

BIOTECNOLOGIA NA SALA DE AULA: APRENDIZAGEM ATRAVÉS DO JOGO DIDÁTICO “BASES PARA BIOTECNOLOGIA E CAMINHOS PARA ELETROFORESE”

Biotechnology in the classroom: learning through the teaching game “bases for biotechnology and pathways for electrophoresis”

Elaine Fernanda dos Santos [elainefernanda14@gmail.com]

*Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática
Universidade Federal de Sergipe, campus de São Cristóvão
Av. Marechal Rondon, s/n, Jd. Rosa Elze. São Cristóvão - SE*

Sindiany Suelen Caduda dos Santos [sindianyescs@gmail.com]

*Núcleo de Graduação em Educação em Ciências Agrárias e da Terra
Universidade Federal de Sergipe, Campus do Sertão
Rodovia Engenheiro Jorge Neto, km 3, Silos. Nossa Senhora da Glória – SE*

Recebido em: 30/05/2019

Aceito em: 17/01/2020

Resumo

A compreensão dos conhecimentos em biotecnologia constitui um desafio para professores e alunos devido à complexidade desses assuntos no ensino básico, aliada aos avanços tecnológicos que promovem modificações constantes nessa área. Deste modo, a falta de metodologias inovadoras de ensino dificulta o entendimento dos conteúdos, o que gera problemas de aprendizagem, evidenciados pela falta de interesse dos alunos por temas relacionados a ciências. Nessa perspectiva, este trabalho analisou a eficiência do jogo didático *Bases para biotecnologia e caminhos para eletroforese* no processo de ensino e aprendizagem de alunos de duas escolas públicas do ensino básico, em Sergipe. Para tal, foi utilizada a metodologia de Bossolan, baseada na aplicação de um questionário aberto, antes e após a utilização do jogo. Foi constatado que o recurso didático contribuiu de forma significativa no processo de ensino e aprendizagem, principalmente na construção do conhecimento sobre o conteúdo eletroforese, que apontou uma mudança significativa quando comparados os resultados dos questionários.

Palavras-chave: Recursos didáticos. Educação Básica. Ensino de Biotecnologia.

Abstract

Understanding knowledges on biotechnology represents a challenge for professor and students due to the complexity of these subjects during primary education, combined with technological advances that foster constant modifications in this area. Therefore, the lack of innovative teaching methodologies impairs the understanding of contents, which generates learning issues, evidenced by the lack of interest of students towards science related themes. Under this perspective, this work analysed the efficiency of the didactic activity *Foundations for biotechnology: ways to electrophoresis* in the process of teaching and learning of students from two elementary public schools in Sergipe. Thus, Bossolan methodology was used, based on the adoption of an open quiz, before and after the activity. It was observed that the didactic resource contributed to the building of the knowledge about the electrophoresis content, which showed a substantial change when the answers of the quiz were compared.

Keywords: Didactic resources. Basic education. Teaching Biotechnology.

INTRODUÇÃO

O processo de ensino e aprendizagem em Biologia ainda está pautado em um modelo de racionalidade técnica, conhecido como o Modelo Tradicional, que visa unicamente a utilização de aulas expositivas com base na utilização de livros didáticos (SETÚVAL; BEJARANO, 2009). Nesse sentido, a dificuldade dos alunos em compreender conteúdos complexos, como os da área de genética, combinados com práticas tradicionalistas, têm sido fatores determinantes para muitos dos problemas apontados pelos educandos no entendimento de conceitos e métodos científicos abordados no ensino de Biologia (TEMP; SANTOS, 2013).

A falta de metodologias inovadoras tornam os conteúdos complicados, o que gera problemas eminentes como a falta de interesse dos estudantes por temas relacionados à genética e biotecnologia (TEMP; SANTOS, 2013). A partir desse pressuposto, pergunta-se: utilizar jogos como recursos didáticos poderia aumentar a eficiência do processo de construção do conhecimento sobre biotecnologia nas aulas de genética?

Zuanon, Diniz e Nascimento (2010) destacaram que a diversificação de metodologias no processo de aprendizado tem um papel bastante significativo na construção do saber que será adquirido pelos alunos. Por isso, a utilização de jogos didáticos pode ser uma ferramenta capaz de contribuir significativamente para a formação do estudante.

O aprendizado crítico e reflexivo é construído mediante a apresentação dos saberes de forma sistemática, que irá resultar em um processo de ampliação e aplicação de conhecimentos, pois as ferramentas de ensino relacionadas com a elaboração e administração de jogos didáticos podem apontar para os alunos possíveis erros nas apresentações de livros didáticos, além de proporcionar uma aprendizagem pautada em práticas educativas e favorecer a formulação de ideias e pensamento crítico (ZUANON; DINIZ; NASCIMENTO, 2010).

O jogo didático “Bases para Biotecnologia e Caminhos para Eletroforese” é constituído de peças para recortar e montar (pinos e dado), tabuleiro, tabela de pontos, cartões perguntas e itens básicos para realizar o procedimento da eletroforese em gel. O material didático foi construído por duas estudantes do curso de Ciências Biológicas, a partir de observações das principais dificuldades dos alunos em entender conteúdos relacionados à genética, como por exemplo, o uso de conceitos complexos, como gene, mutação, DNA, além da utilização de cálculos matemáticos, como probabilidade. Tais observações foram obtidas durante a realização de estágio a docência não obrigatório.

O tema biotecnologia foi escolhido como enfoque principal para elaboração e aplicação do jogo por ser um dos mais abordados na área de conhecimento “Ciências da Natureza e suas tecnologias” no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Conteúdos como a técnica do Ácido Desoxirribonucléico (DNA) recombinante, o uso de organismos geneticamente modificados (OGM) e suas implicações gênicas, a produção de clones e as consequências éticas da utilização dessas técnicas são frequentemente vistos no exame (TEXEIRA, 2011).

O recurso pedagógico em questão foi construído para articular os conteúdos teóricos apresentados pelos livros didáticos com situações cotidianas vivenciadas por professores e alunos, desenvolver habilidades lúdicas e cognitivas, além de proporcionar a construção do conhecimento sobre biotecnologia para que o aluno possa reproduzi-lo através de um pensamento crítico e social.

De acordo com Setúval e Bejarano (2009) recursos didáticos são instrumentos que podem ser eficazes para abordagem de conteúdos no ensino de Ciências e Biologia, e o professor deve atentar-se a buscar metodologias ativas que promovam uma facilitação na compreensão de assuntos

ligados a genética, especificamente, pois são considerados pelos alunos como um dos mais difíceis, por envolver processos diferenciados e complexos.

Segundo Anastasiou (2004), a produção do conhecimento do estudante é pautada no aprendizado ativo, através de práticas que envolvem percepção e reflexão. Escolher a estratégia adequada ao desenvolvimento de tais práticas é fundamental para que se ultrapassem as perspectivas iniciais desse processo. Tardif (2002), ainda ressaltou que a prática pedagógica deve ser conduzida através do pensamento reflexivo, que possa integrar vários tipos de conhecimentos tais como a cultura e arte.

Construir um material que seja utilizado para ensinar e que dialogue com a realidade social e histórica dos estudantes faz-se necessário para que estes possam edificar sua construção de conhecimento de forma autônoma. Para tanto, é imprescindível iniciar um conteúdo específico a partir de saberes que façam parte da realidade cotidiana dos sujeitos (FREIRE, 2004).

Amaral, Mendes e Porto (2018) ainda ressaltam que a utilização de metodologias diferenciadas são eficientes na promoção de um processo de aprendizado mais interativo, uma vez que permitem a problematização dos mais diversos temas e promove debates que envolvem situações do conteúdo científico com questões vivenciadas no dia a dia.

Para a análise da eficiência do material didático, este foi aplicado em duas escolas públicas de Sergipe, uma delas da rede estadual e a outra da rede federal, da educação básica. Diante disso, este trabalho teve como objetivo analisar a eficiência do jogo didático *Bases para biotecnologia e caminhos para eletroforese* no processo de aprendizagem de alunos de duas escolas públicas do ensino básico, em Sergipe.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O jogo didático “Bases para a Biotecnologia e Caminhos para Eletroforese” (Apêndice A) deve ser jogado por grupos de no mínimo 3 e no máximo 5 jogadores, sendo um deles o mediador, que será responsável por organizar as rodadas, verificar as respostas e anotar as pontuações. A escolha do mediador pode ser realizada por sorteio ou de comum acordo com todos os jogadores. A ordem de jogada de cada participante deve ser definida pelo lançamento dos dados, aquele que tirar a maior pontuação será o primeiro a jogar e assim sucessivamente. Todas as orientações para a utilização do recurso didático estão expostas no manual (Apêndice B).

As casas do tabuleiro com interrogações indicam que é necessário fazer a compra de um cartão-pergunta no conjunto de cartas. Há dois tipos de cartões-perguntas: os que valem 5 pontos (questões de verdadeiro ou falso) e os que valem 10 pontos (questões de múltipla escolha). Se o jogador acertar, ganhará a quantidade de pontos indicados pelo tipo de questão, caso erre, voltará para a casa de onde saiu e a carta-pergunta volta para o final do conjunto de cartas. Além das interrogações, existem casas com bônus e prejuízos.

O jogador mediador será responsável por anotar as pontuações que foram conquistadas por cada participante em uma tabela de pontos. À medida que os jogadores forem adquirindo as pontuações, poderão trocar os pontos por cartas-itens necessários para fazer o processo de eletroforese em gel. São cinco objetos diferentes: cuba e fonte elétrica; solução tampão; placa com gel de agarose; material de laboratório e amostras de DNA. O vencedor será aquele que conseguir todos os itens necessários para realização da eletroforese em gel.

A pesquisa foi realizada entre os meses de dezembro de 2016 até março de 2017 e é caracterizada, em relação à sua abordagem, como mista ou quali-quantitativa. Para avaliar a eficiência do jogo didático com os estudantes foi utilizada a proposta metodológica de Bossolan *et*

al (2007), a qual sugere a aplicação de questionários com perguntas dissertativas relacionadas ao assunto do recurso didático. Consoante os autores, o questionário deve ser aplicado antes do início das atividades e após o término da administração do material didático, momentos denominados de pré-aplicação do jogo, e pós-aplicação do jogo, respectivamente.

Os questionários elaborados para a pré e pós-aplicação do recurso possuem as mesmas questões e têm o objetivo de analisar as contribuições na aprendizagem dos alunos, dentro do processo de construção de conhecimento. Uma vez elaborado o questionário, a pesquisa foi executada em três etapas nas duas escolas, aqui denominadas de A e B. Das etapas 1 e 2 participaram 25 estudantes da escola A e 50 educandos da instituição B. Na etapa 3, que foi realizada uma semana depois, participaram 22 discentes no colégio A e 42 na B, pois alguns alunos não compareceram a aula na semana seguinte.

Etapa 1: Pré-aplicação do jogo: foram aplicadas questões discursivas sobre os principais conteúdos abordados no material didático, como tecnologia do DNA recombinante, organismos transgênicos, bases nitrogenadas, clonagem e células-tronco. Para a análise e interpretação dos dados obtidos nessa parte foram criadas classes de correção das perguntas: corretas, parcialmente corretas, incorretas e não responderam.

Etapa 2: Aplicação do material didático: nesta etapa foi feita a divisão dos grupos de trabalho entre os estudantes; explicado todos os procedimentos que seriam adotados; e esclarecidas as eventuais dúvidas sobre as regras do jogo. Logo após, o jogo didático foi distribuído para os alunos, com todas as suas peças já montadas, juntamente com o manual de instruções sobre o funcionamento do jogo. Os professores acompanharam todos os procedimentos adotados durante a atividade e contribuíram nos esclarecimentos dos principais questionamentos acerca do conteúdo abordado. No decorrer dessa etapa, a pesquisadora utilizou-se de observação sistemática para avaliação de critérios previamente planejados, foram eles: envolvimento, dispersão, abandono e impressões/comentários dos educandos durante e sobre o jogo didático aplicado.

Etapa 3: Pós-aplicação do jogo: uma semana após a aplicação do jogo didático com os estudantes das duas escolas, foi aplicado o mesmo questionário estruturado da etapa 1. Nessa etapa também foram utilizadas as classes para correção (Quadro 1) mencionadas na etapa 1, com acréscimo de um item: aluno não compareceu - ANC, que se refere aos alunos que não compareceram para a pós-aplicação.

Sigla	Escala	Explicação
C	Corretas	Pergunta com resolução totalmente correta.
PC	Parcialmente corretas	Questão incompleta, porém com informações corretas.
I	Incorretas	Pergunta errada.
NR	Não responderam	Alunos que não responderam.
*ANC	Aluno não compareceu	Alunos que não compareceram na pós-aplicação.

Quadro 1: Escala de correção utilizada para análise das questões da pré-aplicação e pós-aplicação.

Mediante o cumprimento das etapas 1 e 3 foi possível categorizar os resultados da pré e pós-aplicação do jogo didático, com base em Bardin (2011), em três categorias de análise: *eletroforese, células-tronco e tecnologia do DNA recombinante*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram organizados por categorias e foram explanados seguindo as etapas descritas nos procedimentos metodológicos. Ressalta-se que as funções pedagógicas do recurso didático será evidenciado em todas as etapas, de modo a enfatizar sua eficiência no processo de construção dos saberes sobre os conteúdos do tema biotecnologia.

Conforme ressaltaram Campos, Bortoloto e Felício (2003), a função pedagógica do jogo pode ser observada durante sua aplicação e análise, pois estes unem os aspectos lúdicos aos cognitivos e pode ser considerados uma ferramenta eficaz para o processo de ensino e aprendizagem sobre conceitos abstratos e complexos, como os que são abordados na área de Ciências e Biologia, além de favorecer o raciocínio, interação entre os alunos, motivação, poder de argumentação e desenvolver sociabilidade.

Etapa 1: Pré-aplicação do jogo Bases para biotecnologia e caminhos para eletroforese

a) Eletroforese em gel

Na primeira categoria foram avaliados os conhecimentos prévios sobre a técnica de eletroforese em gel. Na escola A foi constatado que 16% dos participantes responderam de forma correta, 4% parcialmente correta, 12% de forma incorreta e 68% dos estudantes não responderam. Já na escola B houve um percentual de 6% de respostas corretas, 10% de parcialmente corretas, 20% de incorretas e 64% dos alunos não responderam.

Com isso foi possível notar, devido ao alto índice de respostas erradas e em branco, que o entendimento sobre este assunto é muito escasso em ambas as escolas. Por tratar-se de uma técnica explorada de forma limitada pelos professores, os alunos sentem muita dificuldade em descrever e/ou até mesmo entender o que é e como ocorre a eletroforese. Todavia, no livro didático utilizado pelas instituições A e B o assunto é explanado de forma detalhada.

O livro didático Biologia 3 de César, Sezar e Caldini, no capítulo sobre biotecnologia, traz a abordagem da técnica de eletroforese, que consiste na separação do DNA de acordo com seus pesos moleculares, de forma que as partículas de maior tamanho migram devagar e as de menor tamanho migram rapidamente. O livro também mostra como ocorre todo o processo através de texto e esquemas, além de apontar usos para essa técnica (JÚNIOR; SASSON; JÚNIOR, 2013).

b) Células-tronco

Acerca da compreensão preliminar sobre células-tronco, pode-se perceber que diferentemente do item anterior, os estudantes possuem um conhecimento prévio mais elaborado, por ser um tema que é constantemente abordado nas mídias sociais, a exemplo do uso das células tronco na terapia celular e no processo de geração de clones. Dessa forma, na escola A, 40% dos alunos responderam de forma correta, 12% parcialmente correta, 12% incorreta e 36% não responderam. Já na escola B, 52% responderam corretamente, 2% parcialmente correta, 16% incorreta e 30% de alunos não responderam.

Compreender o conceito de células-tronco é um fator relevante para quem deseja manter-se atualizado com os avanços das pesquisas na área de Biologia, pois as crescentes discussões no meio social têm sido constantes por convidar as pessoas a refletir e opinar, sobre as implicações éticas, religiosas e morais, além dos benefícios e riscos provenientes desses avanços (MARCON; STAGE, S/D).

Todavia, o percentual de estudantes que não responderam foi muito alto em ambas as escolas, 36% na escola A e 30% na escola B. Esses resultados mostram que apesar de serem

conteúdos que estão sempre expostos no meio midiático, os estudantes ainda demonstram dificuldades em entender tais assuntos.

c) Tecnologia do DNA recombinante

A última categoria descrita envolveu duas perguntas dos testes que indagaram sobre o que seriam organismos geneticamente modificados e acerca de aplicações da técnica do DNA recombinante. Os resultados obtidos pelas instituições estão demonstrados no quadro abaixo (Quadro 2).

Escolas e questões/Escala (%)	Escola A		Escola B	
	OGM (Organismos geneticamente modificados)	Aplicações do DNA recombinante	OGM (Organismos geneticamente modificados)	Aplicações do DNA recombinante
C	38	24	58	36
PC	4	0	4	0
I	4	4	12	6
NR	54	72	26	58

Quadro 2: Percentual obtido em cada pergunta por colégio com relação às escalas de avaliação.

A partir dos resultados demonstrados no quadro acima, foi identificado que os estudantes possuem um aprendizado mais evidente quando o assunto é o conceito de OGM. Porém, estes detêm de uma dificuldade acentuada quando se pergunta sobre exemplos das aplicações do DNA recombinante.

Apesar disso, os discentes que responderam sobre usos dessa técnica, citaram a produção de transgênicos nas indústrias de alimentos, farmacêutica e médica. Outro ponto importante observado é o número de alunos que não responderam as perguntas em ambas às escolas, o que pode ser explicado pela complexidade dos conteúdos abordados.

Com os avanços científicos e tecnológicos que são lançados constantemente na mídia, é possível destacar dificuldades que são apontadas por professores no momento de ensinar e pelos alunos na hora de compreender abordagens relacionadas à genética, como os organismos geneticamente modificados, tecnologia do DNA recombinante e o genoma humano. Assim, pode-se observar a importância do uso de metodologias ativas que visam aprimorar esse processo de construção do conhecimento (JUSTINA; FERRARI; ROSA, 2000).

Etapa 2: Aplicação do jogo Bases para biotecnologia e caminhos para eletroforese

Após a explicação de todas as regras, divisão dos grupos e esclarecimentos de eventuais dúvidas, foi iniciada a aplicação do jogo com os alunos, mediada pelos professores. No decorrer dessa etapa a pesquisadora fez observações sistemáticas. Com as devidas anotações foi possível visualizar alguns tipos de comportamentos.

O primeiro aspecto analisado foi o envolvimento dos estudantes das escolas A e B no decorrer de toda a atividade. Foi percebido que todos os alunos participantes da pesquisa mostraram-se interessados e animados com a proposta didática. Nesse momento, foi gerada uma competição entre eles para saber quem acertaria mais perguntas. Durante a atividade eles sempre mencionavam momentos vivenciados durante as aulas com os professores regentes.

Conforme Cabrera (2007), um fator importante que auxilia o processo de construção de conhecimento é a predisposição do aluno em aprender algo, que geralmente é demonstrado em

atividades de caráter lúdico, pois nesse momento fatores motivacionais, que é próprio de ambientes descontraídos, pode favorecer a assimilação de novas informações de forma significativa.

No decorrer da realização de toda a ação, os professores regentes e a pesquisadora eram chamados para esclarecer dúvidas sobre as perguntas do jogo, como também para explicar alguns termos que os alunos não conheciam ou não lembravam mais dos significados. Os estudantes mostraram-se prestativos e dispostos durante toda a aplicação; muitos comentaram que viram questões sobre os temas do jogo em provas do ENEM e em noticiários que falavam sobre avanços tecnológicos. De modo breve, falaram sobre questões éticas abordadas em noticiários e que apareciam nos questionamentos do recurso didático.

De acordo com Macedo, Petty e Passos (2000), o exercício de jogar aliado à intervenção do profissional de educação, ensinará métodos e práticas que serão modificados no decorrer das partidas. Ou seja, ao jogar, o aluno é conduzido a exercitar seus conhecimentos e habilidades para que consiga vencer.

A incorporação de jogos didáticos como estratégias de ensino é vista como uma alternativa viável para preencher muitas falhas do processo de assimilação do conhecimento, pois é determinante para construção do pensamento crítico do aluno, ressaltando o trabalho de socialização e a troca de novos ensinamentos realizado em grupos (CAMPOS; BORTOLOTO; FELÍCIO, 2003).

O segundo aspecto analisado foi à dispersão dos discentes durante a realização da atividade. Em ambas as escolas, notou-se que um total de seis alunos não participaram ativamente do jogo didático, pois estavam distraídos com outras ocupações, alguns mantinham-se no celular e outros faziam exercícios de outras disciplinas. A partir disso, é possível observar que utilizar apenas um tipo de recurso didático pode não ser adequado para todos os tipos de alunos.

O terceiro aspecto da observação em análise está intimamente entrelaçado com o segundo. No decorrer da aplicação, seis estudantes, na escola A, abandonaram o jogo na metade dos procedimentos. Apenas um deles justificou dizendo que não gostava da disciplina e que preferia não participar de atividades diferenciadas, pois não entendia muitos termos abordados na matéria. Ele ainda acrescentou que achava “chato” estudar aqueles conteúdos.

Tais resultados reforçam a ideia de que escolher apenas um tipo de material didático para atender as diferentes necessidades dentro de uma sala de aula é considerada uma tarefa inadequada, pois é preciso levar em consideração as necessidades e realidades dos alunos e o meio em que vivem. Ademais, é preciso valorizar o conhecimento que os discentes trazem consigo sobre o assunto estudado. Dessa maneira, é fundamental trabalhar na sala de aula por meio de propostas metodológicas pluralistas (LABURÚ; ARRUDA; NARDI, 2003).

O quarto e último aspecto observado correspondem às opiniões, impressões e sugestões dos discentes sobre o jogo aplicado. Um dos alunos comentou que tais atividades faziam com que eles revisassem os assuntos de forma divertida e que é uma estratégia agradável para conseguir envolver toda a turma. Outro estudante explicou que participar de aulas dinâmicas e que fujam do padrão tradicional, incentiva-os a buscar pelo conhecimento de maneira autônoma, além de poderem contextualizar os conceitos discutidos com sua realidade.

O dinamismo e interação com os colegas também foi citado por um dos discentes, que ressaltou a importância de compartilhar conhecimentos. Este aluno salientou que apesar do jogo ter adversários, os alunos ajudavam uns aos outros e um passava o que sabia a respeito do assunto para o outro. Desse modo, pode-se perceber que a oportunidade de socialização é vista como um fator relevante no processo de construção do conhecimento.

Pedroso (2009) destacou que atividades como jogos didáticos são reconhecidas pelo sistema educacional como uma ferramenta importante para fornecer ao aluno um ambiente motivador, planejado e enriquecido, que irá contribuir para a aquisição de habilidades cognitivas. Possuem características que motivam os alunos a participarem de forma ativa e espontânea durante as aulas, além de promover a socialização e cooperação nas relações entre os discentes.

Campos, Bortoloto e Felício (2003) também destacaram que o jogo didático é um recurso exemplar para o processo de ensino e aprendizagem, pois estimula o educando, desenvolve diversos níveis diferentes de cognição, que vão desde experiência pessoal até social, e ajuda na construção de novos conhecimentos e interesses. Por isso, o professor é condicionado a estimular que os discentes possam fazer novas descobertas e aproximá-los ao conhecimento científico vivenciado no cotidiano vivido por eles.

Etapa 3: Pós-aplicação do jogo Bases para biotecnologia e caminhos da eletroforese

Diante da finalização da aplicação do jogo didático, uma semana depois, foi administrado o mesmo questionário aplicado antes da utilização do jogo, a fim de verificar se o recurso em questão contribuiu ou não para a construção do conhecimento sobre biotecnologia. No decorrer da descrição dos resultados obtidos nessa etapa, foram feitas comparações com os obtidos antes da aplicação do jogo. Os testes foram corrigidos e avaliados da mesma maneira destacada na etapa um, com acréscimo do item, alunos que não compareceram - ANC, pois em ambas as escolas tiveram alunos que não responderam ao último teste, o que equivale a 12% (A) e 8% (B).

a) Eletroforese em gel

Na categoria um foi investigado se o jogo didático mostrou-se eficiente para elaboração do entendimento acerca da eletroforese. Em vista disso, foi possível constatar que o recurso didático mostrou-se favorável para o processo de construção do ensino e aprendizagem sobre a técnica de eletroforese, como pode ser visualizado no gráfico abaixo (Figura 1).

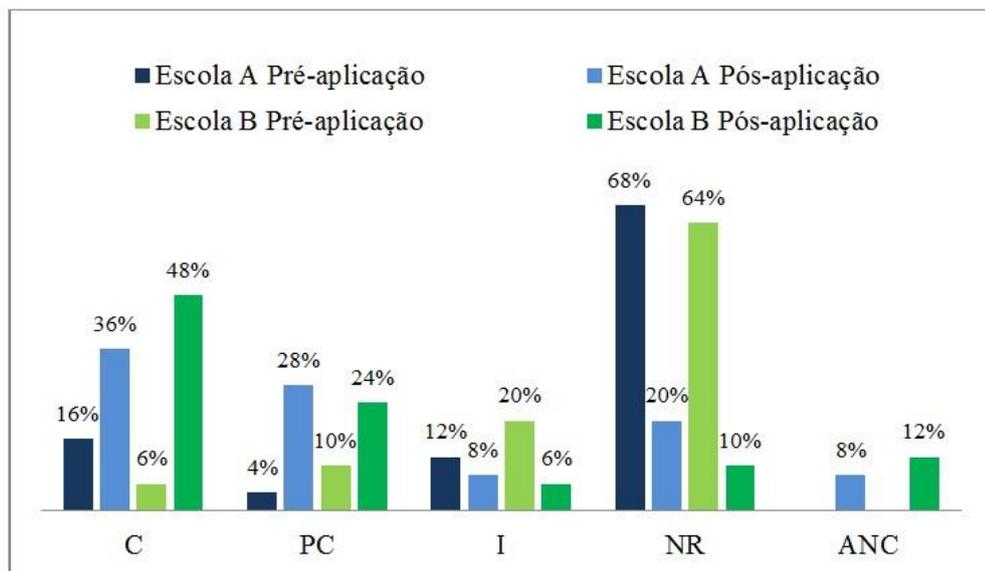


Figura 1: Comparação entre os resultados obtidos com a pré-aplicação e a pós-aplicação sobre a técnica de eletroforese. Legenda: C- corretas; PC- parcialmente corretas; I- incorretas; NR- não respondeu; ANC- aluno não compareceu.

Nessa perspectiva é possível utilizar materiais didáticos para preencher lacunas deixadas pelo ensino tradicionalista, e com isso ter a oportunidade de fazer um processo de ensino e aprendizagem voltada para a participação dos alunos na sua própria construção do conhecimento (CASTOLDI; POLINARSKI, 2009).

De acordo com Grando (2001), a inclusão de jogos no ambiente educacional implica em algumas vantagens, como assimilação de conceitos de uma forma dinâmica para o aluno, desenvolvimento de temas de difícil compreensão, aperfeiçoamento de estratégias na resolução de problemáticas e entre outros.

b) Células-tronco

Na segunda categoria foram avaliadas as contribuições no que diz respeito ao assunto de células-tronco. O resultado dessa categoria foi bastante satisfatório, pois apesar dos alunos terem demonstrado possuir um conhecimento prévio estabelecido, após a aplicação do jogo didático, o percentual de acertos cresceu cerca de 16% em ambas as escolas, além do índice de respostas incorretas terem diminuído em ambas as instituições, como está evidenciado no gráfico abaixo (Figura 2).

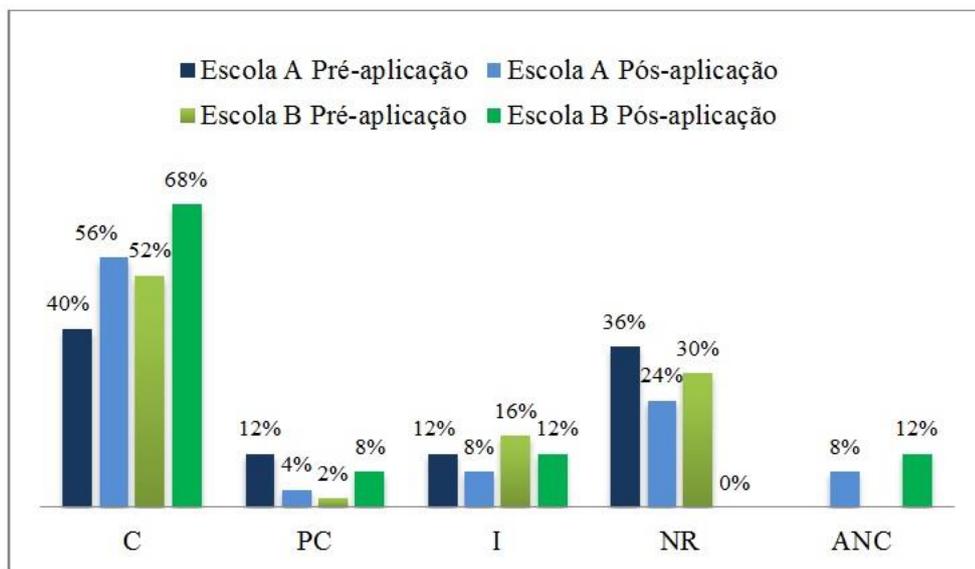


Figura 2: Comparação entre os resultados obtidos com a pré-aplicação e a pós-aplicação sobre células-tronco. Legenda: C- corretas; PC- parcialmente corretas; I- incorretas; NR- não respondeu; ANC- aluno não compareceu.

Segundo Silva, Zingaretti e Lisoni (2018), em sua pesquisa sobre as percepções de alunos do ensino médio sobre a temática biotecnologia, constatou-se que estes possuem uma percepção inadequada quando se fala em conteúdos como o projeto genoma e células-tronco. Ainda ressaltam que há um abismo entre o conhecimento que o estudante acredita que possui e o que realmente conseguem perceber.

c) Tecnologia do DNA recombinante

Na última categoria foram analisadas as questões referentes à tecnologia do DNA recombinante, como está ressaltado nos gráficos abaixo. A partir disso pode-se perceber que em relação ao conceito de OGM, houve uma melhoria no número de respostas corretas na escola A (Figura 3). No entanto, o aumento mais significativo foi na pergunta que abordava as aplicações do DNA recombinante, visto que houve um acréscimo de 32%, no percentual de respostas corretas após a aplicação do jogo didático.

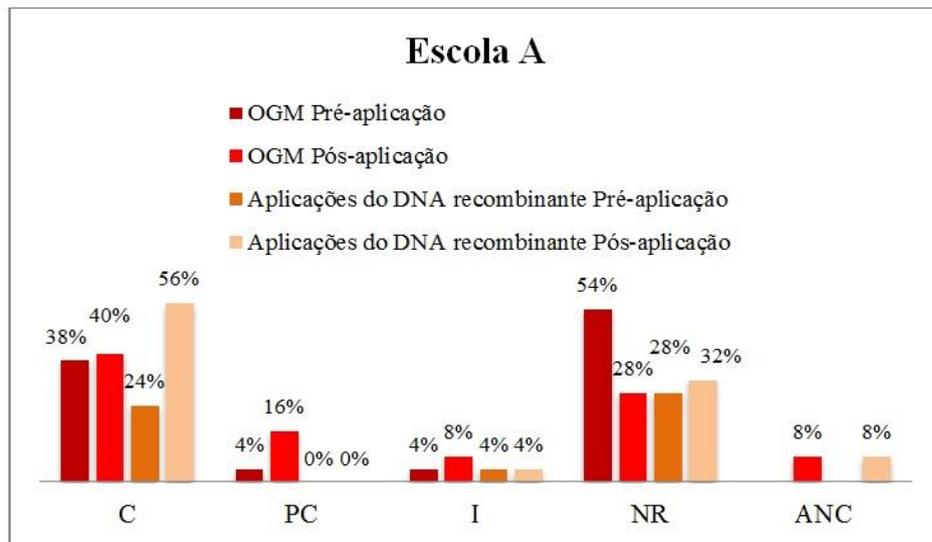


Figura 3: Comparação entre os resultados obtidos com a pré-aplicação e a pós-aplicação sobre tecnologia do DNA recombinante na escola A. Legenda: C- corretas; PC- parcialmente corretas; I- incorretas; NR- não respondeu; ANC- aluno não compareceu.

É notório que os estudantes da escola A conheceram novas aplicações para essa técnica durante a aplicação do jogo didático, as mais citadas foram: aplicações médicas, farmacêuticas, produção de alimentos, vacinas gênicas e OGM.

Em comparação com a pré-aplicação, é possível perceber que as respostas incorretas e alunos que não responderam diminuíram em relação à questão sobre OGM. Porém, no segundo questionamento dessa categoria, as incorretas permaneceram iguais e aumentou-se o número de estudantes que não responderam, visto que era a última questão a ser respondida e estava próximo ao horário de saída dos alunos para o intervalo.

Já na escola B (Figura 4) os resultados obtidos foram ainda mais significativos. Houve um aumento de 16% no percentual de acertos sobre a definição de OGM e 28% nas aplicações do DNA recombinante, além do número de respostas incorretas e alunos que não responderam terem diminuído consideravelmente em comparação com a pré-aplicação. Diante disso, pode-se constatar que o recurso didático foi eficiente na produção do conhecimento sobre essas temáticas.

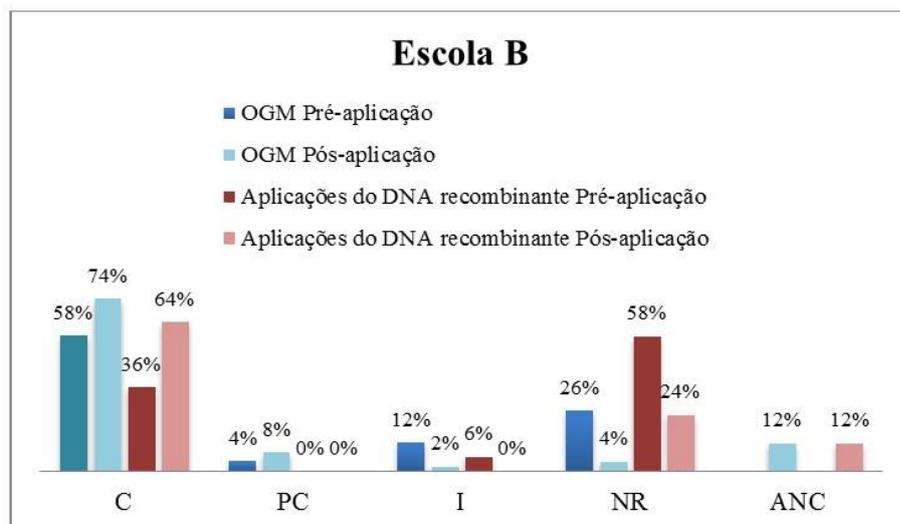


Figura 4: Comparação entre os resultados obtidos com a pré-aplicação e a pós-aplicação sobre tecnologia do DNA recombinante na escola B. Legenda: C- corretas; PC- parcialmente corretas; I- incorretas; NR- não respondeu; ANC- aluno não compareceu.

As atividades relacionadas ao tema de biotecnologia e inovações tecnológicas aguçam o interesse dos estudantes em adquirir conhecimentos, por abordar conteúdos atuais e que se renovam constantemente, além de contextualizar processos que envolvem suas vidas cotidianas. Os assuntos discutidos dentro da temática tem uma importante relevância nos meios de comunicação, inclusive a internet, que facilita a busca por informações atualizadas provenientes de pesquisas científicas (FAGUNDES; PEREIRA; CRISOSTIMO, 2012).

Ao manipular materiais o discente envolve-se fisicamente em uma ação de conhecimento de forma ativa, pois é mais divertido aprender de forma lúdica. Por outro lado, é preciso que o professor esteja muito bem preparado com relação ao tipo de jogo didático que irá utilizar e aos objetivos pedagógicos que envolvem o uso do recurso, a fim de que os alunos não considerem a atividade de aprendizagem apenas como ato de brincar (SOUZA, 2007).

Com isso, a interação dos alunos com o jogo didático contribui para o processo de construção do conhecimento sobre biotecnologia, como apontam os resultados do artigo. Ao utilizar recursos didáticos que atendam ao cumprimento de objetivos de ensino e aprendizado (conceituais, procedimentais e atitudinais) contribui-se para uma formação eficiente; estimula-se a colaboração em sala de aula; promove-se momentos em que os discentes aprendem fazendo; e coloca-se a relação entre docente e discentes como o centro de todo processo educacional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fato da maioria das escolas brasileiras ainda priorizar um modelo tradicional de ensino em pleno século XXI é um dos pontos que precisa de contínua discussão e ação no Ensino de Ciências. A ministração de aulas teóricas por professores que utilizam o livro didático como único recurso didático limita as inúmeras possibilidades de aprender dos estudantes e pode ocasionar um déficit no processo de construção de conhecimento.

Nesse sentido, diversos estudos indicam a utilização de variados recursos didáticos como ferramentas capazes de aperfeiçoar o processo de ensino e aprendizagem, destacando-se dentre elas os jogos didáticos. Estes reúnem o lúdico e o criativo; aproximam professores e estudantes com propósitos pedagógicos previamente planejados; e revelam aspectos que são essenciais no processo educativo, a saber: a autonomia, o protagonismo e a interatividade entre estudantes.

Sob essa perspectiva, a proposta de analisar das contribuições do uso do jogo didático “Bases para biotecnologia e caminhos para eletroforese”, para a construção do conhecimento sobre biotecnologia, revela as potencialidades do recurso didático em promover o aprendizado de conteúdos que são considerados de difícil compreensão no Ensino de Biologia, de modo significativo.

O jogo didático “Bases para biotecnologia e caminhos para eletroforese” permitiu aos estudantes uma considerável compreensão a respeito do tema proposto, pois foi possível identificar que o processo de ensino e aprendizagem demonstrou avanços em comparação aos conhecimentos prévios revelados durante as aulas teóricas e/ou em suas vivências cotidianas.

Isto posto, o artigo aponta que o uso do jogo didático aqui descrito pode aumentar a eficiência do processo de construção do conhecimento sobre biotecnologia nas aulas de genética e, portanto, constitui uma das ferramentas pedagógicas que pode ser utilizada pelo docente da educação básica no âmbito do tema biotecnologia.

REFERÊNCIAS

- Amaral, A. M. do; Mendes, A. N. F. & Porto, P. S. da S. (2018). Jogo roletando como metodologia alternativa no ensino de química. *Experiências no Ensino de Ciências*, v. 13, nº 1, p. 225-240.
- Anastasiou, L. das G. C. & Alves, L. P (2004). Estratégias de ensinagem. *Processos de ensinagem na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula*. Joinville, SC: Universille.
- Bossolan, N. R. S.; Santos, N. F. dos; Moreno, R. de R. & Beltramini, L. M (2005). O centro de biotecnologia molecular estrutural: aplicação de recursos didáticos desenvolvidos junto ao ensino médio. *Ciência e Cultura*, v. 57, n. 4, p. 41-42.
- Cabrera, W. B. (2007). *A ludicidade para o Ensino Médio na disciplina de Biologia: Contribuições ao processo de aprendizagem em conformidade com os pressupostos teóricos da Aprendizagem Significativa*. 2007. 158 f. Dissertação de mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade de Londrina, Londrina.
- Campos, L. M. L.; Bortoloto, T. M. & Felício, A. K. C (2003). A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. *Caderno dos núcleos de Ensino*, v. 3548.
- Castoldi, R. & Polinarski, C. (2009). A utilização de recursos didático-pedagógicos na motivação da aprendizagem. *I Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia, Anais... Paraná: UTFPR*, p. 684-692.
- Grando, R. C. (2001). O jogo na educação: aspectos didático-metodológicos do jogo na educação matemática. *Campinas: Unicamp*.
- Fagundes, W. A.; Pereira, C. M. & Criositmo, A. L. (2012). A aplicação da Biotecnologia no ensino como forma de disseminar Ciência e Tecnologia. *4º Congresso Internacional de Educação, Pesquisa e Gestão*, Instituto Sul Americano de Pós-graduação, Ensino e Tecnologia. Paraná.
- Freire, P. (2004) *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática docente*. São Paulo: Paz e Terra.
- Júnior, C. da S.; Sasson, S. & Júnior, N. C. (2013). *Biologia 3*. 10ª edição. São Paulo: Saraiva.
- Justina, L. A. D.; Ferrari, N. & Rosa, V. L. da (2000). Genética no ensino médio: temáticas que apresentam maior grau de dificuldade na atividade pedagógica. In: Encontro de Perspectivas do Ensino de Biologia, *Coletânea*. IOSTE.
- Laburú, C. E.; Arruda, S. de M.; Nardi, R. (2003). Pluralismo metodológico no ensino de ciências. *Ciência & Educação (Bauru)*, p. 247-260.
- Macedo, L. de; Petty, A. L. S. & Passos, N. C. (2000). *Aprender com jogos e situações-problema*. Artmed Editora.
- Marcon, M. R. & Stange, C. E. B. (S/D). *A contextualização de novas tecnologias em Citologia (células-tronco) no ensino de biologia*. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2077-8.pdf>>. Acesso em: 09 de abril de 2017.

Pedroso, C. V. (2009). *Jogos didáticos no ensino de Biologia: uma proposta metodológica baseada em módulo didático*. IX Congresso Nacional de Educação – Educere e III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia, p. 3182-3190.

Setúval, F. A. R. & Bejarano, N. R. R. (2009). Os modelos didáticos com conteúdos de Genética e a sua importância na formação inicial de professores para o ensino de ciências e biologia. *VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis.

Silva, R. G. da; Zingaretti, S. M. & Lisoni, F. C. R. (2018). Percepções de alunos do ensino médio público sobre a temática biotecnologia. *Experiências no Ensino de Ciências*, v. 13, nº 1, p. 288-305.

Souza, S. E. de. (2007). O uso de recursos didáticos no ensino escolar. Actas do I Encontro de Pesquisa em Educação, IV Jornada de Prática do Ensino, XIII Semana Pedagógica da U.E.M.: - Infância e Práticas Educativas.

Tardif, M. (2002). *Saberes docentes e formação profissional*. Petrópolis: Vozes Limitada, 2002.

Teixeira, F. de Q. (2011). *Conteúdos de Biologia aplicados nas provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)*. 2011. 27 f. Monografia (Ciências Biológicas). Universidade de Brasília e Universidade Estadual de Goiás, Brasília.

Temp, D. S. & Santos, M. L. B. (2015). Desenvolvimento e uso de um modelo didático para facilitar a correlação genótipo-fenótipo. *Revista Eletrônica de Investigación en educación en Ciencias*, v. 8, n. 2.

Zuanon, Á. C. A.; Diniz, R. H. S. & Nascimento, L. H. (2010). Construção de jogos didáticos para o ensino de Biologia: um recurso para integração dos alunos à prática docente. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 3, n. 3, p. 49-59.

APÊNDICE A

JOGO DIDÁTICO “BASES PARA BIOTECNOLOGIA E CAMINHOS PARA ELETROFORESE”

BASES PARA BIOTECNOLOGIA E CAMINHOS DA ELETROFORESE

Referências das imagens: dreamstime e biomedicinabrasil.com.

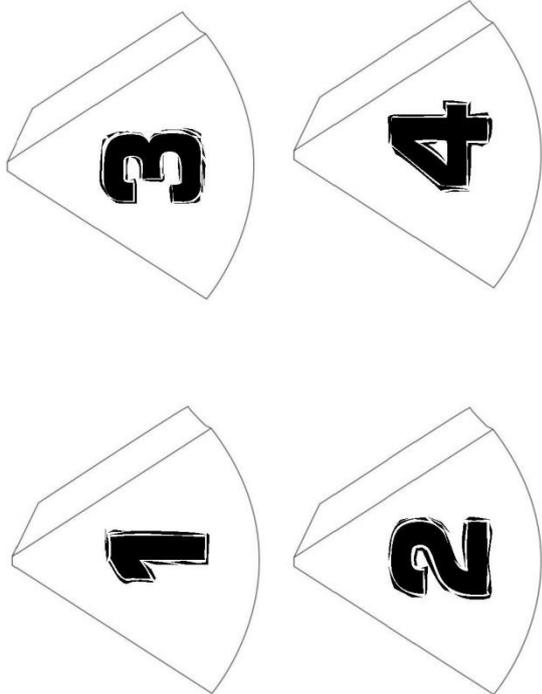
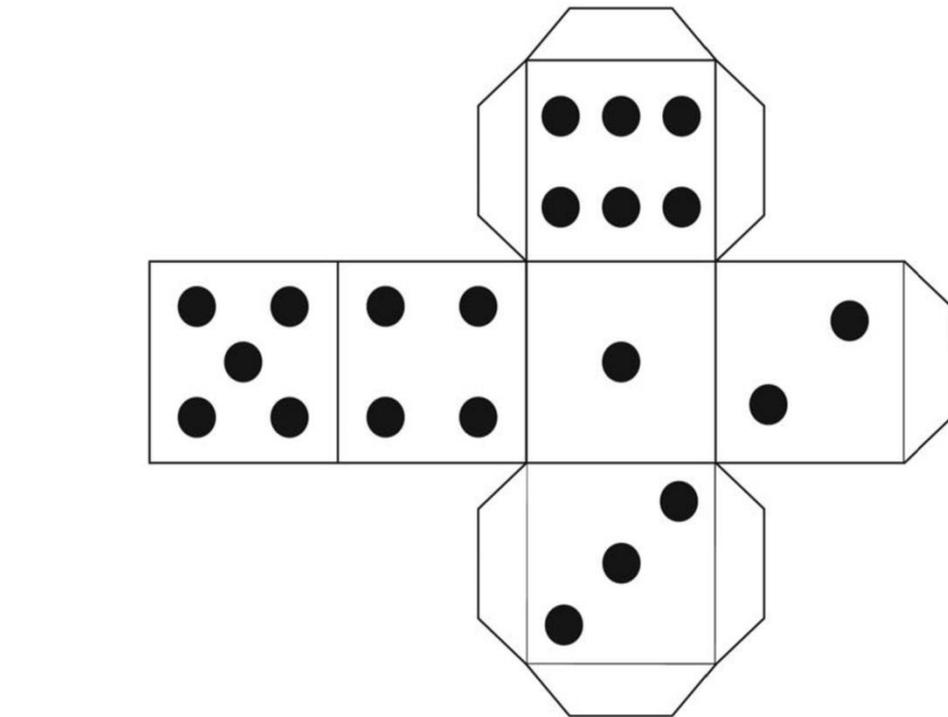
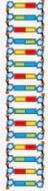
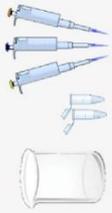
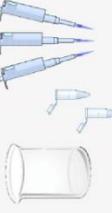


TABELA DE PONTOS				
JOGADOR 1	JOGADOR 2	JOGADOR 3	JOGADOR 4	

 <p>Amostra de DNA Custo: 5 pontos</p>	 <p>Tampão para Eletroforese Custo: 10 pontos</p>	
 <p>Amostra de DNA Custo: 5 pontos</p>	 <p>Tampão para Eletroforese Custo: 10 pontos</p>	 <p>Cuba e fonte elétrica para Eletroforese Custo: 15 pontos</p>
 <p>Amostra de DNA Custo: 5 pontos</p>	 <p>Agarose para Eletroforese Custo: 10 pontos</p>	 <p>Cuba e fonte elétrica para Eletroforese Custo: 15 pontos</p>
 <p>Material para laboratório Custo: 5 pontos</p>	 <p>Agarose para Eletroforese Custo: 10 pontos</p>	 <p>Cuba e fonte elétrica para Eletroforese Custo: 15 pontos</p>
 <p>Material para laboratório Custo: 5 pontos</p>	 <p>Agarose para Eletroforese Custo: 10 pontos</p>	 <p>Cuba e fonte elétrica para Eletroforese Custo: 15 pontos</p>
 <p>Material para laboratório Custo: 5 pontos</p>	 <p>Agarose para Eletroforese Custo: 10 pontos</p>	 <p>Tampão para Eletroforese Custo: 10 pontos</p>
 <p>Material para laboratório Custo: 5 pontos</p>	 <p>Amostra de DNA Custo: 5 pontos</p>	 <p>Tampão para Eletroforese Custo: 10 pontos</p>

<p>1. Células-tronco São aquelas capazes de originar os diferentes tipos de células do organismo?</p> <p>(a) Verdadeira; (b) Falsa.</p>	<p>2. Qual a definição mais apropriada para terapia gênica?</p> <p>(a) Criar cópias do DNA; (b) Catalisar reações de polimerização; (c) Separar fragmentos de DNA; (d) Substituir um alelo defeituoso, causador de uma doença, pelo alelo normal.</p>	<p>3. A soja resistente a um herbicida foi criada após a inserção de genes bacterianos no genoma de uma planta amplamente cultivada. O texto refere-se?</p> <p>(a) DNA recombinante; (b) RNA Ribossômico; (c) Células-tronco; (d) Organismos geneticamente modificados.</p>	<p>4. Qual par de bases nitrogenadas está pareado corretamente?</p> <p>(a) Adenina – Timina; (b) Timina – Citosina; (c) Citosina – Adenina; (d) Adenina – Guanina.</p>	<p>5. Qual alternativa apresenta uma combinação de características encontradas somente no RNA?</p> <p>(a) Base uracila e dupla hélice; (b) Base uracila e fita simples; (c) Base uracila e desoxirribose; (d) Desoxirribose e fita simples.</p>
<p>6. Qual das alternativas abaixo apresenta somente bases pirimídicas?</p> <p>(a) Timina/ Adenina; (b) Citosina/ Guanina; (c) Adenina/ Guanina; (d) Citosina/ Timina.</p>	<p>7. Considere a afirmação: “Na eletroforese em gel os fragmentos menores se deslocam mais lentamente, enquanto os maiores se deslocam rapidamente”.</p> <p>(a) Verdadeira; (b) Falsa.</p>	<p>8. Qual das alternativas abaixo apresenta somente bases púricas?</p> <p>(a) Timina/Guanina; (b) Citosina/Timina; (c) Adenina/Guanina; (d) Adenina/Citosina.</p>	<p>9. Se em uma sequência de DNA é encontrado 70% de adenina, qual a quantidade esperada de timina?</p> <p>(a) 30%; (b) 70%; (c) 35%; (d) 40%.</p>	<p>10. Indique a definição correta para a terapia <i>ex vivo</i></p> <p>(a) São adicionados genes de interesse utilizando vetores; (b) São adicionados genes de interesse diretamente no paciente. (c) São adicionados genes de interesse diretamente no paciente. (d) São adicionados genes de interesse diretamente no paciente.</p>
<p>11. Se em uma sequência de DNA é encontrado 80% de guanina, qual a quantidade esperada de timina?</p> <p>(a) 80 %; (b) 20 %; (c) 40 %; (d) 100 %.</p>	<p>12. Indique a definição correta para a terapia <i>in vivo</i></p> <p>(a) São adicionados genes de interesse utilizando vetores; (b) São adicionados genes de interesse diretamente no paciente.</p>	<p>13. Um determinado segmento de DNA tem a seguinte sequência de nucleotídeos em um filamento: ATTGCA, qual deve ser a sequência do outro filamento?</p> <p>(a) AAGGTA; (b) TAAATC; (c) TAACGT; (d) CTTACT.</p>	<p>14. Os fragmentos separados por eletroforese são formados por DNA com cadeia dupla?</p> <p>(a) Verdadeiro; (b) Falso.</p>	<p>15. Em um único filamento de DNA, é possível que o número de adeninas seja maior que o número de timinas?</p> <p>(a) Verdadeiro; (b) Falso.</p>
<p>16. Com base na sequência de DNA abaixo, qual seria a sequência de RNA?</p> <p>AATCC</p> <p>(a) UUAGG; (b) UAAUC; (c) UTAUC; (d) UATUC.</p>	<p>17. O que significa a sigla OGM?</p> <p>(a) Organismos em grupos maiores; (b) Organismos geneticamente modificados; (c) Organismos sem modificação; (d) Organismos utilizados em experimentos.</p>	<p>18. Considere o seguinte caso: “um casal normal que não consegue engravidar ou já sofreu abortos consecutivos”. Nesses casos é indicado.</p> <p>(a) Clonagem; (b) Terapia gênica; (c) Vacinas gênicas; (d) Aconselhamento genético.</p>	<p>19. Considere a afirmação: “Os organismos transgênicos são aqueles que recebem genes de outras espécies”.</p> <p>(a) Verdadeira; (b) Falsa.</p>	<p>20. Qual das alternativas abaixo representa uma aplicação da tecnologia de DNA Recombinante?</p> <p>(a) Propagação de células bacterianas; (b) Produção de alimentos transgênicos; (c) Produção de introns; (d) Nenhuma alternativa.</p>

<p>31. Os fragmentos de DNA que possuem cargas negativas se deslocam para o pólo positivo, quando é aplicada uma descarga elétrica na placa de gel.</p> <p>(a) Falsa; (b) Verdadeira.</p>	<p>22. Células-tronco se mantêm indiferenciadas após sua introdução no organismo receptor.</p> <p>(a) Verdadeira; (b) Falsa.</p>	<p>23. Quais as enzimas usadas na obtenção do DNA recombinante?</p> <p>(a) Enzima de sequenciamento; (b) Enzimas de restrição; (c) Enzimas de corte; (d) Enzimas de mapeamento.</p>	<p>24. Quais as bases pirimídicas produzidas pelo RNA?</p> <p>(a) Citosina e guanina; (b) Citosina e uracila; (c) Adenina e uracila; (d) Adenina e timina.</p>	<p>25. Considere a afirmação: "Na eletroforese em gel os fragmentos maiores se deslocam mais lentamente, enquanto os menores se deslocam rapidamente".</p> <p>(a) Verdadeira; (b) Falsa.</p>
<p>26. Os géis utilizados na técnica de eletroforese são compostos por:</p> <p>(a) Proteínas; (b) Ácidos nucleicos; (c) Hidrocarbonetos; (d) Polissacarídeos.</p>	<p>27. "Estratégia utilizada para aumentar a resistência aos herbicidas usados nas plantações agrícolas". A frase refere-se a aplicação de:</p> <p>(a) Falsa; (b) Tecnologia do DNA recombinante; (c) Organismos geneticamente modificados; (d) Terapia celular.</p>	<p>28. A eletroforese é utilizada nas ciências forense para identificar suspeitos de crimes?</p> <p>(a) Falsa; (b) Verdadeira.</p>	<p>29. "A utilização de organismos geneticamente modificados é proibida pela secretaria da saúde". Trate-se de uma afirmação:</p> <p>(a) Verdadeira; (b) Falsa.</p>	<p>30. A insulina artificial utilizada para pacientes com <i>diabetes mellitus</i> é exemplo de uma aplicação do:</p> <p>(a) Clonagem; (b) Eletroforese; (c) DNA recombinante; (d) Células-tronco.</p>
<p>31. Quais enzimas são utilizadas para cortar o gene de interesse para produzir o DNA recombinante?</p> <p>(a) Plasmídeos; (b) Enzimas de corte; (c) Enzimas ligase; (d) Enzimas de restrição.</p>	<p>32. Células-tronco, quando doadas pelo próprio indivíduo receptor, apresentam material genético diferente:</p> <p>(a) Verdadeiro; (b) Falso.</p>	<p>33. "Em 2005 foi liberado no Brasil o plantio e comercialização de um tipo de algodão que foi adaptado para ser resistente a pragas". A afirmação refere-se:</p> <p>(a) Clones; (b) Cópia; (c) Terapia gênica; (d) OGM.</p>	<p>34. O que são clones?</p> <p>(a) Cópia geneticamente diferentes; (b) São OGM; (c) Organismos sem modificação; (d) Cópias geneticamente idênticas.</p>	<p>35. Considere a afirmação: "Casais normais com casos de doenças genéticas na família de ambos, não podem fazer aconselhamento genético".</p> <p>(a) Verdadeira; (b) Falsa.</p>
<p>36. Os fragmentos de DNA que possuem cargas positivas se deslocam para o pólo positivo, quando é aplicada uma descarga elétrica na placa de gel.</p> <p>(a) Falsa; (b) Verdadeira.</p>	<p>37. A eletroforese é utilizada para detecção de diferentes patógenos, como vírus e fungos?</p> <p>(a) Falsa; (b) Verdadeira.</p>	<p>38. "Quando ocorre o isolamento de um gene com potencial terapêutico e a inserção desse gene em outra célula". Trata-se do procedimento do DNA recombinante?</p> <p>(a) Falsa; (b) Verdadeira.</p>	<p>39. Com base na sequência de DNA abaixo, qual seria a sequência de RNA?</p> <p style="text-align: center;">ATTAC</p> <p>(a) UAAUG; (b) UAAUC; (c) UTAUC; (d) UATUC.</p>	<p>40. O que é o plasmídeo?</p> <p>(a) É um vírus; (b) É uma bactéria clonada; (c) É o material genético circular de uma bactéria; (d) É um fungo.</p>

APÊNDICE B

MANUAL: JOGO DIDÁTICO “BASES PARA BIOTECNOLOGIA E CAMINHOS PARA ELETROFORESE”

- Componentes do jogo

1 tabuleiro
1 dado
1 tabela de pontos
4 pinos
20 cartões de itens
40 cartões de perguntas

- Descrição

O jogo didático Bases para Biotecnologia “Caminhos da Eletroforese” consiste na montagem da técnica de eletroforese, através da compra dos itens necessários para esse processo, com base no acúmulo de pontos da resolução dos cartões de questionamentos. As perguntas de múltipla escolha valem 10 pontos e as de verdadeiro ou falso valem 5 pontos. O jogador que conseguir acertar mais questões, acumular pontos, trocar pelos itens e montar todo o processo da eletroforese ganha à partida.

- Regras do jogo

Participantes: grupo de 5 pessoas, 4 jogadores e um mediador.

Modo de jogar:

- Para iniciar o jogo, é necessário que todos os participantes lancem o dado, aquele que tirar a maior pontuação no dado, inicia o jogo.
- O primeiro jogador lança o dado e percorre o número de casas no tabuleiro indicado no dado, com isso a casa correspondente terá a informação de ser uma pergunta, um bônus ou um prejuízo.
- Caso o jogador pare em uma casa do tabuleiro com pergunta, o mesmo terá que comprar uma carta no monte e entregar para que o mediador leia em voz alta.
- Se o participante parar em uma casa com bônus ou prejuízo, receberá a recompensa indicada na casa correspondente.
- Se o participante acertar, acumulará a pontuação, caso erre a pergunta o mediador colocará a carta embaixo de todas as outras de volta no monte.
- Com isso, passasse-se a vez para o próximo jogador.
- Em qualquer momento do jogo, o participante com pontos acumulados pode trocar sua pontuação pelas cartas de itens.
- Ganha o jogo, quem for o primeiro a conseguir comprar todos os itens necessários para realizar o processo de eletroforese e explicar de forma sequencial de utilização de todos os itens.
- É proibido que o mesmo jogador compre dois itens iguais.

- Sugestões de uso

O jogo didático pode ser utilizado como uma ferramenta para aperfeiçoar o processo de construção de conhecimento sobre biotecnologia durante as aulas. As peças podem ser impressas em papel cartão, para que haja uma maior durabilidade e os professores possam utiliza-lo com outras turmas.