



INSTITUTO LATINO AMERICANO
DE CIÊNCIAS DA VIDA E DA NATUREZA
(ILACVN)

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA
INTEGRAÇÃO LATINO AMERICANA**

**O USO DE UM JOGO EDUCATIVO COMO ESTRATÉGIA PARA O
ENSINO DE BIOTECNOLOGIA**

Julio Cesar Barbosa Martinez

FOZ DO IGUAÇU- PR

2025



INSTITUTO LATINOAMERICANO
DE CIÊNCIAS DA VIDA E DA NATUREZA
(ILACVN)

O USO DE UM JOGO EDUCATIVO COMO ESTRATÉGIA PARA O ENSINO DE BIOTECNOLOGIA

Julio Cesar Barbosa Martinez

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Federal da Integração Latino Americana para a obtenção do grau de Licenciado em Ciências da Natureza, Biologia, Química e Física.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Adriano Ribeiro da Silva

FOZ DO IGUAÇU-PR

2025

Julio Cesar Barbosa Martinez

**O USO DE UM JOGO EDUCATIVO COMO ESTRATÉGIA PARA O
ENSINO DE BIOTECNOLOGIA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Universidade Federal da
Integração Latino Americana, para a
obtenção do grau de Licenciado em
Ciências da Natureza, Biologia, Física e
Química.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Adriano Ribeiro da Silva
Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza ILACVN
UNILA

Prof. Dr. Samuel Henrique Kamphorst
Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza ILACVN
UNILA

Profa. Dra. Magali Gonçalves Garcia
Faculdade de Ciências Biológicas, Campus Altamira-PA
UFPA

Foz do Iguaçu, 04 de fevereiro de 2025.

Dedico este trabalho, principalmente ao meu, a Jesus Cristo, cuja orientação e força foram essenciais para que eu alcançasse este grande objetivo. Agradeço profundamente aos meus pais, que sempre me incentivaram e me apoiaram em cada passo da minha jornada acadêmica. Sou grato(a) também aos meus familiares e amigos, que estiveram ao meu lado, oferecendo amor e apoio incondicionais. E, finalmente, minha eterna gratidão a todos os professores que, desde o meu primeiro ano de escola, acreditaram em meu potencial e me motivaram a persistir, mesmo diante das dificuldades.

AGRADECIMENTOS

Aos meus queridos pais, que tanto amo, desde o momento em que compartilhei a decisão de sair do país para estudar, embora com o coração apertado, sempre estiveram ao meu lado, me apoiando incondicionalmente e nunca me abandonaram. Sou eternamente grato pelo amor e confiança que sempre depositaram em mim.

Ao meu irmão Juan Carlos, que tem sido uma figura paterna para mim e sempre acreditou no meu potencial. Seu apoio constante me motivou a seguir em frente e me esforçar para alcançar esta grande meta.

Ao meu querido professor Eder Dagner Ballestero, que me apresentou à UNILA e acreditou em mim de forma tão intensa, chegando ao ponto de vender seu telefone para me ajudar a tirar o passaporte e vir estudar. Sua generosidade e confiança foram fundamentais para que eu estivesse aqui hoje.

Ao meu orientador, professor e amigo, Prof. Dr. Ronaldo Adriano Ribeiro da Silva, por ser uma fonte constante de inspiração e motivação. Dia após dia, me incentivou a acreditar nos meus sonhos, me ensinando que nada é impossível para quem tem fé e determinação. Sua orientação foi essencial para minha jornada acadêmica.

À minha amiga Yorsy Padilla Pérez, que durante meses me ajudou com marmitas quando eu estava sem recursos para me alimentar, sempre me incentivando a não desistir dos meus estudos. Você me fez acreditar que eu seria capaz de conquistar meus objetivos, e sou eternamente grato por sua amizade e apoio.

À minha querida mãe, Erika Vanessa Herrera, que com imenso carinho e dedicação se ofereceu para me apoiar desde o momento em que soube que viria ao Brasil para estudar. Sua ajuda emocional e financeira foi fundamental para que eu realizasse este sonho. Sou profundamente grato por todo o amor e apoio que você me deu ao longo dessa jornada.

À senhora Anna Cristina Barraza Arias, que me ajudou economicamente durante e após minha viagem para o Brasil. Sua ajuda foi essencial para que eu chegasse até aqui e alcançasse o objetivo de me formar. Agradeço de coração por sua generosidade.

À família Bocci Veiga, que me acolheu com tanto carinho quando cheguei ao Brasil. Sem o apoio de vocês, o processo de adaptação teria sido muito mais difícil. O cuidado e amor que recebi de todos vocês foram fundamentais para a minha permanência aqui.

Aos meus amigos Samuel e Eduarda, que foram peças-chave para minha permanência no Brasil. Sempre buscaram formas de me ajudar, seja no aspecto financeiro, espiritual ou emocional. Sou imensamente grato por todo o apoio que me deram.

A todos os meus familiares, amigos, conhecidos, aos diretores das instituições por onde passei, aos professores, à equipe administrativa, ao pessoal da limpeza e a todos que, de alguma forma, contribuíram para que este sonho se tornasse realidade, Sou eternamente grato a cada um de vocês. O apoio, o cuidado e a dedicação de todos foram essenciais para que eu conseguisse alcançar a realização desse sonho de me formar como professor.

Catálogo elaborado pelo Setor de Tratamento da Informação
Catálogo de Publicação na Fonte. UNILA - BIBLIOTECA LATINO-AMERICANA - CENTRAL

M385

Martinez, Julio Cesar Barbosa.

O uso de um jogo educativo como estratégia para o ensino da Biotecnologia / Julio Cesar Barbosa Martinez.
- Foz do Iguaçu, 2025.

85 f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Integração Latino-Americana.
Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza. Licenciatura em Ciências da Natureza, Biologia,
Física e Química. Foz do Iguaçu-PR, 2025.

Orientador: Ronaldo Adriano Ribeiro da Silva.

1. Didática (Ensino médio). 2. Biologia - Ensino. I. Silva, Ronaldo Adriano Ribeiro da. II. Título.

CDU 60:37.02

RESUMO

O uso da biotecnologia tem proporcionado avanços significativos em áreas como medicina, agricultura, meio ambiente e indústrias, mas também tem gerado preocupações e debates entre diferentes grupos, como governos, cientistas e a sociedade. A falta de conhecimento científico, tanto por líderes de opinião quanto pela população em geral, pode resultar em conflitos, resistência a novos produtos e práticas biotecnológicas, além de fomentar opiniões inconsistentes sobre temas atuais, como a liberação de novas tecnologias. Com a reformulação do Novo Ensino Médio, foram introduzidos os itinerários formativos, incluindo a Trilha de Aprendizagem "Biotecnologia e Sociedade". O objetivo deste trabalho foi desenvolver e aplicar o jogo "Palavreando a Biotecnologia" como uma ferramenta educativa para o ensino dessa trilha em escolas públicas de Foz do Iguaçu-PR. O jogo foi projetado para estimular o interesse dos alunos pela biotecnologia, criando um ambiente de competição e proatividade, onde grupos se enfrentam para descobrir e formar frases utilizando palavras-chave da área. A pesquisa foi realizada nos anos de 2023 e 2024, com turmas do 1º e 3º anos do Ensino Médio. O instrumento de coleta de dados foi um questionário com 11 questões sobre as contribuições do jogo para o processo de aprendizagem. Os resultados mostraram que a implementação de ferramentas lúdicas contribuiu positivamente para a compreensão dos conceitos relacionados à biotecnologia. Quanto à metodologia do jogo, 70% dos alunos do 3º ano classificaram-na como excelente, enquanto 46% dos alunos do 1º ano atribuíram a classificação de muito boa. Quando questionados sobre a contribuição do jogo para o aprendizado de novos conceitos e palavras-chave da biotecnologia, 60% dos alunos do 3º ano e 50% dos alunos do 1º ano consideraram a experiência excelente nesse aspecto. Dessa forma, o jogo "Palavreando a Biotecnologia" contribuiu para o desenvolvimento de habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas e maior conscientização sobre os impactos da biotecnologia na sociedade. O jogo demonstrou seu potencial para inspirar os estudantes a se aprofundarem na biotecnologia e a compreenderem suas aplicações no mundo real, colaborando para o avanço dessa área científica.

Palavras chaves: Recurso didático; ensino médio; ensino de biologia

RESUMEN

El uso de la biotecnología ha propiciado avances significativos en ámbitos como la medicina, la agricultura, el medio ambiente y la industria, pero también ha generado inquietudes y debates entre distintos grupos, como gobiernos, científicos y sociedad. La falta de conocimientos científicos, tanto por parte de los creadores de opinión como de la población en general, puede dar lugar a conflictos, resistencia a nuevos productos y prácticas biotecnológicas, así como fomentar opiniones incoherentes sobre temas de actualidad, como el lanzamiento de nuevas tecnologías. Con la reformulación del Nuevo Bachillerato, se introdujeron itinerarios formativos, entre ellos el Itinerario Formativo «Biotecnología y Sociedad». El objetivo de este trabajo fue desarrollar y aplicar el juego «Palavreando a Biotecnología» como herramienta educativa para la enseñanza de este itinerario en escuelas públicas de Foz do Iguaçu-PR. El juego fue desarrollado para estimular el interés de los estudiantes en la biotecnología mediante la creación de un ambiente de competencia y proactividad, donde los grupos se enfrentan para descubrir y formar frases utilizando palabras clave del campo. La investigación se llevó a cabo en 2023 y 2024 con clases de 1º y 3º de bachillerato. El instrumento de recogida de datos fue un cuestionario con 11 preguntas sobre las aportaciones del juego al proceso de aprendizaje. Los resultados mostraron que la aplicación de herramientas lúdicas contribuyó positivamente a la comprensión de conceptos relacionados con la biotecnología. En cuanto a la metodología del juego, el 70% de los estudiantes de tercer curso la calificaron de excelente, mientras que el 46% de los estudiantes de primer curso la calificaron de muy buena. Cuando se les preguntó por la contribución del juego al aprendizaje de nuevos conceptos y palabras clave de biotecnología, el 60% de los estudiantes de tercer curso y el 50% de los de primero consideraron que la experiencia era excelente en este sentido. De este modo, el juego «Palavreando a Biotecnología» contribuyó al desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y una mayor concienciación sobre las repercusiones de la biotecnología en la sociedad. El juego demostró su potencial para inspirar a los estudiantes a profundizar en la biotecnología y comprender sus aplicaciones en el mundo real, contribuyendo así al avance de esta área científica.

Palabras Claves: Recursos didácticos; enseñanza secundaria; enseñanza de la biología

ABSTRACT

The use of biotechnology has led to significant advances in areas such as medicine, agriculture, the environment and industry, but it has also generated concerns and debates between different groups, such as governments, scientists and society. The lack of scientific knowledge, both by opinion leaders and the general population, can result in conflicts, resistance to new biotech products and practices, as well as fostering inconsistent opinions on current issues, such as the release of new technologies. With the reformulation of the New High School, formative itineraries were introduced, including the “Biotechnology and Society” Learning Path. The aim of this work was to develop and apply the game “Palavreando a Biotecnologia” as an educational tool for teaching this track in public schools in Foz do Iguaçu-PR. The game was designed to stimulate students' interest in biotechnology by creating an environment of competition and proactivity, where groups face off to discover and form sentences using keywords from the field. The research was carried out in the years 2023 and 2024, with 1st and 3rd year high school classes. The data collection instrument was a questionnaire with 11 questions about the game's contributions to the learning process. The results showed that the implementation of playful tools contributed positively to the understanding of concepts related to biotechnology. The results showed that the implementation of playful tools contributed positively to the understanding of concepts related to biotechnology. As for the game's methodology, 70% of third-year students rated it as excellent, while 46% of first-year students rated it as very good. When asked about the game's contribution to learning new concepts and keywords in biotechnology, 60% of 3rd year students and 50% of 1st year students considered the experience to be excellent in this respect. In this way, the game “Palavreando a Biotecnologia” contributed to the development of skills such as critical thinking, problem solving and greater awareness of the impacts of biotechnology on society. The game demonstrated its potential to inspire students to delve deeper into biotechnology and understand its applications in the real world, contributing to the advancement of this scientific area.

Key Words: Teaching resources; secondary education; biology teaching

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 11 |
| 1.1 JUSTIFICATIVA..... | 12 |
| 1.2 PROBLEMA DE PESQUISA..... | 14 |
| 1.2.1 DO ENSINO DE BIOTECNOLOGIA NOS DOCUMENTOS OFICIAIS DE EDUCAÇÃO..... | 14 |
| 1.3 OBJETIVOS..... | 2 |
| 1.3.1 OBJETIVO GERAL..... | 3 |
| 1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS..... | 15 |
| 1.4 REFERENCIAL TEORICO..... | 15 |
| 1.4.1 O ENSINO DA BIOTECNOLOGIA NA ESCOLA COMO IMPORTANTE CAMPO DA CIÊNCIA..... | 15 |
| 1.4.2 O NOVO ENSINO MÉDIO NO ESTADO DO PARANÁ..... | 17 |
| 1.4.3 USO DE JOGOS NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM..... | 22 |
| 2. METODOLOGIA..... | 25 |
| 2.1 Procedimentos para análises dos dados..... | 28 |
| 2.2 O jogo Palavreando a Biotecnologia..... | 28 |
| 2.3 Resultados e discussões..... | 36 |
| 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 41 |
| 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS..... | 43 |
| 5. APÊNDICES..... | 48 |

1. INTRODUÇÃO

A Biotecnologia segundo o Art. 2 da convenção sobre biodiversidade biológica, significa:

[...] qualquer aplicação tecnológica que utilize sistemas biológicos, organismos vivos ou seus derivados para fabricar ou modificar produtos ou processos para a utilização específica no processo de produção industrial (MMA,2000, p.9)

Incluindo desde atividades que o homem vem desenvolvendo há milhares de anos como os processos de fermentação, até tecnologias mais avançadas na atualidade tais como a engenharia genética, DNA recombinante, e cultura de células e embriões para o desenvolvimento de produtos e processos (EEEP,2014, p.4).

No Brasil, a implementação de técnicas biotecnológicas foi regulamentada com a Lei nº 8.974 de 5 de janeiro de 1995, posteriormente revogada pela Lei nº 11.105 de 24 de março de 2005, que estabelece no Art. 1:

[...] normas de segurança e mecanismos de fiscalização sobre a construção, o cultivo, a produção, a manipulação, o transporte, a transferência, a importação, a exportação, o armazenamento, a pesquisa, a comercialização, o consumo, a liberação no meio ambiente e o descarte de organismos geneticamente modificados (OGMs) e seus derivados, tendo como diretrizes o estímulo ao avanço científico na área de biossegurança e biotecnologia, a proteção à vida e à saúde humana, animal e vegetal, e a observância do princípio da precaução para a proteção do meio ambiente (BRASIL, 2005, p.1).

O uso da Biotecnologia, ao longo dos anos, tem gerado avanços significativos em várias áreas, como a medicina a agricultura, meio ambiente e indústrias, mas também, ao mesmo tempo, provocado preocupações e debates, nos diferentes grupos de interessados por este campo científico, tais como governo, cientistas e comunidade (LUCIDARIUM,2023). A falta de conhecimento científico e informações pelos líderes de opinião e da população em geral, podem provocar conflitos em vários aspectos, gerar resistências aos novos produtos oriundos das novas tecnologias, assim como despertar opiniões e afirmações pouco consistentes em assuntos atuais como a liberação de produtos e práticas biotecnológicas (PEREIRA, 2015)

Com a entrada em vigor da Lei nº 13.415/2017 a qual alterou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional e estabeleceu uma mudança na estrutura

do ensino médio, foram incluídas uma nova série de ofertas de diferentes possibilidades de escolhas aos estudantes, entre elas os chamados itinerários formativos¹ (IFs) conformados por trilhas de aprendizagem, com foco nas áreas de conhecimento e na formação técnica e profissional. (BRASIL,2018. p. 471.). De acordo com o referencial curricular para o ensino médio do Paraná uma das características dos IFs:

[...] é atender aos anseios de sociedades cercadas de informações diversas e, muitas vezes, não verificadas, necessitando-se o desenvolvimento, pelos indivíduos, de habilidades que lhes permitam selecionar, refletir e discernir entre o fato e o mito. Assim, a construção do Itinerário Formativo propõe uma articulação entre a formação geral básica, o aprofundamento dos conhecimentos escolares e científicos contextualizados com a realidade e os desafios locais. (SEED, PR, 2021, p.968)

Sendo assim, o IF na área de ciências naturais e suas tecnologias, visa contextualizar entre as apropriações da formação básica e o aprofundamento dos conhecimentos escolares. Apresentando três Trilhas de Aprendizagem², Biotecnologia e Sociedade, Acústica, e Química Orgânica e os Medicamentos (SEED, PR, 2021, p.969). A Trilha de Aprendizagem “Biotecnologia e Sociedade” tem como principal objetivo apresentar aos estudantes a importância das tecnologias associadas aos conhecimentos científico-biológicos, buscando o entendimento dos impactos decorrentes das aplicações da Biotecnologia na sociedade, sobretudo em questões relacionadas às práticas conscientes, voltadas à conservação e à preservação do meio ambiente, e em tratamentos de doenças e terapias gênicas, entre outras (SEED, PR, 2021, p.971).

Durante o ensino da Biotecnologia, a dificuldade na abordagem dos temas, somada à falta de recursos didáticos e metodologias apropriadas, tem gerado problemas na compreensão e assimilação dos conteúdos relacionados à área (Gomes et al., 2020, p. 262). Pinheiro, Pantoja & Salmito-Vanderley (2017) constataram que, mesmo docentes em Biologia, durante a formação acadêmica, não tiveram “contato”

¹ Conjunto de orientações que deverá nortear a elaboração dos currículos de referência das escolas das redes públicas e privadas de ensino de todo o Brasil.

² Termo adotado segundo aparece no referencial curricular para o ensino médio do Paraná-2021

com a Biotecnologia ou esse “contato” foi insuficiente para garantir um posicionamento correto no processo de ensino-aprendizagem. Segundo Malajovich (2017, p.9), isto faz com que esses docentes encontrem dificuldades em transmitir uma visão atualizada e sem preconceitos da Biotecnologia. Além disso, a falta de investimento na infraestrutura das escolas para o ensino deste campo da ciência acaba dificultando o processo de ensino-aprendizagem, já que a falta de laboratórios, materiais, insumos e pessoal capacitado dificulta, em grande parte, o processo. Pelo que se torna necessário que o professor, dentro de sala de aula, busque ferramentas que despertem o interesse dos alunos pela Biotecnologia e, conseqüentemente, pela ciência, facilitando assim o processo de ensino-aprendizagem. Nesse sentido, é fundamental o aprimoramento ou a busca por novas metodologias e recursos didáticos que possam contribuir para o ensino da Biotecnologia. A inclusão de jogos e atividades lúdicas surge como uma ferramenta promissora nesse processo. A ludicidade, além de ser uma forma de diversão e prazer, tem desempenhado um papel cada vez mais importante na educação contemporânea. Ao longo da história, o conceito de lúdico se expandiu, indo muito além da simples ideia de jogar ou brincar, amplamente difundida nas práticas docentes (SANTOS; DE CARVALHO, 2018).

1.1 JUSTIFICATIVA

Por se tratar de uma área interdisciplinar, a Biotecnologia pode ser inserida em qualquer nível de ensino: Fundamental, Médio, Técnico ou Superior. Ela pode ser abordada em diferentes disciplinas (geralmente Biologia e Química, e, em menor grau, Geografia), ou concentrada em uma área ou matéria específica (Biotecnologia) (MALAJOVICH, 2017, p. 9). No entanto, apesar da importância da biotecnologia no campo científico, o ensino desta área continua a apresentar grandes dificuldades, especialmente no que diz respeito às metodologias práticas que contribuem para reforçar os conhecimentos (BORGARDING, 2013).

Segundo Steele; Aubusson (2004), Daneluz; Crisóstimo (2010), uma das justificativas para esse fato é a falta de preparo dos professores na área, a escassez de material didático que contribua para as aulas e a percepção dos alunos sobre a Biotecnologia,

que, apesar de considerarem a área importante, a acham muito difícil de aprender. Uma das dificuldades no ensino de biotecnologia está relacionada à falta de engajamento dos alunos em aulas tradicionais, que, geralmente, seguem uma dinâmica passiva, onde o aluno não participa ativamente na construção do conhecimento (ARRUDA et al., 2004 apud MELONI et al., 2017). Nesse contexto, as atividades lúdicas surgem como uma alternativa didática valiosa, pois, por meio de jogos e brincadeiras, é possível aumentar a participação e a socialização entre os alunos, facilitando o debate sobre os temas abordados. Conforme Grubel (2006), o uso do lúdico torna o aprendizado mais leve e agradável, criando um ambiente motivador para os estudantes.

Com base no exposto acima e a partir da minha experiência no Programa Residência Pedagógica, onde eu tive a oportunidade de observar uma série de dificuldades no ensino e aprendizagem da Biotecnologia, como conteúdos de difícil compreensão, a ausência de exemplos práticos que facilitem a conexão com a teoria, o pouco aprofundamento nas temáticas abordadas e o baixo conhecimento dos alunos sobre os temas relacionados à área, percebo a necessidade do desenvolvimento de recursos didáticos e da implementação de metodologias de ensino inovadoras que possam contribuir para o processo de ensino-aprendizagem, facilitando a compreensão dos conteúdos de Biologia, com ênfase na trilha de aprendizagem em Biotecnologia.

Pensando no lúdico como uma forma de contribuir para o ensino da Biotecnologia, foi desenvolvido o jogo "Palavreando a Biotecnologia", com o objetivo de não apenas facilitar o ensino e aprendizagem, mas também criar um ambiente de interesse e motivação em sala de aula. Dessa forma, busca-se tornar as aulas sobre temas relacionados à Biotecnologia mais envolventes, promovendo uma experiência educacional cativante e enriquecedora para os alunos.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Qual(is) é (são) a(s) possível(eis) contribuição (ões) do uso de um jogo didático no processo de ensino e aprendizagem da Trilha de Aprendizagem em Biotecnologia?

1.2.1 ABORDAGENS DO ENSINO DE BIOTECNOLOGIA NOS DOCUMENTOS OFICIAIS DE EDUCAÇÃO.

A trilha de aprendizagem em Biotecnologia, conforme a BNCC (2017) e o Currículo Estadual do Paraná (2021), visa despertar o interesse dos alunos por este campo científico, apresentando suas tecnologias e impactos. A trilha é dividida em duas unidades: "Tecnologias Associadas à Biotecnologia" e "Impactos Sociais da Biotecnologia", estimulando os estudantes a formularem soluções para problemas atuais e a refletirem sobre a ética na aplicação dessas tecnologias. O foco é permitir que os alunos construam conhecimentos por meio de etapas lógicas, experimentando e aprendendo com os erros, reconhecendo que as dificuldades fazem parte do progresso científico. O estudo abrange Biotecnologia, botânica e Genética, com ênfase na Biotecnologia Verde, Cinza e Vermelha, relacionadas à agricultura, meio ambiente e saúde, respectivamente.

No caso da Biotecnologia Verde, por exemplo, os alunos devem elaborar um projeto de iniciação científica, considerando questões como: *Como vivenciar as etapas do processo de construção do conhecimento científico para o melhoramento de plantas?* A metodologia sugerida é a micropropagação in vitro, uma técnica biotecnológica acessível no contexto escolar. O objetivo é proporcionar uma experiência prática de como a biotecnologia pode ser aplicada ao melhoramento genético de plantas e discutir seus impactos sociais e éticos (SEED-PR, 2022).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

- Desenvolver e aplicar um jogo para o ensino e aprendizagem da trilha de aprendizagem em Biotecnologia para turmas do Ensino Médio das escolas públicas da cidade de Foz do Iguaçu-Paraná.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar o Jogo Palavreando a Biotecnologia;
- Aplicar o jogo didático;
- Avaliar a contribuição do jogo no processo de aprendizagem dos alunos.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 O ENSINO DA BIOTECNOLOGIA NA ESCOLA COMO IMPORTANTE CAMPO DA CIÊNCIA

No Brasil, com a promulgação da Lei nº 11.105 de 24 de março de 2005, técnicas biotecnológicas começaram a ser implementadas. Nesse contexto, a Lei nº 11.105 regula as atividades biotecnológicas e estabelece medidas de proteção ao meio ambiente, à vida, à saúde humana e animal. Com isso, o número de pesquisas em Biotecnologia tem avançado significativamente, com o desenvolvimento de equipamentos especializados que contribuem para a criação de bens e serviços em várias áreas, principalmente nos ramos agropecuários, da indústria farmacêutica, econômica e no tratamento de doenças (MOURA, 2009; KLEIN, 2011).

Com a promulgação da Lei nº 13.415/2017, que trouxe a reformulação do ensino médio, a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Biologia, Física e Química) passou a adotar uma abordagem interdisciplinar, o que justifica a inclusão dos conteúdos de Biotecnologia nas salas de aula. Com a inclusão dos Itinerários Formativos (IFs), as escolas estão adotando, conforme a demanda, o

ensino de Biotecnologia, preparando os alunos para questões futuras, como o ingresso em uma carreira universitária. Isso se reflete no fato de que, na última década, diversos vestibulares e o ENEM têm adotado questões relacionadas a conhecimentos dessa área (ABREU, 2023).

A pesar disto no campo educacional, conforme Kidman (2008), os estudantes demonstram interesse pelo tema e reconhecem sua importância, mas muitas vezes carecem de um conhecimento específico necessário para argumentar a respeito, frequentemente por estarem desconectados de sua realidade (KIDMAN, 2008, *apud* DO NASCIMENTO et al., 2020 p.273).

Com a inclusão da Biotecnologia no currículo escolar, têm surgido diversos trabalhos que buscam solucionar as problemáticas enfrentadas no ensino deste campo da ciência em sala de aula (SILVA; ABREU, 2022; DO NASCIMENTO et al., 2020). Uma das alternativas ou soluções propostas tem sido a formação continuada dos professores do ensino básico que atuam nas áreas de Ciências e Biologia (PINTO DE ABREU, 2023). Outra abordagem que tem se destacado é o uso do lúdico no ensino da Biotecnologia. Essa metodologia transforma as aulas, que muitas vezes se limitam à simples transmissão de conteúdos incompreensíveis para os alunos, em experiências divertidas e envolventes. Além de criar um ambiente de curiosidade e interação, o uso de atividades lúdicas estimula o interesse dos estudantes e promove o trabalho em equipe, essencial no campo científico.

Trabalhar com temas relacionados à Biotecnologia em sala de aula permite que os alunos despertem o interesse e a motivação pela ciência, além de proporcionar o conhecimento de temáticas do cotidiano de grande relevância, como a vacinação, novas tecnologias, entre outras questões. Essa abordagem também contribui para esclarecer dúvidas e desmistificar crenças falsas relacionadas às ciências, tanto por parte dos alunos quanto dos professores, possibilitando uma visão mais clara e embasada para debates sobre temas relacionados à Biotecnologia (DE OLIVEIRA et al., 2021; BERNARDES, 2019; DANELUZ et al., 2016; SANTOS; ANDRADE; SANTOS, 2022).

4.2 O NOVO ENSINO MÉDIO NO ESTADO DO PARANÁ

Mediante as análises dos diferentes documentos que orientam a educação básica brasileira, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de 2017 e, principalmente, o Referencial Curricular do Paraná (RCP) de 2021, bem como o Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná, no contexto do chamado Novo Ensino Médio, observa-se que há diversas modificações no currículo da educação básica brasileira, especialmente após a entrada em vigor da Lei Federal nº 13.415/2017. Esta lei rege a organização curricular das escolas das redes de ensino públicas e privadas em todo o Brasil, alterando a Lei nº 9.394/96 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional).

Além das mudanças na estrutura curricular, o Novo Ensino Médio também estabelece a ampliação da carga horária mínima anual dos estudantes, passando de 800 horas para 1.000 horas. Dessa forma, o Ensino Médio passa a totalizar 3.000 horas ao longo de três anos, sendo 1.800 horas destinadas à Formação Geral Básica (FGB) e 1.200 horas para a realização dos Itinerários Formativos (IFs).

A reestruturação do currículo da educação básica busca conferir um papel mais protagonista ao aluno durante o desenvolvimento do processo educativo. Dessa forma, o estudante poderá encontrar na escola um espaço para o diálogo e a orientação, o que lhe permitirá desenvolver suas habilidades, avaliar suas possibilidades e, com senso crítico, escolher de maneira consciente e responsável as áreas de aprendizagem de seu interesse, nas quais deseja se aprofundar. Nesse contexto, é fundamental o papel das instituições de ensino, pois é dever delas proporcionar esse espaço de reflexão durante as aulas do chamado "Projeto de Vida". Nessas aulas, os estudantes terão a oportunidade de compreender como explorar melhor suas potencialidades dentro do Novo Ensino Médio, além de planejar seu futuro profissional e/ou acadêmico.

Assim, o Novo Ensino Médio pretende suprir as expectativas dos alunos e, ao mesmo tempo, aumentar seu interesse pela educação, o que contribuirá para melhorar os índices de permanência na escola e os resultados no processo de ensino-aprendizagem. O processo de implementação do Novo Ensino Médio no

Paraná vem ocorrendo de forma gradual desde 2022, ano em que foi iniciado, conforme a Secretaria de Educação do Estado do Paraná (SEED-PR). A proposta do Novo Ensino Médio é que:

o jovem conecte o que ele aprende na escola com interesses pessoais e profissionais. Além de um currículo mais flexível, ele vai ter a oportunidade de se aprofundar naqueles conhecimentos com os quais ele tem mais afinidade. O estudante sairá preparado para ir para a universidade ou, se ele desejar, entrar no mercado de trabalho. A nossa expectativa é que o Novo Ensino Médio prepare o jovem para os desafios da vida em sociedade, para torná-lo consciente de suas ações no mundo. (Seed-PR, 2021)

Dessa forma, o Novo Ensino Médio é estruturado em dois conjuntos de aprendizagens: a Formação Geral Básica (FGB) e os Itinerários Formativos (IFs).

A FGB constitui o conjunto de aprendizagens comuns e obrigatórias para todos os estudantes, sendo organizada em quatro áreas do conhecimento, cada uma com um conjunto de componentes curriculares que todos os estudantes devem cursar: Arte, Língua Inglesa, Língua Portuguesa e Educação Física, formando a área de Linguagens e suas Tecnologias; Química, Física e Biologia, que compõem a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias; História, Geografia, Sociologia e Filosofia, que formam a área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas; e, por fim, Matemática, que compõe a área de Matemática e suas Tecnologias (SEED-PR, 2021, p.61).

Por outro lado, os IFs são o conjunto de unidades curriculares que os estudantes poderão cursar para aprofundar seus conhecimentos ou realizar uma formação técnica e profissional. Os IFs serão organizados por área do conhecimento: Matemática e suas Tecnologias, Linguagens e suas Tecnologias, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas e Ciências da Natureza e suas Tecnologias (SEED-PR, 2021, p.61).

4.2.1 TRILHA DE APRENDIZAGEM EM BIOTECNOLOGIA

Mediante a análise do Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná (2021), esta Trilha de Aprendizagem tem como objetivo apresentar aos estudantes a relevância das tecnologias vinculadas à Biotecnologia e permitir a compreensão sobre suas diversas aplicações, bem como os impactos dessa área na

sociedade. Entre os aspectos abordados estão a conservação ambiental, o tratamento de doenças, as terapias gênicas, a melhoria das técnicas de agricultura e pecuária, além de sua importância para a indústria, especialmente no que se refere à produção de alimentos.

A trilha é organizada em duas Unidades Temáticas, cada uma relacionada a um eixo estruturante. A primeira unidade temática, Tecnologias Associadas à Biotecnologia (Quadro 1), foca na busca por soluções que possam mitigar ou até mesmo resolver problemas ambientais gerados pela ação humana. Esta unidade está relacionada ao Eixo Estruturante da Investigação Científica, que incentiva os estudantes a explorarem o impacto das inovações tecnológicas na sociedade.

Quadro 1. Estruturação das habilidades trabalhadas dentro da primeira unidade temática: Tecnologias associadas à Biotecnologia

| Habilidade do eixo | Habilidades da Área | Objetivos de Aprendizagem |
|---|---|--|
| <p>(EMIFCG01) Identificar, selecionar, processar e analisar dados, fatos e evidências, com curiosidades, atenção, criticidade e ética, inclusive utilizando o apoio de tecnologias digitais.</p> <p>(EMIFCG02) Posicionar-se com base em critérios científicos, éticos e estéticos utilizando dados, fatos e evidências para respaldar, conclusões, opiniões e argumentos, por meio de afirmações claras, ordenadas, coerentes e compreensíveis, sempre respeitando valores universais como liberdade, democracia, justiça social, pluralidade, solidariedade e sustentabilidade.</p> <p>(EMIFCG03) Utilizar informações, conhecimentos e ideias resultantes de investigações científicas para criar ou propor soluções para problemas diversos.</p> | <p>(EMIFCNT01) Investigar e analisar situações-problema variáveis, que interferem na dinâmica de fenômenos da natureza e/ou de processos tecnológicos, considerando dados e informações disponíveis em diferentes mídias, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais.</p> <p>(EMIFCNT02) Levantar e testar hipóteses sobre variáveis que interferem na dinâmica de fenômenos da natureza e/ou de processos tecnológicos, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, utilizando procedimentos e linguagens adequados à investigação científica.</p> <p>(EMIFCNT03) Selecionar e sistematizar, com base em estudos e/ou pesquisas (bibliográfica, exploratória, de campo, experimental etc.), em fontes confiáveis, informações sobre a dinâmica dos fenômenos da natureza e/ou de processos tecnológicos, identificando os diversos pontos de vista e posicionando-se mediante argumentação, com o cuidado de citar as fontes dos recursos utilizados na pesquisa e buscando apresentar conclusões com o uso de diferentes mídias.</p> | <p>Conhecer os métodos de produção de medicamentos, insumos e vacinas, compreendendo a sua aplicação na saúde dos seres vivos.</p> <p>Compreender a manipulação de animais entendendo a utilização de órgãos em transplantes.</p> <p>Investigar a produção de anticorpos em laboratório, entendendo como o processo auxilia pacientes com sistema imunitário deficiente.</p> <p>Conhecer a terapia gênica, entendendo o tratamento de doenças cujas técnicas convencionais não são eficientes.</p> <p>Reconhecer a pesquisa com células-tronco, investigando seus fins terapêuticos.</p> <p>Entender a manipulação de insumos, compreendendo como acontece a produção de fertilizantes, sementes e agrotóxicos.</p> <p>Compreender o processo de melhoramento genético de plantas comprovando sua aplicação na agricultura.</p> <p>Analisar o processamento de alimentos transgênicos discutindo a suas implicações éticas, políticas e econômicas na sociedade.</p> <p>Identificar o processo de Biorremediação buscando a redução e/ou a eliminação das contaminações no meio ambiente.</p> <p>Entender o processo de bioconversão de resíduos vegetais reconhecendo a sua aplicação na Agricultura.</p> |

Fonte: SEED-Pr,2021.

A segunda unidade, Impactos Sociais da Biotecnologia, visa desenvolver um olhar crítico sobre o uso responsável dessas tecnologias, abordando questões éticas e os efeitos sociais da Biotecnologia. Ela se alinha ao Eixo Estruturante de Mediação e Intervenção Sociocultural (Quadro 2), propondo aos alunos reflexões sobre o uso consciente dessas tecnologias no contexto social. Dessa forma, a trilha em Biotecnologia não só oferece conhecimento técnico, mas também estimula a formação de cidadãos conscientes e críticos, preparados para compreender os desafios éticos e sociais envolvidos nas práticas biotecnológicas.

Quadro 2. Estruturação das habilidades trabalhadas dentro da segunda unidade temática: Impactos sociais da Biotecnologia

| Habilidade do eixo | Habilidades da Área | Objetivos de Aprendizagem |
|---|---|--|
| <p>(EMIFCG07) Reconhecer e analisar questões sociais, culturais e ambientais diversas, identificando e incorporando valores importantes para si e para o coletivo, que assegurem a tomada de decisões conscientes, consequentes, colaborativas e responsáveis.</p> <p>(EMIFCG08) Compreender e considerar a situação, a opinião e o sentimento do outro, agindo com empatia, flexibilidade e resiliência, para promover o diálogo, a colaboração, a mediação e resolução de conflitos, o combate ao preconceito e a valorização da diversidade.</p> <p>(EMIFCG03) Participar ativamente da proposição, implementação e avaliação de solução para problemas socioculturais e/ou ambientais em âmbito local, regional, nacional e/ou global, responsabilizando-se pela realização de ações e projetos voltados ao bem comum.</p> | <p>(EMIFCNT01) Identificar e explicar questões socioculturais e ambientais, relacionadas a fenômenos físicos, químicos e/ou biológicos.</p> <p>(EMIFCNT02) Selecionar e mobilizar intencionalmente conhecimentos e recursos das Ciências da Natureza, para propor ações individuais e/ou coletivas de mediação e intervenção sobre problemas socioculturais e problemas ambientais.</p> <p>(EMIFCNT03) Propor e testar estratégias de mediação e intervenção, para resolver problemas de natureza sociocultural e de natureza ambiental, relacionados às Ciências da Natureza.</p> | <p>Conhecer os principais princípios éticos relacionados à vida dos seres vivos, entendendo a importância da sua administração responsável.</p> <p>Compreender o impacto da utilização das técnicas de transgenia, conscientizando-se sobre as suas vantagens e desvantagens na manipulação de sistemas biológicos.</p> <p>Investigar como a manipulação do material genético pode ser aplicada em benefício dos seres vivos, entendendo que sua administração deve ocorrer de forma consciente.</p> <p>Identificar as técnicas que podem ser utilizadas na produção de variedades de plantas e animais geneticamente melhorados, compreendendo a importância da sua administração responsável para a minimização de impactos na vida dos seres vivos.</p> |

Fonte: SEED-PR, 2021.

4.3 USO DE JOGOS NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Quando falamos de lúdico, o termo não se restringe à sua origem etimológica, proveniente do latim “Ludus”, que significa jogar ou brincar. O seu significado é ampliado devido à influência de diversos fatores, como a cultura e a sociedade, que agregam valores a esse conceito. Isso nos permite, atualmente, entender o lúdico não apenas como um ato de diversão, mas também como uma manifestação pessoal e uma atitude relacionada ao prazer e à satisfação do indivíduo (SANTOS, 2021).

Segundo Santos (2015), Huizinga (2000) e De Farias (2021), o lúdico está presente desde a antiguidade, tanto nas civilizações egípcia e grega, quanto em povos não civilizados. Nessas civilizações, o lúdico não era apenas uma forma de diversão, mas também uma ferramenta educacional para o ensino de artes e habilidades para as crianças (DE FARIAS, 2021). Além disso, povos não civilizados utilizavam o lúdico em atividades como dança, caça, pesca e lutas, que, embora tivessem um aspecto de sobrevivência, também eram formas naturais de diversão e prazer. Dessa maneira, observa-se que os jogos sempre estiveram associados ao ser humano, não só nas civilizações mais desenvolvidas da época, mas também em pequenas sociedades e povos menos desenvolvidos (FERRO; VIEL, 2019).

No Brasil, a história do lúdico está presente desde a chegada dos portugueses, dos negros e das comunidades indígenas, representando uma forma de diversão para as crianças (DE SANT’ANNA; DO NASCIMENTO, 2012, p. 23).

Falkembach (2009) afirma que a implementação do lúdico no processo de ensino-aprendizagem permite que o aluno aprenda de forma mais eficiente, aproveitando melhor o conteúdo que está sendo ministrado em sala de aula, ao mesmo tempo em que coloca em prática o trabalho em equipe. Dessa forma, o lúdico contribui para a formação de indivíduos com pensamento crítico, capazes de formular soluções para diferentes problemáticas da sociedade. Analisando a importância das atividades lúdicas, Falkembach cria uma série de aspectos que estas devem conter e afirma o seguinte:

[...] fixar os conteúdos, ou seja, facilita a aprendizagem; permite a tomada de decisões e avaliações; dá significado a conceitos de difícil compreensão; requer participação ativa; socializa e estimula o trabalho em equipe; motiva, desperta a criatividade, o senso crítico, a participação, a competição sadia e o prazer de aprender. Para isso, um jogo bem projetado deve apresentar as seguintes características: ser atrativo, agradável e fácil de usar. Além disso, o aluno deve conseguir, sem maiores dificuldades, entender o funcionamento do jogo, os comandos mais elementares e as opções de navegação podendo se orientar rapidamente. Todas as opções precisam levar para algum lugar (Falkembach, 2009, p. 5).

De acordo com Miranda (2001), durante a implementação de atividades didáticas, diversos objetivos podem ser alcançados, todos relacionados a diferentes aspectos do desenvolvimento. Esses objetivos incluem a cognição, essencial para o desenvolvimento da inteligência e da personalidade, contribuindo para a construção de conhecimentos. Além disso, abrangem a afetividade, promovendo o desenvolvimento da sensibilidade e da autoestima, e atuando para fortalecer laços de amizade e afetividade. A socialização é outra dimensão contemplada, envolvendo a simulação de interações em grupo. A motivação é um fator-chave, incorporando ação, desafio e estimulando a curiosidade, enquanto a criatividade é incentivada ao longo desse processo educacional.

Vygotsky (1989) destaca o papel significativo dos jogos no desenvolvimento da linguagem, do pensamento e da concentração. Segundo o autor, a abordagem lúdica influencia o progresso do aluno, ensinando-o a agir de maneira apropriada em diversas situações e estimulando sua capacidade de discernimento. Assim, os jogos desempenham uma função crucial no processo de aprendizagem, capacitando os alunos a adquirirem iniciativa e autoconfiança. Essa perspectiva destaca a importância do componente lúdico na educação, reconhecendo seus benefícios no aprimoramento de habilidades cognitivas, sociais e emocionais dos estudantes.

4.3.1 O USO DE JOGOS NO ENSINO DE BIOTECNOLOGIA

A Biotecnologia é um campo da ciência que envolve diferentes áreas do conhecimento, como a química orgânica, bioquímica, microbiologia, biologia celular e molecular, e engenharia genética, entre outras (MELONI et al., 2017). Isso possibilita

que temas relacionados à Biotecnologia sejam trabalhados de forma interdisciplinar em diferentes disciplinas ao longo da educação básica (MALAJOVICH, 2017, p. 9).

Os avanços tecnológicos permitem inovações no processo de ensino-aprendizagem, como, por exemplo, o uso de recursos educativos digitais (LUBYI et al., 2021). Zuanon; Diniz e Nascimento (2010) destacam a necessidade do uso de metodologias diversificadas que promovam uma maior participação dos alunos no processo de ensino e aprendizagem, sendo imprescindível a implementação de recursos didáticos motivacionais. Nesse contexto, a utilização de jogos didáticos surge como uma ferramenta capaz de contribuir significativamente para a formação do estudante (DOS SANTOS; SANTOS, 2021).

Dessa forma, o uso de jogos no ensino da Biotecnologia tem se mostrado uma ferramenta de grande contribuição, facilitando a compreensão dos alunos sobre os temas abordados. Esta abordagem didática tem sido implementada não só com alunos da educação básica, mas também no ensino superior, contribuindo significativamente para o aprendizado da temática.

Meloni et al. (2018), ao aplicarem um jogo com licenciandos do curso de Ciências Biológicas, relataram que os alunos se mostraram motivados por aprender novos conceitos e por participarem de uma metodologia diferente, como o uso de jogos. Além disso, dos Santos e dos Santos (2020) constataram que o uso de jogos no ensino da Biotecnologia contribuiu de forma significativa no processo de ensino e aprendizagem, especialmente na construção do conhecimento sobre conteúdos específicos da área.

Segundo Meloni, Spiegel e Gomes (2018), o uso de jogos em sala de aula, durante o ensino da Biotecnologia, não apenas facilita o aprendizado de conteúdos de difícil entendimento, mas também introduz temáticas e descobertas científicas de maneira mais leve, tornando o aprendizado mais dinâmico e prazeroso para os alunos.

Brito et al. (2020) relatam que os jogos, ao serem utilizados no ensino de temas relacionados à Biotecnologia, podem servir como material complementar,

tornando as metodologias convencionais de ensino mais dinâmicas e atraentes, chamando a atenção dos alunos e despertando seu interesse pela ciência. Assim, é evidente que o uso de jogos no ensino da Biotecnologia é uma ferramenta promissora a ser implementada em sala de aula, contribuindo para a solução de problemáticas relacionadas à dificuldade de entendimento dos conteúdos dessa área.

2. METODOLOGIA

O estudo foi realizado ao longo de dois anos consecutivos, 2023 e 2024, e desenvolvido em duas escolas públicas da rede estadual de ensino no município de Foz do Iguaçu, Paraná: a Escola Cívico-Militar Sol de Maio (2023) e a Escola Estadual Prof. Flávio Warken (2024). Participaram 42 alunos do Ensino Médio, sendo 32 da turma da manhã (3ºA – MA) da primeira escola e 10 da turma da noite (1º C – NC) da segunda escola, durante as aulas da trilha de aprendizagem em Biotecnologia.

Para o desenvolvimento da atividade, o processo foi dividido em dois encontros. No primeiro, foi realizada uma aula expositiva e dialogada para cada turma, com duração de 2 horas (Apêndice A), foram abordados temas como Biotecnologia, histórico, divisões, avanços, questões éticas e sua importância nos dias atuais (fig. 1a e 1b). Além disto foi utilizada como material complementar uma cartilha de conceitos básicos da Biotecnologia, de autoria própria, (Apêndice C) esta cartilha aborda diferentes terminologias e conceitos o que contribui para que o aluno relacione de uma forma mais fácil os conteúdos que estão sendo trabalhados. A cartilha foi compartilhada com os alunos prévio a aplicação do jogo para que eles se relacionassem com os conceitos e assim tiveram uma maior base conceitual para desenvolvimento do jogo.

Na segunda aula, os alunos participaram da aplicação do jogo "Palavreando a Biotecnologia". Para isso, os estudantes foram divididos em grupos e a metodologia do jogo foi aplicada (fig. 2a e 2b). Após a aplicação do jogo, os alunos responderam a um questionário semiestruturado, composto por 10 questões abertas e 1 fechada (Apêndice B). Posteriormente, os dados foram analisados e processados

estatisticamente, além de representados graficamente, utilizando o programa Office Microsoft Excel.



Fig. 1a. Aula introdutória sobre Biotecnologia com a turma 3ªA – MA do colégio Cívico-Militar Sol de Maio, Foz do Iguaçu-PR, 2023 (Fonte:Autor).



Fig. 1b. Aula introdutória sobre Biotecnologia com a turma 1º C – NC da escola Prof. Flávio Warken, Foz do Iguaçu-PR, 2024 (Fonte:Autor)



Fig. 2a. Aplicação do jogo palavreando a Biotecnologia com a turma 3^oA – MA da escola cívico militar Sol de Maio, Foz do Iguaçu-PR,2023 (Fonte: Autor).



Fig. 2b. Alunos da turma 1^o C – NC da escola Flávio Warken, jogando o palavreando a Biotecnologia, Foz do iguaçu-PR,2024 (Fonte: Autor).

2.1 Procedimentos para a análise de dados

A análise dos dados coletados por meio do formulário foi realizada utilizando a estatística descritiva. Inicialmente, os dados foram organizados com base nos indicadores de qualidade definidos para cada pergunta do formulário. Em seguida, procedeu-se à contagem das respostas semelhantes, ou seja, somaram-se as respostas iguais para cada questão. Posteriormente, foi calculada a porcentagem de cada tipo de resposta, considerando o número total de respostas obtidas, o que possibilitou uma visualização clara da distribuição das opiniões e tendências entre os participantes.

2.2 O jogo Palavreando a Biotecnologia

O “Palavreando a Biotecnologia” trabalha as diferentes cores da biotecnologia, fazendo uma abordagem por cada uma das áreas de atuação desta ciência. Ao longo do jogo os participantes têm a oportunidade de se relacionar com diferentes terminologias de uma forma exemplificada permitindo assim que possam entender os termos com uma maior clareza.

Palavreando a Biotecnologia é uma atividade lúdica. Trata-se de um jogo interativo que tem como objetivo facilitar o aprendizado de conceitos básicos da biotecnologia. O jogo foi desenhado para estimular o interesse do aluno pela temática, proporcionando um ambiente de competição, onde vários grupos (dependendo o número de alunos da turma) se enfrentam por descobrir ou desenhar o maior número de frases possíveis utilizando palavras chaves da Biotecnologia. Baseado em Kafarski (2012) foi levada em consideração a classificação de dez cores da Biotecnologia, dependendo a sua área de atuação (fig. 3). Na Figura 4, está evidenciado o esquema de aplicação do jogo proposto (fig. 4a), com um exemplo de construção de frases a partir de três palavras sorteadas (fig. 4b). Para a montagem e aplicação do jogo foram desenvolvida uma série de etapas, cada uma delas descritas a seguir:

Etapa 1-Desenho das caixas de palavras (verde) e cartas consequências (vermelha): Utilizar duas caixas pequenas (30 x 40 cm) e pintar com suas respectivas cores verde (caixa de palavras) e vermelho (caixa consequência),

com ajuda de um marcador identificar cada uma das caixas. Deverá deixar-se uma abertura na parte superior das caixas por onde o participante introduzirá a mão para retirar as cartas.

Etapa 2-Separação dos grupos: A turma deverá ser dividida em grupos de no máximo quatro integrantes. Cada grupo receberá nomes, para identificação. A ordem da jogada dos grupos pode ser dada pela ordem do alfabeto, pela ordem da primeira letra do nome do grupo.

Etapa 3-Dinâmica do Jogo: Depois de recortadas, embaralhadas e acondicionadas, as palavras e as cartas de consequência nas suas respectivas caixas, um integrante de cada grupo irá retirar três palavras da caixa verde e terá que ler em voz alta para a turma, mostrando cada uma delas.

Na sequência, o mesmo integrante irá retirar da caixa vermelha uma carta consequência, que terá uma situação positiva (caso o grupo construa corretamente as frases) ou negativa (caso o grupo cometa erros na construção das frases). O grupo terá que montar pelo menos três frases relacionadas ao que foi aprendido nas aulas teóricas utilizando as três palavras do escopo da Biotecnologia sorteadas. O professor deverá ir cronometrando o tempo para os alunos montarem as frases.

Decorrido o tempo de dois minutos, um aluno do grupo é escolhido para ler as frases elaboradas em voz alta perante a turma. Após essa etapa, o professor irá verificar se as frases estão corretas, discutindo e correlacionando ao que foi aprendido nas aulas. Se o grupo acertar, receberá pontuação positiva; por outro lado, se errar, terá uma pontuação negativa relacionada à carta de consequência sorteada por ele.

Regra: Caso o grupo não monte as frases no tempo estipulado, perde a vez, passando sua jogada para o próximo grupo. A equipe vencedora é aquela que montar o maior número de frases corretas dentro do tempo de resposta estipulado pelo professor.

| Classificação das cores da Biotecnologia | |
|---|--|
| Vermelha | Saude |
| Amarela | Processos fermentativos |
| Verde | Agricultura |
| Azul | Vida marinha |
| Branco | Industria |
| Roxo | Proteção da propriedade Intelectual |
| Cinza | Meio Ambiente |
| Dourada | Bioinformática |
| Preta | Bioterrorismo |
| Marrom | Restauração de solos áridos |

Fonte: Baseado em Kafarski (2012)

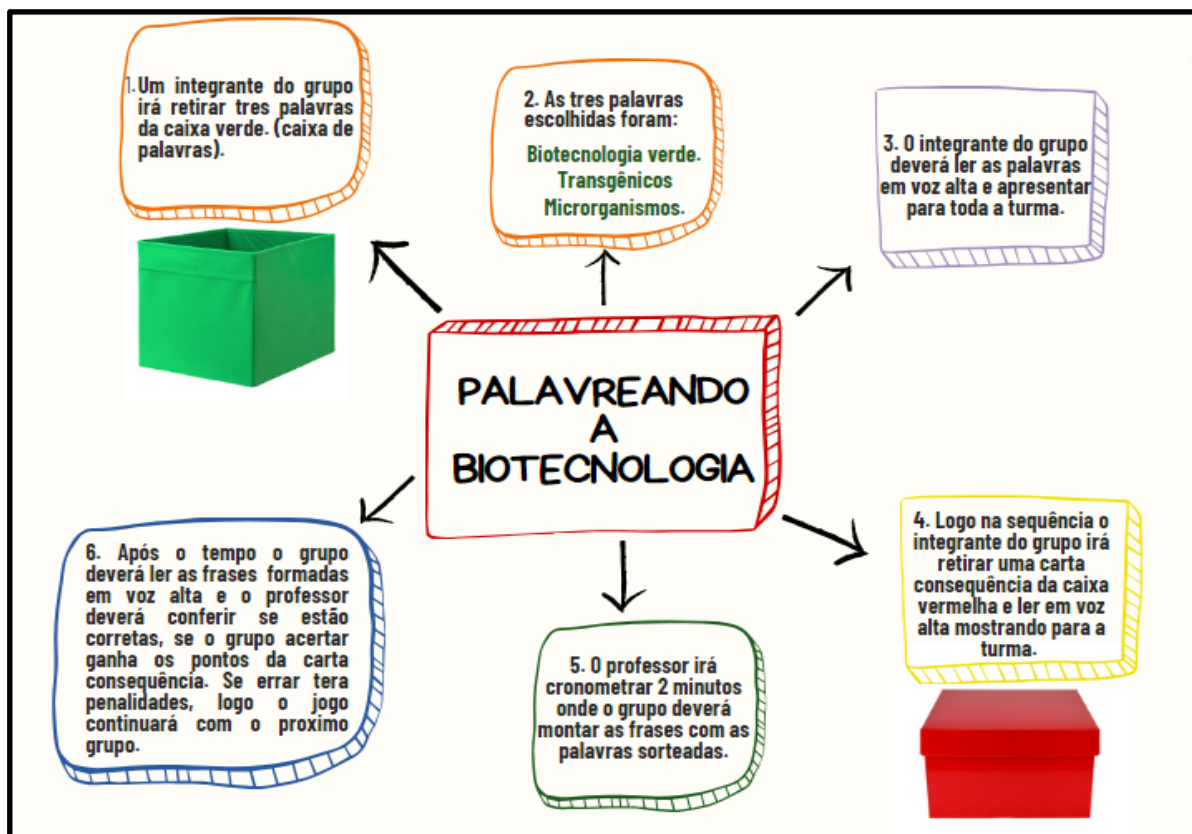


Figura 3a. Metodologia de aplicação da dinâmica do jogo "Palavreando a Biotecnologia"

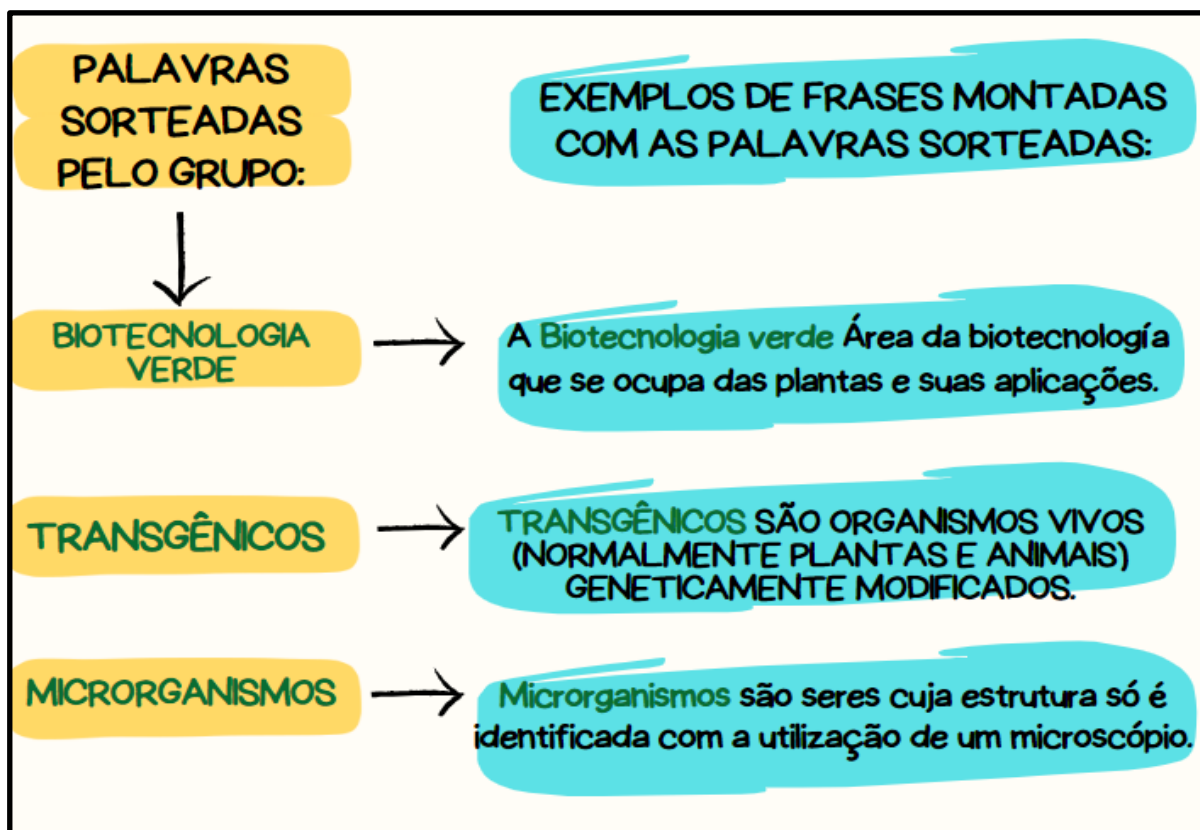


Figura 3b. Exemplos de frases a serem formadas a partir das palavras selecionadas.

| | |
|---|---|
| ACERTOU: GANHA 5 PONTOS ERROU: PERDE 2 PONTOS | ACERTOU: GANHA 5 PONTOS ERROU: PERDE 2 PONTOS |
| ACERTOU: GANHA 3 PONTOS ERROU: PERDE 1 PONTO | ACERTOU: GANHA 5 PONTOS ERROU: PERDE 3 PONTOS |
| ACERTOU: GANHA 2 PONTOS ERROU: PERDE 1 PONTO | ACERTOU: GANHA 5 PONTOS ERROU: PERDE 2 PONTOS |
| ACERTOU: GANHA 5 PONTOS ERROU: PERDE 10 PONTOS | ACERTOU: GANHA 10 PONTOS ERROU: PERDE 3 PONTOS |
| ACERTOU: GANHA 5 PONTOS ERROU: PERDE 1 PONTO | ACERTOU: GANHA 3 PONTOS ERROU: PERDE 2 PONTO |
| ACERTOU: GANHA 3 PONTOS ERROU: PERDE 1 PONTO | ACERTOU: GANHA 2 PONTOS ERROU: PERDE 5 PONTOS |
| ACERTOU: GANHA 1 PONTOS ERROU: PERDE 5 PONTOS | ACERTOU: GANHA 2 PONTOS ERROU: PERDE 5 PONTOS |
| ACERTOU: GANHA 3 PONTOS ERROU: PERDE 2 PONTOS | ACERTOU: GANHA 10 PONTOS ERROU: PERDE 5 PONTOS |
| ACERTOU: GANHA 1 PONTOS ERROU: PERDE 5 PONTOS | ACERTOU: GANHA 9 PONTOS ERROU: PERDE 2 PONTOS |
| ACERTOU: GANHA 9 PONTOS ERROU: PERDE 3 PONTOS | ACERTOU: GANHA 5 PONTOS ERROU: PERDE 4 PONTOS |
| ACERTOU: GANHA 3 PONTOS ERROU: PERDE 4 PONTOS | ACERTOU: GANHA 10 PONTOS ERROU: PERDE 3 PONTOS |
| ACERTOU: GANHA 3 PONTOS ERROU: PERDE 1 PONTO | ACERTOU: GANHA 3 PONTOS ERROU: PERDE 2 PONTOS |
| ACERTOU: GANHA 3 PONTOS ERROU: PERDE 1 PONTO | ACERTOU: GANHA 3 PONTOS ERROU: PERDE 1 PONTO |

Figura 2a. Cartas conseqüências utilizadas para ganhar ou perder pontos durante o jogo palavrando a Biotecnologia

| | |
|----------------------------------|-----------------------------|
| Vacinas | Medicamentos |
| Células Tronco | Biofármacos |
| Imunoterapia | Terapia Genica |
| Biossensores | Probióticos |
| Fermentação | Proteínas |
| Alimentos Biofortificados | Enzimas alimentícias |
| Biofortificação | Probioma |
| OGMs | Cultivo in vitro |
| Biocombustíveis | Biopesticidas |
| Melhoramento Genético | Aclimação |
| Agrotóxicos | Biopolímeros |
| Algas | Biofármacos |

| | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| Biomassa | Proteínas |
| Agar | Microalgas |
| Bioprocessos | Produção de Enzimas |
| Biocatalizadores | Fermentação Industrial |
| Biorrefinaria | Biofabricação |
| Bioindústria | Edição Genética |
| Bioinformática | Modelagem Molecular |
| Nanotecnologia | Impressão 3D Biológica |
| Inteligência Artificial | Biossensores |
| Nanobiotecnologia | Nanomateriais |
| Tratamento de resíduos | Tratamento de Poluentes |
| Descontaminação | Biotecnologia Sintética |
| Poluentes | Bioinformática |

| | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| Proteômica | Biocomputação |
| Metagenômica | Biocircuitos |
| Biomimética | Biomarcadores |
| Biorremediação | Bioenergia |
| Tratamento de Resíduos | Sustentabilidade |
| Biocombustíveis | Biopolímeros |
| Biomateriais | Biorremediação |
| Tratamento de solos | Fitorremediação |
| Microbiota | Microrganismos |
| Biodegradadores | Tratamento de Efluentes |

Figura 2b. Cartas de palavras utilizadas para criar frases durante o jogo palavreando a Biotecnologia

2.3 Resultados e discussões

Através da aplicação de um questionário estruturado composto por dez perguntas fechadas e uma aberta, (quadro abaixo) procurou-se entender as percepções dos alunos em relação às contribuições do jogo “Palavreando a Biotecnologia” no processo de aprendizagem.

Quadro 3. Perguntas do questionário avaliativo sobre características qualitativas do jogo palavreando a Biotecnologia.

Q1- As regras do jogo foram claras, permitindo um bom entendimento e forma de jogar?

Q2- O jogo ajudou-lhe a desenvolver habilidades estratégicas?

Q3- O jogo contribuiu para você utilizar um pensamento crítico para tomar decisões importantes?

Q-4 A comunicação e o trabalho em equipe resolvem problemáticas, das quais o jogo abordou?

Q-5 Houve situações em que discordamos acerca da tomada de decisões, mas conseguimos chegar a um consenso no final?

Q-6 Na sua opinião, o jogo foi eficaz em ensinar conceitos complexos de uma maneira fácil de entender?

Q-7 O jogo promoveu motivação para você conhecer e aprender sobre temas relacionados à biotecnologia?

Q-8 Em relação às melhorias de suas habilidades aumentariam, se tivesse a oportunidade de jogar o jogo novamente?

Q-9 A experiência que tive com o jogo aumentou meu interesse em buscar conhecimento acerca da Biotecnologia?

Q-10 O jogo ajudou a entender conceitos importantes relacionados à Biotecnologia?

Q-11 Cite pontos positivos do jogo; Cite pontos negativos do jogo; escreva sugestões que você gostaria que o jogo pudesse ser melhorado.

Os resultados obtidos em ambos os anos (Tabelas 1 e 2) indicam que o jogo teve uma contribuição significativa no ensino da temática Biotecnologia. Em relação à metodologia do jogo, a maioria dos alunos no primeiro ano (70%) classificou-

a como excelente, enquanto 46% dos alunos no segundo ano atribuíram a classificação de muito boa. Esses resultados estão alinhados com o objetivo de Meloni, Spiegel e Gomes (2018), que destacaram, em seu trabalho, a importância de que jogos educativos, como o "Palavreando a Biotecnologia", sejam de fácil replicação em sala de aula. Dessa forma, busca-se, assim como os autores, facilitar o ensino da Biotecnologia e contribuir para a aprendizagem de novos conceitos científicos de maneira acessível e eficaz.

Tabela 1. Dados obtidos em porcentagem das análises das respostas durante a aplicação do jogo palavreando a biotecnologia com a turma do 3 ano A do Colégio Cívico Militar Sol de Maio no ano de 2023.

| Questão / Categorias | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q5 | Q6 | Q7 | Q8 | Q9 | Q10 |
|----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Excelente | 70 | 50 | 20 | 30 | 20 | 60 | 20 | 10 | 20 | 30 |
| Muito bom | 10 | 20 | 40 | 40 | 30 | 20 | 50 | 30 | 30 | 50 |
| Bom | 20 | 30 | 20 | 30 | 30 | 20 | 30 | 40 | 50 | 20 |
| Regular | 0 | 0 | 10 | 0 | 10 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| Insuficiente | 0 | 0 | 10 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabela 1: Análises das questões (Q1, Q2, Q3...) informadas no quadro 3 (Fonte: Autor)

Tabela 2. Dados obtidos em porcentagem das análises das respostas durante a aplicação do jogo palavreando a biotecnologia com a turma do 1 ano C da escola Flávio Warken no ano de 2024.

| Questão / Categorias | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q5 | Q6 | Q7 | Q8 | Q9 | Q10 |
|----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Excelente | 29 | 29 | 36 | 36 | 18 | 50 | 32 | 39 | 36 | 43 |
| Muito bom | 46 | 36 | 18 | 32 | 39 | 18 | 21 | 25 | 18 | 21 |
| Bom | 21 | 25 | 39 | 21 | 25 | 29 | 39 | 29 | 25 | 25 |
| Regular | 4 | 11 | 7 | 11 | 18 | 4 | 4 | 7 | 14 | 11 |

Tabela 2. Análises das questões informadas no quadro 3 (Fonte: Autor)

Cabe mencionar que ao comparar os resultados de 2023 e 2024, com relação à metodologia do jogo é possível observar uma diminuição nas avaliações positivas no segundo ano. Essa mudança pode estar relacionada a diferentes fatores, como alterações nas abordagens pedagógicas, adaptação dos alunos ao formato do jogo ou até mesmo mudanças no contexto educacional entre os dois anos. Já que a turma da primeira aplicação, composta por alunos de uma faixa etária entre os 16 a 18 anos no período da manhã, tendo um perfil mais jovem e possivelmente, um maior tempo disponível para se dedicar à atividade. Já a turma da segunda aplicação, composta por alunos com maior idade no período da noite, incluía muitos estudantes que conciliam os estudos com o trabalho e enfrentam realidades socioeconômicas distintas, o que pode ter influenciado seu engajamento e a forma como perceberam o jogo. Por outro lado importante, ressaltar o tamanho amostral das duas turmas nas quais o jogo foi aplicado, pois a primeira turma era composta por 32 alunos, enquanto a segundo por 10, número que influencia na porcentagem dos resultados obtidos.

Gonzaga et al, (2017, p.1) destaca que não existe uma receita pronta que ao ser aplicada os professores possam obter o mesmo resultado, é necessário buscar e adaptar cada uma das ferramentas de ensino de acordo com os alunos presentes em sala de aula, desta forma ressalta que:

Não há uma receita de sucesso que possa ser utilizada por todos os docentes, em todas as escolas e que obtenha o mesmo resultado. A diversidade de métodos e ferramentas precisa ser analisada por cada professor, a fim de que sejam empregados de forma correta e da melhor maneira possível. A realidade dos alunos, assim como seus interesses, deve sempre ser levada em consideração para que o método e a ferramenta supram as necessidades didáticas, auxiliando verdadeiramente no objetivo ao qual se destinam (Gonzaga et al., 2017, p. 1).

Quando questionados sobre a contribuição do jogo no aprendizado de novos conceitos e palavras-chave da biotecnologia, 60% dos alunos no primeiro ano e 50% no segundo ano classificaram o jogo como excelente nesse aspecto. Em concordância com dos Santos (2020) a utilização de ferramentas lúdicas como o jogo contribui para o aprendizado de novos conhecimentos e letramento científico. Sendo assim o ensino de Biotecnologia deve contribuir para a formação de cidadãos responsáveis, socialmente conscientes, pois os conhecimentos sobre questões da ciência, não devem ficar confinados aos laboratórios e ou até mesmo às salas de aulas, mas devem ser disseminados para toda a sociedade. (Pereira, 2015).

Outro ponto relevante a ser destacado foi a contribuição do jogo para o desenvolvimento do trabalho em equipe (fig.3), especialmente na formulação de soluções para as problemáticas apresentadas durante o jogo. No primeiro ano de aplicação, 30% dos alunos classificaram essa contribuição como excelente, e 40% como muito boa, indicando que a maioria dos estudantes percebeu uma contribuição significativa para o trabalho colaborativo. No segundo ano, 36% dos alunos avaliaram como excelente, e 32% como muito boa, o que demonstra contribuição engajamento com o aspecto colaborativo do jogo. De acordo com Kishimoto p.26 (1997), durante as atividades de brincadeiras os participantes sentem-se mais livres e com menos pressão para explorar ideias, além de formular e criar soluções às problemáticas que são formuladas durante o jogo.



Fig.3. Alunos da turma do 3 ano A de ensino médio da escola cívico militar Sol de Maio, jogando o Palavreando a Biotecnologia, Foz do iguaçu-PR,2023 (Fonte: Autor)

A análise das respostas da Q11, permitiu entender a contribuição do mesmo durante o ensino da Biotecnologia. Os alunos destacaram que o jogo tornou o aprendizado mais dinâmico e interativo, sendo uma metodologia divertida e diferente a tradicional. Muitos relataram que o uso de palavras-chave no contexto do jogo ajudou a fixar melhor os conceitos da biotecnologia, além de estimular o trabalho em equipe e a resolução de problemas de maneira colaborativa. Por outro lado, alguns alunos mencionaram que, em certos momentos, o ritmo do jogo poderia ser mais flexível, para que todos os participantes tivessem tempo suficiente para refletir e aprender, sugerindo um aumento do tempo para as equipes darem as respostas.

Os resultados mostram que a gamificação, através de jogos como o “Palavreando a Biotecnologia”, pode ser uma ferramenta eficaz para ensinar conceitos complexos de forma envolvente e acessível. A metodologia do jogo permite que os alunos se tornem participantes ativos no processo de aprendizagem, o que é especialmente valioso em disciplinas como biotecnologia, que exigem a memorização de termos técnicos e a compreensão de conceitos complexos.

Além disso, o jogo pode servir como uma ferramenta complementar ao ensino tradicional, oferecendo uma abordagem mais lúdica e interativa que contribui para o engajamento e a motivação dos alunos. A utilização de jogos pode ser uma estratégia eficaz para promover a educação ativa e o aprendizado

colaborativo, habilidades importantes para o desenvolvimento acadêmico e profissional dos estudantes. Já que desde a antiguidade além destes serem utilizados como uma forma de treinamento, também carregavam consigo o objetivo do aprendizado (CARNEIRO, 2015).

Com base nos dados coletados, algumas melhorias podem ser sugeridas para otimizar a experiência de ensino com o jogo. Por exemplo, seria interessante incluir um modo mais flexível que permita aos alunos avançar no jogo no seu próprio ritmo, além de adicionar mais desafios e exemplificação através de questões do cotidiano.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O jogo “Palavreando a Biotecnologia” pode ser uma possível resposta para resolver problemáticas relacionadas ao ensino da Biotecnologia, oferecendo uma maneira cativante e interativa de explorar os princípios e aplicações da Biotecnologia. O jogo o desafia e motiva aos alunos a aplicar os conhecimentos em situações práticas e contextualizadas. Isso não apenas torna o aprendizado mais estimulante e memorável, mas também desenvolve habilidades cognitivas e de resolução de problemas essenciais para o sucesso acadêmico e profissional.

Além disso, ao incentivar a colaboração e o pensamento crítico, o jogo “Palavreando a Biotecnologia” fomenta um ambiente de aprendizagem dinâmico e inclusivo, onde cada aluno pode contribuir com suas habilidades. Isso é especialmente relevante em um campo tão diverso e multidisciplinar como a Biotecnologia, onde a interação entre diferentes áreas do conhecimento é fundamental para impulsionar a inovação e o progresso científico.

Ferramentas didáticas, como os jogos, contribuem para que áreas do conhecimento de difícil aprendizado se tornem mais acessíveis aos alunos, permitindo que eles aproveitem melhor os conteúdos trabalhados em sala de aula. As metodologias ativas, como o jogo 'Palavreando a Biotecnologia', possibilitam que os alunos assumam um papel mais protagonista, colocando em prática seus

conhecimentos e formulando soluções a partir de suas ideias, enquanto esclarecem dúvidas e complementam seu aprendizado.

4.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bernardes. A. Biotecnologia: Proposta de sequência didática de ensino investigativa como material de apoio para professores do ensino médio. Universidade de Brasília. Instituto de Ciências Biológicas. PROFBIO.2019.

BORGERDING, L.A., SADLER, T.D. & KOROLY, M.J. J Sci Educ Technol 22: 133, 2013.

Brasil, LEI Nº 11.105, DE 24 DE MARÇO DE 2005. online. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11105.htm

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. GOV.BR, Portal. MEC. “Novo ensino médio, perguntas e respostas. Brasília: MEC. p.471, 2018. Online. Disponível: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=40361>.

BRITO, Marilha Vieira De et al. O uso do jogo “caminhos da genética” como estratégia metodológica para o ensino de genética. VI CONEDU – Vol. 3. Campina Grande: Realize Editora, 2020. p. 1355-1369.

CARNEIRO, K. T. Por uma memória do jogo: a presença do jogo na infância de octogenários e nonagenários. 273 f. Tese (doutorado em Educação Escolar). Unesp -Universidade Estadual Paulista, 2015.

Daneluz. R.; Crisóstimo. A. L. Biotecnologia no ensino médio: possibilidade de articulação O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense. V.1. 2010.

Daneluz. O. L. et al. Biotecnologia para crianças: Desmistificando conceitos e difundindo a Biotecnologia. Revista: Expressa extensão. v.21, n1. 2016.

Falkembach, G. A. M. O lúdico e os jogos educativos. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul- CINTED, 8 p. 2009.

FERRO, B. R. & Viel, F. V. A IMPORTÂNCIA DO LÚDICO NAS SÉRIES INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL. Revista Científica do Centro Universitário de Araras Dr. Edmundo Ulson. Araras-SP. 2019.

De Farias. L. E.; Dos Santos. N. BIOTECNOLOGIA: IMPLICAÇÕES JURÍDICAS E BIOÉTIICAS. REVISTA FAFIBE Centro Universitário UNIFAFIBE – Bebedouro/SP – v. 2 – n. 1. ISSN n. 1808-6993. 2010.

Escola Estadual de educação profissional (EEEP). Ensino médio integrado a educação profissional. Curso técnico em Biotecnologia: Fundamentos de Biotecnologia. MEC-CE, p.4,2014

De Farias, Costa, Thais, Chaiane. A infância no Egito Antigo – Museu Egípcio Rosacruz. Curitiba-Pr. 2021. Online, disponível em:

<https://museuegipcioerosacruz.org.br/a-infancia-no-egito-antigo/>. Acesso em: 2 maio. 2024.

GONZAGA, G. R.; MIRANDA, J. C.; FERREIRA, M. L.; COSTA, R. C.; FREITAS, C. C. C.; FARIA, A. C. de O. Jogos didáticos para o ensino de Ciências. *Educação Pública*, v.17, nº 7, p. 1-11, 2017.

Gomes do Nascimento, Rakel, et al. “PRÁTICA LÚDICA ‘DNA RECOMBINANTE’ E SUA INFLUÊNCIA NA PERCEPÇÃO E NO CONHECIMENTO DE ESTUDANTES SOBRE BIOTECNOLOGIA E ENZIMAS DE RESTRIÇÃO.” *Experiências em Ensino de Ciências*, vol. V.15, no. No.2, 2020, p. 262. Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) – Centro de Ensino Superior de Caxias, Bairro Centro, CEP 65.604-380, Caxias, MA.

GOV.BR, Portal. MEC. “Novo ensino médio, perguntas e respostas.” *Ministério da Educação - Ministério da Educação*, 2018. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=40361>. Accessed 3 February 2024.

GRÜBEL, J. M.BEZ M R. Jogos Educativos Novas Tecnologias na Educação CINTED-UFRGS V.4 Nº 2, Dezembro, 2006.

HUIZINGA, Johan. *Homo Ludens: o Jogo como Elemento da Cultura*. São Paulo: Perspectiva, 2000.

KAFARSKI P. Rainbow code of biotechnology. *Chemik*, 2012; 66:814– 6.

Kidman, Gillian C. Asking students: What key ideas would make classroom biology interesting? *Teaching Science*, 54(2), 34-38.2008

KISHIMOTO, T. M (org). *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação*. São Paulo: Cortez.p26, 1997

Klein, T. A. da S. *Perspectiva semiótica sobre o uso de imagens na aprendizagem significativa do conceito de biotecnologia por alunos do ensino médio*. 2011. 200 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina. 2011

LUBYI, Aline et al. *O ensino de biotecnologia sob uma perspectiva problematizadora: uma proposta de sequência didática com base nos três momentos pedagógicos*. Anais do VIII ENALIC. Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/84856>

Lucidarium. *Bioética e a Biotecnologia: Decifrando o Código da Vida*. 2023. Online. Disponível em: <https://lucidarium.com.br/bioetica-biotecnologia-decifrando-codigo-vida/>

Malajovich. M. A. *O Ensino de Biotecnologia*. 1a Edição. ISBN: 978-85-921077-1-0. Rio de Janeiro. P.9 2017.

Meloni. J. S.; Spiegel. C. N.; Gomes. O.S.A. ENSINO DE BIOTECNOLOGIA ATRAVÉS DE JOGO DIDÁTICO COM MODELOS 3D PARA LICENCIANDOS DE BIOLOGIA.2018.

Meloni. J. S. ENSINO DE BIOTECNOLOGIA ATRAVÉS DE JOGO DIDÁTICO COM MODELOS 3D PARA LICENCIANDOS DE BIOLOGIA.2018. Online, Disponível em: <http://www.enecienciasanais.uff.br/index.php/venecienciasubmissao/VENECiencias2018/paper/viewFile/589/504>.

Meloni. J. S. “BIOTECNOLOGIA EM JOGO” - DESENVOLVIMENTO DE UMA ESTRATÉGIA LÚDICA PARA ENSINO DE BIOTECNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO. Anais: conedu.Ed.realize,2017. Online, Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2017/TRABALHO_EV073_MD4_SA16_ID5486_18082017122848.pdf.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1994. Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) Diário Oficial da União, p.9, Brasília, 2000.online, disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/textoconvenoportugus.pdf>.

MIRANDA, S. No Fascínio do jogo, a alegria de aprender. In: Ciência Hoje, v.28, 2001.

Moura, A. M. M. A Interação entre artigos e patentes: um estudo científico da comunicação científica e tecnológica em biotecnologia. 2009. 269 f. Tese (Doutorado em Biblioteconomia e Comunicação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.2009.

Do Nascimento. G. R. et al. Prática lúdica DNA recombinante e sua influência na percepção e no conhecimento de estudantes sobre Biotecnologia e enzimas de restrição. Experiências em Ensino de Ciências V.15, No.2. 2020.

De Oliveira. G. A. K. et al. Biotecnologia na escola: propostas para pensar ciência, bioética e suas aplicações na sociedade. Educapes. 2023. Online, Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/598194>.

Pereira. A. J. Biotecnologia em debate. 2. ed. ISBN: 978-85-7826-343-0. Fortaleza: EdUECE, 2015.

Pinheiro, J. P. S.; Pantoja, L. D. M.; Salmito-Vanderley, C. S. B. Ensino de biotecnologia: o conhecimento docente e abordagem na perspectiva do exame nacional do 3ensino médio. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, 12(2), 776-792.2017

Pinto de Abreu, Fabiano Carlos. “Biotecnologia nas escolas: uma necessidade.” Profissão Biotec,30March2023. Disponível em: <https://profissaobiotec.com.br/biotecnologia-nas-escolas-uma-necessidade/>. Accessed 7 February 2024.

Santo. S. G. J.; De-Carvalho. P. S. A ludicidade em um viés histórico Pedagógico: desafios e perspectivas contemporâneas no fazer e ensinar ciências. Revista Anápolis digital. V. 7, n.3. ISSN 2178-0722. 2018.

Dos Santos. F. E.; Dos Santos. C. S. S. BIOTECNOLOGIA NA SALA DE AULA: APRENDIZAGEM ATRAVÉS DO JOGO DIDÁTICO: BASES PARA BIOTECNOLOGIA E CAMINHOS PARA ELETROFORESE. Experiências em Ensino de Ciências V.15, No.1. Researchgate, 2021.

Dos Santos. F. E.; Dos Santos. C. S. S. BIOTECNOLOGIA NA SALA DE AULA: APRENDIZAGEM ATRAVÉS DO JOGO DIDÁTICO: BASES PARA BIOTECNOLOGIA E CAMINHOS PARA ELETROFORESE. Experiências em Ensino de Ciências V.15, No.1. 2020. Online,

De Sant 'anna. A.; Do Nascimento. R. P. A história do lúdico na educação. REVEMAT. v6, n2 (2011). UNICSUL 2012.

Santos. De F. B.; De Andrade. R. F.; Dos Santos. L. L. C. Mao na massa: Aprendendo sobre Biotecnologia na escola. Anais: conedu. Ed. realize, 2022.

SANTOS, Gisele F. de L. Jogo e Civilização: História, Cultura e Educação. Londrina: EDUEL, 2015.

Seed, PR. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E DO ESPORTE DO ESTADO DO PARANÁ. Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná. P.968. 2021. Disponível em:

https://www.educacao.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/202108/referencial_curricular_novoem_11082021.pdf

Secretaria da educação do Paraná (SEED-PR). planejamento segundo semestre. 2022. Online, disponível em:

https://professor.escoladigital.pr.gov.br/sites/professores/arquivos_restritos/files/documento/2022-02/ensino_medio_referencial_curricular_vol3_vf.PDF.

[https://professor.escoladigital.pr.gov.br/sites/professores/arquivos_restritos/files/documento/2022-](https://professor.escoladigital.pr.gov.br/sites/professores/arquivos_restritos/files/documento/2022-07/estudo_planejamento_2semestre2022_campo_ilhas_anexo3_manha_dia1.pdf)

[07/estudo_planejamento_2semestre2022_campo_ilhas_anexo3_manha_dia1.pdf](https://professor.escoladigital.pr.gov.br/sites/professores/arquivos_restritos/files/documento/2022-07/estudo_planejamento_2semestre2022_campo_ilhas_anexo3_manha_dia1.pdf).

Silva. De A. S.; De Abreu. P. F. (org) Biotecnologia na escola: propostas pedagógicas para educação básica. ISBN 978-65-5807-144-0. Caxias do Sul, RS: Educs, 2022.

STEELE F, AUBUSSON P. The challenge in teaching biotechnology. Res Sci Educ 34:365–387, 2004.

VYGOTSKY, L. S. O papel do brinquedo no desenvolvimento. In: A formação social da mente. Martins Fontes. São Paulo, 1989.

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

APÊNDICES

Apêndice A - Apresentação utilizada para as aulas introdutórias de Biotecnologia

Slide 1

UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO LATINO AMERICANA (UNILA)



BIOTECNOLOGIA

APRESENTADO POR: JULIO CESAR BARBOSA

Slide2

O QUE É A BIOTECNOLOGIA?

TRADICIONAL

Cultivar vegetais, domesticar animais, transformar os alimentos ou aproveitar as propriedades curativas de algumas plantas são atividades que remontam à alvorada da humanidade e se desenvolveram com base no conhecimento empírico, ignorando a existência dos microrganismos ou das leis da hereditariedade.

MODERNA

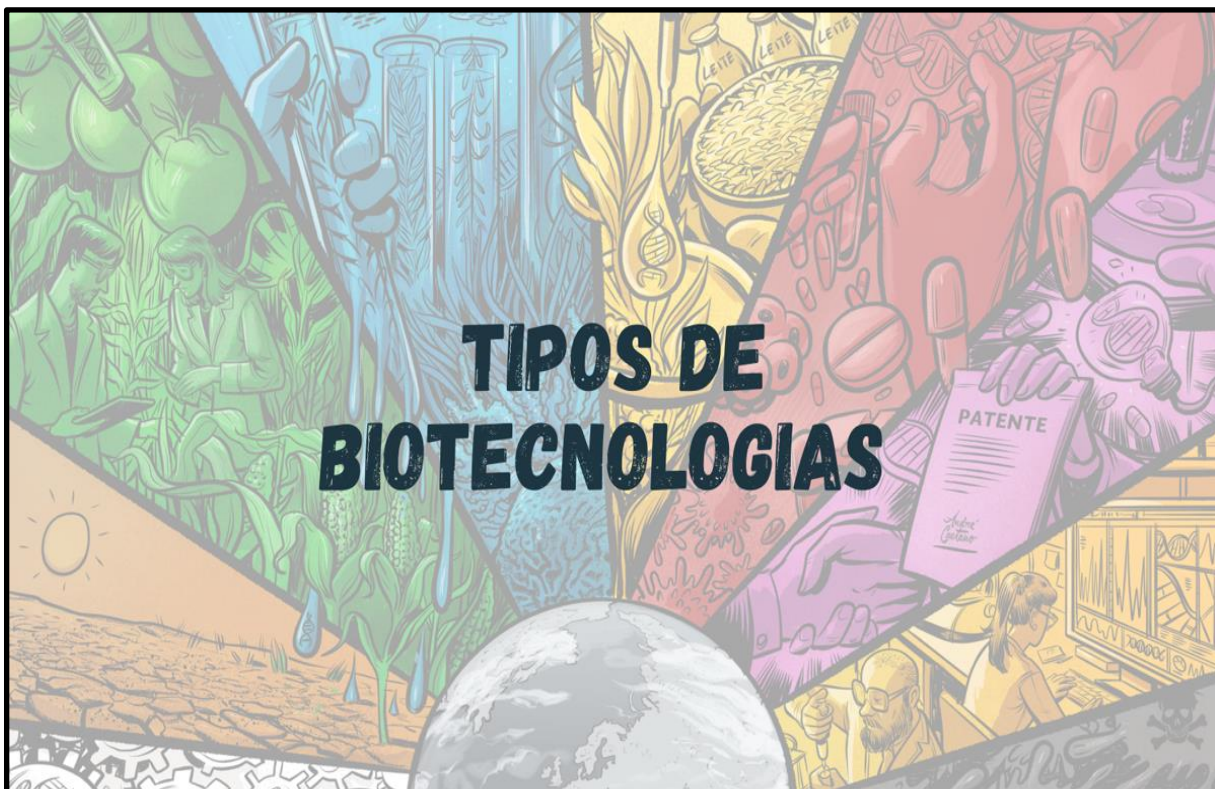
A divisória entre a Biotecnologia tradicional e a Biotecnologia moderna é uma série de experiências realizadas por H. Boyer e S. Cohen que culmina em 1973 com a transferência de um gene de sapo a uma bactéria. A partir desse momento é possível mudar o programa genético de um organismo transferindo-lhe genes de outra espécie.

Slide 3

HISTORIA DA BIOTECNOLOGIA.

| | | |
|--|---|---|
| <p>ANTIGUIDADE</p> <p>PREPARAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS E BEBIDAS POR FERMENTAÇÃO (PÃO, QUEIJO, CERVEJA, VINHO E VINAGRE); CULTIVO DE PLANTAS (BATATA, MILHO, CEVADA, TRIGO ETC.); DOMESTICAÇÃO DE ANIMAIS; TRATAMENTO DE INFECÇÕES (COM PRODUTOS DE ORIGEM VEGETAL)</p> | <p>IDADE MEDIA (SÉCULO VII)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Destilação do álcool | <p>IDADE MODERNA (SÉCULO XVI-XVIII)</p> <ul style="list-style-type: none"> • CRONISTAS REGISTRAM A COLHEITA DE ALGAS PARA ALIMENTAÇÃO, NOS LAGOS DO MÉXICO, PELOS ASTÉCAS. • INÍCIO DA PRODUÇÃO COMERCIAL DE CERVEJA; EXTRAÇÃO DE METAIS POR AÇÃO MICROBIANA NA ESPANHA; CULTIVO DE FUNGOS NA FRANÇA; HOOKE DESCOBRE A EXISTÊNCIA DE CÉLULAS (1665). |
| <p>IDADE CONTEMPORÂNEA (1797- ATUALIDADE)</p> <ul style="list-style-type: none"> • JENNER INOCULA UMA CRIANÇA COM UM VÍRUS QUE O PROTEGE CONTRA A VARÍOLA. • PASTEUR INVENTA UM PROCESSO PARA CONSERVAR ALIMENTOS SEM ALTERAR SUAS PROPRIEDADES ORGANOLÉPTICAS (PASTEURIZAÇÃO, 1863), LEVEDURA COMO O AGENTE RESPONSÁVEL PELA FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA (1876), USA MICRORGANISMOS ATENUADOS PARA OBTER VACINAS CONTRA O ANTRAZ E A CÓLERA (1881), FAZ OS PRIMEIROS TESTES DE UMA VACINA CONTRA A RAIVA (1881). | | |

Slide 4



Slide

5

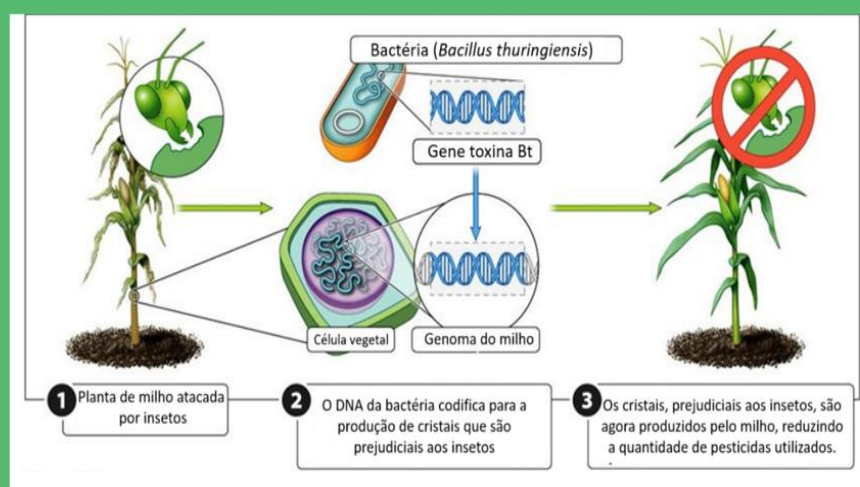
BIOTECNOLOGIA VERDE

Essa classificação se ocupa das plantas e suas aplicações, incluindo a Engenharia Genética das plantas com propósitos agrícolas. Vários agricultores no mundo usam para combater as pragas, nutrir os cultivos e fortalecê-los contra os microrganismos e condições climáticas como as secas e geadas. (Adaptado de Iberdrola.com)



Slide6

APLICAÇÃO DA BIOTECNOLOGIA VERDE



Slide 7



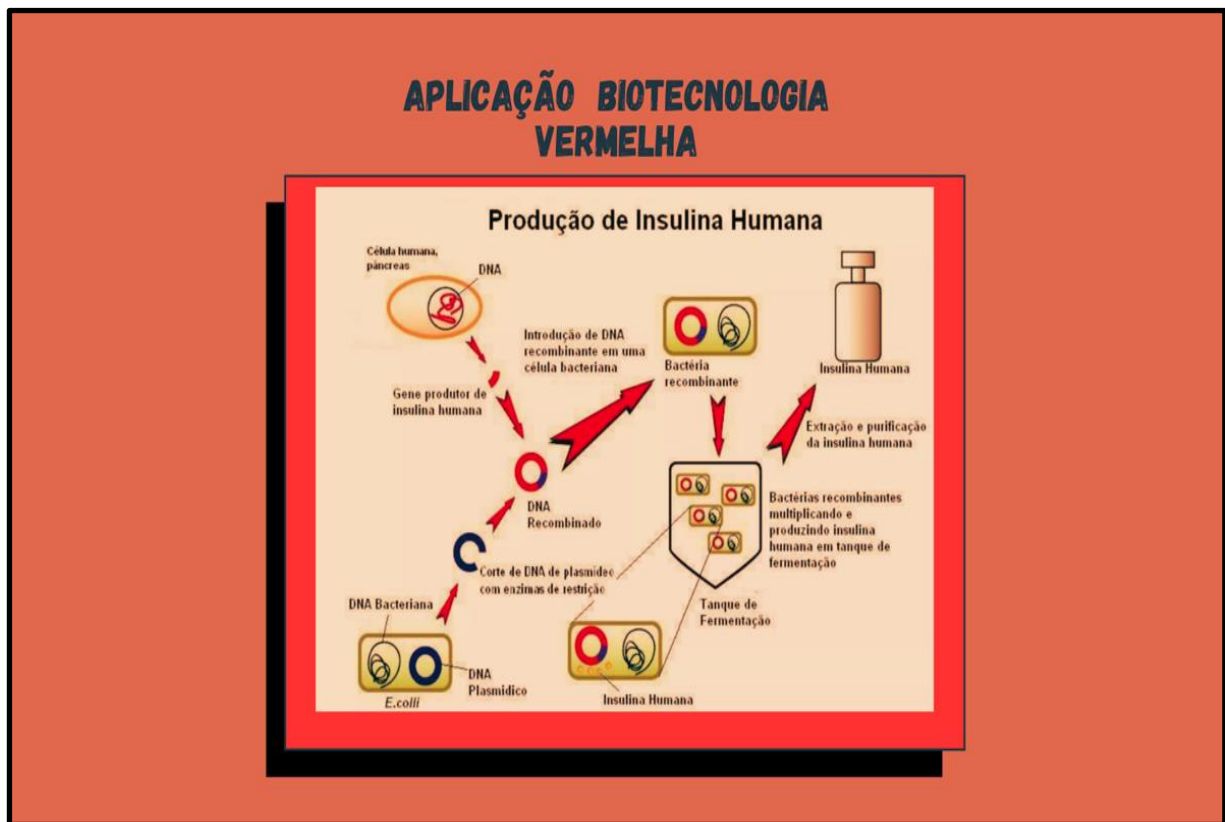
Slide 8



BIOTECNOLOGIA VERMELHA

Essa área trata das aplicações no campo da saúde humana e animal. Inclui tecnologias como: o diagnóstico molecular, a engenharia celular, novas moléculas terapêuticas de origem biotecnológica e a terapia gênica. (Sánchez, P.53, 2011). No ramo sanitário conforme a Biotechnology Innovation Organization (BIO), que realiza elaboração de mais de 250 vacinas e medicamentos, como antibióticos, terapias regenerativas e fabricação de órgãos artificiais. (lberdrola.com)

Slide 9



Slide 10

BIOTECNOLOGIA AZUL

Essa área explora os recursos marinhos, tais como: peixes, mariscos, bactérias marinhas e plantas aquáticas para obter produtos de aquicultura, cosméticos ou de saúde. A nível ambiental, o objetivo é preservar as espécies e os ecossistemas marinhos. Além disso, é utilizada para obtenção biocombustíveis a partir de algumas microalgas. (Adaptado de Iberdrola.com)

Slide 11

APLICAÇÃO BIOTECNOLOGIA AZUL

Transgênicos

Slide 12

BIOTECNOLOGIA AMARELA

Representa a **produção de alimentos**, o que inclui processos de fermentação como para produção de cerveja, queijos, vinhos e outros, além do uso de enzimas na produção e preparação dos alimentos. O uso de biorreatores para a produção em larga escala de alguns corantes feitos através de leveduras como o *Rodothorula spp* ou adoçantes como xilitol que é feito através do de diferentes cepas industriais do gênero *Candida spp* (Guidotti & Videira,2021)

Slide 13



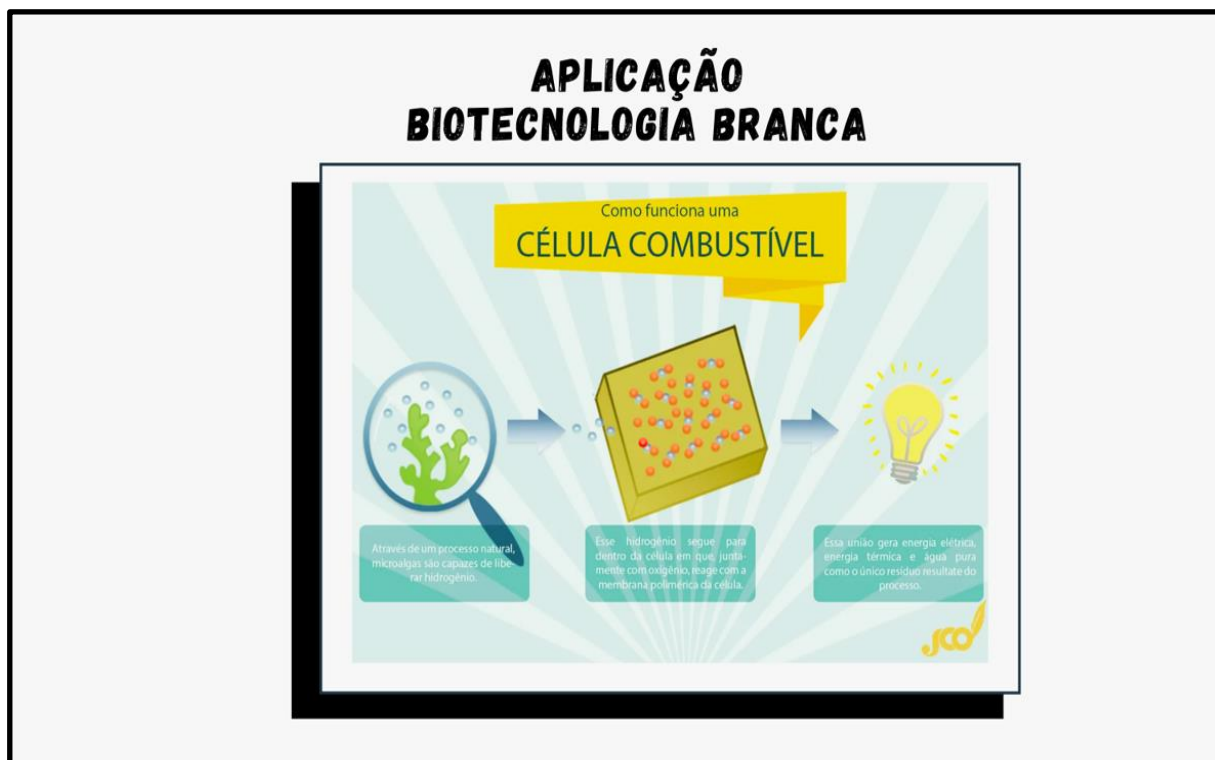
Slide 14

BIOTECNOLOGIA BRANCA



é usada para caracterizar sistemas industriais para substituir as tecnologias poluentes utilizadas pela indústria, por outras tecnologias mais sustentáveis. usando células vivas e microrganismos como leveduras, fungos, bactérias, e as microalgas para sintetizar produtos para gerar biomoléculas sustentáveis na indústria. (Biotecland,2021)

Slide 15



Slide 16

BIOTECNOLOGIA CINZA

Essa área da biotecnologia trabalha com aplicações ambientais, criando soluções tecnológicas sustentáveis que ajudam a proteger o meio ambiente. Como por exemplo o processo de **biorremediação**. (Sánchez, P.53, 2011)

The illustration depicts environmental biotechnology through several elements: a globe with a lush green tree growing on it, symbolizing environmental health; a black barrel with a spill of oil, representing environmental damage; and a black silhouette of a dead tree, symbolizing the impact of pollution. A recycling symbol is also visible in the top right corner.

Slide 17



Slide 18

**BIOTECNOLOGIA
MARROM**


Refere-se as tecnologias pensadas para ambientes desérticos e/ou semiáridos. Uma solução tecnológica para esses locais é a criação de sementes resistentes ao calor extremo e à falta de água (Profissaobiotec.com.br,2018)

A photograph of a cracked, dry desert landscape under a cloudy sky, with a single, gnarled, leafless tree on the right side.

Slide 19

APLICAÇÃO BIOTECNOLOGIA MARROM

Para mitigar o aumento das áreas desérticas e sequias asi como as consequências dos cambios climáticos.



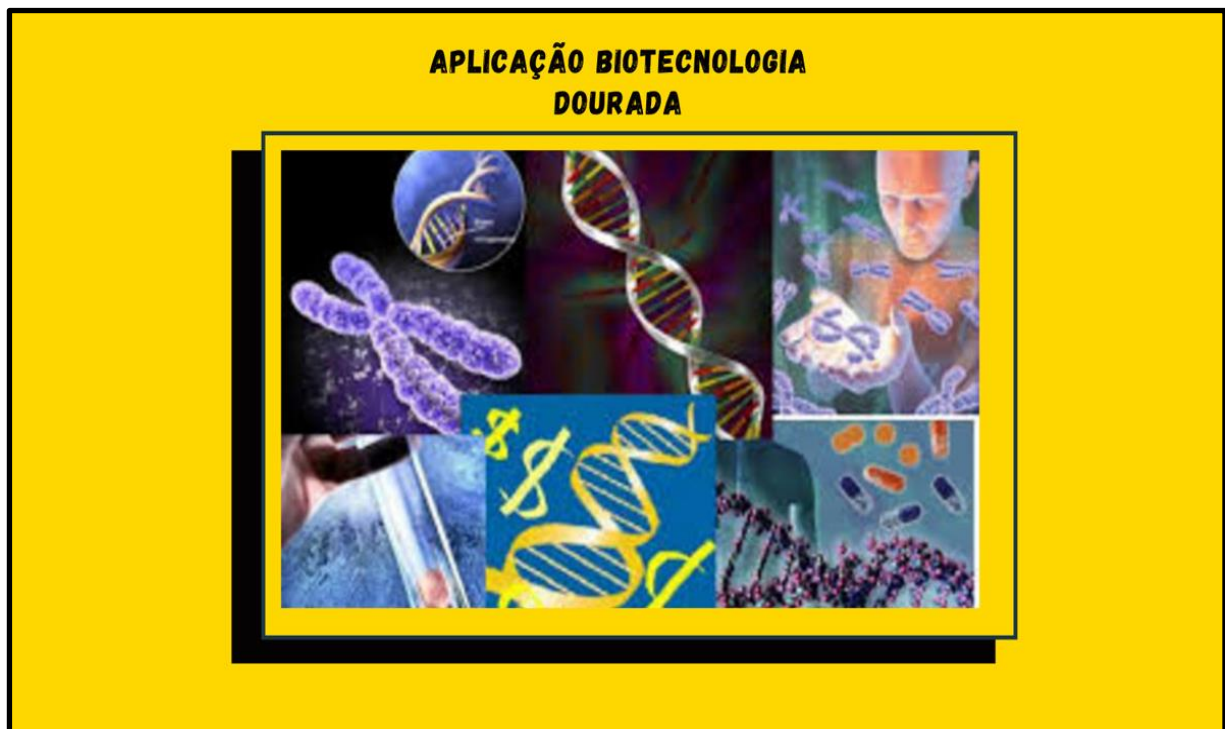
Slide 20

BIOTECNOLOGIA DOURADA

Também conhecida como Bioinformática, que é uma área que possibilita o pesquisador a ter um conhecimento aprofundado acerca das estruturas das biomoléculas e suas funções. Possui como principal aplicação à formação de bancos de dados de **DNA genômico**. (Biotecnow. 2018)



Slide 21



Slide 22

O JOGO

1. Um integrante do grupo irá retirar tres palavras da caixa verde. (caixa de palavras).

2. As tres palavras escolhidas foram: Biotecnologia verde, Transgênicos, Microorganismos.

3. O integrante do grupo deverá ler as palavras em voz alta e apresentar para toda a turma.

4. Logo na sequência o integrante do grupo irá retirar uma carta consequência da caixa vermelha e ler em voz alta mostrando para a turma.

5. O professor irá cronometrar 2 minutos onde o grupo deverá montar as frases com as palavras sorteadas.

6. Após o tempo o grupo deverá ler as frases formadas em voz alta e o professor deverá conferir se estão corretas, se o grupo acertar ganha os pontos da carta consequência. Se errar tera penalidades, logo o jogo continuará com o proximo grupo.

PALAVRAS SORTEADAS PELO GRUPO:

- BIOTECNOLOGIA VERDE** → A Biotecnologia verde Área da biotecnologia que se ocupa das plantas e suas aplicações.
- TRANSGÊNICOS** → TRANSGÊNICOS SÃO ORGANISMOS VIVOS (NORMALMENTE PLANTAS E ANIMAIS) GENETICAMENTE MODIFICADOS.
- MICROORGANISMOS** → Microorganismos são seres cuja estrutura só é identificada com a utilização de um microscópio.

EXEMPLOS DE FRASES MONTADAS COM AS PALAVRAS SORTEADAS:

PALAVREANDO A BIOTECNOLOGIA

Slide 23



APÊNDICE B - Instrumentos de coleta de dados

Ficha de Avaliação Qualitativa Jogo “Palavreando a Biotecnologia”

Colégio:

Ano de Escolaridade: ____ Ano do Ensino Médio

Turma: _____ Idade: ____

Sexo: Masculino () Feminino ()

Com relação a atividade do Jogo aplicado em sala de aula responda.

1) As regras do jogo foram claras, permitindo um bom entendimento e forma de jogar.

- Excelente
 Muito bom
 Bom
 Regular
 Insuficiente

2) O jogo ajudou-lo a desenvolver habilidades estratégicas.

- Excelente
 Muito bom
 Bom
 Regular
 Insuficiente

7) O jogo promoveu motivação para você conhecer e aprender sobre temas relacionados à biotecnologia.

- Excelente
 Muito bom
 Bom
 Regular
 Insuficiente

8) Em relação às melhorias de suas habilidades, aumentariam, se tivesse a oportunidade de jogar o jogo novamente.

- Excelente
 Muito bom
 Bom
 Regular
 Insuficiente

9) A experiência que tive com o jogo aumentou meu interesse em buscar conhecimento acerca da biotecnologia.

- Excelente
 Muito bom
 Bom
 Regular
 Insuficiente

10) O jogo ajudou a entender conceitos importantes relacionados à Biotecnologia.

- Excelente
 Muito bom
 Bom
 Regular
 Insuficiente

3) O jogo contribuiu para você utilizar um pensamento crítico para tomar decisões importantes.

- Excelente
 Muito bom
 Bom
 Regular
 Insuficiente

4) A comunicação e o trabalho em equipe resolvem problemáticas, das quais o jogo abordou:

- Excelente
 Muito bom
 Bom
 Regular
 Insuficiente

5) Houve situações em que discordamos acerca da tomada de decisões, mas conseguimos chegar a um consenso no final.

- Excelente
 Muito bom
 Bom
 Regular
 Insuficiente

6) Na sua opinião, o jogo foi eficaz em ensinar conceitos complexos de uma maneira fácil de entender

- Excelente
 Muito bom
 Bom
 Regular
 Insuficiente

11) Com relação ao jogo

Cite um ponto positivo:

Cite um ponto negativo:

- Escreva sugestões que você gostaria que o jogo pudesse ser melhorado.

Apêndice C- Cartilha de conceitos básico da Biotecnologia

**INTINERÁRIO FORMATIVO
BIOTECNOLOGIA**

Conceito Básicos e Aplicações



Fonte: tech4future.info

1

**APOSTILA
O QUE É BIOTECNOLOGIA?
APLICAÇÕES E CONCEITOS BASICOS.**

Esse material tem como objetivo disseminar o conhecimento acerca da área de Biotecnologia como Itinerário Formativo no Novo Ensino Médio. A ideia desse material surgiu pelo fato da Biotecnologia ser um campo de estudo muito amplo que engloba diversas áreas de conhecimento e pesquisas.

Nossa intenção é que esse material seja utilizado por professores, alunos e todo aqueles que tenham interesse em conhecer e aprofundar nesse campo de conhecimento científico .

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO I. BIOTECNOLOGIA E SUA HISTORIA..... | 4 |
| BIOTECNOLOGIA..... | 5 |
| HISTÓRIA DA BIOTECNOLOGIA..... | 6 |
| CAPÍTULO II. TIPOS DE BIOTECNOLOGIA E SUAS APLICAÇÕES | 9 |
| 2.2 BIOTECNOLOGIA VERDE | 10 |
| 2.2 BIOTECNOLOGIA VERMELHA..... | 11 |
| 2.3 BIOTECNOLOGIA AZUL..... | 12 |
| 2.4 BIOTECNOLOGIA AMARELA..... | 13 |
| 2.5 BIOTECNOLOGIA BRANCA..... | 14 |
| 2.6 BIOTECNOLOGIA CINZA..... | 15 |
| 2.7 BIOTECNOLOGIA DOURADA..... | 16 |
| 2.8 BIOTECNOLOGIA MARROM | 17 |
| CAPÍTULO III. CONCEITOS BÁSICOS | 18 |

3

CAPÍTULO I

BIOTECNOLOGIA E SUA HISTÓRIA.



4

BIOTECNOLOGIA

A Biotecnologia, pode ser definida, como sendo o uso de organismos vivos ou partes deles para a produção de bens e serviços (FALEIRO; ANDRADE, 2011). Nesse contexto, temos a biotecnologia clássica ou tradicional que contempla as atividades que o homem vem desenvolvendo há milhares de anos, como por exemplo, a produção de alimentos fermentados (ROCHA, 2008). Por outro lado temos a biotecnologia moderna a qual está associada a obtenção de produtos mediante a aplicação de técnicas genéticas, como a **transgenia**, os processos enzimáticos, os métodos de exploração de microrganismos, a **micropropagação in vitro**, dentre outras (ALBAGLI, 1998; CRIBB, 2004).

Devido ser um amplo campo da ciências que engloba diferentes áreas, a biotecnologia é classificada por cores dependendo da área de atuação. onde podemos encontrar:

Biotecnologia verde, vermelha, azul, amarela, branca, cinza, dourada, marrom, entre outras.

5

HISTÓRIA DA BIOTECNOLOGIA

Atividades como cultivar vegetais, domesticar animais, transformar os alimentos ou aproveitar as propriedades curativas das plantas são atividades que remontam à alvorada da humanidade as quais se desenvolveram com base no conhecimento empírico, dos nossos antepassados ignorando a existência dos microrganismos ou das Leis da Hereditariedade.

A medida que a sociedade foi desenvolvendo-se e criando novas invenções foi surgindo a necessidade de uma série de bens e serviços. No início do século XIX, a demanda de mão de obra por uma indústria incipiente, estimulando a migração da população do campo para a cidade. As condições sanitárias degradadas, as doenças e a fome acompanham o homem. Ao mesmo tempo, o progresso exige processos industriais mais eficientes. A compreensão dos fenômenos naturais torna-se indispensável para responder às necessidades da sociedade, assim dessa forma começam a surgir as primeiras técnicas e processos biotecnológicos modernos. Além disso surgem novas áreas de conhecimentos que visam compreender o funcionamento da vida. A partir de 1850 o surgimento da **Microbiologia**, da **Imunologia**, da **Bioquímica** e a **Genética**. A Química Industrial desenvolve-se aceleradamente com a intervenção da Engenharia Agrícola e da Pecuária no gerenciamento do campo. (Adatado de MALAJOVICH,2016)

6

Por outro lado muitas vezes a história da Biotecnologia confunde-se com a história da humanidade e apresenta-se em um primeiro momento através da produção de alimentos. A fabricação de queijos, por exemplo presente desde a Pré-História, dependia da quimosina (enzima obtida do estômago de bezerras e ovelhas). Cerveja, vinho, vinagre, pão, iogurte, produtos da soja e queijos fazem parte da dieta humana desde a antiguidade, fato comprovado através de registros arqueológicos em diferentes locais: Mesopotâmia, Egito, China e Europa Central (EICHHOLTZ, 1960)

7

BREVE HISTÓRICO ACERCA DOS PRINCIPAIS EVENTOS DA BIOTECNOLOGIA

| | |
|---|--|
|  <p>Antiguidade</p> <ul style="list-style-type: none"> • Processos de fermentação para alimentação |  <p>1983</p> <ul style="list-style-type: none"> • Primeira planta transgênica |
|  <p>1866</p> <ul style="list-style-type: none"> • Leis de Mendel |  <p>1985</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento da tecnologia de PCR |
|  <p>1955</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descrição da estrutura do DNA |  <p>1994</p> <ul style="list-style-type: none"> • Primeiro OGM aprovado para consumo humano |
|  <p>1972</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tecnologia do DNA recombinante |  <p>1995</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clonagem da ovelha Dolly |
|  <p>1975</p> <ul style="list-style-type: none"> • Primeira bactéria a produzir hormônio humano |  <p>2000</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sequenciamento humano |
|  <p>1980</p> <ul style="list-style-type: none"> • Primeiro animal transgênico |  |

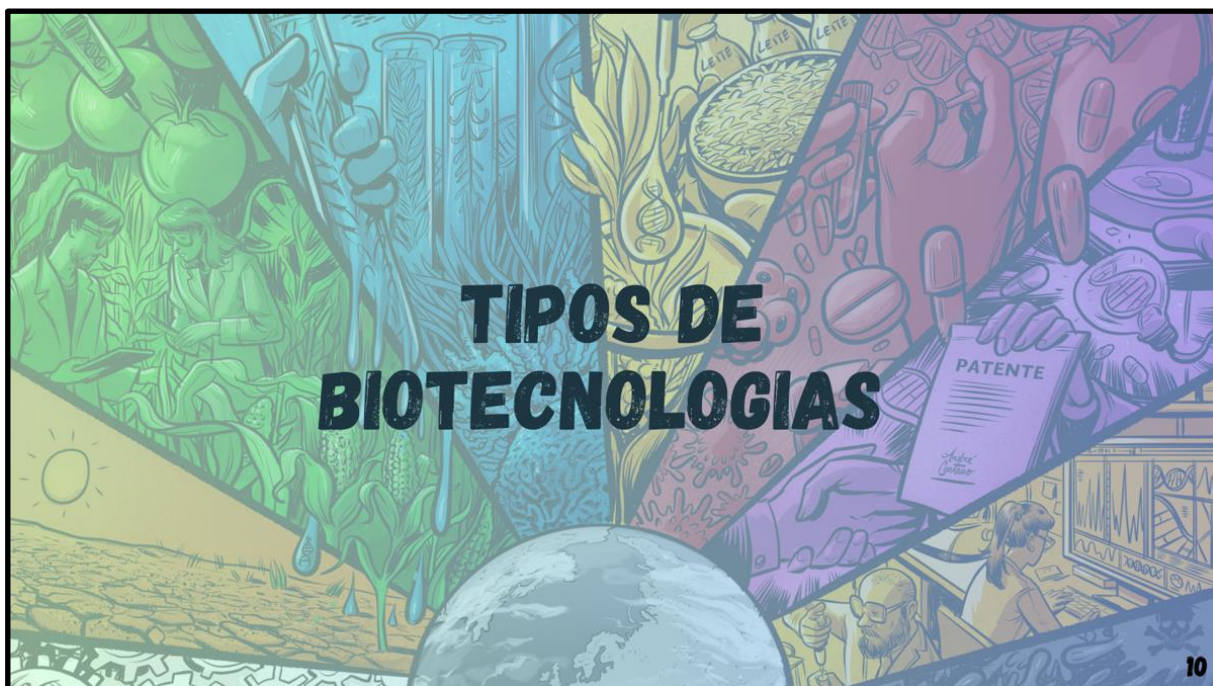
Fonte: Fernandes et al, 2021.

8

CAPÍTULO II

TIPOS DE BIOTECNOLOGIA E SUAS APLICAÇÕES.

9



10

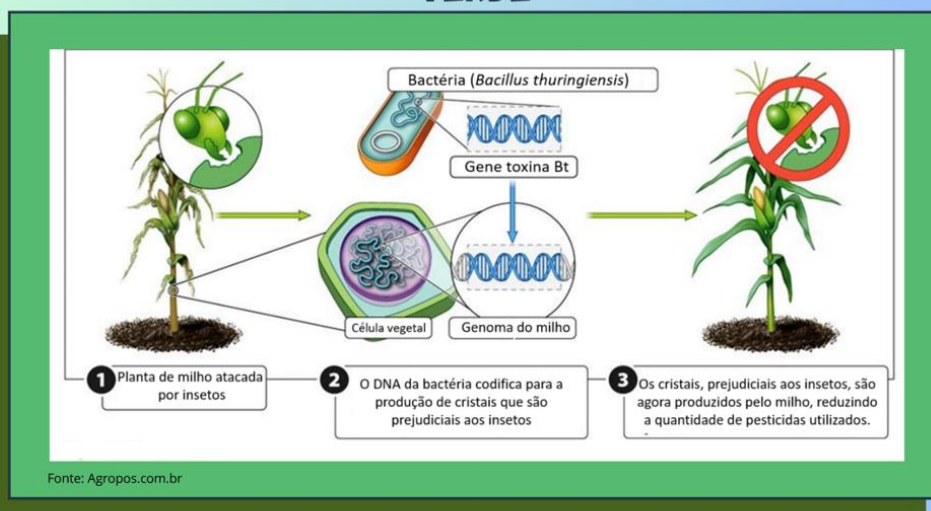
BIOTECNOLOGIA VERDE

Essa classificação se ocupa das plantas e suas aplicações, incluindo a Engenharia Genética das plantas com propósitos agrícolas. Vários agricultores no mundo usam para combater as pragas, nutrir os cultivos e fortalecê-los contra os microrganismos e condições climáticas como as secas e geadas. (Adaptado de Iberdrola.com)



11

APLICAÇÃO DA BIOTECNOLOGIA VERDE



12

BIOTECNOLOGIA VERMELHA

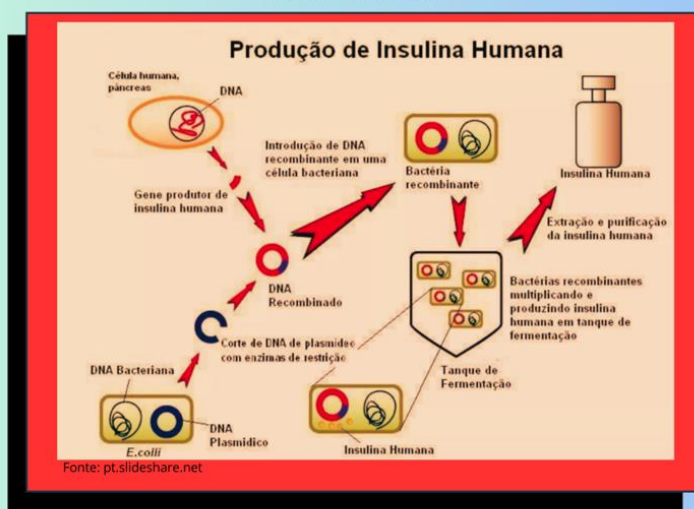


Fonte: Unknown,2017.

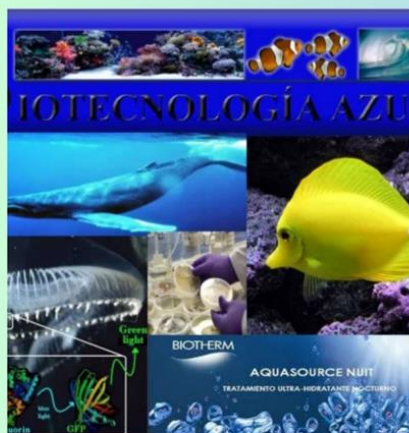
Essa área trata das aplicações no campo da saúde humana e animal. Inclui tecnologias como: o diagnóstico molecular, a engenharia celular, novas moléculas terapêuticas de origem biotecnológica e a **terapia gênica** .(Sánche, P.53, 2011).No ramo sanitário conforme a Biotechnology Innovation Organization (BIO), que realiza elaboração de mais de 250 vacinas e medicamentos, como antibióticos, terapias regenerativas e fabricação de órgãos artificiais.(Iberdrola.com)

13

APLICAÇÃO BIOTECNOLOGIA VERMELHA



14



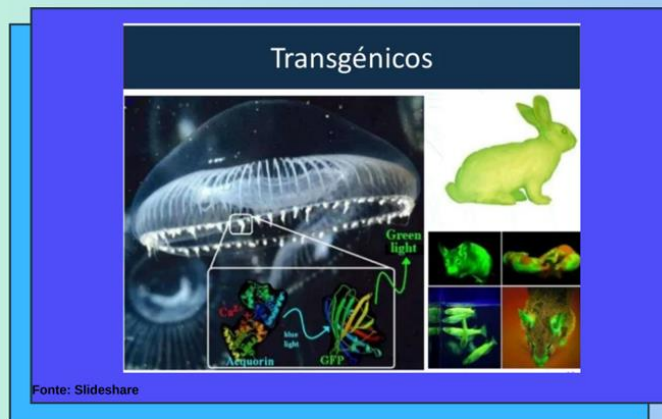
Fonte: Slideshare

BIOTECNOLOGIA AZUL

Essa área explora os recursos marinhos, tais como: peixes, mariscos, bactérias marinhas e plantas aquáticas para obter produtos de aquicultura, cosméticos ou de saúde. A nível ambiental, o objetivo é preservar as espécies e os ecossistemas marinhos. Além disso, é utilizada para obtenção **biocombustíveis** a partir de algumas microalgas. (Adaptado de Iberdrola.com)

15

APLICAÇÃO BIOTECNOLOGIA AZUL



Fonte: Slideshare

16

BIOTECNOLOGIA AMARELA

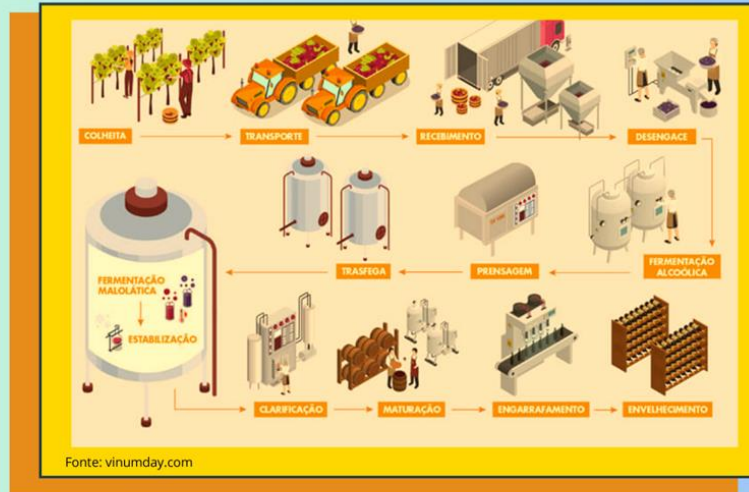


Fonte:voceabiamicro.

Representa a **produção de alimentos**, o que inclui processos de fermentação como para produção de cerveja, queijos, vinhos e outros, além do uso de enzimas na produção e preparação dos alimentos. O uso de biorreatores para a produção em larga escala de alguns corantes feitos através de leveduras como o *Rodothorula spp* ou adoçantes como xilitol que é feito através do de diferentes cepas industriais do gênero *Candida spp* (Guidotti & Videira,2021)

17

APLICAÇÃO BIOTECNOLOGIA AMARELA



18

BIOTECNOLOGIA BRANCA

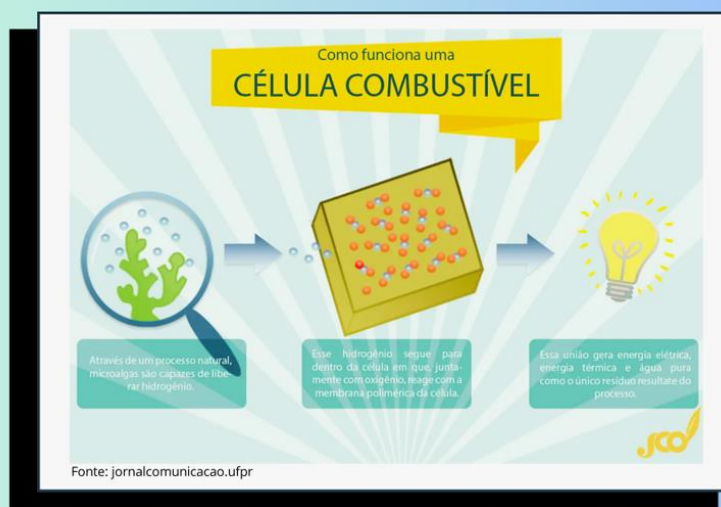
é usada para caracterizar sistemas industriais para substituir as tecnologias poluentes utilizadas pela indústria, por outras tecnologias mais sustentáveis. usando células vivas e microrganismos como leveduras, fungos, bactérias, e as microalgas para sintetizar produtos para gerar biomoléculas sustentáveis na indústria. (Biotecland,2021)



Fonte: biotecnologiaagora

19

APLICAÇÃO BIOTECNOLOGIA BRANCA



20

BIOTECNOLOGIA CINZA

Essa área da biotecnologia trabalha com aplicações ambientais, criando soluções tecnológicas sustentáveis que ajudam a proteger o meio ambiente. Como por exemplo o processo de **biorremediação**. (Sánchez, P.53, 2011)



Fonte: www.biotechbug.in

21

APLICAÇÃO BIOTECNOLOGIA CINZA

BIOREMEDIÇÃO DA ÁGUA



Fonte: enzilimp.com

22

BIOTECNOLOGIA DOURADA

Também conhecida como Bioinformática, que é uma área que possibilita o pesquisador a ter um conhecimento aprofundado acerca das estruturas das biomoléculas e suas funções. Possui como principal aplicação à formação de bancos de dados de **DNA genômico**. (Biotecnow. 2018)



Fonte: Pixabay geral.

23

APLICAÇÃO BIOTECNOLOGIA DOURADA



Fonte: timetoast.com

24

BIOTECNOLOGIA MARROM

Refere-se as tecnologias pensadas para ambientes desérticos e/ou semiáridos. Uma solução tecnológica para esses locais é a criação de sementes resistentes ao calor extremo e à falta de água (Profissaobiotec.com.br,2018)



Fonte: Pixabay, Marion.

25

APLICAÇÃO BIOTECNOLOGIA MARROM

Para mitigar o aumento das áreas desérticas e secas, assim como as consequências dos mudanças climáticas.



Fonte: Youtube.com

26



CAPÍTULO III

CONCEITOS BÁSICOS E INFORMAÇÕES



27



**NESTE CAPÍTULO SERÃO ABORDADOS
CONCEITOS E INFORMAÇÕES IMPORTANTES
UTILIZADOS NA ÁREA DA BIOTECNOLOGIA.**

28



Agrotóxicos: são produtos químicos, físicos ou biológicos utilizados nos setores de produção agrícola, pastagens, entre outros, com o objetivo de alterar a composição química tanto da flora quanto da fauna a fim de preservá-las. (Sousa, 2020)



Antibióticos: são substâncias produzidas por microorganismos capazes de eliminar ou impedir a multiplicação de bactérias e, portanto, são utilizados no tratamento de doenças bacterianas. Foram descobertas em 1928, por um cientista chamado Alexander Fleming, descobridor do primeiro antibiótico: a penicilina. (Nutricia,2020)



Biocombustíveis: Os Biocombustíveis são fontes de energia consideradas alternativas, por serem de caráter renovável e apresentarem baixos índices de emissão de poluentes para a atmosfera. Em geral, essas fontes de energia costumam ser produzidas a partir de produtos agrícolas ou vegetais, como a cana-de-açúcar, o milho, a mamona, entre outras matérias-primas. (Alves Pena, 2023)

29



Bioquímica: A bioquímica é considerada a “química da vida”, pois é através desta ciência que nos é permitido o estudo e a compreensão do ser vivo. De um modo geral, ao utilizar dos princípios da química e biologia, a bioquímica visa investigar e analisar a composição e mudanças que ocorrem nas moléculas e demais estruturas microscópicas contidas no organismo.(Pires,2010)



Bioreactores: São equipamentos capazes de transformar matérias-primas (substratos) em produtos, utilizando agentes biológicos como células, enzimas ou microorganismos. Essa transformação normalmente dá origem a um processo fermentativo.(Klasener,2018)



Biorremediação: É o uso de processos biológicos para degradar, transformar e/ou remover contaminantes de uma matriz ambiental, como água ou solo. A biorremediação é um processo que ocorre naturalmente pela ação de bactérias, fungos e plantas, onde os processos metabólicos destes organismos são capazes de utilizar estes contaminantes como fonte de carbono e energia.(Unifesp,2020)

30



Biotecnologia moderna: Consiste na realização de análises do ácido desoxirribonucleico (DNA), o ácido ribonucleico (RNA), as proteínas, e a genômica, a bioinformática e a engenharia genética aplicadas à modificação genética de organismos vivos.(Ortiz, 2012)



Biotecnologia tradicional: É a pratica realizada desde os primórdios da humanidade, desenvolvida com base no conhecimento empírico, ignorando a existência dos microrganismos ou das leis da hereditariedade. Onde são realizadas as praticas, de Cultivar vegetais, domesticar animais, transformar os alimentos ou aproveitar as propriedades curativas de algumas plantas. (MALAJOVICH. P.1, 2016)



Célula: unidade estrutural dos seres vivos, essencial para o funcionamento da vida. Pequena unidade delimitada por membranas, preenchida com uma solução aquosa, concentrada de produtos químicos, capaz de produzir cópias dela mesma. quando falamos de células podemos pensar em: bactérias, amebas, espermatozoides ou neurônios, e toda forma de vida que possa existir. (Alberts, 2015)

31



Cultura de Tecidos: A cultura de tecidos, ou cultivo in vitro, é uma técnica biotecnológica, que refere-se ao conjunto de metodologias que permitem o crescimento e a multiplicação de células, tecidos, órgãos ou partes de órgãos de uma planta (explante), sobre um meio de cultivo nutritivo e em condições assépticas (CARVALHO; VIDAL, 2003).



Clonagem: Clonagem de DNA é uma técnica da biologia molecular para fazer muitas cópias idênticas de um pedaço de DNA, tal como um gene.(khanacademy.org)



DNA Genômico: Encontrado no núcleo da célula são esses fragmentos sequenciais do DNA, responsáveis por codificar informações que irão determinar a produção de proteínas que atuarão no desenvolvimento das características de cada ser vivo. Eles são considerados a unidade funcional da hereditariedade.(Magalhães,2015)

32



Engenharia Genética: A engenharia genética é um dos principais pilares da biotecnologia, que consiste em um conjunto de técnicas de manipulação do DNA por meio da sua recombinação, com o objetivo de fabricar organismos melhorados, visando ao aprimoramento ou estruturação genética de determinada espécie, seja vegetal ou animal, conforme as necessidades científicas. (Spectrun,2020)



Fermentação: Processo metabólico que produz pequenas quantidades de ATP a partir da glicose em ausência de oxigênio, além disso permite criar subprodutos como o álcool etílico (etanol) ou o ácido láctico (lactato). (Thieman & Palladino;P.342. 2010)



Fertilizantes para plantas: Os fertilizantes são compostos químicos que podem ser aplicados diretamente nos solos ou nas plantas, auxiliando na reposição de nutrientes e no desenvolvimento dos vegetais.(Guitarrara,2022)

33



Francis Crick: Francis Harry Compton Crick, (Northampton, 8 de junho de 1916 — San Diego, Califórnia, 28 de julho de 2004), biofísico britânico, que, com James Watson e Maurice Wilkins, recebeu o Prêmio Nobel de Fisiologia ou Medicina de 1962 por sua determinação da estrutura molecular de ácido desoxirribonucleico (DNA), substância química responsável pelo controle hereditário das funções vitais. (Britânica,2023)



Genética: é uma área da Biologia que tem os seus estudos direcionados para as funções e dos genes, bem como para a herança e a variedade das características de um indivíduo para outro. Por meio da genética, muitos avanços tecnológicos na área da saúde ocorreram. (Silva,2007)



Inoculação: Inoculação é o ato de inserir, aderir, ou ainda injetar, algum microorganismo em outro ser vivo. O principal objetivo da técnica é trazer benefícios para o ser que foi inoculado. Este organismo pode ser uma bactéria, fungos ou vírus, por exemplo (Gall, 2019)

34



Imunologia: é a área das Ciências Biológicas que estuda o sistema imunológico dos mais diversos seres vivos. Ela contempla as estratégias de defesa utilizadas pelos organismos, células que fazem parte desse sistema, funcionamento como um todo, falhas, microrganismos capazes de gerar doenças e formas de combatê-los, entre outros processos.(Estácio,2022)



Louis Pasteur: Foi um químico e microbiologista francês. Realizou muitas contribuições para a ciência, tecnologia e medicina. Foi pioneiro no estudo da assimetria molecular; descobriu que os microrganismos causam fermentação e doenças; originou o processo de pasteurização; salvou as indústrias de cerveja, vinho e seda na França; e desenvolveu vacinas contra o antraz e a raiva. (Ullmann,2023).



James Watson: James Dewey Watson, (nascido em 6 de abril de 1928, Chicago, Illinois, EUA), geneticista e biofísico americano que desempenhou um papel crucial na descoberta da estrutura molecular do ácido desoxirribonucleico (DNA), a substância que é a base da hereditariedade. (Rogers, 2023)

35



Maurice Wilkins: Maurice Hugh Frederick Wilkins, (nascido em 15 de dezembro de 1916, Pongaroa, Nova Zelândia - falecido em 6 de outubro de 2004, Londres, Inglaterra), biofísico britânico nascido na Nova Zelândia cujos estudos de difração de raios X do ácido desoxirribonucleico (DNA) provaram ser cruciais para a determinação da estrutura molecular do DNA por James D. Watson e Francis Crick. (Britânica,2023)



Meio de Cultura: São preparações química feitas em laboratórios que fornecem nutrientes para o crescimento e desenvolvimento de microrganismos fora do seu habitat natural, como por exemplo os fungos e as bactérias. Os meios de cultura podem ser classificados por seu estado físico e aplicação. De acordo com o estado físico, sua classificação baseia-se em: **Líquidos ou caldos:** crescimento indiscriminado com turvação do meio; **Sólidos:** crescimento de colônias isoladas, muito utilizado para culturas puras; **Semi-sólido:** adição de menor quantidade de ágar, mobilidade bacteriana. (Sinergiacientifica.com.br,2021)

36



Microbiologia: A microbiologia é o ramo da Biologia que estuda os microrganismos. Dessa forma, o estudo da microbiologia abrange a identificação, forma, modo de vida, fisiologia e metabolismo dos microrganismos, além das suas relações com o meio ambiente e outras espécies. (Magalhães, 2017)



Microorganismos: Microrganismos ou micro-organismos são seres cuja estrutura só é identificada com a utilização de um microscópio. Esses organismos são estudados na Microbiologia e os principais tipos são: fungos, bactérias, protozoários e algas unicelulares (Batista, 2018)



Micropropagação: A micropropagação também chamada de propagação in vitro, é uma técnica para propagar plantas dentro de tubos de ensaios em larga escala, em um curto período, amplamente utilizada na conservação de espécies vegetais livres de vírus e doenças (SOUZA, 2014)

37



Organismos Geneticamente Modificados (OMGs): são organismos que sofreram algum tipo de alteração em seu material genético de maneira não natural (cruzamentos e/ou recombinação natural), ou seja, por meio de técnicas de engenharia genética moderna. começaram a ser produzidos na década de 80 a partir do avanço tecnológico e científico nas áreas de genética molecular, engenharia genética e biotecnologia. (Dos Reis filho, 2017)



Rosalind Franklin: Rosalind Franklin (Londres, 25 de julho de 1920 — Londres, 16 de abril de 1958), cientista britânica mais conhecida por suas contribuições para a descoberta da estrutura molecular do ácido desoxirribonucleico (DNA), um constituinte dos cromossomos que serve para codificar informações genéticas. Franklin também contribuiu com novos insights sobre a estrutura dos vírus, ajudando a estabelecer as bases para o campo da virologia estrutural. (Britânica, 1998)

38



Terapia Gênica: A terapia gênica é um procedimento que introduz genes funcionais no interior das células com o objetivo de tratar doenças. utiliza técnicas de DNA recombinante para substituir ou manipular genes com problemas. A introdução de um gene sadio irá corrigir uma informação que está errada ou ausente do DNA de um indivíduo, o que pode levar a cura da doença ou alívio dos seus sintomas.(Magalhães,2017)



Transgenia: A transgenia é uma evolução do melhoramento genético convencional, que permite transferir características de interesse agrônômico entre espécies diferentes, com o objetivo de torná-las resistentes a doenças ou mais nutritivas, entre outras inúmeras aplicações.(Embrapa,2012)



Vacina: Vacinas são substância preparadas que são dadas na infância e em outras idades para proteger contra doenças graves e muitas vezes fatais. Ao estimular as defesas naturais do corpo, as vacinas preparam o organismo para combater a doença de maneira mais rápida e eficaz, pois levam o corpo a desenvolver anticorpos específicos para combater a doença para a qual a vacina foi desenvolvida. (www.unicef.org)

39

REFERÊNCIAS:

- Alberts, Bruce. Molecular Biology of the Cell. Garland Science, Taylor and Francis Group, 2015. Accessed 22 July 2023.
- ALBAGLI, S. Da biodiversidade à biotecnologia: a nova fronteira da informação. Ci. Inf., Brasília, v. 27, n. 1, p. 7-10, jan./abr. 1998.
- ANNALUIZAFER, P. P. As cores da biotecnologia. Disponível em: <<https://biotecnow940362651.wordpress.com/2018/06/23/as-cores-da-biotecnologia/>>. Acesso em: 22 Jul. 2023.
- Alves Pena, Rodolfo. "O que é Biocombustível? - Brasil Escola." Brasil Escola, 2023, <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/geografia/o-que-e-biocombustivel.htm>. Acesso em: 21 Jul. 2023.
- Acontecimientos históricos de la biologia timeline. Disponível em: <<https://www.timetoast.com/timelines/acontecimientos-historicos-de-la-biologia>>. Acesso em: 19 set. 2023.
- Batista, Carolina. "Microrganismos: o que são e tipos." Toda Matéria, 2018, <https://www.todamateria.com.br/microrganismos/>. Accessed 19 July 2023.
- Biotecnologia na Agricultura! Disponível em: <<https://agropos.com.br/biotecnologia-na-agricultura/>>. Acesso em: 13 set. 2023.

40

- Biotecnologia, Blog do Profissão Biotec (ISSN 2675-6013), Ciência, Darling Lourenço, Fermentação, V.5 (2020) do Blog do Profissão Biotec.
- Biorremediação de corpos d'água. Disponível em: <<https://enzilimp.com.br/saneamento/biorremediacao-de-corpos-dagua>>. Acesso em: 13 set. 2023.
- Britânica, enciclopédia. "Francis Crick | Biography, Discovery, Nobel Prize, & Facts." Britannica, 4 June 2023, <https://www.britannica.com/biography/Francis-Crick>. Acesso em: 19 Jul. 2023.
- Britânica, Enciclopédia. "Rosalind Franklin | Biography, Facts, & DNA." Britannica, 1998, <https://www.britannica.com/biography/Rosalind-Franklin>. Acesso em: 19 Jul. 2023.
- CARVALHO, J. M. F. C.; VIDAL, M. S. Noções de Cultivo de Tecidos Vegetais. Embrapa. Campina Grande, 2003.
- CRIBB, A. Y. Sistema Agroalimentar Brasileiro E Biotecnologia Moderna: Oportunidades E Perspectivas. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 21, n. 1, p. 169-195, jan./abr. 2004.
- Danonenutricia.com. "Antibióticos: o que são e por que usá-los de forma responsável." Danone Nutricia, 8 October 2020, <https://www.danonenutricia.com.br/adultos/saude/antibioticos--o-que-sao-e-por-que-usa-los-de-forma-responsavel>. Acesso em: 21 Jul. 2023.
- Dos Reis Filho, A, P., "Organismos Geneticamente Modificados (OGM) - Biologia." InfoEscola, 2017, <https://www.infoescola.com/biologia/organismos-geneticamente-modificados/>. Accessed 22 July 202

41

- Disponível em: <<https://www.biotechbug.in/2021/05/overview-of-grey-biotechnology.html>>. Acesso em: 1 set. 2023.
- Disponível em: <<https://pixabay.com/pt/photos/deserto-seca-desidratado-%C3%A1rido-279862/>>. Acesso em: 22 Jul. 2023.
- Disponível em: <<https://www.unicef.org/brazil/vacinas-perguntas-e-respostas>>. Acesso em: 17 Jul. 2023.
- Disponível em: <<https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/644360/2/Biotecnologia%3a%20um%20panorama%20ao%20longo%20dos%20s%3a%9culos.pdf>>. Acesso em: 17 Jul. 2023.
- Disponível em: <<https://valentinabedo.blogspot.com/2017/03/el-impacto-de-la-biotecnologia-en-la.html>>. Acesso em: 22 Jul. 2023.
- Disponível em: <<https://es.slideshare.net/omarenriquealvarezarellano/expo-bio-22729362>>. Acesso em: 22 Jul. 2023.
- Disponível em: <<http://Https://tech4future.info/biotecnologie-cosa-sono-applicazioni/>>. Acesso em: 22 Jul. 2023.
- Disponível em: <<https://www.iberdrola.com/inovacao/o-que-e-biotecnologia>>. Acesso em: 22 Jul. 2023.
- Disponível em: <<https://www.vinumday.com.br/vinumteca/detalhe/como-e-feito-o-vinho>>. Acesso em: 13 set. 2023.

42

- Disponível em: <<https://pt.khanacademy.org/science/ap-biology/gene-expression-and%20regulation/biotechnology/a/overview-dna-cloning/>>. Acesso em: 13 set. 2023.
- Disponível em: <<http://Https://tech4future.info/biotechnologie-cosa-sono-applicazioni/>>. Acesso em: 13 set. 2023b.
- EICHHOLTZ, F (1960) Silage und ähnliche Gärerzeugnisse. Die Wissenschaft, vol 96. 2nd edn. Springer Fachmedien, Wiesbaden.
- Enciclopédia Britânica. "Maurice Wilkins | DNA structure, X-ray crystallography, Nobel Prize." Britannica, 13 July 2023, <https://www.britannica.com/biography/Maurice-Wilkins>. Acesso em: 19 Jul. 2023.
- FALEIRO, F. G; ANDRADE, S. R. M. Biotecnologia: uma visão geral. In: COSTA, A. M. et. al. (Orgs.). Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária. Planaltina: Embrapa, 2011. cap.1, p.15-26.
- Fernandes, E.; Macagnan L. K.; Cardos, F. T., Biotecnologia : um panorama ao longo dos séculos 1ed, ISBN 978-65-89973-92-8 DOI 10.36599/qped-ed1.120 Iguatu, CE : Quipá Editora, 2021.
- Gall, Joana. "Inoculação é a introdução de microorganismos em outros seres vivos." Agro20, 2019, <https://agro20.com.br/inoculacao/>. Acesso em: 21 Jul. 2023.
- GMOs - portal Embrapa.(2012) Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-transgenicos>>. Acesso em: 19 set. 2023.
- GUIDOTTI, I. L, VIDEIRA, N.B. As cores da Biotecnologia. Revista Blog do Profissão Biotec, v.8, 2021. Disponível em: < <https://profissaobiotec.com.br/cores-da-biotecnologia/>>.

43

- Guitarrara, Paloma. "Fertilizantes: o que são, função, tipos, produção." Brasil Escola, 2022, <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/fertilizantes.htm>. Acesso em: 19 Jul. 2023.
- INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA. Ambiente, trabalho e câncer: aspectos epidemiológicos, toxicológicos e regulatórios / Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. – Rio de Janeiro: INCA, 2021.
- Klasener, Isabella Caroline. "Biorreatores: você sabe como eles funcionam?" Profissão Biotec, 10 May 2018, <https://profissaobiotec.com.br/biorreatores-como-eles-funcionam/>. Acesso em: 21 Jul. 2023.
- MAGALHÃES, L.(2015) Genética: resumo e conceitos básicos. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/introducao-a-genetica/>>. Acesso em: 13 set. 2023.
- MESSAGI, M., Jr. Pesquisadores da UFPR desenvolvem nova fonte de energia sustentável. Disponível em: <<https://jornalcomunicacao.ufpr.br/pesquisadores-da-ufpr-desenvolvem-nova-fonte-de-energia-sustentavel/>>. Acesso em: 13 set. 2023.
- M.A.MALAJOVICH -BIOTECNOLOGIA: ENSINO E DIVULGAÇÃO (2016). Disponível em: <http://bteduc.com>.
- MARLENE, M. BIOTECNOLOGÍA MARRÓN - Estrategias de plantas CAM. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=_OwO9HBcfv4>. Acesso em: 19 set. 2023.
- MAGALHÃES, L.(2017) Microbiologia. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/microbiologia/>>. Acesso em: 19 set. 2023.

44

- ORTIZ, Rodomiro. La adopción de la biotecnología moderna y su compatibilidad con una agricultura sustentable. *Idesia, Arica*, v. 30, n. 3, p. 3-10, dic. 2012 .
- PIRES, J. Bioquímica.(2010) Disponível em: <<https://www.infoescola.com/ciencias/bioquimica/>>. Acesso em: 13 set. 2023.
- ROCHA, M. A. Biotecnologia na nutrição de cães e gatos. *R. Bras. Zootec.*, v.37, suplemento especial p.42-48, 2008.
- Rogers, Kara. "James Watson | Biography, Nobel Prize, Discovery, & Facts." *Britannica*, 4 June 2023, <https://www.britannica.com/biography/James-Dewey-Watson>. Acesso em: 19 Jul. 2023.
- Sánchez M. J. M. Biotecnología: presente y futuro, provided by Real Academia Nacional de Farmacia: Portal Publicaciones. 11 de novembro, 2011. <https://core.ac.uk/reader/230311000>.
- SILVA, Lorena Aguiar (2007). "Genética"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/genetica.htm>. Acesso em 13 de setembro de 2023.
- SOUSA,R., "Agrotóxicos";*BrasilEscola*.Disponívelem:<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/agrotoxicos.htm>. Acesso em: 21 de Jul. 2023.
- Spectrun. "Engenharia Genética: Qual seu conceito e aplicações?" *Spectrun*, 21 May2020,<https://www.spectrun.com.br/blog/engenhariagenetica/engenharia-genetica-conceito-e-aplicacao/#>. Accessed 17 July 2023.

45

- Biotecnología Ambiental introducción. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/RA6666/biotecnologia-ambiental-introduccion>>. Acesso em: 3 nov. 2023.
-]StackPath. Disponível em: <<https://blog.estacio.br/biologicas/o-que-e-imunologia/>>(2022). Acesso em: 19 set. 2023.
- SOUZA, Camila Lopes de; REIS, Bruna Gonçalves Dias.; PENONI, Nayara & CORRÊA, Ricardo Monteiro. Estabelecimento in vitro de lichia. In: *Anais do Seminário de Iniciação Científica do IFMG. Instituto Federal de Minas Gerais, Bambuí, 2014.*
- Thieman, William J., and Michael A. Palladino. *Introducción a la biotecnología*. Pearson Educación, 2010. Accessed 17 July 2023.
- Trabalho biofarmaco insulina (2017). Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/Benerval/trabalho-biofarmaco-insulina>>. Acesso em: 13 set. 2023.
- Ullmann, Agnes. "Louis Pasteur | Biography, Inventions, Achievements, Germ Theory, & Facts." *Britannica*, 3 July 2023, <https://www.britannica.com/biography/Louis-Pasteur>. Accessed 17 July 2023.
- www., sinergiacientifica.com.br. "O que é Meio de Cultura? Qual é sua função? Quais são os tipos de Meios de cultura? – Sinergia Científica." *Sinergia Científica*, 08 janeiro 2021, <https://www.sinergiacientifica.com.br/o-que-e-meio-de-cultura-qual-e-sua-funcao-quais-os-tipos-de-meios-de-cultura/>. Accessed 17 July 2023.

46

- Unifesp. “Biorremediação.” Unifesp, 2020, <https://www.unifesp.br/campus/san7/ppgbb-linhas-de-pesquisa/579-ppgbb-biorremediacao>. Acesso em: 21 Jul. 2023.
- VinumDay - A cada taça uma nova descoberta. Disponível em: <<https://www.vinumday.com.br/contato>>. Acesso em: 13 set. 2023.