologia visam desenvolver nos indivíduos e na sociedade, bases da cultura científico-tecnológica, sendo essa inevitável para captar seus alcances e seus limites, bem como poder beneficiar o ser humano (Malajovich, 2017).

Apesar da notória presença da biotecnologia na sociedade, como a clonagem, as células troncos, a terapia gênica, os transgênicos e a produção de vacinas, observa-se uma maior necessidade da presença desses temas em sala de aula, principalmente no contexto das disciplinas de ciências e biologia, presentes no ensino fundamental e ensino médio, respectivamente. As dificuldades relacionadas ao conhecimento da biotecnologia também se ampliam pela forte presença de termos específicos, bem como pela dificuldade em se visualizar estruturas e processos, principalmente por se encontrarem em um campo microscópico.

Nesse cenário, se exige do professor uma maior atenção a essa área,

visando desenvolver um estímulo ao interesse dos alunos por esses temas, por meio da diversificação de metodologias de ensino. As aulas de biologia devem ser atrativas e estimular os discentes a desenvolver e construir seu próprio conhecimento (Nícola; Paniz, 2017). Entretanto, percebe-se um uso majoritário de aulas expositivas com estímulo à memorização de conceitos e passividade dos discentes.

Dessa forma, apontamos que uma diversificação metodológica no contexto da educação básica permite que muitos dos conhecimentos, antes distantes, se tornem mais acessíveis ao educando, tornando o ensino mais igualitário. Docentes comprometidos com a sua missão pedagógica e o papel de formador de futuros cidadãos, devem enfrentar os desafios impostos ao seu cotidiano docente e, dessa forma, diversificar metodologicamente as suas práticas para atender aos diferentes ritmos de aprendizagem (Menezes; Carvalho; Martins, 2022).

Nesse cenário, os jogos didáticos se mostram como uma excelente alternativa para a construção de conteúdos para o ensino de ciências e biologia. A aplicação de jogos no ensino de Biotecnologia se torna ainda mais viável, devido ao destaque dessa área na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), à sua complexidade, e à limitação de recursos e laboratórios nas escolas públicas (Fontenele; Martins, 2022). Por isso, esse trabalho buscou avaliar a utilização do jogo “em 4 linhas” como uma ferramenta didática para a discussão de conteúdos relacionados à Biotecnologia no ensino médio.

2 METODOLOGIA

2.1 A Pesquisa

A pesquisa possui finalidade aplicada, com natureza experimental e abordagem qualitativa e quantitativa. Quanto aos objetivos, é do tipo exploratória, uma vez que visa uma primeira aproximação do pesquisador com o tema proposto (Fontelles et al., 2009). Sua execução se deu no âmbito do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, *campus* Uruçuí (IFPI - Uruçuí), contando com a participação de uma turma do terceiro ano do Ensino Médio.

Anteriormente à execução, realizaram-se visitas ao IFPI - Uruçuí, as quais buscavam a aprovação da gestão e de um docente de biologia, visando o

prosseguimento da pesquisa. Dada a anuência, solicitou-se ao docente sua integração ao planejamento da pesquisa, bem como a disponibilidade de suas aulas para aplicação do projeto.

2.2 Escolha do Tema

Frente aos avanços tecnológicos relacionados à área nos últimos anos, o protagonismo que esta apresenta na Base Nacional Curricular Comum, bem como a dificuldade de entendimento, escolheu-se trabalhar tópicos relacionados à biotecnologia (Brasil, 2017). Os livros didáticos de Biologia do Ensino Médio geralmente tratam a Biotecnologia de maneira superficial, destacando-a brevemente ou relacionando-a a outros temas biológicos em introduções curtas ou textos em destaque. Portanto, é crucial discutir esses conteúdos, pois são de grande relevância para o ambiente escolar. (De Sousa et al., 2021).

O livro de Ciências da Natureza adotado pela instituição de ensino na qual se realizou a pesquisa tem por título: “Ciências da Natureza Lopes e Rosso”, e possui seis volumes que integram a obra. Os temas referentes à biotecnologia são trabalhados no livro de volume seis, que tem por título “Mundo tecnológico e Ciências aplicadas”, sendo utilizado pelos discentes que se encontram cursando o terceiro ano do Ensino Médio.

No tema dois do livro “Ciências da Natureza Lopes e Rosso” é abordado sobre o conteúdo de “Biotecnologia”, aborda os tópicos sobre tecnologia do DNA recombinante, clonagem de DNA e produção de medicamentos, técnica de reação em cadeia da polimerase (PCR), CRISPR: uma nova ferramenta para editar, DNA terapia e vacina gênica, clonagem de plantas e de animais, organismos transgênicos, proteoma e biologia sintética. Dessa maneira, esses tópicos contextualizam os temas de modo a torná-los relevantes e significativos para o público-alvo, destacando como o livro simplifica os conteúdos e conceitos complexos da biologia, tornando-os mais compreensíveis e acessíveis sem comprometer a profundidade.

2.3 O jogo

Escolheu-se um jogo que utiliza uma base já existente chamado de “Quatro Linhas”, e este foi adquirido através do link:

https://shopee.com.br/product/411885931/8653972698?gad_source=1&gclid=CjwKC_Ajw-O6zBhASEiwAOHeGxZTDKDLbSaQdPXdA2wJt93-enNeaTZIT3_JSte08W7RVvswUmf3HhxoCMkkQAvD_BwE&is_from_signup=true.

“Quatro Linhas” é um do jogo de quebra-cabeça para dois jogadores, também conhecido como "Connect Four" ou como um jogo da velha em um nível totalmente diferente. O objetivo do jogo é fazer com que quatro peças de cores iguais se alinhem em fila tanto na vertical como na horizontal antes do outro jogador.

Você escolhe a cor da sua peça no jogo. Existem várias peças disponíveis para preencher um tabuleiro inicialmente vazio. Os competidores alternam para colocar suas peças nos espaços, tentando conectar quatro peças da sua cor em linha. Uma vez que uma peça é colocada, ela não pode ser movida, o competidor ganha ao formar uma linha de quatro peças da sua cor, como observado na Figura 1.

Figura 1: Representação do jogo quatro linhas.



Fonte: Autoria própria (2024)

Realizou-se a adaptação do referido jogo para que este fosse utilizado na discussão de temas da biotecnologia e, por isso, recebeu o nome de “Linhas Biotecnológicas”. Para isso, confeccionou-se cartas com perguntas referentes aos diversos conteúdos de biotecnologia previamente trabalhados em sala, os quais foram reforçados no jogo. As cartas abordaram temas referentes ao conceito de biotecnologia, técnicas de DNA Recombinante, células tronco, técnica de reação em

em cadeias polimerase (PCR) e suas etapas, clonagem e alimentos transgênicos. As perguntas utilizadas se encontram disponibilizadas nos apêndices deste trabalho.

2.4 Aplicação da metodologia e coleta de dados

Após o planejamento do jogo “Linhas Biotecnológicas”, realizou-se uma visita aos discentes de uma turma de terceiro ano do ensino médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí e apresentou-se aos discentes os objetivos e procedimentos da pesquisa. Após esse momento, os discentes foram convidados a participar da pesquisa por meio de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para os alunos maiores de idade, ou um Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) para os menores de idade.

Posteriormente, em data combinada com os discentes e docente, foi realizada uma nova visita à escola, para recolhimento dos termos aplicados, e prosseguimento da pesquisa. Todas as outras etapas ocorreram nas duas horas de aula disponibilizadas pelo docente titular da escola, na qual inicialmente foi aplicado um primeiro questionário (Q1) e, em seguida, foi realizada uma aula sobre o conteúdo de Biotecnologia. Após esse momento, houve a realização do jogo e, ao final, a aplicação do segundo questionário (Q2).

O Q1 continha perguntas objetivas e subjetivas e estava subdividido em três seções. A primeira seção permitiu a identificação do participante, com questões relacionadas ao nome, sexo e idade. A segunda seção buscou conhecer as percepções dos participantes em relação à Biotecnologia, e a última seção foi composta por questões vestibulares e Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), que buscavam avaliar os conhecimentos dos participantes. Os questionários podem ser observados nos apêndices deste material.

Para realizar a aplicação do jogo, os alunos foram organizados em quatro grupos denominados Grupo 1, Grupo 2, Grupo 3 e Grupo 4, com um número igual de participantes em cada um deles. A formação dos grupos ocorreu através de um sorteio: os números de 1 a 4 foram escritos em papéis, que foram colocados em uma bolsa. Os alunos que retiraram os papéis que continham o mesmo número foram agrupados juntos.

Após a divisão dos grupos, ficou estabelecido que, na primeira etapa do jogo o Grupo 1 ficaria com as peças vermelhas e enfrentaria o Grupo 2, que ficaria

com as peças azuis. Da mesma forma, o Grupo 3 ficaria com as peças vermelhas e enfrentaria o Grupo 4, que ficaria com as peças azuis. Na segunda etapa, os vencedores dos confrontos entre Grupo 1 e Grupo 2, bem como entre Grupo 3 e Grupo 4, competiriam na final.

A cada rodada, um representante de grupo competiu para bater na mesa primeiro e ter o direito de escolher uma carta dentre as 50 disponíveis, com até um minuto para a resposta. O representante poderia pedir ajuda ao seu grupo, e se o grupo respondesse incorretamente ou não respondesse, o direito passaria para o oponente. Caso o outro erro persistisse, a carta seria devolvida para a caixa.

Dessa forma, conforme os grupos acertavam as perguntas, tinham o direito de colocar uma peça no tabuleiro. Quem conseguisse alinhar quatro peças da mesma cor em linha, seja na horizontal ou na vertical, avançava para a próxima etapa. Contudo, o jogo teve duas etapas. Na primeira etapa, os grupos competiram entre si, onde o Grupo 1, com peças vermelhas, e o Grupo 3, com peças azuis, venceram e foram classificados para a segunda etapa, que foi a grande final. A equipe vencedora ganhou um brinde ao final da competição.

Prontamente, após a aplicação do jogo, foi disponibilizado aos discentes participantes um segundo questionário (Q2), que continha as mesmas perguntas de vestibulares e ENEM presentes no Q1, bem como questões que permitiram avaliar a qualidade do jogo aplicado e a sua contribuição para o aprendizado. As questões de vestibulares e ENEM presentes no Q1 e no Q2, foram comparadas em relação a porcentagem de acertos e realizada uma análise estatística utilizando-se o teste *McNemar*, sendo o nível de significância estabelecido em 5%, realizado pelo programa *STATA* (2012), conforme Costa, Verçosa e Castro (2023).

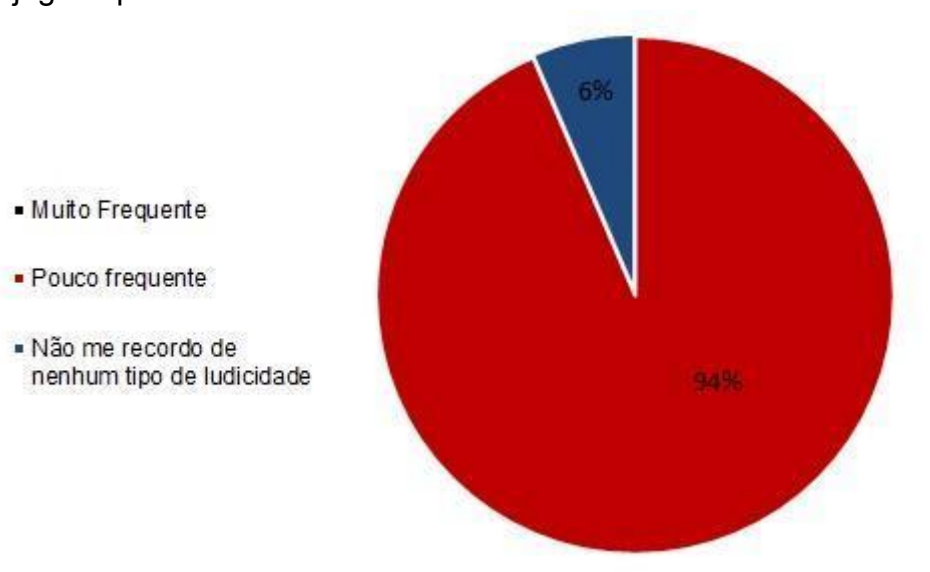
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento de dados foi realizado em uma turma do 3º ano do Curso Técnico Integrado ao Médio em Administração, com um total de 31 discentes participantes. Destes, 21 pertencem ao sexo feminino (68%) e 10 pertencem ao sexo masculino (44%). A faixa-etária foi composta por discentes que possuem 16 anos (3%), 17 anos (78%), 18 anos (13%) e 19 anos (6%), evidenciando-se que a maioria se encontra em idade escolar adequada. Conforme a legislação brasileira, a escolarização obrigatória abrange a faixa etária dos 4 aos 17 anos. Por lei, aos 4

anos, a criança deve começar a frequentar a pré-escola, aos 6 anos deve ingressar no ensino fundamental, e aos 15 anos deve iniciar o ensino médio (UNICEF, 2018).

A primeira questão do Q1 indagou aos discentes sobre a frequência no uso de jogos aplicados ao seu ensino médio. Nas respostas, 29 participantes (94%) apontaram estas como pouco frequente, dois participantes (6%) relataram não recordar, e nenhum respondeu a alternativa muito frequentemente. Nesse contexto, observa-se a pouca frequência ou inexistência (94%) de tais métodos no contexto escolar dos estudantes, como observado na Figura 1. Pereira et al (2024), ao conduzirem um trabalho em uma escola do município de Uruçuí, Piauí, com uma turma de Ensino Médio, foi observado que os participantes foram questionados sobre suas percepções em relação ao uso de modelos didáticos e obtiveram resultados semelhantes aos nossos, indicando que essa ferramenta é pouco utilizada em sala de aula.

Figura 1: Representação gráfica das respostas dos discentes sobre a frequência no uso de jogos aplicados ao seu ensino médio.



Fonte: Autoria própria (2024)

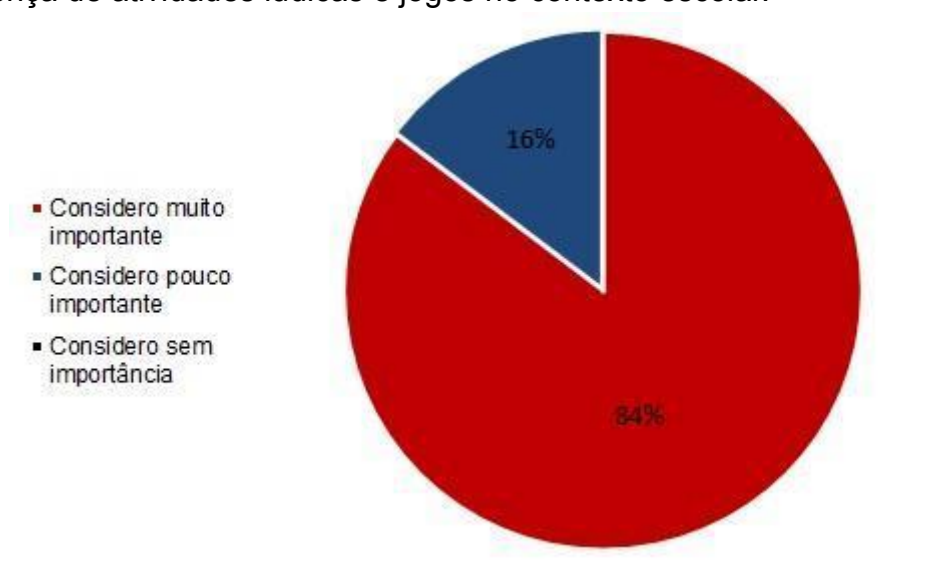
A baixa frequência ou até mesmo a ausência mencionada pela maioria dos participantes em relação ao divertimento ou prazer na sala de aula, através de atividades lúdicas como jogos aplicados no ensino médio, pode ser consequência dos métodos empregados pelos professores ou da escassez de recursos na escola. Sousa Alves et al. (2022) fala que o uso de modelos didáticos tem se mostrado uma solução eficaz para diversos problemas enfrentados em sala de aula. Eles são de fácil acesso e podem ser utilizados de diversas maneiras metodológicas, o que facilita a compreensão dos conceitos e otimiza o tempo, permitindo um melhor

aproveitamento das aulas.

Jogos didáticos devem ser empregados para simplificar e também para associar o conteúdo abordado em sala de aula a algo mais tangível e interessante para os alunos. Sendo assim, ele pode ser utilizado como meio de alcançar objetivos pedagógicos específicos em sala de aula (Do canto et al., 2021). Portanto, a utilização de ferramentas como jogos tem o propósito de preencher as lacunas deixadas pelo docente durante as aulas no seu dia a dia, sendo benéfica à interação social entre os alunos e facilitadora do aprendizado (Ferreira et al, 2020).

Na segunda questão do Q1, os alunos foram questionados sobre a importância da presença de atividades lúdicas e jogos no contexto escolar. Nas respostas, 26 discentes (84%) responderam considerar muito importante, cinco discentes (16%) apontaram como pouco importante, e nenhum participante assinalou a alternativa sem importância, como observado no Figura 2. O uso de modelos didáticos não apenas torna as aulas mais atraentes para os alunos, mas também cria um ambiente mais enriquecedor. Modelos didáticos facilitam o manuseio e substituem a necessidade de utilizar exemplares de organismos durante as aulas práticas (DE SOUSA et al., 2021).

Figura 2: Representação gráfica das respostas dos discentes sobre a importância da presença de atividades lúdicas e jogos no contexto escolar.



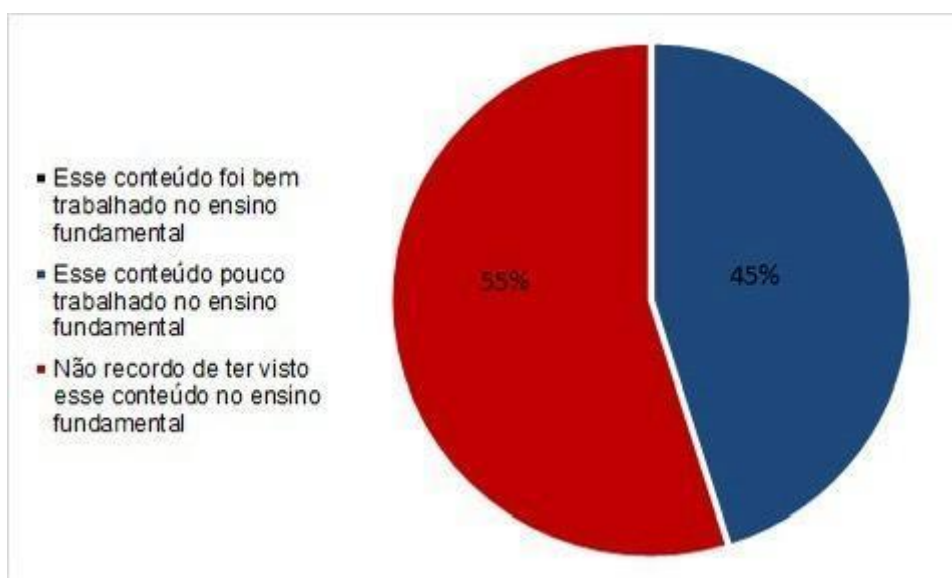
Fonte: Autoria própria (2024)

A maioria dos participantes (84%) responderam que a presença de

atividades lúdicas e jogos no contexto escolar são muito importantes, observando-se a necessidade de integrar mais atividades práticas ao cotidiano escolar dos participantes. Pinto et al. (2021) ressaltam a necessidade em se considerar diversas motivações e métodos variados para conduzir atividades em biologia, sendo a aprendizagem facilitada por meio do uso de jogos e brincadeiras, promovendo o desenvolvimento de habilidades sociais, emocionais e cognitivas dos alunos.

Na terceira questão do Q1, os alunos foram perguntados sobre a presença da Biotecnologia e Biologia Molecular no ensino fundamental. Os resultados revelaram que 17 participantes (55%) responderam não se recordavam de ter visto tais conteúdos, 14 dos participantes (45%) responderam que esses conteúdos foram pouco trabalhados no ensino fundamental e nenhum dos participantes respondeu que esse conteúdo foi bem trabalhado no ensino fundamental, como observado na Figura 3. Lima e Santos (2022), em um estudo realizado em uma escola da rede pública de ensino do estado da Paraíba, com turmas do Ensino Médio, observaram que os participantes relataram não se lembrar de terem visto tais conteúdos, não reconhecendo as práticas biotecnológicas em seus diferentes contextos. Assim, nossos resultados mostram uma semelhança notável com essas observações.

Figura 3: Representação gráfica das respostas dos discentes sobre a presença da Biotecnologia e Biologia Molecular no ensino fundamental.



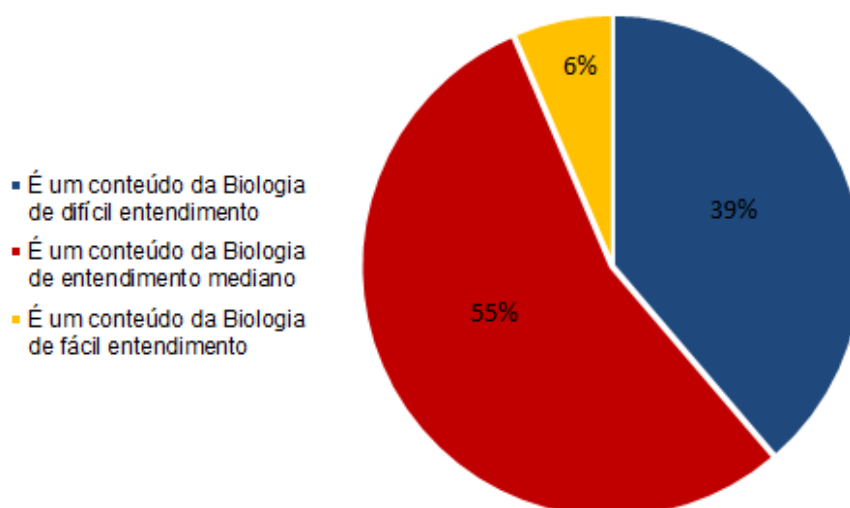
Fonte: Autoria própria (2024)

Foi notório que a maioria dos participantes (55%) responderam não terem visto esses conteúdos no ensino fundamental, o que pode refletir em sérios problemas, uma vez que a ausência de tais temáticas pode resultar em lacunas de entendimento sobre conceitos fundamentais de genética, biologia molecular e manipulação genética, os quais são temas avançados em biotecnologia. A falta de familiaridade prévia com esses tópicos pode dificultar a assimilação de informações mais complexas e a aplicação prática dos princípios biotecnológicos.

Considerando que o tema é abordado tanto no currículo do Ensino Fundamental quanto no do Ensino Médio, nota-se um desacordo pois, no Ensino Fundamental, os temas de Biotecnologia são geralmente tratados no 8º ano, na disciplina de Ciências, dentro do estudo da Genética. No Ensino Médio, a Biotecnologia é abordada na disciplina de Biologia, especificamente na temática "Aplicações da Genética", que é comumente tratada na 3ª série (Brasil, 2018). Na etapa da formação básica, é essencial que conceitos como genoma, transmissão de características hereditárias, clonagem, transgênicos, terapia com células-tronco, entre outros, sejam abordados de maneira mais detalhada dentro do currículo escolar (Araujo; Gusmão, 2017).

Na quarta questão do Q1, os participantes foram convidados a expressar suas percepções relacionadas ao entendimento da Biologia Molecular e Biotecnologia. Os resultados mostraram uma distribuição variada de respostas, na qual 12 discentes (39%) afirmaram que o conteúdo da Biologia é de difícil entendimento, 17 discentes (55%) indicaram que é um conteúdo da Biologia de entendimento mediano e dois participantes (6%), responderam o que o conteúdo da Biologia é de fácil entendimento, como observado na Figura 4. Candido et al. (2015) falam que, na maioria dos casos, os organismos estudados na biologia são microscópicos, o que dificulta sua visualização. Geralmente, esses organismos somente podem ser observados com a ajuda de um microscópio, o que torna a assimilação mais desafiadora para os alunos.

Figura 4: Representação gráfica das respostas dos discentes sobre suas percepções relacionadas ao entendimento da Biologia Molecular e Biotecnologia.



Fonte: Autoria própria (2024)

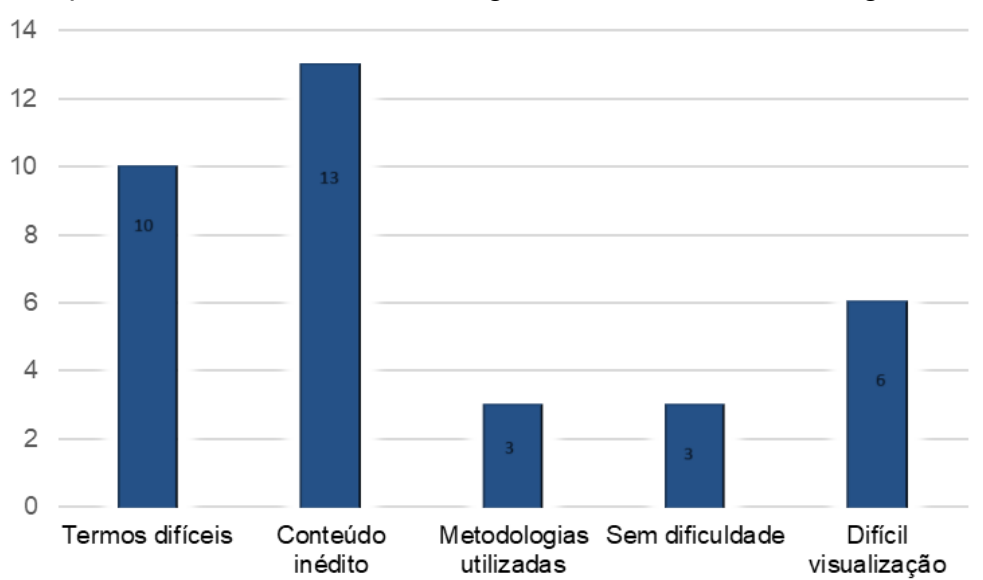
É fundamental adotar abordagens educacionais que facilitem a compreensão e a aplicação desses conteúdos, promovendo um aprendizado mais acessível e significativo, compreendendo as dificuldades relacionadas à Biologia Molecular e Biotecnologia e reconhecendo os desafios enfrentados pelos alunos ao aprender esses campos complexos da ciência. A disciplina de Biologia Molecular é essencial para entender os seres vivos, suas funções e complexidades. Dessa maneira, proporciona aos alunos a oportunidade de fazer conexões com outras áreas dos cursos de ciências biológicas (Carvalho; Vivarini, 2022).

Outro desafio associado à defasagem no aprendizado, é o vocabulário científico. Termos como “gene”, “alelo” e “cromátide” costumam dificultar a fixação dos conteúdos, já que os alunos, por vezes, não estão familiarizados com essas palavras. A compreensão de conceitos relacionados às duas leis de Mendel, aos cruzamentos entre gerações e às probabilidades dos resultados pode, também, ser bastante complexa. Esses conhecimentos são fundamentais e servem de base para todo o ensino de genética (Querubino; Mittmann, 2011). Para que o ensino de biologia seja eficaz, é essencial desenvolver nos estudantes a capacidade crítica, a autonomia, a compreensão do contexto social e a habilidade de resolver problemas, entre outras competências. Isso ocorre através da integração dos conhecimentos prévios dos alunos na construção de novas aprendizagens (Dos Santos, 2020).

Na quinta questão do Q1, os participantes foram convidados a manifestar quais as maiores dificuldades para o entendimento da Biologia Molecular e Biotecnologia. Os resultados revelaram uma ampla distribuição de respostas, onde

10 discentes (33%) responderam que acham termos difíceis de aprender, nove discentes (29%) responderam a dificuldade em visualizar as estruturas, nove discentes (29%) responderam não ter visto o conteúdo previamente e três discentes (9%) responderam que não têm dificuldade, como observado na Figura 5. Pereira et al. (2024), ao conduzirem um trabalho em uma escola do município de Uruçuí, Piauí, com uma turma de Ensino Médio, observaram que os participantes consideraram os termos difíceis de aprender, obtendo resultados semelhantes aos nossos.

Figura 5: Representação gráfica das respostas dos discentes sobre as maiores dificuldades para o entendimento da Biologia Molecular e Biotecnologia.



Fonte: Autoria própria (2024)

Os conceitos ensinados na genética frequentemente apresentam dificuldades de compreensão, exigindo práticas que facilitem o aprendizado. Essas dificuldades em aprender genética são frequentemente atribuídas à complexidade dos termos específicos utilizados, os quais são exclusivos do campo da biologia e não estão familiarizados com o cotidiano dos alunos (Araujo; Gusmão, 2017).

Assuntos relacionados à Biotecnologia estão cada vez mais presentes no nosso cotidiano, e estes vão desde a presença de alimentos transgênicos nos supermercados, produção de insulina utilizando-se plasmídeos bacterianos, ou mesmo a produção de vacinas, fundamentais para o combate a pandemia do novo

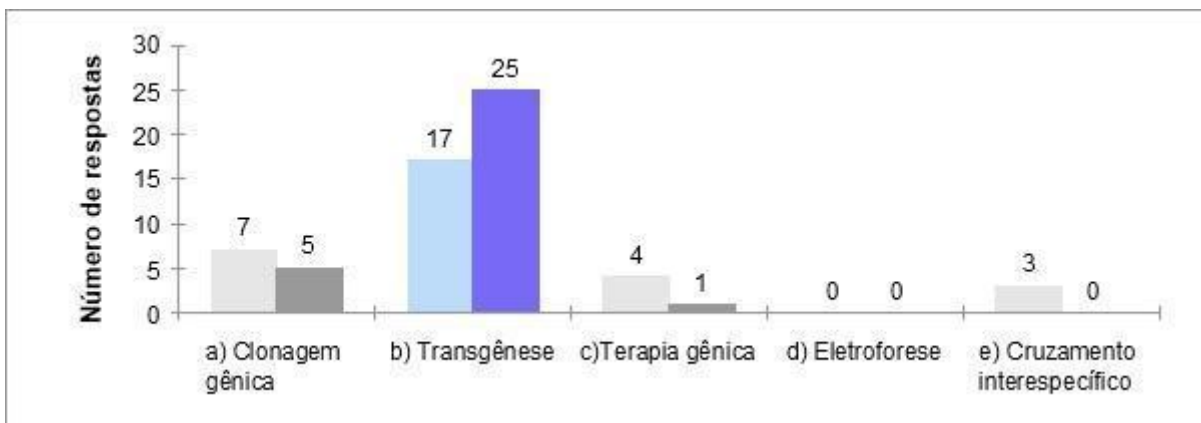
coronavírus. Apesar de sua importância, o desconhecimento de tais temáticas é frequente na população, inclusive causando medo ou incerteza no uso de produtos biotecnológicos.

Dessa forma, é necessário melhor trabalhar os conteúdos relacionados à Biotecnologia no contexto da Educação Básica. Apesar de sua importância, observa-se dificuldade na discussão do conteúdo Biotecnologia, seja pela dificuldade na observação de fenômenos ou por estarem no espectro microscópico. Cabe ao professor se utilizar de ferramentas diversificadas que contribuam para o ensino e a aprendizagem, estimulando o interesse dos alunos.

Trabalhos relacionados à diversificação metodológica para a discussão da Biotecnologia, se mostram como valiosas ferramentas de ensino, pois permitem que o aluno se aproxime a um tema muitas vezes distante do contexto do educando. Assim, foram realizadas questões de vestibulares brasileiros para avaliar o conhecimento dos alunos(as) sobre a temática antes da aula expositiva (Q1) e depois (Q2) da aplicação do jogo “4 linhas”.

A primeira questão de vestibular perguntava sobre a tecnologia do DNA recombinante que permitiu a criação do milho Bt, resistente ao ataque de determinados tipos de insetos. Considerando que foi introduzido um gene da bactéria *Bacillus thuringiensis*, que promove na planta a produção de uma proteína tóxica aos insetos, mas inofensiva aos mamíferos, é correto afirmar que o milho Bt é resultado de técnica de: A) clonagem gênica; B) transgênese; C) terapia gênica; D) eletroforese; E) cruzamento interespecífico. No Q1, 16 discentes (51%) acertaram a questão (Alternativa B), em detrimento aos 15 discentes (49%) que erraram. No Q2, 25 discentes (81%) acertaram a questão e seis discentes (19%) erraram a questão. Sendo assim, não observou-se diferenças estatísticas significativas nos acertos entre Q1 e Q2 ($p=0,0455$). A representação gráfica das respostas dos discentes podem ser observadas na Figura 6.

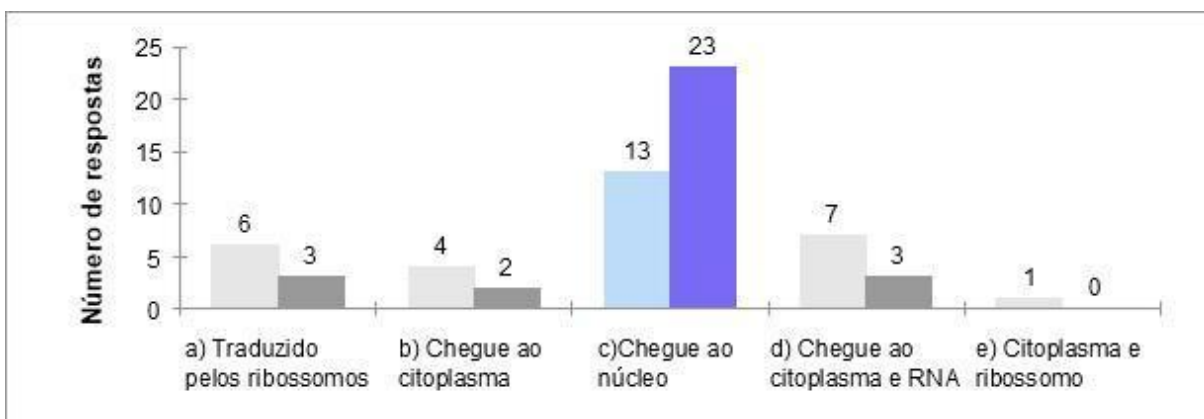
Figura 6: Respostas dos discentes em relação à primeira questão de vestibular/ENEM. As respostas em cinza claro foram obtidas no Q1, as respostas em cinza escuro foram obtidas no Q2, enquanto as respostas em azul claro são corretas no Q1 e as respostas em roxo são corretas no Q2.



Fonte: Autoria própria (2024)

A segunda questão de vestibular falava sobre o fato de que muitas vacinas de DNA estão em desenvolvimento para várias doenças e são tidas como uma estratégia de imunização muito promissora. Essas vacinas consistem na inoculação de um plasmídeo, produzido por engenharia genética, contendo uma pequena parte do material genético do patógeno, com informação para a célula produzir uma ou mais proteínas do patógeno (antígenos). Um dos requisitos para que essa vacina funcione é que, após a inoculação, o plasmídeo: a) chegue ao núcleo, onde será traduzido pelos ribossomos. b) chegue ao citoplasma, onde será traduzido pelos ribossomos; c) chegue ao núcleo, onde será transcrito em RNA mensageiro; d) chegue ao citoplasma, onde será transcrito em RNA mensageiro; e) Chegue ao citoplasma e se transforme em ribossomo. No Q1, 14 discentes (45%) acertaram a questão (Alternativa D) e 17 discentes (55%) não acertaram. No Q2, 23 discentes (74%) acertaram a questão e oito discentes (26%) erraram a referida questão. Com isso, foi possível observar diferenças estatísticas significativas nos acertos entre Q1 e Q2 ($p=0,0490$). A representação das respostas dos discentes podem ser observadas na Figura 7.

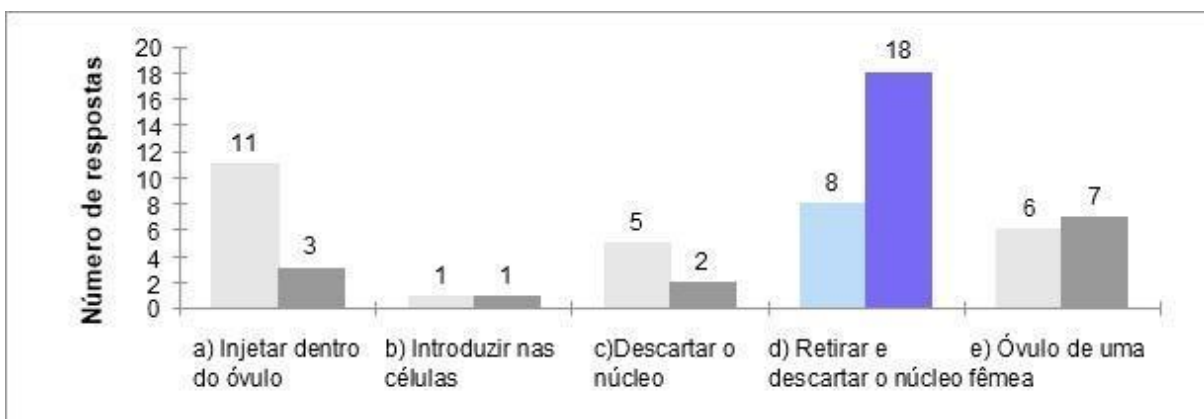
Figura 7: Respostas dos discentes em relação à segunda questão de vestibular/ENEM. As respostas em cinza claro foram obtidas no Q1, as respostas em cinza escuro foram obtidas no Q2, enquanto as respostas em azul claro são corretas no Q1 e as respostas em roxo são corretas no Q2.



Fonte: Autoria própria (2024)

A terceira questão de vestibular tratava da seguinte temática: (PUC PR) os pesquisadores da área de Genética demonstraram ser possível a reprodução de seres vivos por meio de aprimoradas técnicas de clonagem, que consistem em: a) injetar, dentro do óvulo da fêmea de uma espécie, um espermatozoide de um macho da mesma espécie; b) introduzir, nas células germinativas de uma espécie, alguns genes de outra espécie; c) retirar e descartar o núcleo de uma célula somática de uma espécie e injetar, nesta célula anucleada, o núcleo de uma célula-ovo da mesma espécie; d) retirar e descartar o núcleo do óvulo da fêmea de uma espécie e injetar neste óvulo anucleado, o núcleo de uma célula somática de um indivíduo da mesma espécie; e) injetar, dentro do óvulo de uma fêmea, o núcleo de um outro óvulo da mesma espécie. No Q1, nove discentes (29%) acertaram a questão (Alternativa D), e 22 discentes (77%) marcaram alternativas erradas. No Q2, 18 discentes (58%) acertaram a questão e somente 13 discentes (42%) não acertaram. Desse modo, foi observada diferenças estatísticas significativas no acerto entre Q1 e Q2 ($p=0,0063$). A representação das respostas dos discentes podem ser observadas na Figura 8.

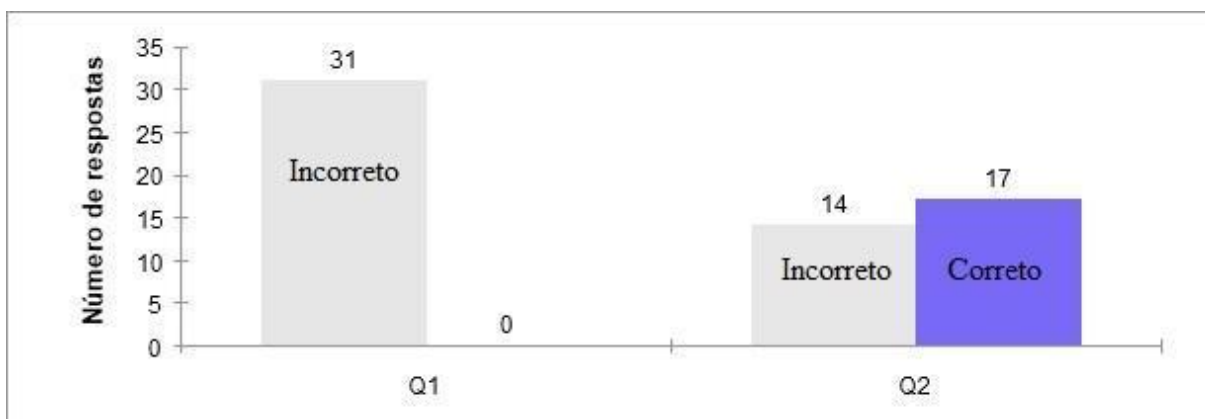
Figura 8: Respostas dos discentes em relação à terceira questão de vestibular/ENEM. As respostas em cinza claro foram obtidas no Q1, as respostas em cinza escuro foram obtidas no Q2, enquanto as respostas em azul claro são corretas no Q1 e as respostas em roxo são corretas no Q2.



Fonte: Autoria própria (2024)

Na quarta questão, foi perguntado aos discentes sobre a técnica da reação em cadeia da polimerase (PCR - polimerase chain reaction) que tem sido utilizada no diagnóstico de doenças parasitárias. Por essa técnica, regiões específicas do DNA de microrganismos podem ser identificadas e amplificadas de forma logarítmica a cada ciclo da reação. Por que é necessário um aumento da temperatura, em torno de 95 °C, no início de cada ciclo da PCR?. Com isso, no Q1, todos os alunos (100%) erraram a questão. No Q2, por outro lado, 17 alunos (55%) responderam a pergunta de maneira correta, em detrimento de 14 alunos (45%) que erram. Assim, foi constatada uma diferença estatística no acerto entre Q1 e Q2 ($p = 0,0001$). A representação das respostas dos discentes podem ser observadas na Figura 9.

Figura 9: Respostas dos discentes em relação à quarta questão de vestibular/ENEM. As respostas em cinza claro foram obtidas no Q1, as respostas em cinza escuro foram obtidas no Q2, enquanto as respostas em azul claro são corretas no Q1 e as respostas em roxo são corretas no Q2.



Fonte: Autoria própria (2024)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do jogo "Linhas Biotecnológicas" como ferramenta didática demonstrou ser uma abordagem eficaz para a discussão de conteúdos relacionados à biotecnologia no Ensino Médio. Este método lúdico não apenas engajou os alunos, mas também facilitou a compreensão e a fixação dos conceitos complexos do conteúdo de biotecnologia. A interação proporcionada pelo jogo incentivou a participação ativa dos estudantes, promovendo um ambiente colaborativo e dinâmico de aprendizado. Com isso, a percepção positiva dos estudantes em relação a essa ferramenta didática destaca a importância de integrar métodos inovadores no currículo escolar.

Observou-se uma melhoria na porcentagem de acertos ao comparar as questões de vestibulares contidas em Q1 e Q2, destacando a influência positiva direta do uso de modelos didáticos no ensino de Biotecnologia. Quando bem utilizados em sala de aula, esses recursos se mostram ferramentas eficazes para despertar o interesse e a curiosidade dos alunos, contribuindo significativamente para o processo de ensino-aprendizagem. Portanto, é fundamental incentivar e promover essas estratégias de ensino no contexto escolar.

A inclusão de ferramentas didáticas como o jogo "Linhas Biotecnológicas" no ensino de biotecnologia no Ensino Médio, mostrou-se uma alternativa viável, a qual foi capaz de enriquecer o processo educativo e atender às variadas necessidades de aprendizagem dos alunos. Dessa maneira, pesquisas futuras podem investigar a aplicação desta ferramenta em diversos contextos educacionais e sua integração com outras disciplinas, com o objetivo de aumentar o impacto

positivo na formação dos alunos.

5 REFERÊNCIAS

ARAUJO, A. B.; GUSMÃO, F. A. F. As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na educação básica brasileira. **Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional**, v. 10, n. 1, p. 1-11, 2017.

BARBOSA, V. M. **A utilização de jogos didáticos no ensino e aprendizagem de genética: uma sequência didática com enfoque nos conteúdos da base nacional comum curricular para o nono ano do ensino fundamental**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, p. 44. 2021.

BRASIL. **Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília – DF: MEC, 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base. Brasília, DF: MEC, 2018

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base**. Ensino Médio. Brasília - DF: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_sit_e.pdf.

CAITANO, E. F. **A utilização de jogos didáticos no ensino e aprendizagem de genética: uma sequência didática com enfoque nos conteúdos da base nacional comum curricular para o nono ano do ensino fundamental**. Biotecnologia e engenharia genética no ensino médio (Licenciatura em Ciências) – Universidade Federal do Amazonas. Amazonas, p. 45. 2019.

CÂNDIDO, M. dos S. C. et al. Microbiologia no ensino médio: analisando a realidade e sugerindo alternativas de ensino numa escola estadual paraibana. *Ensino, Saúde e ambiente*, v. 8, n. 1, 2015.

CARVALHO VIVARINI, A.; VIVARINI, Bianca Cristina Duarte. Análise do aprendizado de Genética e Biologia Molecular em um pré-vestibular social: um reflexo do Ensino Médio. **Revista Educação Pública**. DOI, v. 10, 2022.

CLEMENT, L; CUSTODIO, J. F; ALVES, F; PINHO, J. Potencialidades do ensino por investigação para promoção da motivação autônoma na educação científica. **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 1, p. 101-109, 2015.

DA SILVA RODRIGUES, L. N.; DE SOUZA, B. C. P.; DE MORAES, R. P. Impactos

da Biotecnologia na produção de transgênicos e no meio ambiente. **Revista Eletrônica da Faculdade de Ceres**, v. 6, n. 1, 2017.

DE SOUSA, C. C.; DA SILVA, J. S.; ANGELIM, D. B. O.; LIMA, J. de S. COSTA, M. do C. G.B.; MACHADO, M. E. de L.; DA ROCHA, M. F. C.; RIBEIRO, P. V.; SILVA, R. do N. M. Difundindo a Biotecnologia na sociedade: Relato de experiência extensionista no contexto da pandemia da COVID-19. *Revista Brasileira de Extensão Universitária*. v. 12, n. 3, p. 311-320, set./dez. 2021.

DE SOUSA ALVES, F. A. et al. Uso de modelo didático no ensino de morfologia das bactérias. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista–ENCITEC*, v. 12, n. 2, p. 38-50, 2022.

DE SOUZA, I. R. et al. Modelos didáticos no ensino de Botânica. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 5, p. e8410514559- e8410514559, 2021

DE SOUZA, S. E.; DE GODOY, D. G. A. V. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. **Arq Mudi**, v. 11, n. 2, p. 110-114, 2007.

DE MEIRA GUSMÃO, Alexandre Oliveira; DA SILVA, Antonio Rodrigues; MEDEIROS, Mauro Osvaldo. A biotecnologia e os avanços da sociedade. **Biodiversidade**, v. 16, n. 1, 2017.

DE MENEZES, J. B. F.; CARVALHO, J. L.; MARTINS, J. E. Jogos didáticos virtuais como instrumento auxiliar no ensino de educação ambiental dentro do contexto pandêmico. **Revista Docência e Ciberultura**, v. 6, n. 5, p. 478-491, 2022.

DO NASCIMENTO, Y. A. P.; SARAIVA, L. F. M. Ferramentas de bioinformática aplicadas ao ensino da biotecnologia. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 17, n. 1, p. 75-90, 2019.

Do Canto, C. G. D. S., Nunes, P. O. C., & da Silva Rodrigues, A. C. (2021). O lúdico como ferramenta de aprendizagem de leitura e escrita. *Revista eletrônica pesquiseduca*, 13 (29), 284-299.

DOS SANTOS, Ana Laura Calazans et al. Dificuldades apontadas por professores do programa de mestrado profissional em ensino de biologia para o uso de metodologias ativas em escolas de rede pública na paraíba. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 21959-21973, 2020.

FALEIRO, F. G. et al. Biotecnologia: uma visão geral. **Biotecnologia: Estado de arte e aplicações na agropecuária**. Planaltina, Embrapa, p. 13-29, 2011.

Ferreira, S. M., Nascimento, C., & Pitta, A. P. (2020). Jogos didáticos como estratégia para construção do conhecimento: uma experiência com o 6º ano do Ensino Fundamental. *Giramundo: Revista de Geografia do Colégio Pedro II*, 5(9), 87-94

FIALHO, Wanessa Cristiane Gonçalves. As dificuldades de aprendizagem encontradas por alunos no ensino de biologia. **Praxia-Revista on-line de Educação Física da UEG**, v. 1, n. 1, p. 53-70, 2013.

FONTELLES, M. J. et al. Metodologia da pesquisa científica: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa. **Revista paraense de medicina**, v. 23, n. 3, p. 1-8, 2009.

FONTENELE, K, M. S.; MARTINS, C. PCR em cartões: uma ferramenta para o ensino de biotecnologia. **Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 13, n. 7, p. 133-168, 2022.

KAPRAS, S. et al. Modelos: uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em ensino de ciências. **Revista Investigação no Ensino de Ciências**, v. 2, n. 3, p. 185-202, 1997.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de Biologia**. 4ª ed. São Paulo: EdUSP, 2011.

LIMA, Jairo Ribeiro de; SANTOS, Luis Fernando Marques. BIOTECNOLOGIA NO COTIDIANO ESCOLAR DO ENSINO MÉDIO: ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, vol. 15, n. 1, p. 260-276, 2022.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora da UNB, 2006.

NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no Ensino de Ciências e Biologia. **InFor**, v. 2, n. 1, 355-381, 2017.

OLIVEIRA, Adriana Reis et al. A Utilização do Jogo Didático “Dominó Vegetal” Como Instrumento Alternativo para o Ensino de Briófitas e Pteridófitas na Disciplina de Ciências (Relato de Experiência). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 54327-54336, 2020.

PEREIRA, R. J. B.; AZEVEDO, M. M. S.; SOUSA, E. T. F.; HAGE, A. X. Método tradicional e estratégias lúdicas no ensino de biologia para alunos de escola rural do município de Santarém -PA. *Experiências em Ensino de Ciências*. v.15. n. 2. 2020.

PEREIRA, Brunalice Pereira da Silva Luz et al. ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE MODELO DIDÁTICO COMO FERRAMENTA DE ENSINO RELACIONADA AS ESTRUTURAS BACTÉRIAS NO ENSINO MÉDIO. **INTERNATIONAL JOURNAL EDUCATION AND TEACHING (PDVL) ISSN 2595-2498**, v. 7, n. 1, p. 122-140, 2024.

Pinto, L. Q., Pais, A. C. V. B., Nóbile, F. H. M., Gabriel, G. M., & Sodero, J. P. T. (2021). Descobrimos os Elementos: a elaboração de jogos didáticos como alternativa de ensino. *Brazilian Journal of Development*, 7 (1), 2247-2253.

QUERUBINO, ALVG; MITTMANN, Josane. Uma proposta lúdica para o ensino de Genética e biologia molecular no ensino médio. **XIV Encontro Latino Americano de**

Iniciação Científica e X Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, 2011.

SOUZA, T. B. S. **A percepção e perfil socioeconômico de consumidores, em relação aos alimentos transgênicos em Paragominas - PA.** Orientador: Danielle Silva Pinto. 2018. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Paragominas, Pará, 2018.

UNICEF. **Panorama da distorção idade-série no Brasil.** Fundo das Nações Unidas para a Infância, 2018.

XAVIER, M. C. F.; FREIRE, A. de S.; MORAES, M. O. A nova (moderna) biologia e a genética nos livros didáticos de biologia no ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 12, p. 275-289, 2006.

6 APÊNDICES

Quadro 1: Questões de vestibular que foram utilizadas nas cartas durante o jogo “Linhas Biológicas”.

Questão 1	VERDADEIRA OU FALSA. Em relação aos ingredientes de uma salada, tais como maçã, milho, cenoura, batata inglesa (batata comum), vinagre e azeite de oliva, julgue o item. O milho é classificado como transgênico quando genes de outra espécie tiverem sido inseridos em seu genoma.
Questão 2	Apesar do que muitos pensam, a clonagem não é utilizada apenas com a finalidade de gerar um indivíduo idêntico ao que o originou. Algumas vezes ela é realizada para produzir células-tronco para o tratamento de algumas enfermidades. Esse último tipo de clonagem é conhecido por: a) clonagem in vitro. b) clonagem reprodutiva. c) clonagem multiplicadora. d) clonagem terapêutica
Questão 3	QUESTÃO DE VERDADEIRA OU FALSA. Engenharia Genética ou Tecnologia do DNA Recombinante é um conjunto de técnicas que permite aos cientistas identificar, isolar, multiplicar e expressar genes de quaisquer organismos.
Questão 4	A clonagem terapêutica é um possível recurso para o tratamento de vários tipos de doenças. Sobre o uso de células-tronco, pode-se concluir: a) as células transplantadas nos pacientes são obrigatoriamente pouco diferenciadas. b) células clonadas do próprio paciente oferecem reduzido risco de indução do sistema imune. c) forma-se o zigoto com gametas do paciente e de um doador para originar a célula-tronco. d) um óvulo anucleado é fecundado pelo núcleo gamético de um doador saudável.
Questão 5	Um adenovírus foi modificado geneticamente para inserir um gene normal numa célula humana que apresentava um gene anormal. A figura ilustra o momento da adsorção do vírus na membrana celular. Tal técnica molecular, cujo objetivo é o tratamento de uma doença genética, é denominada: a) clonagem terapêutica. b) controle biológico. c) soroterapia. d) terapia gênica.
Questão 6	Todas as alternativas apresentam aplicações da tecnologia do DNA recombinante nas duas últimas décadas, EXCETO. a) investigação de paternidade e criminalística. b) recuperação de espécies extintas. c) produção, em bactérias, de proteínas humanas de interesse médico. d) terapia gênica de algumas doenças hereditárias.

Questão 7	Células-tronco são células indiferenciadas que têm a capacidade de se diferenciar em diversos tipos celulares. Para que ocorra tal diferenciação, as células-tronco terão necessariamente que alterar: a) o número de cromossomos. b) a quantidade de genes nucleares. c) a quantidade de genes mitocondriais. d) o padrão de atividade dos genes. e) a estrutura de genes específicos por mutações.
Questão 8	QUESTÃO DE VERDADEIRO OU FALSO. Moléculas de proteína recombinante podem ser digeridas por enzimas de restrição e amplificadas por reação em cadeia da polimerase (PCR).
Questão 9	A biotecnologia é uma área que utiliza técnicas moleculares e celulares para desenvolver novos produtos e processos biológicos. Na agricultura, a biotecnologia tem sido aplicada para melhorar a produtividade e a qualidade das culturas através da utilização de organismos geneticamente modificados (OGMs). Com base nisso, assinale a alternativa correta sobre a aplicação dos OGMs na agricultura. a) no milho Bt disponível hoje no mercado brasileiro, a proteína expressa a ação inseticida apenas contra os insetos da ordem coleoptera. b) na soja roundup ready (rr), o gene adicionado produz uma proteína que confere resistência ao herbicida glifosato. c) a inoculação de vírus mosaico comum (bean common mosaic virus - bcmv) é uma técnica comum de biotecnologia vegetal para a inserção de genes com finalidade de evitar a resistência cruzada. d) o derivado de ogm é produto obtido de ogm e que possua capacidade autônoma de replicação ou que contenha forma viável de ogm.
Questão 10	A pandemia de Covid-19, causada pelo vírus SARS-CoV-2, popularizou na sociedade a técnica da reação em cadeia da polimerase (PCR) e sua aplicação em testes diagnósticos de infecções. Sobre essa técnica e sua relação com a biotecnologia e a microbiologia, assinale a alternativa INCORRETA. a) essa técnica foi melhorada pelo uso de polimerases resistentes ao calor, originalmente encontradas em micro-organismos que vivem em altas temperaturas, como a Taq polimerase e a Pfu polimerase. b) a PCR é altamente sensível e pode detectar até mesmo pequenas quantidades de material genético, o que a torna valiosa para a detecção precoce de infecções. c) a PCR em tempo real para o SARS-CoV-2, apesar de ser um método rápido, tem a desvantagem de ter baixa especificidade, amplificando outras sequências de material genético além daquelas do organismo-alvo. d) no caso do SARS-CoV-2, é necessário que se faça a transcrição reversa do material genético (RT-PCR).
Questão 11	Vários tipos transgênicos de plantas de soja e de milho vêm sendo desenvolvidos atualmente. A planta de soja mais conhecida e plantada comercialmente expressa, por meio de técnicas de biotecnologia, um gene de outro organismo capaz de torná-la tolerante ao uso de um tipo de herbicida, o glifosato. Em organismos transgênicos, a característica de interesse será manifestada em decorrência da: a) transferência do DNA para genomas hospedeiros por meio de plastídeos nucleares. b) tradução do RNA mensageiro sintetizado a partir do DNA recombinante. c) inserção de genes exógenos no genoma das células hospedeiras por meio de plastídeos mitocondriais.

	d) transcrição do RNA transportador a partir do gene recombinante.
Questão 12	O surgimento dos transgênicos ocorreu principalmente devido: a) apenas a mera curiosidade dos cientistas. b) a necessidade de aumentar a produção de alimentos. c) a necessidade de produzir menos alimentos e aumentar de área cultivada. d) o incentivo evidente em proteger a vida humana e dos organismos vivos.
Questão 13	A tecnologia do DNA recombinante permitiu a criação do milho Bt, resistente ao ataque de determinados tipos de insetos. Considerando que foi introduzido um gene da bactéria <i>Bacillus thuringiensis</i>, que promove na planta a produção de uma proteína tóxica aos insetos, mas inofensiva aos mamíferos, é correto afirmar que o milho Bt é resultado de técnica de: a) clonagem gênica. b) transgênese. c) terapia gênica. d) eletroforese. e) cruzamento interespecífico.
Questão 14	Em biotecnologia, uma das formas de manipular o material genético é utilizando-se a tecnologia do DNA recombinante, empregada nos procedimentos de: a) clonagem terapêutica. b) produção de células-tronco. c) terapia celular com células-tronco. d) terapia gênica. e) clonagem de animais.
Questão 15	A sequência de etapas indicadas na figura representa o processo conhecido como: a) mutação. b) clonagem. c) <i>crossing-over</i>. d) terapia gênica. e) transformação genética.
Questão 16	A clonagem molecular tornou possível a produção de insulina humana em células bacterianas. Esta insulina pode ser utilizada pelo indivíduo diabético porque: a) contém sequências de DNA humano e bacteriano, o que a torna mais eficiente. b) provoca alterações nas moléculas de DNA do indivíduo, o qual passa a produzir a insulina. c) é idêntica àquela sintetizada pelo pâncreas humano, o que elimina o risco de reações alérgicas. d) desencadeia a produção de insulina no indivíduo pelo processo de amplificação gênica.
Questão 17	Transgenia e clonagem são técnicas biotecnológicas que estão ocupando importante espaço na mídia internacional. Sobre estes temas, considere as afirmativas a seguir. I. Genes clonados em bactérias podem ser transferidos para indivíduos de uma outra espécie. II. Organismos que recebem e incorporam genes de outra espécie são denominados transgênicos. III. Clones de animais, como a ovelha Dolly, são indivíduos originados a partir do patrimônio genético de uma célula somática. IV. As bactérias são incapazes de

	incorporar genes humanos e sintetizar proteínas que lhes são estranhas. Estão corretas apenas as afirmativas: a) I e II. b) I e IV. c) III e IV. d) I, II e III.
Questão 18	As células-tronco são capazes de se diferenciar em vários tipos de tecidos; daí seu grande interesse para a medicina atual. Aponte a alternativa que mostra as possíveis origens dessas células. a) placenta, medula óssea e cérebro. b) células embrionárias, baço e coração. c) medula óssea, cordão umbilical e células embrionárias. d) líquido amniótico, intestino e cordão umbilical.
Questão 19	Os clones ou cópias idênticas de indivíduos podem atualmente ser produzidos graças à evolução da tecnologia de transferência nuclear ou reconstrução embrionária. São etapas da clonagem: a) maturação, fertilização, enucleação, ativação e reconstrução dos embriões. b) maturação, fusão da célula doadora (oócito receptor), eletrofusão e ativação. c) maturação, eletrofusão, fertilização, preparo das células doadoras de núcleos e reconstrução dos embriões. d) maturação, enucleação, ativação, preparo das células doadoras de núcleos e reconstrução dos embriões.
Questão 20	A clonagem molecular tornou possível a produção de insulina humana em células bacterianas. Esta insulina pode ser utilizada pelo indivíduo diabético porque: a) contém sequências de DNA humano e bacteriano, o que a torna mais eficiente. b) provoca alterações nas moléculas de DNA do indivíduo, o qual passa a produzir a insulina. c) é idêntica àquela sintetizada pelo pâncreas humano, o que elimina o risco de reações alérgicas. d) desencadeia a produção de insulina no indivíduo pelo processo de amplificação gênica.
Questão 21	Dentro da biotecnologia, plantas e animais possuem certa similaridade quanto à natureza do seu material genético e, também, em relação aos mecanismos onde são possíveis obter a informação genética, a qual é processada e utilizada. Entretanto, podem ser observadas diferenças. Neste caso é correto afirmar que: a) as plantas estabelecem uma linhagem germinativa específica, havendo distinção entre células que formam o organismo e as células reprodutivas. b) todas as células vegetais nucleadas possuem, em princípio, a capacidade de produzir um novo indivíduo (totipotencialidade) e a possibilidade de uma célula produzir gametas é apenas uma função de sua localização no organismo. c) plantas só se reproduzem assexuadamente. d) o ciclo de vida de um animal é mais elaborado e complexo do que em plantas.
Questão 22	Durante a pandemia de COVID-19, as técnicas de biologia molecular para

	diagnóstico tornaram-se mais conhecidas para a população em geral devido à necessidade de testagem em massa. A técnica capaz de identificar o material genético desse coronavírus SARS-CoV-2 em amostras coletadas da nasofaringe e orofaringe de pacientes com suspeita é: a) a extração de DNA b) a clonagem molecular c) a reação em cadeia de polimerase d) o sequenciamento de nova geração
Questão 23	Sobre os Organismos transgênicos, também chamados de organismos geneticamente modificados, não podemos falar que: a) é um organismo que recebeu um gene de outro organismo doador. b) essa alteração no seu DNA permite que mostre uma característica que não tinha antes. c) é uma evolução do melhoramento genético convencional, que não permite a transferência de características de interesse econômico entre espécies diferentes. d) os primeiros organismos transgênicos com o objetivo de auxiliar os seres humanos foram às bactérias produtoras de insulinas.
Questão 24	Com relação às técnicas utilizadas na biotecnologia, assinale a alternativa INCORRETA. a) os marcadores baseados na amplificação do DNA não são influenciados pelo ambiente e nem pela idade do indivíduo analisado. b) os géis de poliacrilamida possuem maior poder de resolução que os géis de agarose. c) a técnica de qPCR (PCR quantitativo) é a utilizada no teste do novo coronavírus. d) a clonagem gênica é uma técnica utilizada para multiplicar uma sequência de DNA de interesse de forma mais rápida e eficiente que a PCR.
Questão 25	A Biotecnologia pode ser descrita como o conjunto de técnicas que utilizam organismos para obtenção de produtos. Sobre os processos biotecnológicos, marque a alternativa CORRETA: a) os transgênicos são perigosos porque durante o processo de alimentação acrescentam material genético dos organismos ingeridos, causando doenças como o câncer. Dessa forma seu uso deve ser evitado. b) na Técnica do DNA recombinante a clivagem é uma importante etapa, nela cortam-se pedaços do DNA com o objetivo de isolar um gene de interesse. Para isso, é utilizada uma enzima de restrição que promove a cisão do DNA em locais específicos. c) nenhuma das alternativas.
Questão 26	Plantas que recebem o fragmento de DNA são denominadas: a) clones. b) transgênicas c) terapêuticas d) evoluídas.
Questão 27	A Biotecnologia é uma ciência constituída por outras áreas do conhecimento, como a química, a biologia e a engenharia. Sobre os processos biotecnológicos, marque a alternativa INCORRETA. a) para obtenção de um ser vivo transgênico pode-se aplicar a Técnica do DNA Recombinante. Um processo que permite clivar o DNA de interesse e

	inserir-lo em uma espécie diferente. b) os alimentos transgênicos são seres vivos geneticamente modificados. Sua exportação foi proibida em diversos países, uma vez que o indivíduo que ingere tal alimento pode incorporar parte do material genético modificado. c) as ligases são enzimas fundamentais nos processos de manipulação do DNA, pois elas promovem a união de nucleotídeos complementares em locais específicos, unindo assim partes do material genético. d) nenhuma das alternativas.
Questão 28	Análise a seguinte imagem, que representa uma técnica desenvolvida para a produção comercial de hormônio de crescimento humano por bactérias: A bactéria do esquema abaixo trata-se de um: a) clone, pois recebeu o gene da produção de hormônio de crescimento humano. b) organismo geneticamente modificado, pois realiza os processos de transcrição e tradução. c) transgênico, pois expressa genes oriundos de uma outra espécie.
Questão 29	Transgênicos são organismos geneticamente modificados (OGM) que receberam um gene de outro ser vivo em seu DNA por meio de técnicas empregadas na biotecnologia. Agricultores do mundo todo têm adotado culturas transgênicas nas últimas duas décadas. Nesse sentido, assinale a alternativa que apresenta a principal cultura transgênica comercializada no mundo. a) soja b) milho c) algodão d) mamão
Questão 30	As principais ferramentas empregadas na tecnologia do DNA recombinante são as enzimas de restrição, que têm a propriedade de cortar o DNA em pontos específicos. O papel biológico dessas enzimas bacterianas na natureza é, provavelmente: a) proteger as bactérias contra os vírus bacteriófagos. b) reparar o DNA bacteriano que sofreu mutação deletéria. c) auxiliar no processo de duplicação do DNA. d) auxiliar no processo de transcrição do mRNA.
Questão 31	Uma maneira de se obter um clone de ovelha é transferir o núcleo de uma célula somática de uma ovelha adulta A para um óvulo de uma outra ovelha B do qual foi previamente eliminado o núcleo. O embrião resultante é implantado no útero de uma terceira ovelha C, onde origina um novo indivíduo. Acerca do material genético desse novo indivíduo, pode-se afirmar que: a) o DNA nuclear e o mitocondrial são iguais aos da ovelha A. b) o DNA nuclear e o mitocondrial são iguais aos da ovelha B. c) o DNA nuclear e o mitocondrial são iguais aos da ovelha C. d) o DNA nuclear é igual ao da ovelha A, mas o DNA mitocondrial é igual ao da ovelha B.
Questão 32	A clonagem molecular tornou possível a produção de insulina humana em células bacterianas. Esta insulina pode ser utilizada pelo indivíduo diabético porque: bacteriano, o que a torna mais eficiente. a) provoca alterações nas moléculas de DNA do indivíduo, o qual passa a produzir a insulina. b) é idêntica àquela sintetizada pelo pâncreas humano, o que elimina o risco de

	reações alérgicas. c) desencadeia a produção de insulina no indivíduo pelo processo de amplificação gênica.
Questão 33	Com relação aos produtos transgênicos, é correto afirmar que: a) são organismos que possuem parte de sua informação genética proveniente de outro ser vivo. b) encontram-se representados por seres vivos que durante o processo de alimentação incorporam material genético dos organismos ingeridos. c) são produtos indicados para pessoas com excesso de peso, pois apresentam número reduzido de calorias. d) devem ser evitados uma vez que, por apresentarem composição química modificada, não são produtos biodegradáveis.
Questão 34	Sobre os Vegetais e animais transgênicos: a) são mutantes que têm o seu genoma alterado por processos como radiação, para desenvolvimento de características específicas. b) passaram por processo de clonagem, onde sofrem transplante de órgãos em experiências científicas, para desenvolvimento de fenótipos específicos. c) têm o seu fenótipo alterado mediante ação de mecanismos físicos ou biológicos, mas não passam as alterações sofridas às gerações seguintes. d) são seres modificados por biotecnologia aplicável, que consiste na inserção de genes provenientes de outros organismos ao genoma que se deseja modificar.
Questão 35	O cultivo de plantas transgênicas vem provocando um acirrado debate entre os defensores e os críticos dessa nova biotecnologia. Entre os argumentos citados a seguir, o único que pode ser apresentado como defesa desse cultivo é: a) a uniformidade genética causada pelo cultivo de apenas um tipo de planta, por exemplo, a soja transgênica; b) o surgimento de bactérias resistentes a antibióticos, já que, em alguns casos, é inserido no DNA da planta um gene de resistência a antibióticos usado como marcador; c) o uso exagerado de herbicidas por parte dos agricultores em plantas modificadas para aumentar a tolerância a esses produtos; d) o combate a deficiências nutricionais por meio de plantas mais ricas em proteínas e vitaminas;
Questão 36	QUESTÃO DE VERDADEIRO OU FALSO. A Biotecnologia moderna tem uma formação multidisciplinar com conhecimentos em várias áreas, podendo atuar em vários setores, como na saúde, na microbiologia, no meio ambiente, na indústria, na agricultura, etc.
Questão 37	QUESTÃO VERDADEIRA OU FALSA. Em 2021, comemorou-se o cenário da descoberta e da produção de insulina. No Brasil, a produção de insulina recombinante iniciou-se mediante a colaboração entre a empresa Biobás e pesquisadores da Universidade de Brasília. Considerando o texto precedente, julgue o item. Na produção de insulina com uso da tecnologia de DNA recombinante, ocorre a inserção do gene que codifica a insulina em plasmídeos, os quais, posteriormente, são introduzidos em bactérias.
Questão 38	QUESTÃO DE VERDADEIRO OU FALSO. O processo de fermentação para a produção de penicilina deve ser realizado em meio anaeróbico.
Questão 39	QUESTÃO DE VERDADEIRA OU FALSA. Células-tronco adultas podem ser propagadas em organoides e linhagens de tecido específicas podem ser

	cultivadas com mínimas contribuições de outros tipos celulares.
Questão 40	Dentro da biotecnologia, pensar em crescimento microbiano significa conseguir o aumento do número e não do tamanho das células. A grande maioria das bactérias, por exemplo, acaba crescendo melhor dentro de variações bem pequenas de pH, sempre muito próximo da neutralidade. Um dos processos fermentativos está no crescimento de fungos por meio das técnicas de fermentação. Esse processo fermentativo se dá pelo(a): a) fissão binária (sexuada ou assexuada). b) esporulação (sexuada ou assexuada). c) fissão binária (assexuada). d) gemulação (assexuada). e) brotamento (assexuada).
Questão 41	A Biotecnologia abrange diversas aplicações e técnicas, incluindo a terapia gênica. Sobre a terapia gênica, assinale a alternativa correta que descreve o tipo de terapia que utiliza vetores virais para introduzir material genético em células do paciente. a) terapia gênica somática. b) terapia gênica germinativa. c) terapia gênica ex vivo. d) terapia gênica in vivo. e) terapia gênica de substituição.
Questão 42	O processo biotecnológico pelo qual é realizada a transferência de material genético entre espécies sexualmente incompatíveis denomina-se: a) geneterapia b) transgenia c) clonagem d) cisgenia e) crossing over
Questão 43	A tecnologia do DNA recombinante pode ser empregada na biossíntese da insulina humana, trazendo enorme avanço na área da medicina. Atualmente, produtos farmacêuticos sintetizados por meio dessa tecnologia são utilizados para tratar diversas doenças. A produção de insulina pela técnica do DNA recombinante tem impacto favorável na saúde de indivíduos. a) Cardíacos. b) Diabéticos c) Hipertensos d) Oncólogos
Questão 44	Sobre genética e biotecnologia, assinale o que for CORRETO. a) o material genético dos vírus é unicamente o DNA; b) as células nervosas são diferentes das células musculares porque contêm genes diferentes;

	c) enzimas de restrição são fundamentais à Engenharia Genética porque permitem a passagem de DNA através da membrana celular. d) terapia gênica consiste em substituir o alelo anormal que causa doença pelo alelo normal
Questão 45	A clonagem terapêutica é um possível recurso para o tratamento de vários tipos de doenças. Sobre o uso de células-tronco, pode-se concluir: a) as células transplantadas nos pacientes são obrigatoriamente pouco diferenciadas. b) células clonadas do próprio paciente oferecem reduzido risco de indução do sistema imune. c) forma-se o zigoto com gametas do paciente e de um doador para originar a célula-tronco. d) um óvulo anucleado é fecundado pelo núcleo gamético de um doador saudável.
Questão 46	Em um laboratório de genética experimental, observou-se que determinada bactéria continha um gene que conferia resistência a pragas específicas de plantas. Em vista disso, os pesquisadores procederam de acordo com a figura. Do ponto de vista biotecnológico, como a planta representada na figura é classificada? a) clone b) mutante c) transgênica
Questão 47	(ENEM/2012) Leia o texto a seguir. Há milhares de anos o homem faz uso da biotecnologia para a produção de alimentos como pães, cervejas e vinhos. Na fabricação de pães, por exemplo, são usados fungos unicelulares, chamados de leveduras, que são comercializados como fermento biológico. Eles são usados para promover o crescimento da massa, deixando-a leve e macia. O crescimento da massa do pão pelo processo citado é resultante da a) liberação de gás carbônico. b) formação de ácido láctico. c) formação de água. d) produção de ATP. e) liberação de calor
Questão 48	Ovelha Dolly, primeiro clone animal oficialmente declarado, após adulta foi acasalada com um macho não aparentado. Desse cruzamento resultou o nascimento de um filhote com características "normais". Este filhote: a) geneticamente idêntico à sua mãe, a ovelha Dolly b) é geneticamente igual à sua avó, mãe da ovelha Dolly c) não tem nenhum patrimônio genético de seu pai d) tem parte do material genético de seu pai e parte de sua mãe

Questão 49	Todas as alternativas apresentam aplicações da tecnologia do DNA recombinante nas duas últimas décadas, EXCETO: a) investigação de paternidade e criminalística. b) recuperação de espécies extintas. c) produção, em bactérias, de proteínas humanas de interesse médico. d) terapia gênica de algumas doenças hereditárias.
Questão 50	Há milhares de anos o homem faz uso da biotecnologia para a produção de alimentos como pães, cervejas e vinhos. Na fabricação de pães, por exemplo, são usados fungos unicelulares, chamados de leveduras, que são comercializados como fermento biológico. Eles são usados para promover o crescimento da massa, deixando-a leve e macia. O crescimento da massa do pão pelo processo citado é resultante da: a) liberação de gás carbônico b) formação de ácido láctico c) produção de ATP

Fonte: Autoria própria (2024)

Questionários Aplicados

Quadro 2: Questionário (Q1) destinado a avaliar as percepções e os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema Biotecnologia.

Identificação dos Participantes	Nome completo: _____ Idade: _____ Sexo: M () F ()
Questão de Percepção 1	Sabendo-se que a ludicidade aplicada ao ensino se refere ao divertimento ou prazer em sala de aula, atividades lúdicas como o uso de jogos aplicadas ao seu ensino médio foram: () Muito frequentes () Pouco frequentes () Não me recordo de nenhum tipo de ludicidade
Questão de Percepção 2	Sobre a presença de atividades lúdicas no contexto escolar, responda: () considero muito importante () considero pouco importante () considero sem importância
Questão de Percepção 3	Sabendo-se que a Biotecnologia e Biologia Molecular se dedicam ao estudo da engenharia genética na geração de novos produtos na agricultura, nos processos industriais e na

	medicina, responda: () Esse conteúdo foi bem trabalhado no ensino fundamental () Esse conteúdo pouco trabalhado no ensino fundamental () Não me recordo de ter visto esse conteúdo no ensino fundamental
Questão de Percepção 4	Sobre as dificuldades relacionadas à Biologia Molecular e Biotecnologia responda: () É um conteúdo da Biologia de difícil entendimento () É um conteúdo da Biologia de entendimento mediano () É um conteúdo da Biologia de fácil entendimento
Questão de Percepção 5	Quais as maiores dificuldades para o entendimento da Biologia Molecular e Biotecnologia (pode marcar mais de uma): () Termos difíceis de aprender () Dificuldade em visualizar as estruturas () Metodologias de ensino utilizadas pelo docente () Não ter visto o conteúdo previamente Outra: _____ () Não tenho dificuldades
Questão de Vestibular 6	A tecnologia do DNA recombinante permitiu a criação do milho Bt, resistente ao ataque de determinados tipos de insetos. Considerando que foi introduzido um gene da bactéria <i>Bacillus thuringiensis</i>, que promove na planta a produção de uma proteína tóxica aos insetos, mas inofensiva aos mamíferos, é correto afirmar que o milho Bt é resultado de técnica de: a) clonagem gênica. b) transgênese. c) terapia gênica. d) eletroforese. e) cruzamento interespecífico.
Questão de Vestibular 7	Muitas vacinas de DNA estão em desenvolvimento para várias doenças e são tidas como uma estratégia de imunização muito promissora. Essas vacinas consistem na inoculação de um plasmídeo, produzido por engenharia genética, contendo uma pequena parte do material genético do patógeno, com informação para a célula produzir uma ou mais proteínas do patógeno (antígenos). Um dos requisitos para que essa vacina funcione é que, após a inoculação, o plasmídeo: a) chegue ao núcleo, onde será traduzido pelos ribossomos. b) chegue ao citoplasma, onde será traduzido pelos ribossomos. c) chegue ao núcleo, onde será transcrito em RNA mensageiro. d) chegue ao citoplasma, onde será transcrito em RNA mensageiro. e) Chegue ao citoplasma e se transforme em ribossomo.
Questão de Vestibular 8	A clonagem terapêutica é um possível recurso para o tratamento de vários tipos de doenças. Sobre o uso de células-tronco, pode-se concluir:

	a) As células transplantadas nos pacientes são obrigatoriamente pouco diferenciadas. b) Células clonadas do próprio paciente oferecem reduzido risco de indução do sistema imune. c) Forma-se o zigoto com gametas do paciente e de um doador para originar a célula-tronco. d) Um óvulo anucleado é fecundado pelo núcleo gamético de um doador saudável. e) Todas as alternativas estão incorretas
Questão de Vestibular 9	Os pesquisadores da área de Genética demonstraram ser possível a reprodução de seres vivos por meio de aprimoradas técnicas de clonagem, que consistem em: a) injetar, dentro do óvulo da fêmea de uma espécie, um espermatozóide de um macho da mesma espécie. b) introduzir, nas células germinativas de uma espécie, alguns genes de outra espécie. c) retirar e descartar o núcleo de uma célula somática de uma espécie e injetar, nesta célula anucleada, o núcleo de uma célula-ovo da mesma espécie. d) retirar e descartar o núcleo do óvulo da fêmea de uma espécie e injetar neste óvulo anucleado, o núcleo de uma célula somática de um indivíduo da mesma espécie. e) injetar, dentro do óvulo de uma fêmea, o núcleo de um outro óvulo da mesma espécie.
Questão de Vestibular 10	A pesquisa com células tronco tem-se tornado de grande importância para recuperação de órgãos lesionados que não têm capacidade de regeneração de suas células. As células tronco têm grande poder de regeneração porque: a) têm todos os seus genes funcionando. b) todos os seus genes estão desligados. c) têm algo grau de especialização. d) são pouco especializadas. e) não se reproduzem com facilidade.
Questão de Vestibular 11	Cada vez mais a técnica da reação em cadeia da polimerase (PCR - polimerase chain reaction) tem sido utilizada no diagnóstico de doenças parasitárias. Por essa técnica, regiões específicas do DNA de microrganismos podem ser identificadas e amplificadas de forma logarítmica a cada ciclo da reação. a) Por que é necessário um aumento da temperatura, em torno de 95 °C, no início de cada ciclo da PCR? _____ _____ _____

Fonte: Autoria própria (2024).

Quadro 3: Questionário 2 (Q2) destinado a avaliar os conhecimentos adquiridos após aula e aplicação do jogo “Linhas Biológicas” e percepção dos alunos sobre o método utilizado.

Identificação dos Participantes	Nome completo: _____ Idade: _____ Sexo: M () F ()
Questão de Vestibular 1	A tecnologia do DNA recombinante permitiu a criação do milho Bt, resistente ao ataque de determinados tipos de insetos. Considerando que foi introduzido um gene da bactéria <i>Bacillus thuringiensis</i>, que promove na planta a produção de uma proteína tóxica aos insetos, mas inofensiva aos mamíferos, é correto afirmar que o milho Bt é resultado de técnica de: a) clonagem gênica. b) transgênese. c) terapia gênica. d) eletroforese. e) cruzamento interespecífico.
Questão de Vestibular 2	Muitas vacinas de DNA estão em desenvolvimento para várias doenças e são tidas como uma estratégia de imunização muito promissora. Essas vacinas consistem na inoculação de um plasmídeo, produzido por engenharia genética, contendo uma pequena parte do material genético do patógeno, com informação para a célula produzir uma ou mais proteínas do patógeno (antígenos). Um dos requisitos para que essa vacina funcione é que, após a inoculação, o plasmídeo: a) chegue ao núcleo, onde será traduzido pelos ribossomos. b) chegue ao citoplasma, onde será traduzido pelos ribossomos. c) chegue ao núcleo, onde será transcrito em RNA mensageiro. d) chegue ao citoplasma, onde será transcrito em RNA mensageiro. e) Chegue ao citoplasma e se transforme em ribossomo.
Questão de Vestibular 3	A clonagem terapêutica é um possível recurso para o tratamento de vários tipos de doenças. Sobre o uso de células-tronco, pode-se concluir: a) As células transplantadas nos pacientes são obrigatoriamente pouco diferenciadas. b) Células clonadas do próprio paciente oferecem reduzido risco de indução do sistema imune. c) Forma-se o zigoto com gametas do paciente e de um doador para originar a célula-tronco. d) Um óvulo anucleado é fecundado pelo núcleo gamético de um doador saudável. e) Todas as alternativas estão incorretas

Questão de Vestibular 4	Os pesquisadores da área de Genética demonstraram ser possível a reprodução de seres vivos por meio de aprimoradas técnicas de clonagem, que consistem em: a) injetar, dentro do óvulo da fêmea de uma espécie, um espermatozóide de um macho da mesma espécie. b) introduzir, nas células germinativas de uma espécie, alguns genes de outra espécie. c) retirar e descartar o núcleo de uma célula somática de uma espécie e injetar, nesta célula anucleada, o núcleo de uma célula-ovo da mesma espécie. d) retirar e descartar o núcleo do óvulo da fêmea de uma espécie e injetar neste óvulo anucleado, o núcleo de uma célula somática de um indivíduo da mesma espécie. e) injetar, dentro do óvulo de uma fêmea, o núcleo de um outro óvulo da mesma espécie.
Questão de Vestibular 5	A pesquisa com células tronco tem-se tornado de grande importância para recuperação de órgãos lesionados que não têm capacidade de regeneração de suas células. As células tronco têm grande poder de regeneração porque: a) têm todos os seus genes funcionando. b) todos os seus genes estão desligados. c) têm algo grau de especialização. d) são pouco especializadas. e) não se reproduzem com facilidade.
Questão de Vestibular 6	Cada vez mais a técnica da reação em cadeia da polimerase (PCR - polimerase chain reaction) tem sido utilizada no diagnóstico de doenças parasitárias. Por essa técnica, regiões específicas do DNA de microrganismos podem ser identificadas e amplificadas de forma logarítmica a cada ciclo da reação. a) Por que é necessário um aumento da temperatura, em torno de 95 °C, no início de cada ciclo da PCR? _____ _____ _____ _____
Questões de Percepção em Relação a Atividade	Na sua opinião, o uso do JOGO 4 LINHAS para discussão de conteúdos relacionados à BIOTECNOLOGIA, foi: a) Excelente b) Bom c) Regular d) Ruim

	e) Péssimo
Questões de Percepção em Relação a Atividade	Qual você considera o seu nível de aprendizado em relação a aula proposta, que utilizou o JOGO 4 LINHAS como ferramenta de ensino? a) Excelente b) Bom c) Regular d) Ruim
Questões de Percepção em Relação a Atividade	Expresse suas opiniões, sugestões, críticas, elogios ou qualquer outra coisa que considere relevante sobre o uso do Jogo “LINHAS BIOLÓGICAS” como ferramenta para o ensino de BIOTECNOLOGIA?

Fonte: Autoria própria (2024).