

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GISELE TATIANE SOARES DA VEIGA

A PROPOSIÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE BIOTECNOLOGIA
PARA O ENSINO MÉDIO: INTERFACES PARA O LETRAMENTO CIENTÍFICO

CURITIBA

2021

GISELE TATIANE SOARES DA VEIGA

A PROPOSIÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE BIOTECNOLOGIA
PARA O ENSINO MÉDIO: INTERFACES PARA O LETRAMENTO CIENTÍFICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Ciências Biológicas, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Leandro Siqueira Palcha

CURITIBA

2021

*Aos meus pais, Antônio Soares da Veiga (in memoriam) e Rosana Soares da Veiga,
que sempre me incentivaram, apoiaram e acreditaram em mim.*

A vocês meu eterno amor, gratidão e admiração!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelas inúmeras graças recebidas ao longo da minha vida e por ser meu consolo nas horas mais difíceis.

Ao meu orientador Leandro, por aceitar a minha orientação, pelos seus valiosos conselhos e diversas contribuições para a realização desse trabalho.

A minha mãe Rosana, por todo o seu amor, apoio e companheirismo, por sempre me incentivar a realizar os meus sonhos, por ser a minha fortaleza e meu porto seguro, por ter me ensinado os valores mais preciosos, por dedicar sua vida por nossa família e por ser essa mãe tão maravilhosa. A você eu dedico tudo o que sou e tudo o que conquistarei, eu te amo infinitamente!

Aos meus irmãos, Willian e Patrícia, ao meu cunhado, Felipe, e a minha avó Dona Ana. Eu agradeço todo o apoio e incentivo durante toda a minha vida, por sempre estarem ao meu lado, por todo o carinho, atenção, suporte e dedicação. Obrigada por serem tão maravilhosos e as melhores pessoas que eu poderia ter por perto, eu amo muito vocês!

A minha amiga Fernanda, por estar ao meu lado ao longo de todo o curso, por me apoiar, ajudar, aconselhar, rir e chorar comigo. Muito obrigada por sua amizade e por tudo o que vivenciamos. A minha amiga Carolaine, por todo seu apoio, sua amizade, companhia, por alegrar os meus dias e fazer a vida ser mais leve. Sou imensamente grata por ter vocês em minha vida. Vocês fizeram com que a graduação fosse inesquecível. A minha amiga Luiza Paula, por todo auxílio nas artes visuais; a Sabrina, a Katia e a Maria por todo o apoio e amizade.

A todos os professores e mestres que tive a oportunidade de conhecer, sou imensamente grata por cada ensinamento, conselho e amizade.

A Universidade Federal do Paraná, por me possibilitar um ensino superior gratuito e de qualidade, pelas inúmeras experiências e oportunidades que tive e por ser excelência em tudo o que faz. Sou imensamente grata e honrada por fazer parte dessa Instituição.

Aos professores Dra. Vanessa Kava e Me. Dieison Prestes da Silveira, pelo aceite e disponibilidade para comporem a Banca Avaliadora desse trabalho.

Por fim, agradeço a todos que estiveram ao meu lado e me apoiaram durante toda a minha trajetória.

A todos vocês, minha eterna gratidão!

RESUMO

O ensino de Ciências e Biologia é fundamental para a formação de sujeitos letrados cientificamente. No entanto, pode-se dizer que um dos maiores entraves reside na utilização apenas de metodologias tradicionais/expositivas, pelas quais os conteúdos são apresentados de maneira desestimulante a aprendizagem dos estudantes e, conseqüentemente, contribui para o afastamento da sociedade do conhecimento científico. Entre as áreas mais afetadas por essa forma de ensino está a Genética, na qual o enfoque é dado aos conteúdos clássicos e pouco se discute sobre os avanços científicos mais atuais, como as áreas da Biotecnologia. As metodologias ativas são estratégias de ensino que visam promover o protagonismo dos estudantes no processo de aprendizagem, contribuindo para um ensino ativo, atrativo, instigante e motivador. Entre as possíveis abordagens o enfoque CTS pode promover o letramento científico e a formação para a cidadania ao possibilitar a compressão da dimensão social da ciência e da tecnologia de modo contextualizado com a realidade global. No entanto, para que de fato contribuam com o processo de ensino-aprendizagem, os conteúdos devem ser bem planejados, organizados e revisados. Para isso, as Sequências Didáticas (SD) são ferramentas educacionais fundamentais que podem superar o ensino tradicional ao proporcionar uma estratégia de ensino mais instigadora. Nessa perspectiva, o objetivo desse trabalho foi desenvolver uma Sequência Didática para o ensino de Biotecnologia, com ênfase nos conteúdos de genética, utilizando metodologias ativas em uma abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) a fim de contribuir para/com o letramento científico. Para isso, a SD foi planejada e elaborada de acordo com os Três Momentos Pedagógicos, contemplando: a problematização inicial, a organização do conhecimento e a aplicação do conhecimento; de modo a integrar os conteúdos com a abordagem CTS. Foram desenvolvidas oito aulas para o ensino médio sobre a biotecnologia; seus fundamentos genéticos; suas principais aplicações e contribuições nas áreas da saúde, indústria e meio ambiente; e suas implicações éticas e sociais. Por fim, após ser validada, a SD foi analisada quanto as suas contribuições para o letramento científico. Nesta perspectiva, a sequência possibilita a compreensão de conceitos científicos e tecnológicos de modo a oportunizar a aplicação desse conhecimento no cotidiano e na resolução de problemas sociais. Dessa maneira, espera-se fornecer um material didático que possa auxiliar no processo educativo, contribuir para o letramento científico, promover um ensino de qualidade e uma aprendizagem ativa.

Palavras-chave: Biotecnologia. Metodologias ativas. CTS. Sequência Didática. Letramento Científico.

ABSTRACT

The teaching of Science and Biology is fundamental for the formation of scientifically literate subjects. However, it can be said that one of the biggest obstacles lies in the use only of traditional/exhibition methodologies, by which the contents are presented in a destimulating way the learning of students and, consequently, contributes to the distancing of the scientific knowledge society. Among the areas most affected by this form of teaching is Genetics, in which the focus is given to classical content and little is discussed about the most current scientific advances, such as the areas of Biotechnology. The active methodologies are several teaching strategies that aim to promote the role of students in the learning process, contributing to an active, more attractive, instigating and motivating teaching. Among the possible approaches, the SC scan approach can promote scientific literacy and citizenship training by enabling the compression of the social dimension of science and technology in a way contextualized with the global reality. However, in this way that they contribute to the teaching-learning process, the contents must be well planned, organized and reviewed. For this, didactic sequences (DS) are fundamental educational tools that can overcome traditional teaching by providing a more instigating teaching strategy. In this perspective, the objective of this work was to develop a didactic sequence for the teaching of Biotechnology, with emphasis on the contents of genetics, using active methodologies in a Science, Technology and Society (STS) approach in order to contribute to scientific literacy. For this, the DS was planned and elaborated according to the Three Pedagogical Moments proposed: the initial problematization, the organization of knowledge and the application of knowledge; to integrate the content with the STS approach. Eight classes were developed for high school on biotechnology; their genetic foundations; its main applications and contributions in the areas of health, industry and the environment; and its ethical and social implications. Finally, after being validated, the DS was analyzed regarding its contributions to scientific literacy. In this perspective, the sequence allows the understanding of scientific and technological concepts in order to provide opportunities for the application of this knowledge in daily life and in the resolution of social problems. Thus, it is expected to provide a didactic material that can help in the educational process, contribute to scientific literacy, promote quality teaching and active learning.

Keywords: Biotechnology. Active methodologies. STS. Didactic Sequence. Scientific Literacy.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - MARCOS DA BIOTECNOLOGIA	34
FIGURA 2 - CONCEITOS BÁSICOS DE BIOTECNOLOGIA	35
FIGURA 3 - O DOGMA CENTRAL DA BIOLOGIA.....	35
FIGURA 4 – AVANÇOS RECENTES DA BIOTECNOLOGIA	36
FIGURA 5 - APLICAÇÕES DO SISTEMA CRISPR-Cas9.....	37
FIGURA 6 - MAPA MENTAL SOBRE ENGENHARIA GENÉTICA.....	38
FIGURA 7 - ESQUEMA SISTEMÁTICO DA CLONAGEM MOLECULAR	40
FIGURA 8 - ETAPAS PARA OBTENÇÃO DE UMA PLANTA TRANSGÊNICA	40
FIGURA 9 - MANCHETES SOBRE A GENÉTICA FORENSE	42
FIGURA 10 - ATIVIDADE 3.....	44
FIGURA 11 - PRINCIPAIS TIPOS DE VACINAS EM DESENVOLVIMENTO	45
FIGURA 12 - ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DE VACINAS.....	46
FIGURA 13 - ESQUEMA SOBRE TERAPIA GÊNICA	48
FIGURA 14 - DESENVOLVIMENTO DE TESTES DIAGNÓSTICOS.....	48
FIGURA 15 - TÉCNICA DE BIORREMEDIAÇÃO	50
FIGURA 16 - EXEMPLOS DE BIOPROCESSOS	51
FIGURA 17 – CONTRIBUIÇÕES PARA A SUSTENTABILIDADE.....	52

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - AVALIAÇÃO DA SD: CONTEÚDO	54
GRÁFICO 2 - AVALIAÇÃO DA SD: LETRAMENTO CIENTÍFICO	55
GRÁFICO 3 - AVALIAÇÃO DA SD: ENSINO TRADICIONAL	57
GRÁFICO 4 - AVALIAÇÃO DA SD: PROTAGONISMO E APRENDIZAGEM ATIVA	58

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - PLANEJAMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	30
QUADRO 2 - SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	31
QUADRO 3 - MATERIAL DE APOIO 1	36
QUADRO 4 - MATERIAL DE APOIO 2	38
QUADRO 5 - MATERIAL DE APOIO 3	41
QUADRO 6 - MATERIAL DE APOIO 4	44
QUADRO 7 - MATERIAL DE APOIO 5	46
QUADRO 8 - MATERIAL DE APOIO 6	49
QUADRO 9 - MATERIAL DE APOIO 7	51
QUADRO 10 - MATERIAL DE APOIO 8	53

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade

SD - Sequência Didática

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

3MP – Três Momentos Pedagógicos

PI - Problematização Inicial

OC - Organização do Conhecimento

AC - Aplicação do Conhecimento

OGMs – Organismos Geneticamente Modificados

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	16
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
1.1 O PAPEL DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E A FUNÇÃO DOCENTE	20
1.2 OS PAPÉIS E OS DESAFIOS PARA O ENSINO DE GENÉTICA E BIOTECNOLOGIA.....	22
1.3 AS METODOLOGIAS ATIVAS E A ABORDAGEM CTS.....	23
1.4 AS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS (SD).....	25
2 PERCURSOS METODOLÓGICOS	27
3 PROPOSIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE BIOTECNOLOGIA COM ENFOQUE CTS	31
3.1 DESCRIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	34
3.2 VALIDAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	53
4 INTERFACES PARA O LETRAMENTO CIENTÍFICO.....	58
4.1 A INTERFACE: PROBLEMATIZAÇÃO SOCIAL	59
4.2 A INTERFACE: CONHECIMENTO CIENTÍFICO	60
4.3 A INTERFACE: APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS	61
CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
REFERÊNCIAS.....	64
APÊNDICE 1 – PRODUTO EDUCACIONAL.....	69

APRESENTAÇÃO

A Ciência é encantadora em todas as suas formas. Eu particularmente sempre me encantei com os conteúdos de Genética, principalmente, os relacionados com a Biotecnologia. No entanto, sempre me senti incomodada com o fato de que muitas pessoas têm dificuldades para entender e utilizar o que aprenderam em sala de aula. Além disso, sempre acreditei que o ensino desses conteúdos poderia ser mais instigante para o processo de aprendizagem.

Ao longo de toda a minha graduação entrei em contato com diversas áreas da Biotecnologia (as quais eu nem imaginava que existiam) e que, de certa forma, mudaram a minha forma de ver o mundo. Nessa perspectiva, acredito que explorar esses conteúdos na Educação Básica seria fundamental para aproximar a Ciência da Sociedade e estimular a valorização desse conhecimento.

Nos últimos anos, temos vivenciado períodos extremamente turbulentos, de um lado uma pandemia assoladora, em que somente a Ciência poderia nos auxiliar, e de outro, a expansão do negacionismo científico; contribuindo com o avanço da pandemia. Boaventura de Sousa Santos, em seu livro “A Cruel Pedagogia do Vírus”, discute que a pandemia está agravando uma crise que estamos vivenciando há anos e que já se tornou permanente. Dessa forma, tem-se mascarado as verdadeiras causas da crise e, assim, não há um objetivo em resolvê-la, uma vez que ela passa a ser um instrumento para legitimar a concentração de riqueza e boicotar as medidas de combate a catástrofe ecológica (SANTOS, 2020). Como estudante de Biologia, por vezes, me senti de “mãos atadas” frente a este cenário, ao mesmo tempo, me motivei a desenvolver esse trabalho. Acredito que somente por meio de uma educação de qualidade socialmente referenciada seremos capazes de combater essa “onda” de desinformação e transformar a sociedade, promovendo o letramento científico e a valorização da Ciência. De acordo com Santos (2020, p. 31), para alcançar essa mudança é necessária uma “viragem epistemológica, cultural e ideológica que sustente as soluções políticas, econômicas e sociais que garantam a continuidade da vida humana digna no planeta” e isso, obviamente, perpassa pelo processo educacional.

O ensino de Ciências e Biologia é crucial para a formação de cidadãos críticos e bem-informados. Ao longo dos anos, a ciência tem se destacado cada vez mais na sociedade na busca por soluções para os problemas cotidianos. Em meio a esse

papel, ela tem sido inserida em diversas discussões e debates sociais, contudo, o que se tem observado é a predominância de alguns conceitos errôneos nos discursos de grande parte da população (REIS, 2021). Esse cenário reflete um grande *déficit* na Educação Básica, já que esta não vem cumprindo plenamente com o seu papel de formar cidadãos letrados cientificamente.

O Letramento Científico, segundo a definição do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), “é a capacidade de se envolver com as questões relacionadas com a ciência e com a ideia da ciência, como um cidadão reflexivo” (BRASIL, 2015, p. 7). A partir dessa definição, uma pessoa letrada cientificamente deve possuir as competências de: explicar fenômenos cientificamente; avaliar e planejar investigações científicas; e interpretar dados e evidências cientificamente (BRASIL, 2015).

Para desenvolver essas competências, é necessário investigar, avaliar e repensar os procedimentos didáticos, tendo o intuito de promover uma educação científica emancipadora. Nesse contexto, um dos principais obstáculos para a aprendizagem é a metodologia de ensino utilizada (VASCONCELOS, 1996; BORGES; LIMA, 2007). Muitas instituições de ensino e docentes insistem apenas na utilização da metodologia tradicional¹, a qual não instiga a curiosidade e o interesse dos estudantes (CAMPOS; NIGRO, 1999; VASCONCELLOS, 2004).

Esse cenário é ainda mais problemático para o ensino de Ciências e Biologia, que exige uma metodologia mais dinâmica que desperte o interesse, a curiosidade e o espírito investigativo. Portanto, é necessário buscar novas abordagens e metodologias de ensino, que busquem o desenvolvimento dessas e outras competências fundamentais para a formação de um cidadão pleno, capaz de utilizar os conhecimentos científicos na sua vida cotidiana, tomar decisões e debatê-los de maneira coerente (SILVA et al., 2017; NICOLA; PANIZ, 2016). Para isso, algumas estratégias como o desenvolvimento de Sequências Didáticas que fogem do ensino tradicional, auxiliam o docente no planejamento e organização, de modo articulado e contextualizado, de suas aulas possibilitando ao estudante uma melhor assimilação dos conteúdos (ZABALA, 1998).

¹ Entendo como metodologia tradicional aquela na qual utiliza-se apenas metodologias expositivas e teóricas, sendo o professor o sujeito ativo no processo de ensino-aprendizagem e o estudante um mero receptor passivo de informações.

Os conteúdos de Genética por vezes são tidos como os mais difíceis tanto para ensino como para aprendizagem. Em parte, isso deve-se à ausência de metodologias inovadoras que estimulem a criatividade, curiosidade e interesse dos estudantes, aliada a falta de entusiasmo dos docentes ou instituições de ensino em utilizar novas metodologias (LORENZINI; ANJOS, 2004). O ensino de Genética possibilita ao aluno a compreensão da diversidade, da herdabilidade, dos fatores evolutivos, das doenças genéticas e possui importância em diversas áreas, tais como na medicina, agricultura, criminologia, farmacologia, entre tantas outras. Além disso, o conhecimento em Genética possibilita ao estudante uma melhor compreensão de mundo e fornece subsídios para que ele possa debater temas atuais, sendo, portanto, considerado um dos mais importantes para o letramento científico (GIACÓIA, 2006).

Com o desenvolvimento científico, principalmente das áreas de biologia molecular, biotecnologia e engenharia genética, os conteúdos de Genética se tornaram ainda mais importantes no ensino de Ciências e Biologia. Contudo, muitas vezes apenas conteúdos tradicionais são abordados, o que acaba se distanciando do universo atual do desenvolvimento científico e tecnológico e sendo extremamente desestimulante e desinteressante aos alunos (CAMPOS; NIGRO, 1999). Krasilchik (2004) defende que a análise dos fenômenos biotecnológicos na sala de aula pode diminuir a divisão entre a escola e o cotidiano dos estudantes, já que possibilita a capacidade de relacionar a pesquisa científica, a produção industrial e a tecnologia utilizada na sociedade. Dessa maneira, além de resgatar conhecimentos tradicionais em genética, é crucial inserir conteúdos atuais, relacionados a biotecnologia, para que os alunos compreendam o contexto científico em que vivem.

Para que isso seja realizado de maneira a desenvolver competências e habilidades científicas nos estudantes, novas metodologias devem ser empregadas buscando uma aprendizagem significativa e o protagonismo do estudante (LORENZINI; ANJOS, 2004). Tais metodologias são conhecidas como metodologias ativas de ensino e vários trabalhos demonstram que elas são mais eficientes na construção do conhecimento e podem ser fundamentais para o empoderamento e autonomia dos estudantes (BERBEL, 2011). Outra estratégia de ensino que possibilita uma aprendizagem ativa, se denomina Letramento Científico e permite o desenvolvimento de habilidades, bem como a utilização da abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), a qual é preconizada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (SANTOS; MORTIMER, 2002; BRASIL, 2002).

Nessa perspectiva, esse trabalho problematiza como os conteúdos de Biotecnologia poderiam ser organizados em uma sequência didática visando uma aprendizagem ativa de forma a promover o letramento científico. Para tanto, os objetivos do trabalho residem em elaborar uma Sequência Didática para o ensino médio sobre biotecnologia utilizando a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Ainda, busca-se discutir como as atividades apresentadas na SD podem contribuir com o Letramento Científico e fornecer um material didático de apoio para professores da educação básica.

Para isso, o trabalho foi organizado em quatro capítulos. No primeiro capítulo está apresentado o referencial teórico sob os quais a pesquisa foi apoiada para o desenvolvimento do trabalho.

O segundo capítulo foi destinado para a descrição da metodologia utilizada para a proposição da SD e o seu planejamento.

No terceiro capítulo está a proposta da SD, com a descrição de cada uma das aulas de acordo com os Três Momentos Pedagógicos (3MP), das atividades propostas, dos materiais complementares e a avaliação da SD.

Por fim, no quarto capítulo está apresentada uma discussão sobre as interfaces para o Letramento Científico a partir da SD proposta e finalmente as considerações finais sobre o trabalho desenvolvido.

Dessa maneira, espera-se fornecer um material didático que possa auxiliar no processo ensino-aprendizagem, contribuir para o Letramento Científico, promover um ensino de qualidade e uma aprendizagem ativa.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 O PAPEL DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E A FUNÇÃO DOCENTE

Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o letramento científico tem como finalidade não somente o ensino de ciências, mas, principalmente, fornecer ao aluno o desenvolvimento da capacidade de compreender, interpretar e transformar o mundo utilizando os aportes teóricos e processuais das ciências, visando o pleno exercício da cidadania. Dessa maneira, por meio do conhecimento científico o estudante, ciente de seu papel como cidadão, é capaz de se posicionar criticamente, tomar decisões e resolver problemas do cotidiano (BRASIL, 2018).

Para Silva et al. (2017), o papel do ensino de ciências é fornecer subsídios ao estudante para que ele seja capaz de interpretar o mundo ao seu redor e, a partir disso, formar um indivíduo pensante e crítico. Ainda, a formação científica além de contribuir para a formação do estudante como cidadão, também é um elemento importante para o desenvolvimento social, econômico e político do país. Não obstante, a educação científica também desempenha um papel crucial no desenvolvimento intelectual e na garantia da qualidade de vida (UNESCO, 1983 apud SILVA et al., 2017).

Nesse sentido, na Conferência Mundial sobre a Ciência para o Século XXI, sediada em Budapeste, declarou-se:

Para que um País esteja em condições de satisfazer as necessidades fundamentadas da sua população, o ensino das ciências e a tecnologia é um imperativo estratégico. Como parte dessa educação científica e tecnológica, os estudantes deveriam aprender a resolver problemas concretos e a satisfazer as necessidades da sociedade, utilizando as suas competências e conhecimentos científicos e tecnológicos (CACHAPUZ et al., 2005, p.20).

Segundo Sasseron (2013), o ensino de ciências deve propiciar o envolvimento dos estudantes com a investigação, as interações discursivas e a divulgação de ideias, de maneira a inseri-lo no mundo científico. Para tanto, o processo educativo deve ser adaptado ao modo que o raciocínio se desenvolve, enfatizando o aprendizado ativo e possibilitando descobertas pelos alunos (KRASILCHIK, 2004). Nesse processo, é necessário considerar o papel do professor na mediação do

conhecimento, sendo um orientador de experiências e não como um transmissor de informações. Dessa forma, o professor precisa:

Assumir a concepção de um ensino de ciências que vai além do trabalho com conceitos e definições os quais, muitas, vezes fogem da compreensão dos alunos, garantindo uma alfabetização científica e tecnológica capaz de promover significados para o aluno que esse compreenda o porquê dos ensinamentos escolares, contribuindo assim com a formação integral como cidadão (FABRI; SILVEIRA; NIEZER, 2014, p.9).

Nessa perspectiva, de acordo com Silveira e Fabri (2020), o professor deve assumir uma postura que promova um ensino inovador e que capacite o aluno nas tomadas de decisões. Do mesmo modo, deve proporcionar que a sala de aula seja um ambiente no qual o estudante aprenda a formular perguntas, testar hipóteses e articular ideias com as informações obtidas buscando solucionar os problemas cotidianos. Já segundo Andrade e Campos (2005, p. 2): “Para que o aluno entenda que a ciência é um processo contínuo, em constante modificação, negação, confirmação, reorganização, é necessário que o professor de Biologia desenvolva atividades que representem a dinâmica da ciência”. Assim, com base nas teorias de Vygotsky, o professor deve planejar suas aulas de modo que os estudantes possam alcançar, gradualmente, níveis mais elevados de conhecimento e procedimento, fornecendo tarefas cada vez mais complexas e dando o apoio e auxílio necessário para que sejam capazes de realizá-las (KRASILCHIK, 2004).

Contudo, historicamente, o ensino em geral e mais especificamente o ensino de Ciências e Biologia, tem-se fundamentado em metodologias tradicionais ou conservadoras, nas quais o papel central é ocupado pelo professor, que transmite o conhecimento de forma expositiva, e os alunos assimilam tudo passivamente, sem criticar, refletir ou problematizar. Como resultado, além de não aprender, o estudante acaba perdendo todo o interesse no processo educativo e na própria ciência; e o professor acaba desmotivado e desvalorizado (VASCONCELLOS, 2004). Dessa forma, pode-se dizer que a educação falha em formar cidadãos letrados cientificamente. Uma das áreas da Biologia mais afetadas por essa metodologia tradicional/expositiva de ensino é a Genética.

1.2 OS PAPÉIS E OS DESAFIOS PARA O ENSINO DE GENÉTICA E BIOTECNOLOGIA

A genética tem sido considerada um dos principais conteúdos para o letramento científico, já que possui inúmeras aplicações no cotidiano e engloba conteúdos fundamentais para a compreensão de diversos fenômenos da biologia. Além disso, é um dos assuntos que mais desperta o interesse dos estudantes, desde o ensino básico até o ensino superior, e confere ao estudante a possibilidade de compreender, debater e se posicionar criticamente e eticamente sobre diversos temas atuais, tais como: clonagem, transgênicos, células tronco, fecundação in vitro, utilização de DNA recombinante, entre diversos outros (BONZANINI; BASTOS, 2011).

No último século, o desenvolvimento dos conhecimentos científicos na área da Genética e da Biotecnologia proporcionaram a identificação e descrição de diversas doenças hereditárias, o desenvolvimento de novas terapias, a descoberta e manipulação do genoma de plantas e diversos animais, inclusive humano. Novas ferramentas laboratoriais que facilitam a produção de vacinas e novos fármacos, ampliou a área de diagnóstico, têm sido uma ferramenta crucial para a conservação de espécies ameaçadas e inúmeras outras finalidades (GRIFFITHS et al., 2001). De acordo com Borém (2003, p. 35), “Biotecnologia é ciência, oportunidade de negócios e simultaneamente um dos assuntos mais polêmicos da mídia nos dias atuais”, o que possibilita inúmeras abordagens e possibilidades de discussões na sala de aula.

Contudo, há diversos desafios no processo de ensino-aprendizagem desses conteúdos, que acabam dificultando a compreensão e utilização dos conhecimentos, tais como: a imensa quantidade de conceitos de difícil assimilação e abstração; a dificuldade do estudante de estabelecer correlações com outras disciplinas; a falta de materiais didáticos e equipamentos que possibilitem um trabalho mais dinâmico; a falta de preparação e má formação do docente; a defasagem e descontextualização dos livros didáticos disponíveis e a não utilização de metodologias ativas por parte dos docentes (ARAUJO; GUSMÃO, 2017). Todos esses aspectos, somados ao uso da metodologia tradicional, em que o aluno se vê obrigado a decorar milhares de conceitos, os quais, para ele, não tem utilidade, pois não é capaz de compreendê-la, acabam desmotivando e não gerando interesse pelo conhecimento e aprendizagem (CATARINACHO, 2011).

Como forma de superar esses desafios e promover um ensino adequado e significativo, para de fato formar um cidadão crítico, autônomo e criativo, emerge a importância da utilização de metodologias ativas para o ensino da genética e suas aplicações biotecnológicas. Além disso, algumas ferramentas como o uso de materiais didáticos e o planejamento das aulas por meio de Sequências Didáticas podem contribuir significativamente com o processo de ensino-aprendizagem.

1.3 AS METODOLOGIAS ATIVAS E A ABORDAGEM CTS

As metodologias ativas contemplam um amplo espectro de estratégias que se caracterizam por centralizar o aluno no processo de ensino-aprendizagem. Fundamentam-se numa perspectiva construtivista de ensino, apoiada em autores como Lev Vygotsky (1896-1934), Jean Piaget (1896-1980) e Paulo Freire (1921-1997). De acordo com essa perspectiva, o estudante deixa de ser um mero receptor passivo de informações e passa a ser protagonista do seu conhecimento; enquanto o professor deixa de ser apenas um transmissor e passa atuar como mediador ou facilitador do conhecimento (GIL, 2020).

Essas são estratégias de ensino nas quais o estudante tem um papel central e efetivo na construção do seu processo de aprendizagem (BACICH; MORAN, 2018). Por meio destas estratégias podem ser organizadas e combinadas uma variedade de novas possibilidades didático-metodológicas, podendo se expressar como modelos de ensino híbridos e flexíveis, que podem contribuir significativamente no processo de ensino-aprendizagem (BACICH; MORAN, 2018). No contexto atual de um mundo cada vez mais globalizado, é importante destacar que o avanço tecnológico e o mundo digital são estratégias indissociáveis para a inovação pedagógica. Portanto, a utilização dessas tecnologias e das diferentes mídias digitais, combinadas com as metodologias ativas ampliam as possibilidades de ensino e devem ser ferramentas utilizadas em sala de aula (BACICH; MORAN, 2018).

Com base nas teorias de Piaget, Freire e Ausubel, Filho et al. (2019) definem a aprendizagem ativa como sendo uma resposta a um conjunto de ações planejadas que motiva os estudantes a aplicar e a produzir conhecimento, interagir e compartilhar suas experiências, como parte do processo educacional. Nesse sentido, é fundamental uma boa estruturação, planejamento e contextualização das atividades de modo a buscar o engajamento e protagonismo dos estudantes. De acordo com

Bacich e Moran (2018, p.21), “a aprendizagem ativa mais relevante é a relacionada a nossa vida, aos nossos projetos e expectativas”, por isso, as atividades desenvolvidas devem ser condizentes com a realidade do aluno e atrativas para que ele se interesse pelo conhecimento.

Além disso, é importante combinar diferentes técnicas para uma aprendizagem ativa, mas, de modo equilibrado e adaptado entre o individual e o coletivo, lembrando sempre de reavaliar e reinventar o processo educativo para obter os resultados desejados (BACICH; MORAN, 2018).

Uma das estratégias de ensino que possibilita uma aprendizagem ativa, o letramento científico e o desenvolvimento de habilidades é a utilização da abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). De acordo com Dutra, Giordani e Malacarne (2015, p. 2), o enfoque CTS busca “o estabelecimento de relações entre o mundo natural (Ciência) e o construído pelo homem (Tecnologia), juntamente com o seu cotidiano (Sociedade). Tal relação, contextualizando-se com a realidade global”. Além disso:

Os estudos CTS buscam compreender a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto desde o ponto de vista dos seus antecedentes sociais como de suas consequências sociais e ambientais, ou seja, tanto no que diz respeito aos fatores de natureza social, política ou econômica que modulam a mudança científico-tecnológica, como pelo que concerne às repercussões éticas, ambientais ou culturais dessa mudança (BAZZO; VON LINSINGEN; PEREIRA, 2003, p. 125).

Com base nesses pressupostos, as práticas de educação CTS podem promover o letramento científico e a formação para a cidadania ao aproximar a Ciência do cotidiano; elucidar suas implicações sociais, econômicas, políticas, culturais e ambientais e auxiliar o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores para tomada de decisões responsáveis e éticas (SANTOS; MORTIMER, 2002).

De modo geral, a organização de uma abordagem CTS envolve os seguintes passos (AIKENHEAD, 1994, apud SANTOS; MORTIMER, 2002):

1. Introdução de uma questão social,
2. Análise da tecnologia relacionada ao tema social,
3. Estudo do conteúdo científico em função do tema social,
4. Estudo da tecnologia em função do conteúdo científico, e
5. Discussão da questão social original.

Esses passos podem ser configurados em uma Sequência Didática estruturada e contextualizada para o desenvolvimento das atividades educativas.

1.4 AS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS (SD)

As sequências didáticas são definidas como um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para atingir certos objetivos educacionais, tendo um princípio e um fim conhecidos e estabelecidos pelos docentes e alunos, em um processo dialógico e cooperativo (ZABALA, 1998). Como ferramenta educacional, se bem planejadas, as SD's podem superar algumas barreiras que caracterizam o ensino tradicional ao proporcionar uma estratégia de ensino mais instigadora (SANTOS; PRUDÊNCIO, 2020). O conteúdo é previamente sequenciado em uma escala crescente de complexidade, contendo tarefas motivadoras e compatíveis com as habilidades dos estudantes (CORTE; et al., 2020). De forma geral, os objetivos dessa prática são: auxiliar os estudantes na reflexão sobre os conteúdos propostos e fazer com que os conhecimentos adquiridos sejam extrapolados para o dia a dia (LEAL, 2013). De acordo com Bastos et al. (2017, p. 2), uma SD “Propicia a organização curricular e permite a utilização de situações reais do cotidiano, pois parte da problematização, levando o estudante a observar e confrontar o seu conhecimento prévio com novas informações que lhe são apresentadas.

Contudo, para que a SD atinja esses objetivos é fundamental pensar em seu planejamento. Segundo Alves e Bego (2017), o planejamento consiste na organização e coordenação das atividades de ensino em virtude dos objetivos definidos e sua constante revisão, reflexão, avaliação e adequação durante todo o processo educativo, considerando a comunidade escolar envolvida. Um planejamento adequado deve compreender os seguintes aspectos: a) definição dos objetivos educacionais; b) definição dos conteúdos; c) definição da metodologia, das estratégias e dos recursos didáticos; e d) definição do método avaliativo (ALVES; BEGO, 2017; ZABALA, 1998).

A utilização de SD é uma boa estratégia para a abordagem CTS, já que ambas buscam uma metodologia diferente da tradicional, na qual os alunos sejam instigados e motivados a buscar o conhecimento e o desenvolvimento de habilidades. Ao utilizar

metodologias ativas na SD o aprendizado se torna mais rico, pois diferentes formas de aprendizagem podem ser contempladas e, dessa maneira, os alunos podem compreender melhor os conteúdos e relacioná-los com seu cotidiano. Visto a importância da compreensão dos conceitos genéticos para o entendimento dos fenômenos biológicos, essa estratégia pode possibilitar uma melhor experiência para o processo de ensino-aprendizagem.

Entre as possíveis atividades que podem ser estruturadas nas SD's estão os audiovisuais. Estes possibilitam a expansão da percepção do aluno como espectador e muda a dinâmica conservadora em sala de aula, possibilitando a quebra da rotina e do ritmo das aulas (LAUTHARTTE; FRANCISCO JUNIOR, 2011; VASCONCELOS; LEÃO, 2012). Outro benefício é o estímulo e a motivação despertada no aluno, já que o recurso é mais atrativo do que uma aula expositiva, e desperta emoções e sensações (ARROIO; GIORDAN, 2006). Arroio e Giordan (2006) sugerem que os recursos pedagógicos propiciam o desenvolvimento de competências, em virtude da exposição de diferentes discursos e possibilidades de interpretação, estimulando a criticidade. Além disso, os vídeos educativos que abordam temas científicos relacionados ao cotidiano despertam o interesse dos alunos pelos assuntos científicos, favorecendo a assimilação do conteúdo e interpretação da realidade que o cerca (MARTINS, 2006). Ademais, existe uma ampla variedade e disponibilidade de audiovisuais de acesso livre e gratuito, geralmente apresentam uma curta duração e são excelentes para exemplificar ou explicar um conteúdo específico de forma direta, clara e didática (BERK; ROCHA, 2019).

De acordo com Sant'Anna e Sant'Anna (2004):

A inclusão das tecnologias de informação e comunicação ajudam eficazmente o aprendizado, porém exigem um planejamento e aplicação competentes; como material de apoio se constituem uma extraordinária ferramenta de ensino (SANT'ANNA; SANT'ANNA, 2004, p. 16).

Com base nesses aspectos, o presente trabalho desenvolveu uma SD para o ensino de Biotecnologia, na qual foram propostas diversas atividades, entre elas a utilização de recursos audiovisuais, os quais podem ser grandes aliados no ensino de Ciências.

2 PERCURSOS METODOLÓGICOS

Este trabalho é um estudo descritivo e qualitativo, no qual foi desenvolvido uma SD para o ensino de genética e suas aplicações biotecnológicas direcionada a estudantes do terceiro ano do Ensino Médio, com enfoque CTS. Foi planejada de acordo com o conteúdo programático para o terceiro ano do Ensino Médio dos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002), seguindo as orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018) e do Referencial Curricular do Paraná (PARANÁ, 2021). De acordo com o capítulo de Ciências da Natureza da BNCC, sugere-se, na Competência Específica 3, que se desenvolvam conhecimentos relacionados a aplicação da tecnologia do DNA recombinante, identificação por DNA, emprego de células-tronco, herança biológica e vacinação.

Ainda, com a implantação do Novo Ensino Médio, previsto para 2022, foi definido, no Estado do Paraná, um Itinerário Formativo para área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, chamado “Biotecnologia e Sociedade”. Esse Itinerário tem o objetivo de:

Apresentar aos estudantes a importância das tecnologias associadas à Biotecnologia e o entendimento das aplicações e os impactos decorrentes desta ciência na sociedade, sobretudo em questões relacionadas às práticas conscientes, voltadas à conservação e preservação do meio ambiente, em tratamentos de doenças e terapias gênicas, no aperfeiçoamento de técnicas de agricultura e pecuária, para a melhoria na produção de alimentos e em diversos setores da indústria (PARANÁ, 2021, p. 971).

Essa Trilha de Aprendizagem, como é referida, foi organizada em duas Unidades Temáticas: Tecnologias Associadas à Biotecnologia e Impactos Sociais da Biotecnologia. Nas quais objetiva-se buscar soluções para problemas sociais pautado pela investigação científica e desenvolver o senso crítico sobre questões que envolvem biotecnologia e sociedade, respectivamente (PARANÁ, 2021).

Com base nesses documentos, primeiramente, foi descrito o planejamento da SD, em que foi definido o público-alvo, os conteúdos gerais e específicos, os objetivos educacionais, as habilidades a serem desenvolvidas, o número e carga horária das aulas e as possíveis formas de avaliação. Posteriormente, a SD foi desenvolvida de acordo com a proposta didática apresentada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018) dos Três Momentos Pedagógicos (3MP).

O primeiro momento consiste na Problematização Inicial (PI), nessa etapa serão propostas algumas situações que os alunos já conhecem a fim de investigar e problematizar os conhecimentos prévios dos estudantes. Nesse sentido, cabe ao professor o papel de questionar os posicionamentos de modo a instigá-los e lançar dúvidas sobre o assunto proposto, para que eles sintam a necessidade de buscar novos conhecimentos que ainda não detém. Em suma, a finalidade desse momento é “propiciar um distanciamento crítico do aluno, ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018, p.156).

O segundo momento consiste na Organização do Conhecimento (OC), em que serão abordados os conteúdos científicos e tecnológicos necessários para a compreensão e resolução do problema proposto inicialmente. Nesse momento, por meio das atividades propostas são apropriados os conhecimentos específicos necessários para compreensão científica das situações problematizadas (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018).

Por fim, o terceiro momento consiste na Aplicação do Conhecimento (AC), no qual serão propostas atividades para que o aluno compreenda não apenas o problema abordado em aula, mas que seja capaz de identificar e buscar soluções científicas e tecnológicas para situações reais do seu cotidiano. Para tanto, diversas atividades podem ser desenvolvidas buscando a utilização dos conceitos já debatidos e formulando novos problemas (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018).

Para cada aula foram descritas as metodologias de ensino para os três momentos pedagógicos articulando com a abordagem CTS, bem como um detalhamento sobre as atividades desenvolvidas. Por fim, foi realizada uma análise da SD desenvolvida, visando discutir de que forma as atividades propostas poderiam promover o Letramento Científico e a superação do ensino tradicional de acordo com o referencial teórico apresentado.

A SD foi elaborada para o ensino da genética e suas aplicações biotecnológicas dada a importância desse conhecimento para o desenvolvimento científico e as diversas implicações sociais correlacionadas. Segundo a Competência Específica 3, da BNCC, os estudantes devem ser capazes de:

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BRASIL, 2018, p. 558).

Com base nessa competência, a SD, proposta por este trabalho, a partir dos conhecimentos básicos de genética, busca possibilitar ao aluno a compreensão dos conhecimentos científicos, seus principais avanços, tecnologias, sua importância e controvérsias. Além disso, fornecer subsídios para que possam aplicar esses conhecimentos no cotidiano e para que se posicionem, de maneira fundamentada e ética, frente a problemas sociais.

Conforme discutido anteriormente, o planejamento da sequência é ideal para alcançar os objetivos educacionais propostos. Pensando nisso, foi elaborado um planejamento contendo a descrição dos componentes curriculares, público-alvo, número e carga horária das aulas, objetivos educacionais, habilidades específicas e formas de avaliação, dispostos no QUADRO 1, a fim de organizar as atividades de ensino em virtude dos objetivos definidos e realizar sua revisão, reflexão, avaliação e adequação durante todo o processo educativo (ALVES; BEGO, 2017; ZABALA, 1998).

Com base nesse planejamento, a Sequência Didática foi proposta baseando-se na utilização de metodologias ativas e da abordagem CTS com o intuito de alcançar os objetivos educacionais e desenvolver as habilidades listadas.

QUADRO 1 - PLANEJAMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Conteúdos de Biologia	Genética e Biotecnologia (clonagem, transgênicos, tecnologia do DNA recombinante, vacinas, aplicações biotecnológicas, células tronco e terapias gênicas)
Público alvo	Estudantes do 3º ano do Ensino Médio
Número de aulas	8 aulas
Recursos	Lousa, slides, acesso à internet
Objetivos	Fornecer subsídios para utilização dos conhecimentos científicos na resolução de problemas, nas discussões sociais, nas tomadas de decisão de maneira crítica, ética e responsável
Habilidades específicas	- Utilizar o método científico para o enfrentamento de situações problemas; - Participar e promover debates sobre temas científicos e utilizar diferentes ferramentas, linguagens e tecnologias para comunicação; - Interpretar, produzir e apresentar textos e materiais de divulgação científica; - Analisar e debater situações controversas e usos indevidos de conhecimentos científicos e se posicionar de maneira ética, crítica e responsável frente a essas questões; - Distinguir e analisar diferentes pontos de vista; - Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas e propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano; - Compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais; - Identificar as necessidades locais e regionais, a fim de promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.
Avaliação	A avaliação é um processo contínuo, portanto, cada etapa da sequência didática será avaliada de acordo com a participação dos estudantes e com a realização das atividades propostas.

FONTE: A autora (2021).

Após a elaboração da SD, foi desenvolvido um produto educativo para facilitar a disponibilização da SD (APÊNDICE 1). *A priori*, esperava-se aplicar a Sequência Didática no contexto escolar, mas, *a posteriori*, dada as condições impostas pela pandemia do Covid-19 de distanciamento social, optou-se apenas por uma validação. Para isso, encaminhou-se a Sequência Didática para os membros de um “Grupo de Pesquisa”, registrado no CNPq, na área de Educação, os quais são pesquisadores

em Linguagens em Ciências da Natureza e também professores com formação em Ciências, Biologia ou Pedagogia, ambos com grande experiência em sala de aula, convidando-os a responder um questionário de avaliação disponibilizado na plataforma *Google Forms®*, com questões a respeito da qualidade, da apresentação e dos objetivos propostos pela SD.

O instrumento utilizado para validação encontra-se no seguinte link (<https://docs.google.com/forms/d/1mOj9hozsgY6QvHoYuKX8Kup3RkrpjxYVcTZNLhiBPhs/edit>) e foi disponibilizado, entre os dias 12 e 22 de novembro do corrente ano, para um total de 15 avaliadores do grupo sendo que 11 responderam ao questionário. Para preservar o anonimato, neste processo, os avaliadores serão representados pelo termo “docente”, seguido de uma “letra” em ordem alfabética (Docente A, Docente B, Docente C, Docente D, assim sucessivamente) sem relação das letras com o respectivo nome. As respostas e suas considerações estão apresentadas no tópico “Validação da Sequência Didática”.

3 PROPOSIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE BIOTECNOLOGIA COM ENFOQUE CTS

Para cada aula da SD buscou-se apresentar as metodologias de ensino para os Três Momentos Pedagógicos (3MP) articulando com os eixos Ciência, Tecnologia e Sociedade, conforme resumido no QUADRO 2.

QUADRO 2 - SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Etapa	3MP	Metodologias de ensino
Aula 1 – A Biotecnologia e seus fundamentos Genéticos	PI	A biotecnologia é uma ferramenta antiga que desde seus primórdios tem contribuído intensamente com o avanço científico. Pensando nisso, qual a importância da genética e da biotecnologia para o desenvolvimento social, científico e tecnológico da sociedade? Quais suas áreas de atuação? Quais as premissas básicas dessas tecnologias e quais as suas implicações sociais?
	OC	Nesta etapa algumas questões mais específicas sobre os fundamentos biológicos e genéticos da biotecnologia serão exploradas, como o “dogma” central da biologia e a manipulação de microrganismos e do material genético. A partir desses conceitos será elaborado, com o auxílio dos estudantes, um esquema na lousa.

	AC	Elaboração de um material de divulgação científica sobre uma das áreas da biotecnologia, a escolha dos estudantes.
Aula 2 – A engenharia genética e a edição humana	PI	A engenharia genética revolucionou o mundo científico. Mas o que é a engenharia genética, de que forma ela é utilizada e quais são os dilemas éticos relacionados a utilização dessa técnica? Seria ético a edição de seres humanos?
	OC	Discussão de vídeos e leituras sobre engenharia genética, a fim de aprofundar questões referentes a extração do material genético, técnicas de PCR, sequenciamento, CRISPR e clonagem molecular.
	AC	Elaborar um texto dissertativo-argumentativo sobre as implicações éticas da manipulação e edição genética em humanos utilizando o conteúdo discutido na aula e as leituras complementares.
Aula 3 – A engenharia genética e os OGMs	PI	Muito se discute sobre transgênicos e OGMs, mas o que são e para que são desenvolvidos e utilizados? De que forma são obtidos? Esses organismos poderiam solucionar a produção agrícola? Ou seriam prejudiciais à saúde e ao meio ambiente?
	OC	Discussão sobre os conceitos básicos da metodologia do DNA recombinante e da clonagem molecular, aplicação do DNA recombinante na obtenção dos OGMs. Sistematização na lousa.
	AC	Debate em grupo sobre as vantagens e desvantagens na utilização dos transgênicos a partir de pesquisas, vídeos e leituras sugeridas e produção de cartilha educativa.
Aula 4 – A biotecnologia na identificação de seres vivos e a Genética Forense	PI	A identificação de organismos vivos é uma das áreas em expansão devido as ferramentas biotecnológicas. Com base na leitura e discussão de algumas manchetes sobre a aplicação da genética forense discute-se: de que maneira a genética e a biotecnologia podem ter auxiliado na resolução desses problemas? Quais outras possíveis aplicações dessa metodologia?
	OC	Discussão sobre as possíveis fontes de DNA, o processamento, análise e interpretação dos resultados genéticos, marcadores genéticos, polimorfismos e técnicas de DNA fingerprint, por meio da utilização de slides e vídeos.
	AC	Resolução de exercícios referentes ao tema.
Aula 5 – A biotecnologia no	PI	Uma das principais aplicações da biotecnologia está no desenvolvimento de vacinas. Pensando nisso, qual é o impacto da vacinação na população humana? De que forma as vacinas atuam? Como são produzidas e testadas? Afinal, vacinas são seguras? No que se baseiam os movimentos antivacinas e como combatê-los?

desenvolvimento de vacinas	OC	Discussão sobre o que são vacinas, como são produzidas, quais os diferentes tipos, de que forma são realizados os estudos clínicos até a sua aprovação, qual o impacto da vacinação na saúde humana e sua importância para erradicação das doenças. Utilização de materiais educativos e leituras complementares.
	AC	Desconstrução de <i>Fake News</i> presentes nas redes sociais e <i>web</i> e produção de audiovisual.
Aula 6 – A biotecnologia na saúde	PI	A biotecnologia tem um grande potencial para solucionar problemas. Mas de que forma ela tem sido utilizada na área da saúde? Será que ela poderia ser utilizada para tratar e eliminar doenças? E quais as possíveis implicações éticas?
	OC	Tecnologias relacionadas a terapia genica e celular, obtenção de células tronco, combate de doenças, discussão sobre o cultivo celular e implicações sobre o uso de animais em laboratório.
	AC	Pesquisa sobre uma aplicação da biotecnologia na área da saúde. Descrição da metodologia e dos achados científicos.
Aula 7 – As aplicações biotecnológicas na indústria e no meio ambiente	PI	Em relação aos processos indústrias e ao meio ambiente, quais as possíveis aplicações da biotecnologia? Qual a importância de se conhecer e preservar a biodiversidade pensando no desenvolvimento biotecnológico? De acordo com as tecnologias já estudadas, quais ferramentas podem ser utilizadas para a obtenção de novos produtos? Como podemos desenvolver soluções ambientais com base na biotecnologia?
	OC	Discussão sobre alguns produtos biotecnológicos, sua forma de obtenção e a importância dos estudos científicos e da biodiversidade para a obtenção de novas moléculas. Discutir a técnica de biorremediação e sua importância para o meio ambiente.
	AC	Projeto sobre a obtenção de um produto biotecnológico para solucionar um problema da sociedade.
Aula 8 – Biotecnologia, Sociedade e Sustentabilidade	PI	De acordo com tudo o que foi discutido nas aulas anteriores, quais são as potencialidades da biotecnologia para a sociedade? Quais as perspectivas e desafios para o futuro? Qual a importância do investimento em ciências para a soberania do País?
	OC	Discussão sobre a sustentabilidade e as potencialidades da biotecnologia. Em uma roda de conversa cada estudante irá expor seu ponto de vista sobre as perspectivas futuras da biotecnologia.
	AC	Nesta etapa os estudantes apresentaram seus projetos e dúvidas para toda a classe, em roda de conversa. O professor irá guiar a discussão e estimular a troca de ideias. Além disso, os estudantes poderão se autoavaliar-se quanto a assimilação dos conteúdos e avaliar o professor a sequência das aulas.

FONTE: A autora (2021).

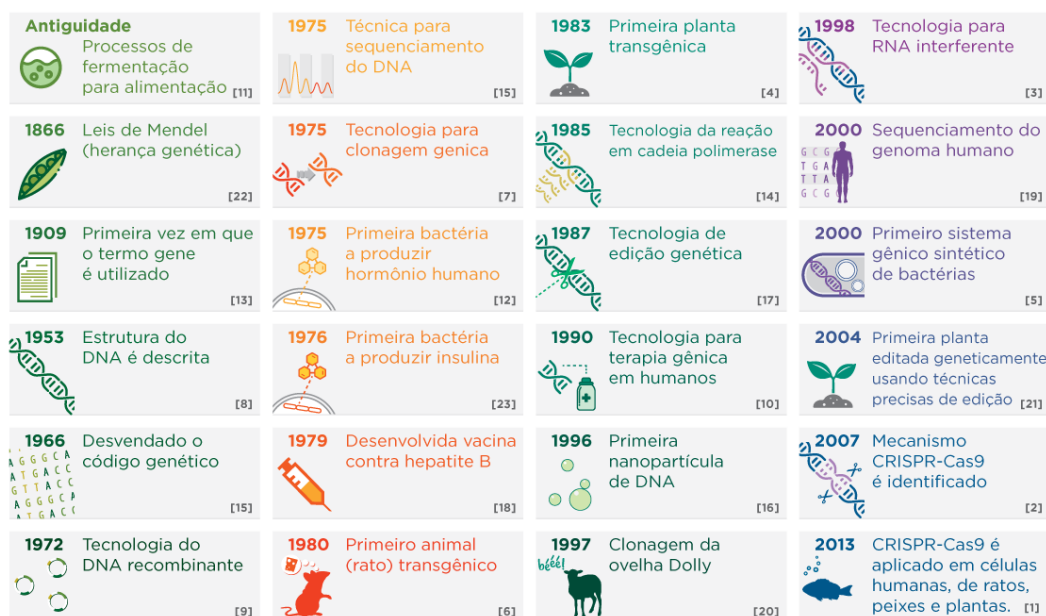
Em seguida foram descritas a sequência das aulas, seu desenvolvimento e as atividades propostas, indicando alguns materiais de apoio para utilização em sala de aula ou consulta para o docente.

3.1 DESCRIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

AULA 1 – A biotecnologia e seus fundamentos genéticos

Problematização Inicial: A biotecnologia é uma ferramenta antiga que desde seus primórdios tem contribuído com o avanço científico. Pensando nisso, qual a importância da genética e da biotecnologia para o desenvolvimento social, científico e tecnológico da sociedade? Quais as premissas básicas dessas tecnologias e quais as suas implicações sociais? A FIGURA 1² ilustra marcos importantes que podem ser utilizados durante a discussão e a FIGURA 2 resume os principais tópicos que poderão ser utilizados para construção de um esquema na lousa. O vídeo 1 (QUADRO 3) poderá ser utilizado para estimular o debate.

FIGURA 1 - MARCOS DA BIOTECNOLOGIA



FONTE: CropLife Brasil (2020).

² As figuras presentes nesse trabalho foram utilizadas para exemplificar como os materiais didáticos poderiam ser elaborados e desenvolvidos durante as aulas.

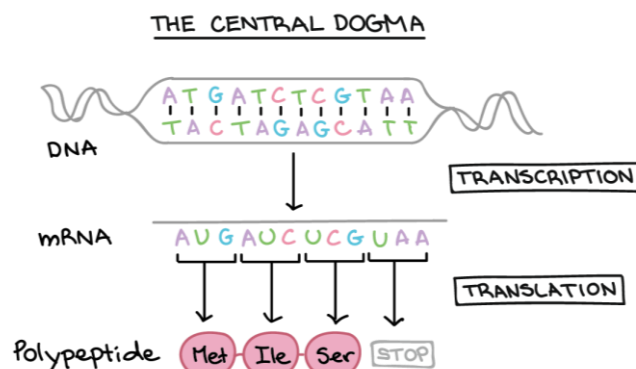
FIGURA 2 - CONCEITOS BÁSICOS DE BIOTECNOLOGIA



FONTE: StudyMaps (2021).

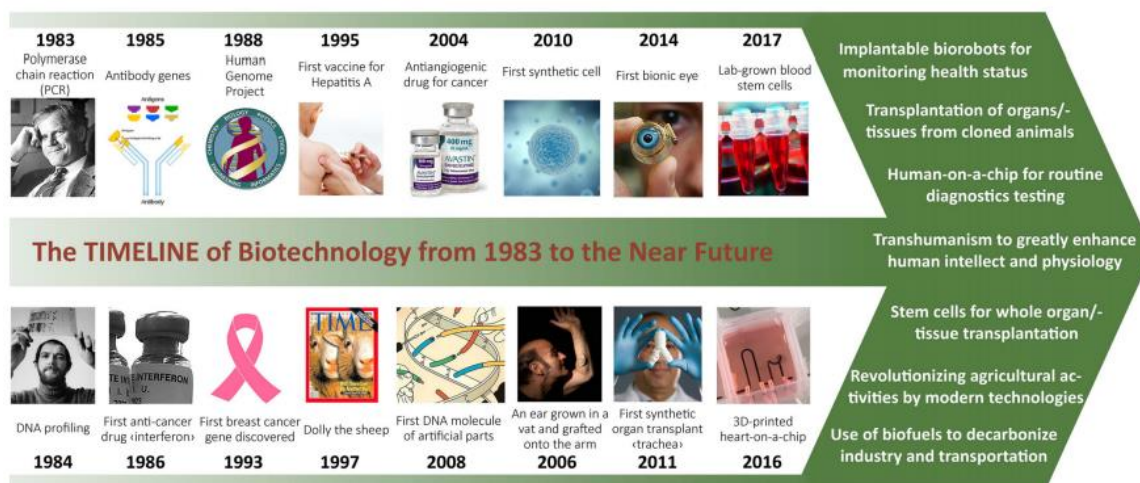
Organização do Conhecimento: Em seguida o docente indagará sobre questões mais específicas sobre as bases genéticas da biotecnologia. Aqui, será realizada uma revisão sobre DNA, RNA, código genético, proteínas e os processos de tradução e transcrição, que são fundamentais para o entendimento das tecnologias relacionadas. Para isso, poderá ser elaborado um esquema, como exemplificado na FIGURA 3. Para facilitar a compreensão, o vídeo 2 (QUADRO 3) poderá ser utilizado durante a aula. Além disso, será elaborada uma linha do tempo sobre o histórico da biotecnologia para ilustrar os avanços científicos mais recentes, como exemplificado na FIGURA 4, relacionando-os com as bases moleculares da biotecnologia.

FIGURA 3 - O DOGMA CENTRAL DA BIOLOGIA



FONTE: Khan Academy (2018).

FIGURA 4 – AVANÇOS RECENTES DA BIOTECNOLOGIA



FONTE: MOZAFARI; TARIVERDIAN; BEYNAGHI (2019).

Aplicação do Conhecimento: A fim de aplicar os conhecimentos será desenvolvido um trabalho, em grupos de 5 estudantes, sobre um dos temas levantados na discussão inicial, em que será produzido um material de divulgação (cartaz, vídeo, desenho, cartilha, entre outros), contendo os aspectos biotecnológicos, as bases genéticas envolvidas e as implicações sociais, a ser entregue na próxima aula. As leituras recomendadas (QUADRO 3) são importantes para estimular a reflexão e o pensamento crítico dos estudantes e são sugeridas como atividades extraclasse e para consulta do professor.

QUADRO 3 - MATERIAL DE APOIO 1

Material de Apoio – AULA 1

Vídeos recomendados:

Vídeo 1: “O que é BIOTECNOLOGIA e o que ela pode fazer por nós?” Professor Albert, YouTube, 2021. (5:21). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=A2kZr3GWeIM>.

Vídeo 2: “Do DNA a proteína” Inteligentista, YouTube, 2019. (3:14). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=6nxRxoGME_I.

Leituras recomendadas:

Leitura 1: VICTORINO, V. I. P. A revolução da biotecnologia: questões da sociabilidade. Tempo Social; Rev. Sociol. USP, S. Paulo, 12(2): 129-145, novembro de 2000.

Leitura 2: MOZAFARI, M., TARIVERDIAN T.; BEYNAGHI A. Trends in Biotechnology at the Turn of the Millennium. Recent Patents on Biotechnology, 2020.

Leitura 3: GUSMÃO, A. O. M.; SILVA, A. R.; MEDEIROS, M.O. A Biotecnologia e os avanços da sociedade. Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), 2017.

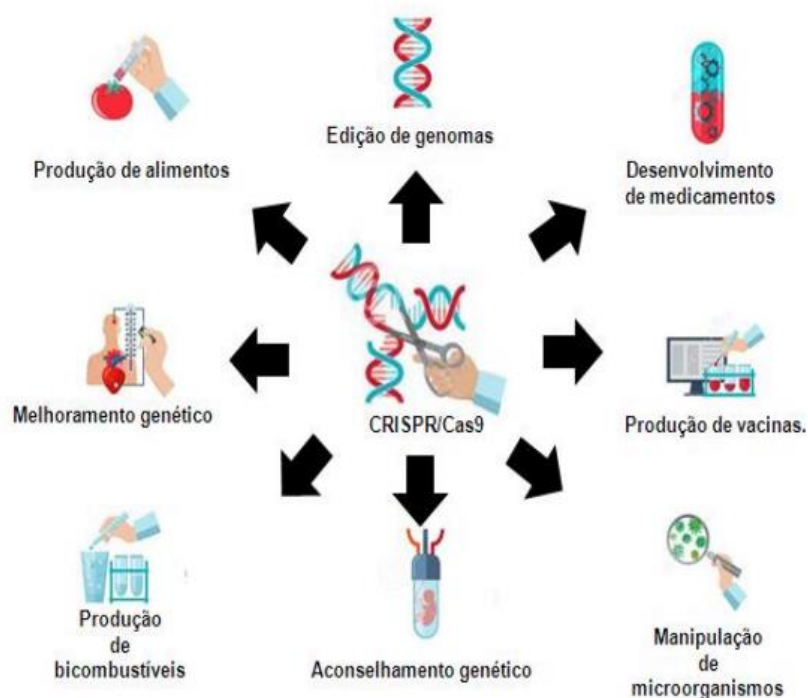
FONTE: A autora (2021).

AULA 2 – A Engenharia Genética e a edição humana

Problematização Inicial: A engenharia genética revolucionou o mundo científico. Mas o que é a engenharia genética, de que forma ela é utilizada e quais são os dilemas éticos relacionados a utilização dessa técnica? Seria ético a edição de seres humanos? Após a discussão inicial, os vídeos 1 e 2 (QUADRO 4) poderão ser exibidos para aprofundar e ampliar as ideias discutidas.

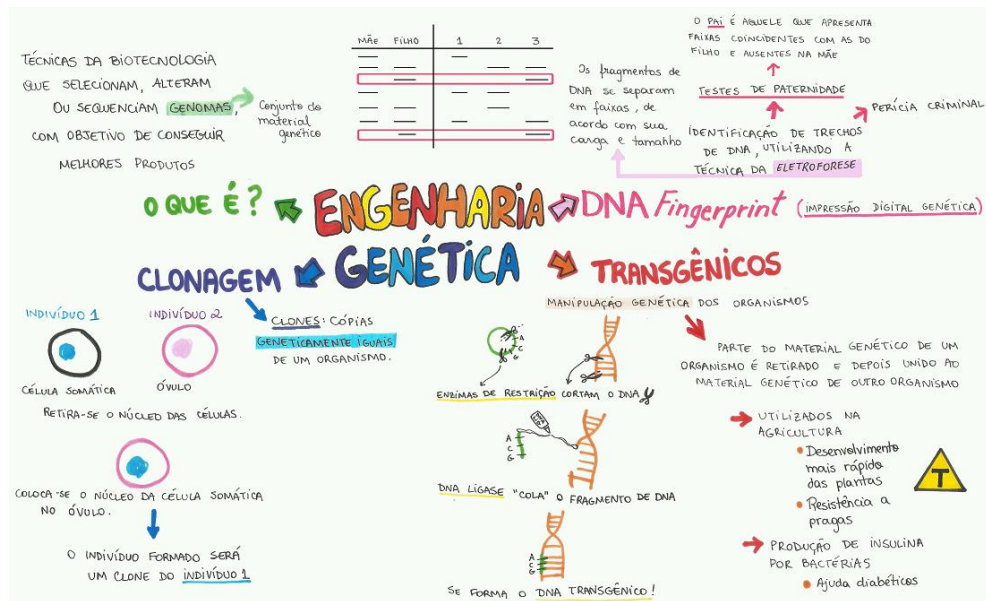
Organização do Conhecimento: Em seguida, serão aprofundadas as possíveis aplicações da engenharia genética e as tecnologias de manipulação do DNA, como a clonagem e o CRISPR, por meio dos vídeos 3, 4 e 5 (QUADRO 4) e suas possíveis aplicações, como exemplificado na FIGURA 5. Ao longo dos vídeos é necessário que o docente faça pausas e esclareça possíveis dúvidas dos estudantes, visando um aproveitamento melhor dos conteúdos. A leitura 4 (QUADRO 4) poderá ser utilizada pelo docente para aprofundar seus conhecimentos. Ao final dessa etapa o docente poderá elaborar na lousa um resumo esquemático, buscando sistematizar o conteúdo, como exemplificado na FIGURA 6.

FIGURA 5 - APLICAÇÕES DO SISTEMA CRISPR-Cas9



FONTE: DIAS; DIAS (2018).

FIGURA 6 - MAPA MENTAL SOBRE ENGENHARIA GENÉTICA



FONTE: Descomplica (2016).

Aplicação do Conhecimento: Posteriormente, a fim de apropriar os conteúdos será sugerido que os estudantes elaborem um texto dissertativo-argumentativo sobre quais as implicações éticas da manipulação e edição genética em humanos utilizando o conteúdo exposto na aula e as leituras complementares 1, 2 e 3 (QUADRO 4).

QUADRO 4 - MATERIAL DE APOIO 2

Material de Apoio – AULA 2**Vídeos recomendados:**

Vídeo 1: “Engenharia Genética Natural: Francisco Gorgonio da Nóbrega at TEDxSaoJosedosCampos” TEDx Talks, 2013. (15:42). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=pKqPHhar2Ao>

Vídeo 2: “Bioethics | Biotechnology | Transgenic Organisms | GMO | Cloning | Don't Memorise” Don't Memorise, 2020. (5:58). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=6-YI7nG0CVc>

Vídeo 3: “É possível clonar humanos?” Guia do Curioso, 2017. (4:04). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=IxbUtvT4iqM>.

Vídeo 4: “The 2020 Nobel Prize in Chemistry: How CRISPR-Cas9 works” Chemical & Engineering News, 2020. (2:32). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=trQtaluD4>

Vídeo 5: “A Engenharia Genética Mudará Tudo Para Sempre — CRISPR” Kurzgesagt – In a Nutshell, 2016. (16:03). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=jAhjPd4uNFY>

Leituras recomendadas:

Leitura 1: “Como remixar o DNA humano?” (<https://super.abril.com.br/ciencia/prepare-se-seu-dna-ainda-sera-remixado/>)

Leitura 2: “O dilema ético envolvendo a criação de bebês geneticamente editados”
(<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-46394589>)

Leitura 3: “O impacto ético das novas tecnologias de edição genética”
(<https://doi.org/10.1590/1983-80422017253202>).

Leitura 4: DIAS, C.A.P; DIAS, J.M.R. O Sistema CRISPR/Cas como uma nova ferramenta biotecnológica na edição de genomas: aplicações e implicações. Rev. Ambiente Acadêmico, v.4, n.1, 2018.

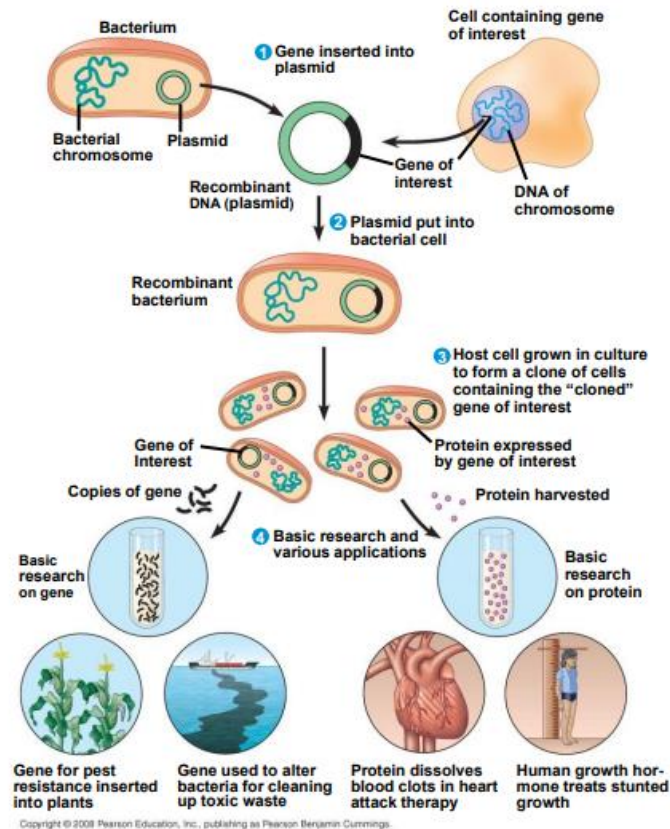
FONTE: A autora (2021).

AULA 3 – A Engenharia Genética e os OGMs

Problematização Inicial: Nesta aula serão abordadas as outras aplicações da engenharia genética como a obtenção de organismos geneticamente modificados e transgênicos. Inicialmente, será discutido de que forma as técnicas da engenharia genética podem auxiliar na obtenção de organismos modificados? Para quais finalidades se realizam essas técnicas? Qual a problemática envolvida na utilização dos transgênicos? Essas perguntas serviram para estimular a participação dos estudantes na discussão em sala de aula.

Organização do Conhecimento: Nesta etapa serão discutidas as tecnologias de obtenção de OGMs e transgênicos. Para isso, será apresentado os conceitos básicos sobre as metodologias do DNA recombinante e da clonagem molecular, que constituem as bases moleculares desses processos, apresentado na FIGURA 7. Além disso, poderão ser utilizados os vídeos 1 e 2 e 3 (QUADRO 5), os quais apresentam explicações mais específicas sobre a aplicação do DNA recombinante na obtenção dos OGMs. A FIGURA 8 esquematiza a obtenção de plantas transgênicas o que pode auxiliar na sistematização do conhecimento.

FIGURA 7 - ESQUEMA SISTEMÁTICO DA CLONAGEM MOLECULAR



FONTE: PEARSON EDUCATION (2008).

FIGURA 8 - ETAPAS PARA OBTENÇÃO DE UMA PLANTA TRANSGÊNICA



FONTE: Conselho de Informações sobre Biotecnologia (CiB).

Aplicação do Conhecimento: Posteriormente, os estudantes receberão alguns textos impressos e terão acesso aos vídeos 4 e 5 (cada estudante receberá um material), dispostos no QUADRO 5. Esses materiais discutem a problemática da utilização dos transgênicos, as suas possibilidades e limitações. Com base nesses materiais, no que foi discutido anteriormente e em pesquisas que podem ser realizadas pelos próprios estudantes, a classe será dividida em dois grupos. Um grupo deverá apresentar argumentos a favor da utilização dos OGMs e o outro apresentar argumentos contrários. O docente guiará um debate, de modo a permitir a participação de todos os estudantes de forma organizada. Os estudantes terão 10-15 minutos para leitura dos materiais e preparo dos argumentos. Em seguida, cada equipe terá 5 minutos de fala, 5 minutos de arguição pela outra equipe e 3 minutos para rebater e concluir. O objetivo dessa atividade é induzir o pensamento crítico e a habilidade de analisar diferentes pontos de vista. Para finalizar, cada estudante individualmente produzirá uma cartilha contendo aspectos positivos e negativos que devem ser considerados na discussão sobre transgênicos e OGMs.

QUADRO 5 - MATERIAL DE APOIO 3

Material de Apoio – AULA 3	
Vídeos recomendados:	
Vídeo 1: “Cortar, colar e clonar! O que é a Engenharia Genética?” Instante Biotec, 2018 (4:34). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=liMfyj6sQyQ	
Vídeo 2: “Como são feitos os animais transgênicos?” Instante Biotec, 2015 (3:23); Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=Re6Bk5Q5Ma4	
Vídeo 3: “Organismos Geneticamente Modificados (OGM)” Minutos Psíquicos, 2018 (6:16). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=shJYZDzf4bg	
Vídeo 4: “CGMs (comida geneticamente modificada) são Boas ou Más? Engenharia Genética e a Nossa Comida” Kurzgesagt – In a Nutshell, 2017. (9:02). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=7TmcXYp8xu4	
Vídeo 5: “Organismos Geneticamente Modificados” Facultad Online, 2018 (6:28). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=5-1be3rbEns	
Leituras recomendadas:	
Leitura 1: FONSECA, A.R. Organismos Geneticamente Modificados, Qual o limite?. Scripta-Ingenia (5), Winter Solstice, December 21, 2015. Disponível em: https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/2904/1/art-3.pdf	
Leitura 2: FILHO, M. A. Transgênicos podem oferecer riscos para a biodiversidade. Jornal da UniCamp, 2016. Disponível em: https://www.unicamp.br/unicamp/ju/651/transgenicos-podem-oferecer-riscos-para-biodiversidade	
Leitura 3: ALVES, G. S. A biotecnologia dos transgênicos: precaução é a palavra de ordem. HOLOS, 2004. Disponível em: https://doi.org/10.15628/holos.2004.33	

FONTE: A autora (2021).

AULA 4 – A biotecnologia na identificação de seres vivos e a Genética Forense

Problematização Inicial: Essa aula visa abordar os conteúdos e aplicações da biotecnologia na identificação dos seres vivos e na resolução de crimes, buscando refletir sobre: “Como podemos utilizar a biotecnologia para solucionar esses problemas?”. Para refletir sobre isso foram selecionadas algumas manchetes de jornais que exemplificam momentos em que as tecnologias da genética forense auxiliaram na resolução de crimes (FIGURA 9). O docente poderá discutir as notícias (QUADRO 6) e os problemas éticos relatados, buscando refletir sobre a importância do conhecimento científico para a sociedade.

FIGURA 9 - MANCHETES SOBRE A GENÉTICA FORENSE



FONTE: El País Brasil (2015); Bem Paraná (2019); Globo G1 (2014).

Organização do Conhecimento: Com base na problemática e nos casos apresentados, serão discutidos alguns temas mais específicos como: quais as possíveis fontes de DNA, quais os passos necessários após a coleta do material na cena do crime, como se dá a análise e interpretação dos resultados, quais são os marcadores genéticos e técnicas de DNA *fingerprint*. Para isso o professor construirá uma sequência de slides e conduzirá uma apresentação a fim de dialogar sobre os conceitos básicos dessas técnicas. Além disso, é importante relacionar esses conceitos com os casos apresentados anteriormente e refletir sobre quais outras possíveis aplicações de se determinar o perfil de DNA, como por exemplo, no tráfico de animais silvestre e na conservação de espécies ameaçadas. Nos vídeos

disponibilizados no QUADRO 6 são apresentadas algumas metodologias para análise dos testes de DNA e podem ser utilizados durante a aula.

Aplicação do Conhecimento: Em seguida serão propostas algumas questões para reflexão e aplicação do que foi discutido:

- 1) Qual a importância da ciência na resolução de crimes e de que forma o conhecimento genético pode auxiliar nesse processo?
- 2) Discuta sobre as questões éticas apresentadas nas manchetes (ditadura militar, violência sexual e tráfico de animais) e relacione com sua resposta da questão 1.
- 3) Fuvest-SP. Leia o texto a seguir e faça o que se pede:

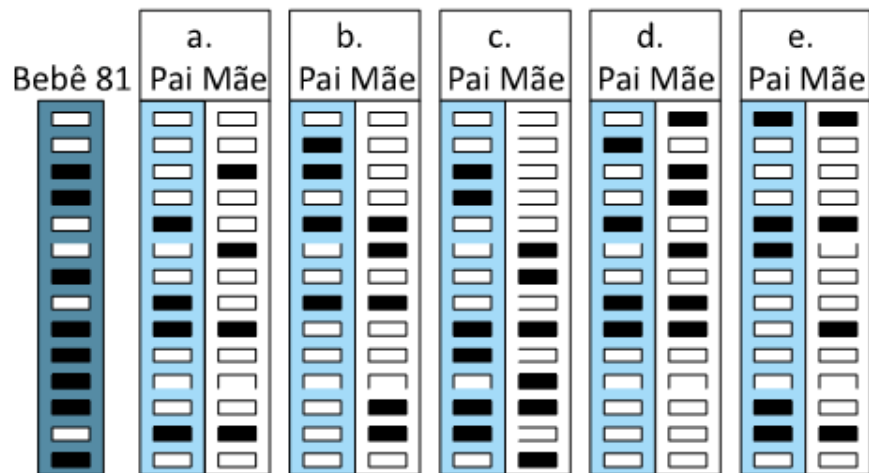
Teste de DNA confirma paternidade de bebê perdido no tsunami:

Um casal do Sri Lanka que alegava ser os pais de um bebê encontrado após o tsunami que atingiu a Ásia, em dezembro, obteve a confirmação do fato através de um exame de DNA. O menino, que ficou conhecido como “Bebê 81” por ser o 81º sobrevivente a dar entrada no hospital de Kalmunai, era reivindicado por nove casais diferentes. Folhaonline, 14/02/2005. Adaptado.

Algumas regiões do DNA são sequências curtas de bases nitrogenadas que se repetem no genoma; o número de repetições dessas regiões varia entre as pessoas. Existem procedimentos que permitem visualizar essa variabilidade, revelando padrões de fragmentos de DNA que são “uma impressão digital molecular”. Não existem duas pessoas com o mesmo padrão de fragmentos com exceção dos gêmeos monozigóticos. Metade dos fragmentos de DNA de uma pessoa é herdada de sua mãe e metade, de seu pai.

Com base nos padrões de fragmentos de DNA (FIGURA 10), qual dos casais pode ser considerado como pais biológicos do bebê 81?

FIGURA 10 - ATIVIDADE 3



FONTE: Fuvest-SP

GABARITO: Casal c. Metade dos fragmentos de DNA de uma pessoa é herdada de sua mãe e metade, de seu pai. Assim, cada uma das bandas presentes no filho foi herdada da mãe ou do pai. Apenas a mãe c tem as bandas 3, 6 e 8 presentes no bebê 81, e apenas o pai c tem a banda 5.

QUADRO 6 - MATERIAL DE APOIO 4

Material de Apoio – AULA 4

Notícias:

1. Ditadura Argentina: Como a ciência se aliou às Avós da Praça de Maio para achar seus netos | Internacional | EL PAÍS Brasil (elpais.com).
2. Onze anos depois, teste de DNA ´entrega` assassino da menina Raquel Genofre - Bem Paraná (bemparana.com.br).
3. G1 - Polícia Ambiental testa método para coibir tráfico de animais silvestres - notícias em Vida rural (globo.com).

Vídeos:

Vídeo 1: “Como solucionar crimes usando o DNA” Instante Biotec, 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=rdoFwIPepdk>.

Vídeo 2: “Como é feito o teste de paternidade?” Instante Biotec, 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=qCKmtBXrdj0>.

Vídeo 3: “DNA Fingerprinting | Genetics | Biology | FuseSchool” FuseSchool - Global Education, 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=7onjVBsQwQ8>

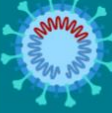
FONTE: A autora (2021).

AULA 5 – A biotecnologia no desenvolvimento de vacinas

Problematização Inicial: Uma das mais importantes aplicações da biotecnologia é o desenvolvimento de vacinas. Pensando nisso, será discutido qual é o impacto da vacinação na população humana? De que forma as vacinas atuam? Como são produzidas e testadas? Afinal, as vacinas são seguras? No que se baseiam os movimentos antivacinas e como combatê-los? As leituras indicadas e os vídeos 1 e 2 (QUADRO 6) são indicados para aprofundar a discussão.

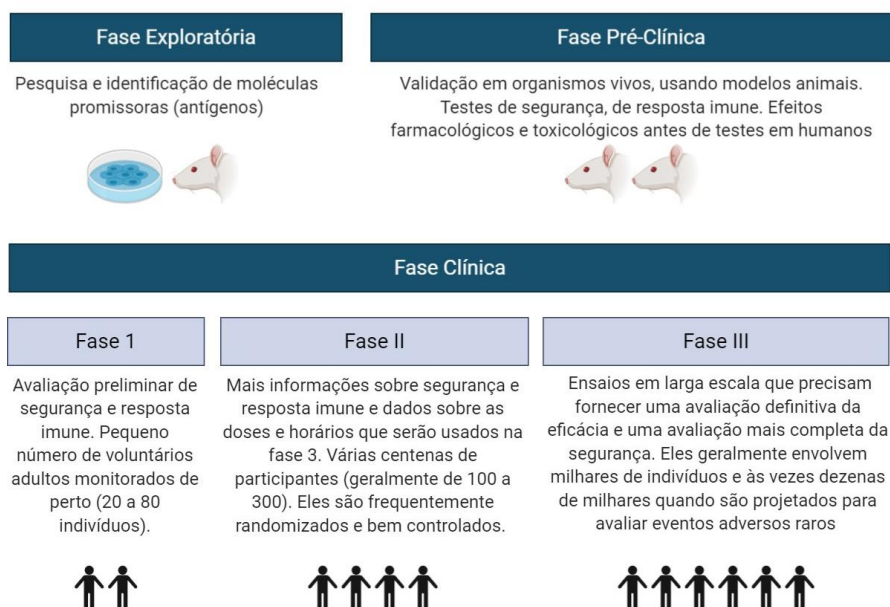
Organização do Conhecimento: No segundo momento, será discutido os principais aspectos da produção de vacinas, como as diferentes possibilidades e tipos de vacinas que existem atualmente, principalmente as vacinas desenvolvidas para o combate do SARS-CoV-2 (FIGURA 11), de que forma são realizados os estudos clínicos até a sua aprovação (FIGURA 12), como elas atuam e sua importância para o sistema imunológico e o impacto da vacinação na saúde. Para isso o professor poderá utilizar as cartilhas 1 e 2 (QUADRO 6) para construir uma sequência de slides ou como um roteiro para discussão dos temas. A leitura 1 (QUADRO 6) apresenta os principais tipos de vacinas e como atuam e a leitura 2 discute as principais aplicações biotecnológicas para o desenvolvimento de vacinas, essas leituras podem ser adaptadas para utilização em sala de aula. Além disso, o professor poderá utilizar dados epidemiológicos para demonstrar a queda dos casos de coronavírus após o início da vacinação, como a Notícia 1 (QUADRO 6) e discutir sobre as principais doenças erradicadas e a importância das vacinas nesses casos.

FIGURA 11 - PRINCIPAIS TIPOS DE VACINAS EM DESENVOLVIMENTO

Tipo de Vacina	DNA ou RNA	Vivo atenuado	Inativado	Subunidades	Vetor viral
					
Exemplos existentes	Nenhum	Sarampo, Caxumba, Rubéola e Catapora	Poliomielite	Hepatite B, HPV e Coqueluche	Ebola
Grupos testando esta plataforma para COVID-19	Moderna (RNA) Inovio (DNA)	Codagenix Indian Immunologicals Ltd.	Sinovac Sinopharm	Novavax AdaptVac	Universidade de Oxford & AstraZeneca CanSino Biologics Johnson & Johnson

FONTE: CDC, NIAID, WRAIR, FDA.

FIGURA 12 - ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DE VACINAS



FONTE: ARTAUD; KARA; LAUNAY (2019).

Aplicação do Conhecimento: Em seguida, para aplicar os conhecimentos discutidos, seria realizada uma busca nas redes sociais ou na web de alguma postagem sobre vacinas, pelos estudantes. Após identificada, seria realizada uma análise das informações contidas na publicação e identificado se elas são condizentes ou se tratam de notícias falsas. A partir dessa análise, seria elaborada uma produção audiovisual buscando rebater as informações contidas na publicação original a fim de esclarecer as possíveis incoerências.

QUADRO 7 - MATERIAL DE APOIO 5

Material de Apoio – AULA 5
Vídeos: Vídeo 1. Antivacina - Projeto Meme. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=X-UneV6TBGE Vídeo 2. Vacinar é proteger: a importância da vacinação e os perigos da não imunização. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=VVgGNj-PRVU Cartilha 1. SILVA, B. Vacinas: Um manual com as principais informações que você precisa saber. Vice-direção de Ensino, Informação e Comunicação Instituto Carlos Chagas – Fiocruz Paraná, 2021. Disponível em: https://www.icc.fiocruz.br/extensaodivulgacaocientifica/wp-content/uploads/2021/08/Cartilha-vacina.pdf. Cartilha 2. TOSCANO, C. Cartilha de vacinas: para quem quer mesmo saber das coisas. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2003. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cart_vac.pdf.

Notícia 1. Vacina para COVID: 3 boas notícias que mostram o impacto positivo da vacinação no Brasil. BBC News, Brasil (2021). Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-56979581>.

Leituras recomendadas:

Leitura 1. Callaway, E. The race for coronavirus vaccine. Nature, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/d41586-020-01221-y>

Leitura 2. ALMEIDA C.; RAMIREZ C.; SOUZA W. VACINAÇÃO: HISTÓRICO E IMPORTÂNCIA. Ciências Hoje, 2020. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/artigo/vacinacao-historico-e-importancia/>

Leitura 3. DINNIZ, M., FERREIRA, L. Biotecnologia aplicada ao desenvolvimento de vacinas. Estudos Avançados 24 (70), 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/zkfCDkm6tCH3cCzKghrRsCG/?lang=pt&format=pdf>.

Leitura 4. CARDOSO, V; et al. Vacinas e movimentos antivacinação: origens e consequências. Revista Eletrônica Acervo Científico, v.21, 2021. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.25248/REAC.e6460.2021>.

Leitura 5. BONANI, L., SOUZA, G. A importância da vacinação infantil para a erradicação do Sarampo. Brazilian Journal of Health Review, 2021. Disponível em: DOI:10.34119/bjhrv4n3-011.

Leitura 6. ZORZETTO, R. As razões da queda na vacinação. Pesquisa FAPESP, 2018. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/as-razoes-da-queda-na-vacinacao/>

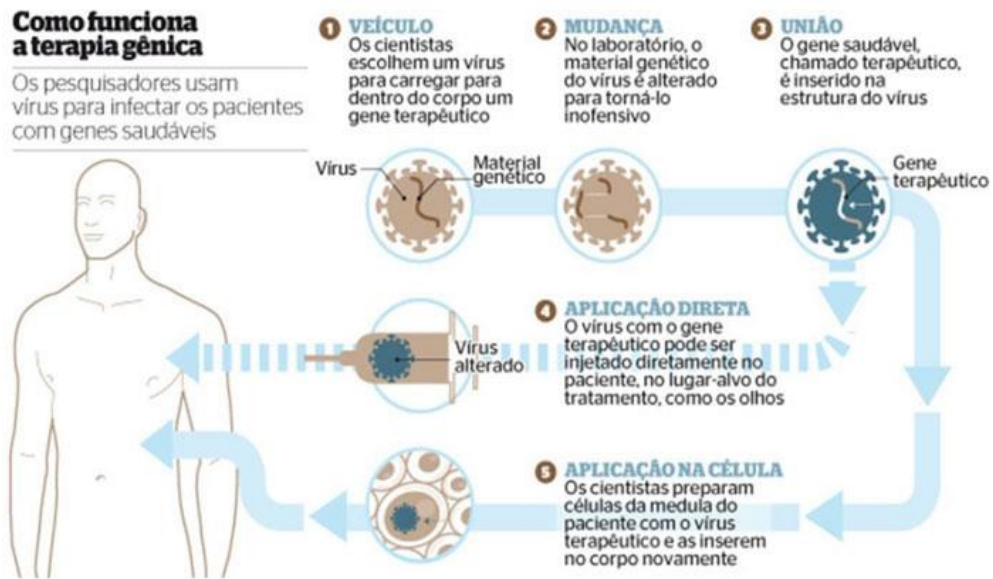
FONTE: A autora (2021).

AULA 6 – Aplicações biotecnológicas na saúde

Problematização Inicial: A biotecnologia tem um grande potencial para solucionar problemas. Mas de que forma ela tem sido utilizada na área da saúde? Será que ela poderia ser utilizada para tratar ou eliminar doenças? E quais as possíveis implicações para a sociedade? A partir dessa discussão inicial, o professor poderá discutir e problematizar as questões abordadas nas leituras recomendadas (QUADRO 7).

Organização do Conhecimento: Após a discussão inicial será exibido o vídeo 1 (QUADRO 7), durante a exibição recomenda-se que os alunos anotem suas dúvidas e as questões éticas mencionadas pelo palestrante. Debater com os alunos sobre o cultivo celular e o uso de animais em pesquisa científica. Posteriormente, será discutido sobre as metodologias e aplicações das terapias gênicas (exemplificado na FIGURA 13) e celulares, bem como os dilemas sobre a utilização de células-tronco. Para isso são sugeridos alguns vídeos e leituras, disponíveis no QUADRO 7. Por fim, será discutido sobre a utilização da biotecnologia no combate a epidemias, a partir do vídeo 5 (QUADRO 7) e no desenvolvimento de testes diagnósticos (FIGURA 14).

FIGURA 13 - ESQUEMA SOBRE TERAPIA GÊNICA



FONTE: NanoCell News (2017).

FIGURA 14 - DESENVOLVIMENTO DE TESTES DIAGNÓSTICOS



FONTE: UFPEL (2020).

Aplicação do Conhecimento: Posteriormente, os estudantes realizarão uma pesquisa sobre uma possível aplicação da biotecnologia na área da saúde e

desenvolverão um material explicando brevemente o que foi realizado e os resultados obtidos.

QUADRO 8 - MATERIAL DE APOIO 6

Material de Apoio – AULA 6	
Vídeos:	
Vídeo 1.	Biotecnologia para a saúde. Diogo Biagi. TEDxMauá. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=U6ANV_oVrZU .
Vídeo 2.	Os milagres da terapia gênica. Tribuna de Minas. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=laaycbRG-_8
Vídeo 3.	A Revolução das Células-Tronco. Ciência Todo Dia. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=2Uql2Aw-OtE&t=10s
Vídeo 4.	Tratamentos inovadores para doença falciforme: terapia gênica. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=pm36clw82Sw&t=98s
Vídeo 5.	O uso da biotecnologia para combater epidemias Mosquito Discovery Brasil. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=t4dwOgCZ1R4
Leituras recomendadas:	
Leitura 1.	Silveira, B.M. A biotecnologia aplicada na área da saúde humana, dilemas e benefícios sobre progresso e eficiência de novas práticas científicas num enfoque bioético. Revista Jus Navigandi, 2019. Disponível em: https://jus.com.br/artigos/75094/a-biotecnologia-aplicada-na-area-da-saude-humana-dilemas-e-beneficios-sobre-progresso-e-eficiencia-de-novas-praticas-cientificas-num-enfoque-bioetico .
Leitura 2.	Leuzinger, B. A biotecnologia a serviço da saúde humana. Projeto Draft, 2016. Disponível em: https://www.projetodraft.com/a-biotecnologia-a-servico-da-saude-humana/ .
Leitura 3.	Gene therapy: advances, challenges and perspectives. REVIEWING BASIC SCIENCES. Einstein, São Paulo, 2017. DOI:10.1590/S1679-45082017RB4024.
Leitura 4.	Zatz, M. CLONAGEM E CÉLULAS-TRONCO. Cienc. Cult. vol.56 no.3 São Paulo July/Sept. 2004. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252004000300014&script=sci_arttext&lng=pt

FONTE: A autora (2021).

AULA 7 – Aplicações biotecnológicas na indústria e no meio ambiente

Problematização Inicial: As aplicações da biotecnologia são diversas. Nesse sentido, quais são as possíveis aplicações da biotecnologia na indústria e no meio ambiente? Qual a importância de se conhecer e preservar a biodiversidade pensando no desenvolvimento biotecnológico? De acordo com as tecnologias já estudadas, quais ferramentas podem ser utilizadas para a obtenção de novos produtos? Como podemos desenvolver soluções ambientais com base na biotecnologia?

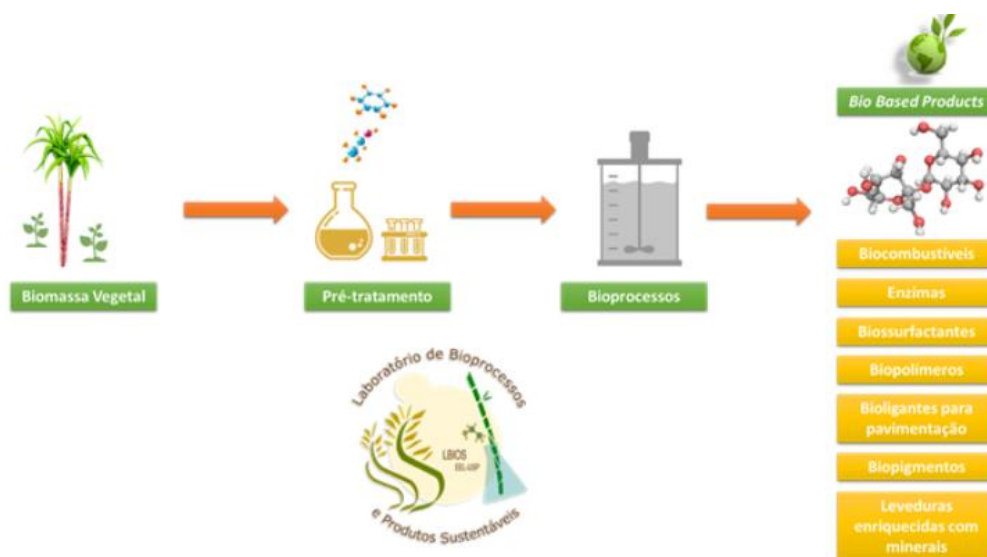
Organização do Conhecimento: Após a problematização inicial, serão exibidos os vídeos 1 e 2 (QUADRO 8) e discutidos a fim de ilustrar algumas aplicações e a importância da biotecnologia no cotidiano. Utilizando o vídeo 2 será sugerido que os alunos elaborem um esquema contendo as etapas para obtenção de um produto biotecnológico partindo da observação da natureza. Além disso, com base nas leituras recomendadas (QUADRO 8) o professor poderá discutir brevemente a técnica de biorremediação como um exemplo de aplicação ambiental (FIGURA 15). Somente algumas aplicações serão discutidas nessa etapa (FIGURA 16) para possibilitar autonomia dos estudantes na etapa seguinte.

FIGURA 15 - TÉCNICA DE BIORREMEDIAÇÃO



FONTE: Bianca Martins (Profissão Biotec, 2019).

FIGURA 16 - EXEMPLOS DE BIOPROCESSOS



FONTE: USP.

Aplicação do Conhecimento: Em seguida, será elaborado um projeto de pesquisa para a obtenção de um produto biotecnológico a fim de solucionar um problema, investigado pelo estudante. O projeto terá uma breve introdução, a justificativa da escolha do tema, a finalidade da pesquisa, as hipóteses, a metodologia, os resultados esperados e a conclusão contendo possíveis implicações sociais de acordo com a literatura já existente.

QUADRO 9 - MATERIAL DE APOIO 7

Material de Apoio – AULA 7	
Vídeos:	
Vídeo 1.	Produtos biotecnológicos de uso cotidiano 2020. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=FFmbhL-KGG4
Vídeo 2.	Natural Products for Biotechnology. Fraunhofer. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=3P1FgA7oIEQ
Leituras recomendadas:	
Leitura 1.	PEREIRA, A.R.B.; FREITAS, D.A.F. Uso de microorganismos para a remediação de ambientes contaminados. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/4818
Leitura 2.	Gaylarde, C.; Bellinaso, M.; Manfio, G. Biorremediação. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4144372/mod_resource/content/1/Biorremediac%CC%A7a%CC%83o%20-%20Artigo%201.pdf .

FONTE: A autora (2021).

AULA 8 – Biotecnologia, Sociedade e Sustentabilidade

Problematização Inicial: De acordo com tudo o que foi discutido nas aulas anteriores, quais são as potencialidades da biotecnologia para a sociedade? Quais as perspectivas e desafios para o futuro? Qual a importância de se investir em ciência e tecnologia para a soberania do País? Discussão a partir do vídeo 1 e das leituras 1, 2 e 3, disponibilizadas no QUADRO 9.

Organização do Conhecimento: Nesta etapa serão exibidos os vídeos 2 e 3 (QUADRO 9) buscando refletir e discutir sobre a sustentabilidade e as potencialidades da biotecnologia. A FIGURA 17 ilustra algumas contribuições que podem ser discutidas. Em seguida, será formada uma roda de conversa e cada estudante irá expor seu ponto de vista sobre as questões problematizadas e o futuro da ciência e da biotecnologia no Brasil.

FIGURA 17 – CONTRIBUIÇÕES PARA A SUSTENTABILIDADE



FONTE: Serviço Internacional para a Aquisição de Aplicações em Agrobiotecnologia (ISAAA).

Aplicação do Conhecimento: Nesta etapa os estudantes apresentaram seus projetos e dúvidas para toda a classe. O professor irá guiar a discussão e estimular a troca de ideias. Além disso, os estudantes poderão se autoavaliar quanto a assimilação dos conteúdos e avaliar o professor a sequência das aulas.

QUADRO 10 - MATERIAL DE APOIO 8

Material de Apoio – AULA 8	
Vídeos:	
Vídeo 1.	CIÊNCIA BRASILEIRA: DESCONHECIDA PELOS BRASILEIROS Natalia Pasternak. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=8b2zbKsYyY4&t=228s
Vídeo 2.	SUSTENTABILIDADE E BIOTECNOLOGIA Natalia Pasternak. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=XEvuLXfdars .
Vídeo 3.	Biotechnology can be beautiful Keira Havens TEDxFrankfurt. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=tRYuN9GaN7I&t=163s .
Leitura recomendadas:	
Leitura 1.	Marques, F. Os impactos do Investimento. Revista Pesquisa Fapesp, 2016. Disponível em: https://revistapesquisa.fapesp.br/os-impactos-do-investimento/
Leitura 2.	Investimentos em biotecnologia são decisivos para competitividade. Notícia Portal da Indústria, 2012. Disponível em: https://noticias.portaldaindustria.com.br/entrevistas/investimentos-em-biotecnologia-sao-decisivos-para-competitividade/
Leitura 3.	BARBA, R.; SANTOS, N. A Bioeconomia No Século XXI: Reflexões Sobre Biotecnologia E Sustentabilidade No Brasil. Revista de direito e sustentabilidade, 2020. Disponível em: https://www.indexlaw.org/index.php/revistards/article/view/7023/pdf .

FONTE: A autora (2021).

3.2 VALIDAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A validação, segundo Méheut (2010) e Artigue (1996), é um processo que permite avaliar a SD tanto na perspectiva do aluno como do professor. Neste trabalho, foi elaborado um produto didático contendo a SD aqui desenvolvida, o qual passou por um processo de avaliação por onze professores voluntários com grande expertise em sala de aula. Para isso, foi disponibilizado na plataforma *Google Forms*® um questionário contendo 10 questões objetivas e uma questão aberta.

De acordo com as respostas do questionário, 100% dos avaliadores responderam que a SD está de acordo com os documentos normativos da educação básica, inclusive com a BNCC; apresenta um bom (90,9%) planejamento e estruturação; apresenta uma abordagem CTS; os materiais de apoio fornecidos são

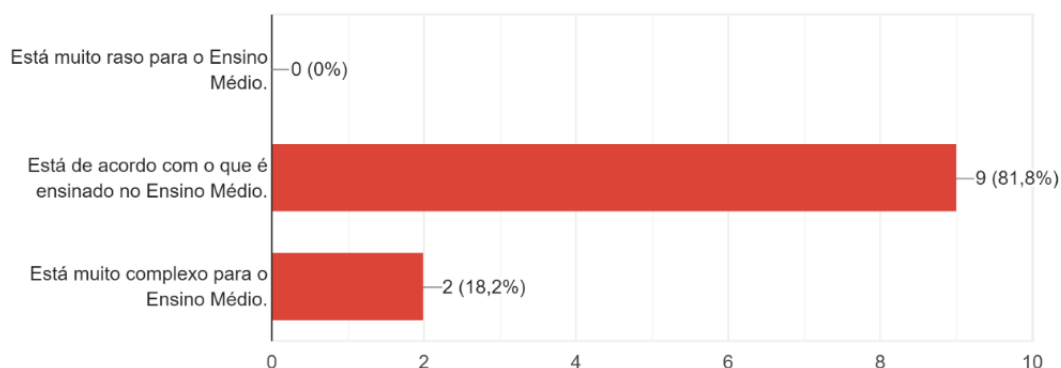
suficientes para auxiliar a aplicação da SD e acreditam que o produto elaborado é um material didático útil para os professores da educação básica. Além disso, a grande maioria dos professores (90,9%) afirmaram que utilizariam essa SD nas suas aulas.

Em relação ao conteúdo da SD, 81,8% dos avaliadores responderam que está de acordo com o que é ensinado no Ensino Médio, enquanto 18,2%, acreditam que o conteúdo está muito complexo, tal como observado no GRÁFICO 1. No entanto, todos os conteúdos planejados nesta SD são indicados na BNCC (BRASIL, 2018) e no Itinerário Formativo de Biotecnologia do Paraná (PARANÁ, 2021). Portanto, estão de acordo com o que deveria ser ensinado no Ensino Médio. Ainda, vale ressaltar que a ciência está em constante transformação, portanto, a atualização do que é ensinado na Educação Básica é fundamental para aproximar a ciência da sociedade e promover o letramento científico.

GRÁFICO 1 - AVALIAÇÃO DA SD: CONTEÚDO

2 - Sobre o conteúdo da Sequência Didática, assinale:

11 respostas



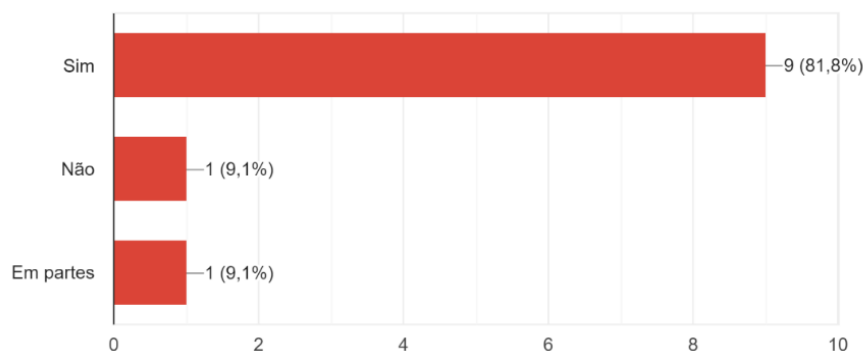
FONTE: A autora (2021).

Quando questionados sobre a capacidade da SD promover o Letramento Científico, 9 avaliadores responderam que a proposta cumpre com este objetivo, 1 avaliador respondeu que em partes e 1 respondeu que não (GRÁFICO 2).

GRÁFICO 2 - AVALIAÇÃO DA SD: LETRAMENTO CIENTÍFICO

5 - Na sua opinião, a sequência promoveria o letramento científico?

11 respostas



FONTE: A autora (2021).

Os avaliadores que responderam “em partes” e “não” justificaram-se da seguinte maneira, respectivamente:

A sequência contribuiria para isso, mas ela por si só não promoveria o letramento. Letramento científico é um processo longo, demanda tempo e muitas atividades (Docente A).

Respondi não pelo fato de nunca ter tido a experiência de usar essas sequências didáticas para ensinar sobre biotecnologia. Se for avaliar as sequências pelo conteúdo que nela há, posso afirmar que o material é extremamente rico e atualizado, embora não tenha aberto todas as referências de materiais de apoio. Olhei algumas e achei todas muito pertinentes e de ótima qualidade. Agora, voltando ao raciocínio, não posso afirmar que a presença de tantos materiais de apoio, juntamente com as atividades e discussões, alcançariam o objetivo principal: o letramento científico. Do modo como penso, a quantidade e a qualidade não são garantias de nada, agora, péssima qualidade e quantidade sim só podem gerar um resultado, que não é o caso da do seu material. Achei muito interessante a escolha dos textos pequenos na língua inglesa, embora não possa afirmar que os alunos estariam aptos a compreenderem o conteúdo do artigo por causa da língua estrangeira e dos termos científicos (Docente B).

No entanto, apesar dessas considerações, a SD proposta está fundamentada sobre pilares do Letramento Científico, conforme será discutido no próximo Capítulo. Os avaliadores que responderam “sim”, justificaram-se da seguinte forma:

Acredito que a Sequência Didática em questão pode proporcionar o letramento científico primeiramente por fazer os alunos reconhecerem a ciência no cotidiano; além de criar problematizações na mente dos alunos, faz com que estes necessitem organizar seu pensamento, encaixando os conceitos da biotecnologia tanto para escreverem quanto para falarem durante a arguição de forma argumentativa; aplicando a linguagem científica aprendida durante as aulas, consequentemente colocando os alunos em uma posição ativa (Docente C).

A Sequência Didática em questão explora diversas linguagens em uma abordagem CTS, assim conecta vários temas, perspectivas e materialidades significantes sobre biotecnologia que, a meu ver, são potencialmente favoráveis ao letramento científico (Docente D).

Estimula a argumentação sobre temas sociocientíficos a partir de: a) conhecimentos escolares, b) interpretação de dados, c) interpretação da realidade posta científica e socialmente, d) avança no sentido da conscientização, e) aborda temas relevantes para a atualidade (Docente E).

Ensino de ciências contextualizado buscando desenvolver aspectos críticos (Docente F).

A proposta parte de uma grande temática (biotecnologia) na qual serão explicados os conteúdos, os fundamentos teóricos e as implicações no cotidiano, por exemplo. O aluno ao entrar em contato com essas informações e durante as atividades propostas, poderá formular explicações para as questões, discutir dados, compreender a ciência e utilizá-la como base para a solução de algum problema (Docente G).

A sequência apresentada possibilita ao aluno a compreensão de conceitos científicos e oportuniza a aplicação desses conceitos em sala de aula, levando-o a pensar em uma perspectiva científica (Docente H).

Pensando o letramento científico como a compreensão de conceitos científicos e a capacidade de aplicar esses conceitos na intenção de pensar sob uma perspectiva científica, a sequência didática apresenta esse objetivo. A utilização dos três momentos pedagógicos é uma abordagem interessante para o tema (Docente I).

Com toda certeza o instrumento produzido permite atingirmos aquilo que mais se necessita para o ensino/aprendizagem do aluno, isto é, a sequência didática permite que utilizemos todo o potencial presente no aluno, aproximando-o da realidade e permitindo que o conteúdo tenha sentido um sentido horizontal com sua vida. Se não aprender algo pelo X aprenderá algo pelo Y (Docente J).

A SD oferece uma gama de possibilidades acerca dos aportes científicos que permeiam a temática (Docente K).

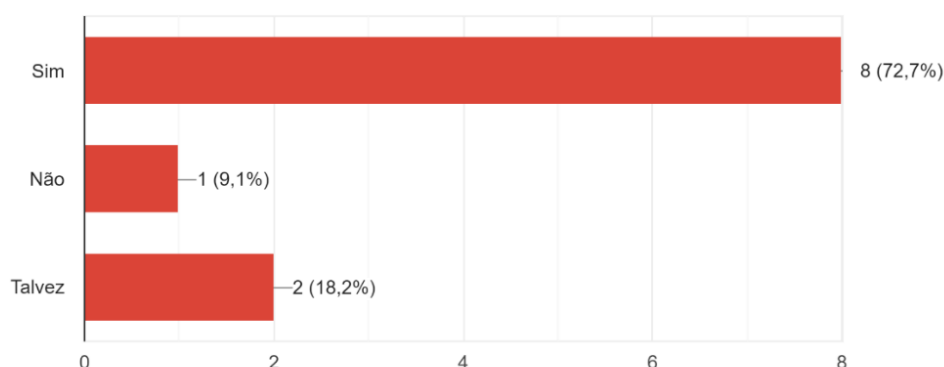
Em concordância com estes avaliadores e com os teóricos do Letramento Científico é possível afirmar que a SD promoveria esse objetivo a depender da habilidade do professor em utilizá-la adequadamente. Certamente, muitos destes dados carecem de um tratamento analítico mais aprofundado, mas em função do tempo para conclusão deste trabalho optou-se apenas em apresentá-los.

Em relação a capacidade da SD em contribuir com a superação da metodologia tradicional de ensino, 72,7% acreditam que sim, 9,1% acreditam que não e 18,2% responderam “talvez”, tal como demonstrado no GRÁFICO 3.

GRÁFICO 3 - AVALIAÇÃO DA SD: ENSINO TRADICIONAL

7 - Você acredita que essa sequência pode contribuir para superação da metodologia tradicional de ensino?

11 respostas



FONTE: A autora (2021).

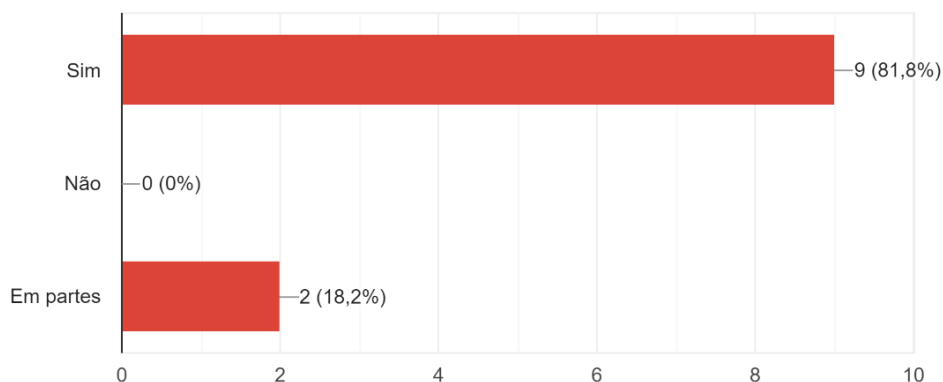
Considerando que a metodologia tradicional consiste na exposição teórica dos conteúdos por parte do professor e assimilação passiva das informações pelos estudantes, a SD, com toda certeza, superaria o ensino tradicional, já que toda sua fundamentação e orientação para uso indica a necessidade de estimular a participação ativa dos estudantes em todos os momentos pedagógicos. Caso contrário, a SD não cumprirá com os objetivos propostos.

Por fim, sobre a capacidade das atividades da SD em promover o protagonismo e uma aprendizagem ativa, 81,8% afirmaram que são suficientes, enquanto 18,2% acreditam que apenas em partes, tal como demonstrado no GRÁFICO 4. Ressalta-se que grande parte do aprendizado que pode ser construído com a utilização da SD depende do estudante, de sua participação e motivação para buscar novos conhecimentos. No entanto, cabe ao professor apresentar e estimular o interesse sobre os temas propostos.

GRÁFICO 4 - AVALIAÇÃO DA SD: PROTAGONISMO E APRENDIZAGEM ATIVA

9 - Sobre as atividades propostas, você acredita que são suficientes para promover o protagonismo do estudante e uma aprendizagem ativa?

11 respostas



FONTE: A autora (2021).

Em suma, de acordo com todas as respostas, considerações e comentários dos avaliadores, de maneira geral, a SD cumpre com os objetivos propostos, sendo capaz de promover o letramento científico e uma aprendizagem ativa. Além disso, fornece um material didático com enfoque CTS e com metodologias ativas para a educação básica com grande aplicabilidade no Ensino Médio.

4 INTERFACES PARA O LETRAMENTO CIENTÍFICO

A Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) estabelece para a área de Ciências da Natureza o compromisso com o desenvolvimento do letramento científico de modo a capacitar os estudantes a compreensão, a interpretação e a transformação do mundo com base nos aportes científicos, com a finalidade de promover “o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo” para o pleno exercício da cidadania (BRASIL, 2018, p. 321). Para tanto, o ensino de Ciências da Natureza deve assegurar o acesso a diversidade de conhecimentos científicos e aproximar de forma gradativa aos processos, práticas e procedimentos da investigação científica (BRASIL, 2018).

Nesta perspectiva, durante o Ensino Médio, os conhecimentos científicos devem possibilitar a capacidade de investigar, analisar e discutir situações-problema

sob diferentes contextos socioculturais, de compreender e interpretar leis, teorias e modelos, e aplicá-los na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais (BRASIL, 2018). Ainda, destaca-se na BNCC, a necessidade de contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia, possibilitando analisar relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente; a aproximação aos processos e práticas de investigação a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido; e a apropriação de linguagens específicas das Ciências da Natureza e suas Tecnologias (BRASIL, 2018).

Segundo Sasseron e Carvalho (2008), há três eixos estruturantes da Alfabetização Científica que promovem a cidadania, que julgo também estruturantes do Letramento Científico. O primeiro refere-se a compreensão básica de conceitos e conhecimentos científicos fundamentais, já o segundo a compreensão da natureza da ciência e as implicações éticas e políticas de sua prática, enquanto o terceiro, ao entendimento das relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

Hodson (2004; 2011) discute quatro etapas de desenvolvimento do estudante para o alcance do letramento científico, as quais estão intimamente relacionadas ao enfoque CTS e a proposta desenvolvida. A primeira é a capacidade de identificar impactos sociais da ciência e da tecnologia e a influência cultural sobre elas; a segunda é a capacidade de relacionar o desenvolvimento científico e tecnológico com as desigualdades sociais; já a terceira, refere-se à capacidade de avaliar e estabelecer posicionamentos críticos e, por fim, a quarta é a capacidade de tomar decisões e atitudes para resolução de problemas socioambientais.

A partir desse contexto, pôde-se estruturar três interfaces principais para o letramento científico abordados na sequência didática, são elas: Problematização Social, Conhecimento Científico e Aplicações Tecnológicas, os quais são discutidos a seguir:

4.1 A INTERFACE: PROBLEMATIZAÇÃO SOCIAL

Para alcançar o pleno Letramento Científico é necessário compreender, interpretar e atuar frente aos problemas sociais. Para Fourez (1995), o indivíduo além de possuir conhecimento científico deve ser capaz de compreender as relações interdisciplinares em um contexto concreto. De acordo com Arroio (2013):

Os conteúdos disciplinares deveriam ser tratados, na escola, de modo contextualizado, estabelecendo-se, entre eles, relações interdisciplinares e colocando sob suspeita tanto a rigidez com que tradicionalmente se apresentam quanto o estatuto de verdade atemporal dado a eles (ARROIO, 2013, p. 166)

Nessa perspectiva, questionar e refletir sobre os aspectos científicos, culturais, ambientais, tecnológicos, políticos e econômicos que fundamentam a sociedade é imprescindível. As atividades propostas na SD, principalmente as etapas de Problemática Inicial, tem esse objetivo. Sendo assim, pode-se afirmar que possibilitam a reflexão sobre esses aspectos e instiga a busca por novos conhecimentos. Dessa maneira, há a possibilidade de discutir assuntos polêmicos, éticos e em ampla discussão na sociedade, possibilitando a compreensão das diferentes opiniões e estimulando o posicionamento crítico frente as questões científicas. Segundo Arroio (2013), o ensino de Ciências proporciona a compreensão do mundo em diferentes dimensões: humana, social e cultural. Além disso, a cultura científica possibilita o desenvolvimento da habilidade de observar, questionar, investigar e entender o mundo ao seu redor (ARROIO, 2013).

Portanto, a SD possibilita o letramento científico, já que, de acordo com Sasseron e Carvalho (2008), essa habilidade se desenvolve quando o indivíduo é capaz de compreender os conhecimentos científicos do seu cotidiano e de se posicionar frente as questões sociais com respaldo científico.

4.2 A INTERFACE: CONHECIMENTO CIENTÍFICO

Outro aspecto importante para o Letramento Científico é a discussão e análise crítica dos conteúdos científicos. Compreender a base científica por trás das inovações tecnológicas são essenciais para que o estudante possa se posicionar e utilizar os conceitos científicos em sua vida cotidiana. De acordo com Arroio (2013), aprender Ciências não significa apenas aprender os conteúdos científicos, mas também seus métodos de investigação e sua dinâmica com a sociedade, política e economia. Assim, pode-se dizer que, conforme Krasilchik e Marandino (2004, p. 14), o processo de alfabetização científica em ciências é “contínuo e transcende o período escolar, demandando a aquisição permanente de novos conhecimentos”.

Ainda, Krasilchik e Marandino (2004) defendem que o conhecimento científico é a base necessária para analisar questões controversas e conflitantes, que

dependem de valores pessoais e sociais. Para refletir e atuar sobre essas questões é necessário que o cidadão seja letrado em ciências. Pois, de acordo com Krasilchik e Marandino (2004):

Considerando que, de um lado, há um crescimento marcadamente amplo da ciência e da tecnologia e, de outro, situações que agravam a miséria, a degradação ambiental e os conflitos étnicos, sociais e políticos, é preciso que os cidadãos estejam em condições de usar seus conhecimentos para fundamentar suas posições e ações (KRASILCHIK; MARANDINO, 2004, p. 34).

As abordagens utilizadas na Organização do Conhecimento, como a utilização de vídeos, leituras e materiais didáticos, permitem o desenvolvimento da autonomia dos estudantes, já que permite a interpretação dos diferentes contextos de acordo com a sua realidade. Fourez (1995) discute que um indivíduo autônomo deixa de depender de manuais prontos para sua compreensão e adquire a capacidade de tomar decisões e negociar em diferentes cenários sem depender de um especialista ou de um manual. Nesse aspecto, o professor deixa de ser um mero transmissor de informações e passa atuar na mediação do conhecimento, auxiliando nas dúvidas e proporcionando discussões mais aprofundadas e específicas da área científica. A SD também possibilita a autonomia do docente, já que, ele pode escolher a melhor maneira de trabalhar com os materiais recomendados e utilizá-los de acordo com as necessidades de seus discentes.

4.3 A INTERFACE: APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS

Outro aspecto a ser destacado é a aplicação do conhecimento científico para a resolução dos problemas sociais, que resultam no desenvolvimento de tecnologias. De acordo com Arroio (2012, p. 13), “o ensino de Ciências da Natureza hoje busca formar pessoas que atuem na sociedade e que possam usar o conhecimento aprendido na escola não apenas para realizar exames e provas, mas para uma vida melhor”.

As atividades propostas na etapa de Aplicação do Conhecimento têm como objetivo favorecer o protagonismo e a autonomia dos estudantes, a fim de possibilitar a investigação de novos conhecimentos a partir das reflexões e discussões realizadas nas aulas visando a resolução de problemas. Além disso, um cidadão letrado

cientificamente deve se apropriar das linguagens específicas da área científica, o que implica no desenvolvimento de habilidades de comunicação, de análises de dados, apresentação de resultados e de divulgação científica. De acordo com Shamos (1995) não basta saber ler o vocabulário científico, é necessário desenvolver a capacidade de conversar, discutir, ler, criticar e escrever com coerência em um contexto não-técnico, e de forma significativa. Isso envolve a compreensão dos impactos científicos e tecnológicos sobre a sociedade.

Nessa perspectiva, as atividades propostas, como a leitura e interpretação de textos; análise de notícias; discussões e debates éticos; análises de vídeos e conceitos científicos; identificação das implicações sociais e ambientais decorrentes do avanço técnico-científico; produção de materiais didáticos; audiovisual e projeto científico; instigam o desenvolvimento de habilidades, o posicionamento crítico frente a diferentes contextos e a formação para a cidadania.

Nota-se que as três interfaces discutidas são inter-relacionadas e interdependentes. Além disso, relacionam-se com a abordagem CTS ao evidenciar as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Portanto, a SD cumpre com os objetivos propostos e poderá ser utilizada por professores da educação básica auxiliando-os a desenvolver uma metodologia de ensino contextualizada, mais instigadora, contribuindo substancialmente com o letramento científico e valorização do conhecimento científico.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de Genética e Biotecnologia é fundamental no âmbito da educação científica para a formação de sujeitos críticos, responsáveis e letrados cientificamente. Por meio desses saberes é possível compreender o mundo e tecer relações entre o conhecimento Científico e Tecnológico com a Sociedade. Dessa maneira, compreende-se a importância do conhecimento científico e utiliza-se no cotidiano.

Para que isso de fato se concretize, as metodologias de ensino na educação básica devem estimular, inspirar e possibilitar autonomia aos estudantes. Nesse sentido, defende-se a utilização de metodologias ativas e inovadoras, onde o estudante deixa de ser um mero receptor de informações e passa a ser protagonista do seu aprendizado.

Com base nessas premissas, a Sequência Didática foi elaborada buscando abordar os temas mais atuais da Biotecnologia de maneira contextualizada e integrada com os eixos Ciência, Tecnologia e Sociedade, a fim de contribuir com o letramento científico e possibilitar uma aprendizagem ativa. Nessa perspectiva, esse trabalho apresenta inúmeras contribuições a respeito desses temas e discussões que podem ser utilizados por futuros estudos.

A Sequência Didática proposta está de acordo com orientações da BNCC para o letramento científico e poderá ser utilizada como material didático para o ensino de Genética e Biotecnologia na educação básica, de modo que propicia ferramentas para metodologias ativas de ensino.

O material poderá, inclusive, ser adaptado de acordo com as diferentes realidades e condições escolares, podendo ser utilizada no ensino presencial, remoto ou híbrido. Devido às condições impostas pela pandemia do Covid-19, a SD não passou por um processo de validação no contexto escolar, o que possibilita a realização de novos estudos acerca de sua aplicabilidade, visto que foi validada de maneira informal.

Por fim, espera-se que esse trabalho e suas contribuições sejam aproveitadas da melhor maneira possível e que possam auxiliar no processo educativo seja na prática docente ou no aporte teórico. Já que apresenta contribuições para a formação de professores, com discussões a respeito do Letramento Científico, com a aplicação dos Três Momentos Pedagógicos e com o ensino de Biotecnologia. Portanto, recomenda-se o seu uso para a efetiva prática docente.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M.; BEGO, A. M. Levantamento bibliográfico acerca de elementos do planejamento didático-pedagógico na área de Ensino de Ciências. In **Atas do XV evento de Educação em Química (EVEQ)**, (pp. 1-10). Araraquara, SP, 2017.
- ANDRADE, M.A.B.S. CAMPOS, L.M.L. Análise da aplicação da Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino de biologia. **Associação Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências** - Atas do V ENPEC, UNESP, 2005.
- ARAUJO, A.B., GUSMÃO, F.A.F. As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na educação básica brasileira. **10º Encontro Internacional de Formação de Professores e 11º Fórum Permanente de Inovação Educacional**, 2017.
- ARROIO, A. **O Ensino de Ciências da Natureza**. Xamã, São Paulo, 2012.
- ARROIO, A.; GIORDAN, M. O vídeo educativo: aspectos da organização do ensino. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 8-11, 2006.
- ARROIO, A. O ensino de Ciências da Natureza para uma sociedade contemporânea. In: Carvalho, M. **Formação de professores: múltiplos enfoques**. Editora Sarandi, 2013.
- ARTIGUE, M. Ingénierie Didactique. In: BRUN, J. **Didactique des Mathématiques. Lausanne**: Delachaux et Niestlé, p. 243-274. 1996.
- BACICH L., MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BASTOS, M. R., SILVA-PIRES, F. E. S., FREITAS, C. A. V., TRAJANO, V. S. A utilização de sequências didáticas em biologia: revisão de artigos publicados de 2000 a 2016. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.
- BAZZO, W. A.; VON LINSINGEN, I.; PEREIRA, L. T. V. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Madri: Organização dos Estados Iberoamericanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (Cadernos de Ibero-América), 2003.
- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.
- BERK, A.; ROCHA, M. O Uso De Recursos Audiovisuais No Ensino De Ciências: Uma Análise Em Periódicos Da Área. **Revista Contexto Educação**, Ijuí,, v. 34, n. 107, p. 72–87, 2019.

BONZANINI, T. K, BASTOS, F. Temas da Genética contemporânea e o Ensino de: que materiais são produzidos pelas pesquisas e que materiais os professores utilizam?. **VIII ENPEC**, 2011.

BORÉM, A. et al. **Biotecnologia de A a Z**. Viçosa: Editora UFV, 2003.

BORGES, R. M. R.; LIMA, V. M. R. Tendências contemporâneas do ensino de Biologia no Brasil. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 1, p. 165- 175, 2007.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA)**: Matriz de Avaliação de Ciências. Brasília: Inep, 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Parte III: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

CACHAPUZ, A., GIL-PEREZ, D., CARVALHO, A. M. P., PRAIA, J., VILCHES, A. A necessária renovação do ensino das ciências. **Cortez**, São Paulo, 2005.

CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. **Didática das ciências: o ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 1999.

CATARINACHO, R. L. **O Ensino de Genética com Super-Heróis: Uma Abordagem Mutante na Sala de Aula**. São Paulo, 2011. 32p. (Monografia – Universidade Presbiteriana Mackenzie).

CORTE, V. B., SANTOS, C. R., SILVA, R. H. W., FILHO, J. R., ARAÚJO, M. P. M. Uma abordagem interdisciplinar no estudo da vida marinha e meio ambiente. In: CORTE, V. B.; ARAÚJO, P. M.; SANTOS, C. R. **Sequências didáticas para o ensino de ciências e biologia**. Curitiba: CRV, 2020.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.; PERNAMBUCO, M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos** / colaboração: Gouvêa A. São Paulo: Cortez, 5 ed., 2018.

DUTRA, J. de L.; GIORDANI, S.; MALACARNE, V. Um olhar para a ênfase em CTS no ensino de Ciências: O currículo da rede municipal de ensino de Cascavel - anos iniciais. **V Seminário Nacional Interdisciplinar em experiências educativas**, Anais, p. 1083-1093, 2015.

FABRI, F. SILVEIRA; R. M. C. F; NIEZER, T. M. Ensino de Ciências nos anos iniciais e a abordagem CTS: uma experiência pedagógica na formação de professores. **Espacios**, Caracas, v. 35, n. 6, p. 9, 2014.

FILHO, G. E., SAUER, L. Z., ALMEIDA, N. N., VILLAS-BOAS, V. Fundamentos de aprendizagem ativa. In:_____. **Uma nova sala de aula é possível: aprendizagem ativa na educação em engenharia**. 1ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019. p. 40.

FOUREZ, G. **A Construção das Ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências**. São Paulo: Ed. UNESP, 1995.

GIACÓIA, L. R. D. **Conhecimento básico de genética: concluintes do ensino médio e graduandos de ciências biológicas**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. Bauru / SP, 2006.

GIL, A. C. Métodos Ativos. In:_____. **Metodologia do Ensino Superior**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2020. p. 96-98.

GRIFFITHS, A. J. F.; GELBART, W. M., MILLER, J. H., LEWONTIN, R. C. **Genética Moderna**. São Paulo, Guanabara Koogan, 2001.

HODSON, D. Going Beyond STS: Towards a Curriculum for Sociopolitical Action. **The Science Education Review**, v. 3, v. 1, p. 2-7, 2004.

HODSON, D. Looking to the Future: Building a Curriculum for Social Activism. **Sense Publishers**, 2011.

KRASILCHIK, M. **Práticas de Ensino de Biologia**. 4ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

KRASILCHIK, M; MARANDINO, M. **Ensino de Ciências e Cidadania**. Editora Moderna, 1ª ed, São Paulo, 2004.

LAUTHARTTE, L. C.; FRANCISCO JUNIOR, W. E. Bulas de medicamentos, vídeo educativo e biopirataria: uma experiência didática na Amazônia. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 3, p. 178-184, 2011.

LEAL, C. **Sequência Didática- Brincando em sala de aula: Uso de jogos cooperativos no ensino de ciências**. 2013. 18 f. Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências – PROPEC. Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro Campus Nilópolis, RJ, 2013.

LORENZINI, N. M. P. & ANJOS, C. R. dos, Teoria de modelos e o ensino de biologia: o diálogo entre teoria e prática. **Anais do IX Encontro “Perspectivas do Ensino de Biologia**. Campinas, São Paulo: Graf. FE, 2004.

MARTINS, C. A. Linguagens audiovisuais na escola: o cinema na construção de uma educação do olhar. **Saber Acadêmico**, n. 1, 2006.

MÉHEUT, M. Teaching-learning sequences tools for learning and/or research. In: BOERSMA, K.; GOEDHART, M.; JONG, O. de; EIJELHOF, H. (Eds.). *Research and Quality of Science Education*. Holanda: Springer, p. 195-207. 2010.

MOZAFARI, M.; TARIVERDIAN, T.; BEYNAGHI, A. Trends in Biotechnology at the Turn of the Millennium. **Recent Patents on Biotechnology**, v.14, p.78-82, 2019. DOI:10.2174/1872208313666190924162831.

NICOLA, J. A.; PANIZ, C.M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de biologia. **Infor, Inov. Form.**, Rev. NEaD-Unesp, São Paulo, v. 2, n. 1, p.355-381, 2016. ISSN 2525-3476.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná. Curitiba, PR: SEED/PR, 2021.

REIS, Pedro. Desafios à Educação em Ciências em Tempos Conturbados. **Ciênc. educ.**, Bauru, v. 27, 2021. DOI:10.1590/1516-731320210000.

SANT'ANNA, I.; SANT'ANNA, V. **Recursos Educacionais para o Ensino: quando e por quê?** Editora Vozes, 2004.

SANTOS, B. de S. **A cruel pedagogia do vírus**. Coimbra: Edições Almedina, abr. 2020.

SANTOS, D. F.; PRUDÊNCIO, C. A. V. O uso de sequências didáticas no ensino sobre microrganismos: uma revisão da literatura em periódicos e eventos nacionais. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n.3, p. 577-600, 2020.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 02, n. 02, p.110-132, 2002.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigação em Ensino de Ciências**. Rio Grande do Sul, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1ed. São Paulo: Cengage Learning, v. 1, p. 41-62, 2013.

SHAMOS, M. H.. The myth of scientific literacy. New Brunswick: Rutgers University Press, 1995.

SILVA, A. F.; FERREIRA, J. H.; VIEIRA, C. A. O ensino de ciências no ensino fundamental e médio: reflexões e perspectivas sobre a educação transformadora. **Revista Exitus**, Santarém/PA, v. 7, n. 2, p. 283-304, 2017.

SILVEIRA, R. M. C. F.; FABRI, F. Ensino de Ciências, alfabetização científica e tecnológica e enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade: o que pensam docentes dos anos iniciais do ensino fundamental em exercício. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, Liberdade, v. 11, n. 4, p. 129-148, 22 jul. 2020.

UNESCO. **New trends in primary school science education**. Vol 1. Paris, 1983.

VASCONCELLOS, C. S. **Construção do conhecimento em sala de aula**. 15ª ed. Libertad, São Paulo, 2004.

VASCONCELOS, F. C. G. C.; LEÃO, M. B. C. Utilização de recursos audiovisuais em uma estratégia flexquest sobre radioatividade. **Investigações em Ensino de Ciências**, Rio Grande do Sul, v. 17, n. 1, p. 37-58, 2012.

VASCONCELOS, I. A metodologia enquanto ato político da prática educativa. In: CANDAU, V. M. (Org.) **Rumo a uma nova didática**. 8. ed. Petrópolis: Vozes, 1996. p. 97-104.

ZABALA, A. **A prática educativa: Como Ensinar**; trad. Ernani F. da F. Rosa. Arned, Porto Alegre, 1998.

APÊNDICE 1 – PRODUTO EDUCACIONAL



BIOTECNOLOGIA: PROBLEMATIZAÇÃO, ORGANIZAÇÃO E APLICAÇÃO

PROPOSIÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

GISELE TATIANE SOARES DA VEIGA



APRESENTAÇÃO

A sequência didática (SD) aqui apresentada foi desenvolvida no TCC intitulado: “A proposição de uma sequência didática sobre biotecnologia para o ensino médio: interfaces para o letramento científico” elaborado pela Gisele T.S. da Veiga, sob orientação do profº Leandro Siqueira Palcha, da UFPR. Pretende-se com esse trabalho fornecer um material didático para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos de biotecnologia no ensino médio, que contribua para o letramento científico e possibilite a utilização de metodologias ativas.

Para isso, os conteúdos foram organizados em 8 aulas de 50 minutos, nos quais buscou-se abordar os principais avanços e discussões à respeito da biotecnologia em uma abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). A SD foi elaborada de acordo com os Três Momentos Pedagógicos (Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento) propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002).

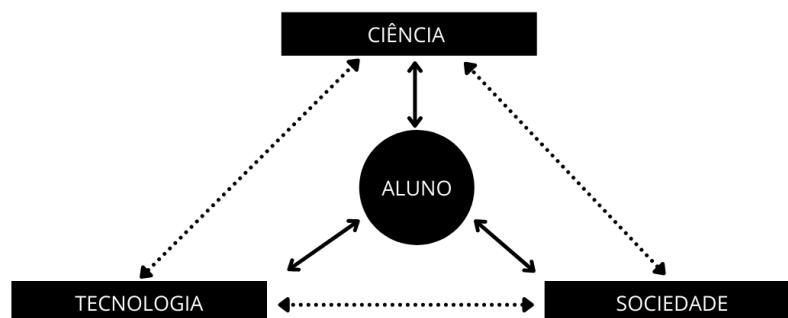
Dessa maneira, a partir de uma problematização, para cada aula foram propostas atividades, leituras e vídeos para motivar a discussão dos temas e possibilitar a autonomia e protagonismo do estudante no seu aprendizado. Espera-se que esse material seja aproveitado e que possa contribuir para a educação científica.

Cordialmente,
Gisele Tatiane Soares da Veiga

METODOLOGIAS ATIVAS, ENFOQUE CTS E LETRAMENTO CIENTÍFICO

As metodologias ativas compreendem uma ampla diversidade de estratégias de ensino que visam promover o protagonismo dos estudantes no processo de aprendizagem, contribuindo para um ensino ativo, mais atrativo, instigante e motivador.

Entre as possíveis abordagens o enfoque CTS pode promover o letramento científico e a formação para a cidadania ao possibilitar a compressão da dimensão social da ciência e da tecnologia de modo contextualizado com a realidade global, conforme esquematizado abaixo.



O Letramento Científico (LC) consiste na capacitação para a compreensão, a interpretação e a transformação do mundo com base nos aportes científicos. A partir dessa definição, uma pessoa letrada cientificamente deve possuir as competências de: explicar fenômenos cientificamente; avaliar e planejar investigações científicas; e interpretar dados e evidências cientificamente (BRASIL, 2015).

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A SD foi elaborada segundo os Três Momentos Pedagógicos propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002). De acordo com os autores, defini-se:

Problematização Inicial: Momento no qual serão propostas situações que os estudantes já conhecem a fim de investigar e problematizar os conhecimentos prévios dos estudantes, buscando estimulá-los a buscar novos conhecimentos.

Organização do Conhecimento: Momento no qual serão abordados os conteúdos científicos e tecnológicos necessários para a compreensão e resolução do problema proposto inicialmente.

Aplicação do Conhecimento: Momento no qual serão propostas atividades para que o aluno compreenda não apenas o problema abordado em aula, mas que seja capaz de identificar e buscar soluções científicas e tecnológicas para situações reais do seu cotidiano.

ORIENTAÇÕES GERAIS

Nas próximas páginas desse material está apresentado o planejamento e o desenvolvimento da sequência didática. Recomenda-se que sejam utilizados todos os materiais de apoio, mas cabe lembrar que a autonomia e protagonismo dos estudantes e do professor é essencial para a fluidez das aulas. Sendo assim, os materiais podem e devem ser utilizados, mas também podem servir como base para elaboração de apresentações e para guiar as discussões.

Além disso, cada material utilizado, como vídeos, leituras, cartilhas e notícias devem ser contextualizados, explicados e discutidos a fim de garantir um melhor aproveitamento do material e das aulas. Ressalta-se a importância de estimular a participação e curiosidade dos estudantes em todas as etapas da aula para que sejam melhor aproveitadas. Ademais, a SD pode ser adaptada em relação ao tempo, aprofundamento dos conteúdos e modelo de ensino (presencial, remoto ou híbrido). Por fim, espera-se que o material seja utilizado da melhor maneira possível.

Observação: As figuras utilizadas nesse material são exemplificações de como os conteúdos podem ser sintetizados.

PLANEJAMENTO

Título: Biotecnologia: Problematização, Organização e Aplicação.

Público Alvo: Estudantes do 3º ano do Ensino Médio.

Conteúdos: Clonagem, transgênicos, tecnologia do DNA recombinante, vacinas, aplicações biotecnológicas, células tronco e terapias gênicas e sustentabilidade.

Recursos: Serão utilizados slides preparados pelo professor, artigos científicos, notícias, cartilhas educativas e vídeos disponíveis no YouTube.

Objetivo Educacional: Fornecer subsídios para utilização dos conhecimentos científicos na resolução de problemas, nas discussões sociais, nas tomadas de decisão de maneira crítica, ética e responsável.

Avaliação: A avaliação é um processo contínuo, portanto, cada etapa da sequência didática será avaliada de acordo com a participação dos estudantes e com a realização das atividades propostas.

AULA 1

O QUE É BIOTECNOLOGIA E QUAIS SUAS IMPLICAÇÕES?

Problematização Inicial: A biotecnologia é uma ferramenta antiga que desde seus primórdios tem contribuído com o avanço científico. Pensando nisso, qual a importância da genética e da biotecnologia para o desenvolvimento social, científico e tecnológico da sociedade? Quais suas áreas de atuação? Quais as premissas básicas dessas tecnologias e quais as suas implicações sociais?

A partir desses questionamentos o professor estimulará o debate e a reflexão sobre os temas. O vídeo 1 e as leituras indicadas no material de apoio poderão ser utilizado para enriquecer a discussão.



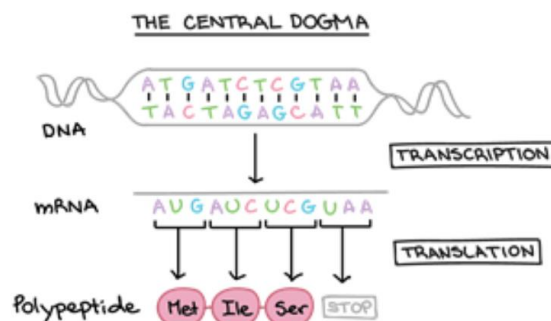
Vídeo 1



FONTE: StudyMaps (2021).

AULA 1

Organização do Conhecimento: Nesta etapa algumas questões mais específicas sobre os fundamentos biológicos e genéticos da biotecnologia serão exploradas, como o dogma central da biologia e a manipulação de microrganismos e do material genético. Para isso, sugere-se a utilização do vídeo 2 e a elaboração de um esquema na lousa.



Vídeo 2

FONTE: Khan Academy (2018).



FONTE: MOZAFARI; TARIVERDIAN; BEYNAGHI (2019).

Aplicação do Conhecimento: Será desenvolvido um trabalho, em grupos, sobre um dos temas levantados na discussão inicial, em que será produzido um material de divulgação (cartaz, vídeo, desenho, cartilha, entre outros), contendo os aspectos biotecnológicos, as bases genéticas envolvidas e as implicações sociais, a ser entregue na próxima aula.

AULA 1

MATERIAL DE APOIO:

Video 1: “O que é BIOTECNOLOGIA e o que ela pode fazer por nós?” Professor Albert, YouTube, 2021. (5:21). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=A2kZr3GWeIM>.

Video 2: “Do DNA a proteína” Inteligentista, YouTube, 2019. (3:14). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=6nxRxoGME_I.

Leitura 1: VICTORINO, V. I. P. A revolução da biotecnologia: questões da sociabilidade. Tempo Social; Rev. Sociol. USP, S. Paulo, 12(2): 129-145, novembro de 2000.

Leitura 2: MOZAFARI, M., TARIVERDIAN T.; BEYNAGHI A. Trends in Biotechnology at the Turn of the Millennium. Recent Patents on Biotechnology, 2020.

Leitura 3: GUSMÃO, A. O. M.; SILVA, A. R.; MEDEIROS, M.O. A Biotecnologia e os avanços da sociedade. Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), 2017.

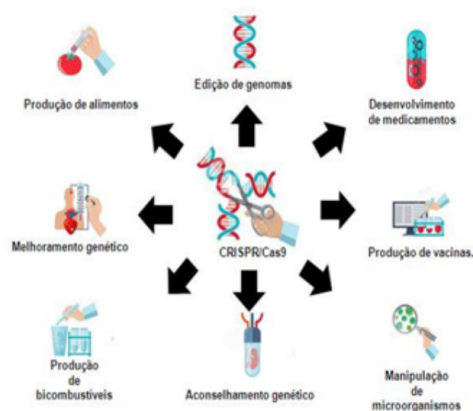
AULA 2

QUAIS AS APLICAÇÕES DA ENGENHARIA GENÉTICA?

Problematização Inicial: A engenharia genética revolucionou o mundo científico. Mas o que é a engenharia genética, de que forma ela é utilizada e quais são os dilemas éticos relacionados a utilização dessa técnica? Seria ético a edição de seres humanos? Para estimular a discussão sugere-se a utilização dos vídeos 1 e 2.

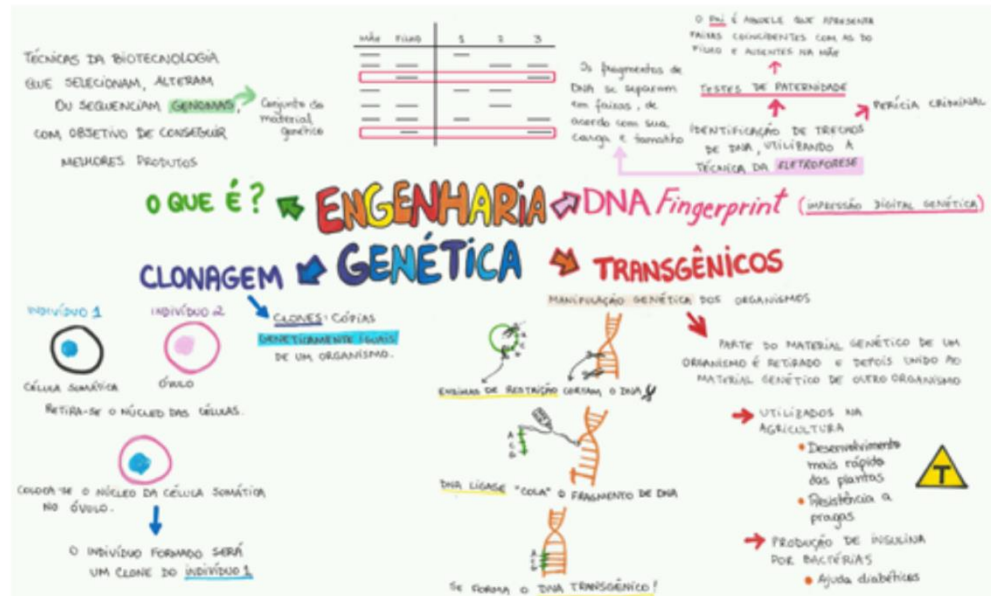


Organização do Conhecimento: Discussão de vídeos (3, 4 e 5) e leituras sobre engenharia genética, a fim de aprofundar questões referentes a extração do material genético, técnicas de PCR, sequenciamento, CRISPR e clonagem molecular. Utilizar as leituras indicadas no material de apoio.



FONTE: DIAS; DIAS (2018).

AULA 2



FONTE: Descomplica (2016)



Vídeo 3



Vídeo 4



Vídeo 5

Aplicação do Conhecimento: Elaborar um texto dissertativo-argumentativo sobre as implicações éticas da manipulação e edição genética em humanos utilizando o conteúdo discutido na aula e as leituras complementares.

AULA 2

MATERIAL DE APOIO:

Vídeo 1: “Engenharia Genética Natural: Francisco Gorgonio da Nóbrega at TEDxSaoJosedosCampos” TEDx Talks, 2013. (15:42). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=pKqPHhar2Ao>

Vídeo 2: “Bioethics | Biotechnology | Transgenic Organisms | GMO | Cloning | Don't Memorise” Don't Memorise, 2020. (5:58). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=6-Yl7nG0CVc>

Vídeo 3: “É possível clonar humanos?” Guia do Curioso, 2017. (4:04). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=IxbUtvT4iqM>.

Vídeo 4: “The 2020 Nobel Prize in Chemistry: How CRISPR-Cas9 works” Chemical & Engineering News, 2020. (2:32). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=trQtaludaD4>

Vídeo 5: “A Engenharia Genética Mudará Tudo Para Sempre – CRISPR” Kurzgesagt – In a Nutshell, 2016. (16:03). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=jAhjPd4uNFY>

Leitura 1: “Como remixar o DNA humano?”. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/prepare-se-seu-dna-ainda-sera-remixado/>)

Leitura 2: “O dilema ético envolvendo a criação de bebês geneticamente editados”. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-46394589>.

Leitura 3: “O impacto ético das novas tecnologias de edição genética”. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-80422017253202>.

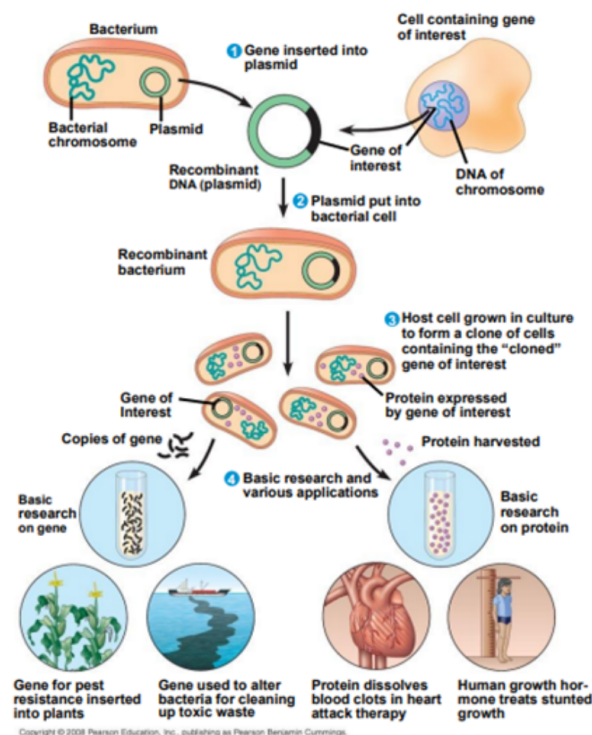
Leitura 4: DIAS, C.A.P; DIAS, J.M.R. O Sistema CRISPR/Cas como uma nova ferramenta biotecnológica na edição de genomas: aplicações e implicações. Rev. Ambiente Acadêmico, v.4, n.1, 2018.

AULA 3

QUAL O IMPACTO DOS OGMS NA SOCIEDADE?

Problematização Inicial: Muito se discute sobre transgênicos e OGMs, mas o que são e para que são desenvolvidos e utilizados? De que forma são obtidos? Esses organismos poderiam solucionar a produção agrícola? Ou seriam prejudiciais à saúde e ao meio ambiente? Essas perguntas serviram para estimular a participação dos estudantes na discussão em sala de aula.

Organização do Conhecimento: Discussão sobre os conceitos básicos da metodologia do DNA recombinante e da clonagem molecular, aplicação do DNA recombinante na obtenção dos OGMS por meio dos vídeos 1, 2 e 3. Sistematização na lousa como exemplificado abaixo.



FONTE: PEARSON EDUCATION (2008).



Vídeo 1

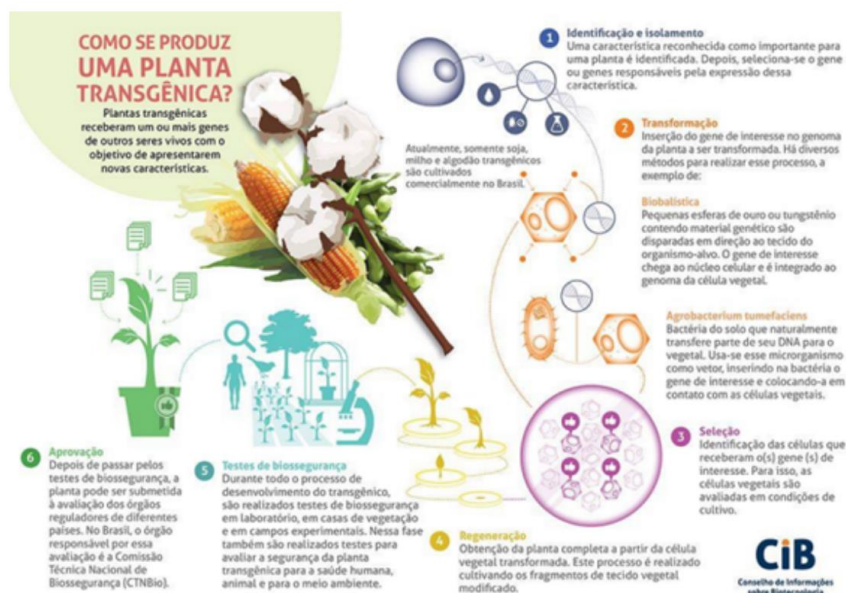


Vídeo 2



Vídeo 3

AULA 3



FONTE: CiB.

Aplicação do Conhecimento: Os estudantes receberão alguns textos impressos e terão acesso aos vídeos 4 e 5 (cada estudante receberá um material). Esses materiais discutem a problemática da utilização dos transgênicos, as suas possibilidades e limitações. A classe será dividida em dois grupos. Um grupo deverá apresentar argumentos a favor da utilização dos OGMs e o outro apresentar argumentos contrários.

Os estudantes terão 10-15 minutos para leitura dos materiais e preparo dos argumentos. Em seguida, cada equipe terá 5 minutos de fala, 5 minutos de arguição pela outra equipe e 3 minutos para rebater e concluir. O objetivo dessa atividade é induzir o pensamento crítico e a habilidade de analisar diferentes pontos de vista. Para finalizar, cada estudante individualmente produzirá uma cartilha contendo aspectos positivos e negativos que devem ser considerados na discussão sobre transgênicos e OGMs.



Vídeo 4



Vídeo 5



AULA 3

MATERIAL DE APOIO:

Vídeo 1: “Cortar, colar e clonar! O que é a Engenharia Genética?”

Instante Biotec, 2018 (4:34). Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=liMfyj6sQyQ>

Vídeo 2: “Como são feitos os animais transgênicos?” Instante

Biotec, 2015 (3:23); Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=Re6Bk5Q5Ma4>

Vídeo 3: “Organismos Geneticamente Modificados (OGM)” Minutos

Psíquicos, 2018 (6:16). Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=shJYZDzf4bg>

Vídeo 4: “CGMs (comida geneticamente modificada) são Boas ou

Más? Engenharia Genética e a Nossa Comida” Kurzgesagt – In a

Nutshell, 2017. (9:02). Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=7TmcXYp8xu4>

Vídeo 5: “Organismos Geneticamente Modificados” Facultad Online,

2018 (6:28). Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=5-](https://www.youtube.com/watch?v=5-1be3rbEns)

[1be3rbEns](https://www.youtube.com/watch?v=5-1be3rbEns)

Leitura 1: FONSECA, A.R. Organismos Geneticamente Modificados,

Qual o limite?. Scripta-Ingenia (5), Winter Solstice, December 21,

2015. Disponível em:

<https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/2904/1/art-3.pdf>

Leitura 2: FILHO, M. A. Transgênicos podem oferecer riscos para a

biodiversidade. Jornal da Unicamp, 2016. Disponível em:

[https://www.unicamp.br/unicamp/ju/651/transgenicos-podem-](https://www.unicamp.br/unicamp/ju/651/transgenicos-podem-oferecer-riscos-para-biodiversidade)

[oferecer-riscos-para-biodiversidade](https://www.unicamp.br/unicamp/ju/651/transgenicos-podem-oferecer-riscos-para-biodiversidade)

Leitura 3: ALVES, G. S. A biotecnologia dos transgênicos: precaução

é a palavra de ordem. HOLOS, 2004. Disponível em:

<https://doi.org/10.15628/holos.2004.33>

AULA 4

A BIOTECNOLOGIA PODE AUXILIAR NA RESOLUÇÃO DE CRIMES?

Problematização Inicial: A identificação de organismos vivos é uma das áreas em expansão devido as ferramentas biotecnológicas. Com base na leitura e discussão das manchetes abaixo sobre a aplicação da genética forense será discutido de que maneira a genética e a biotecnologia podem ter auxiliado na resolução desses problemas? Quais outras possíveis aplicações dessa metodologia?



FONTE: El País Brasil (2015); Bem Paraná (2019); Globo G1 (2014).

Organização do Conhecimento: Discussão sobre as possíveis fontes de DNA, o processamento, análise e interpretação dos resultados genéticos, marcadores genéticos, polimorfismos e técnicas de DNA fingerprint, por meio da utilização de slides e vídeos.



Vídeo 1



Vídeo 2



Vídeo 3

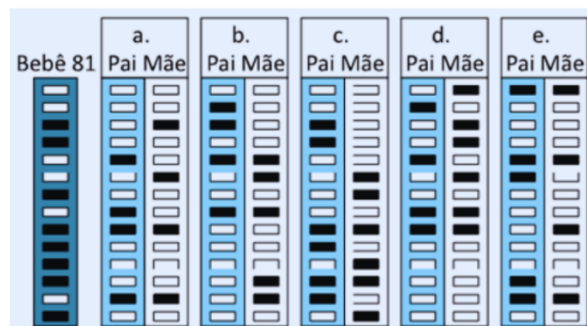
APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO:

1) Qual a importância da ciência na resolução de crimes e de que forma o conhecimento genético pode auxiliar nesse processo?

3) Fuvest-SP. Leia o texto a seguir e faça o que se pede:

Folhaonline, 14/02/2005. Adaptado.

Com base nos padrões de fragmentos de DNA na figura abaixo, qual dos casais pode ser considerado como pais biológicos do bebê 81?



AULA 4

MATERIAL DE APOIO:

Notícia 1: Ditadura Argentina: Como a ciência se aliou às Avós da Praça de Maio para achar seus netos | Internacional | EL PAÍS Brasil (elpais.com).

Notícia 2: Onze anos depois, teste de DNA 'entrega' assassino da menina Raquel Genofre - Bem Paraná (bemparana.com.br).

Notícia 3: G1 -Polícia Ambiental testa método para coibir tráfico de animais silvestres - notícias em Vida rural (globo.com).

Vídeo 1: “Como solucionar crimes usando o DNA” Instante Biotec, 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=rdoFwIPepdk>.

Vídeo 2: “Como é feito o teste de paternidade?” Instante Biotec, 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=qCKmtBXrdj0>.

Vídeo 3: “DNA Fingerprinting | Genetics | Biology | FuseSchool” FuseSchool - Global Education, 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=7onjVBsQwQ8>

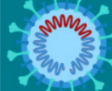
AULA 5

AS VACINAS PODEM SER OBTIDAS POR MEIO DA BIOTECNOLOGIA?

Problematização Inicial: Uma das mais importantes aplicações da biotecnologia é o desenvolvimento de vacinas. Pensando nisso, será discutido qual é o impacto da vacinação na população humana? De que forma as vacinas atuam? Como são produzidas e testadas? Afinal, as vacinas são seguras? No que se baseiam os movimentos antivacinas e como combatê-los? As leituras indicadas e os vídeos 1 e 2 são indicados para aprofundar a discussão.

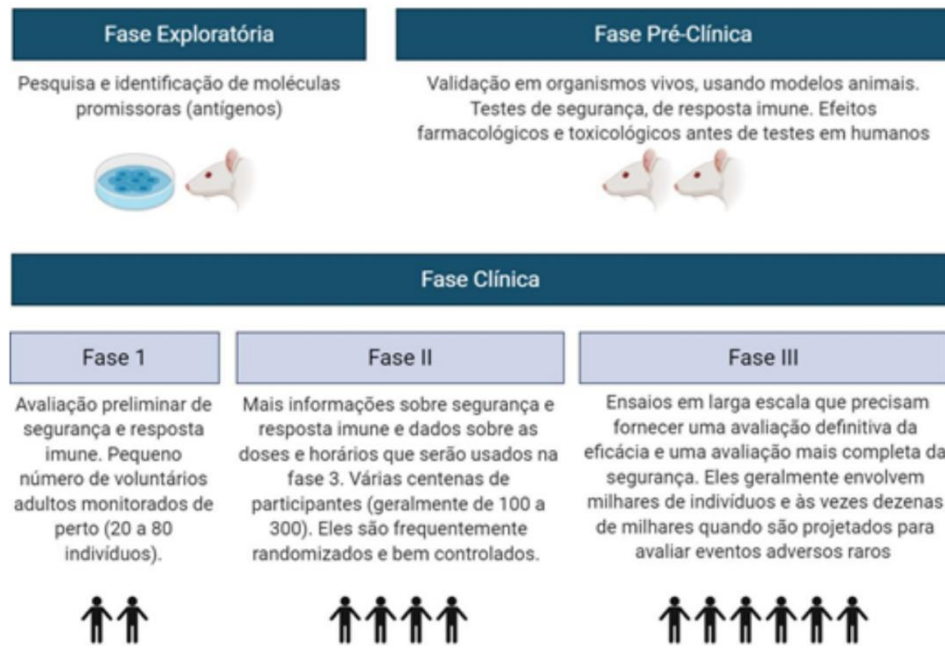


Organização do Conhecimento: Discussão sobre os principais aspectos da produção de vacinas, como as diferentes possibilidades e tipos de vacinas que existem atualmente, principalmente as vacinas desenvolvidas para o combate do SARS-CoV-2, de que forma são realizados os estudos clínicos até a sua aprovação, como elas atuam e sua importância para o sistema imunológico e o impacto da vacinação na saúde. Para isso são sugeridas leituras e materiais complementares como base para construção de uma apresentação de slides.

Tipos de Vacina	DNA ou RNA	Vivo atenuado	Inativado	Subunidades	Vetor viral
					
Exemplos existentes	Nenhum	Sarampo, Caxumba, Rubéola e Catapora	Poliomielite	Hepatite B, HPV e Coqueluche	Ebola
Grupos testando esta plataforma para COVID-19	Moderna (RNA) Inovio (DNA)	Codagenix Indian Immunologicals Ltd.	Sinovac Sinopharm	Novavax AdaptVac	Universidade de Oxford & AstraZeneca CanSino Biologics Johnson & Johnson

FONTE: CDC, NIAID, WRAIR, FDA

AULA 5



FONTE: ARTAUD; KARA; LAUNAY (2019).

Aplicação do Conhecimento: Pesquisa nas redes sociais de alguma postagem sobre vacinas. Após identificada, seria realizada uma análise das informações contidas na publicação e avaliando a confiabilidade das informações. A partir dessa análise, seria elaborado um vídeo para rebater as informações contidas na publicação original e esclarecer as possíveis incoerências.



FONTE: Governo Federal.

AULA 5

MATERIAL DE APOIO:

Video 1: Antivacina - Projeto Meme. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=X-UnaV6TBGE>

Video 2: Vacinar é proteger: a importância da vacinação e os perigos da não imunização. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=VVgGNj-PRVU>

Cartilha 1: SILVA, B. Vacinas: Um manual com as principais informações que você precisa saber. Vice-direção de Ensino, Informação e Comunicação Instituto Carlos Chagas – Fiocruz Paraná, 2021. Disponível em: <https://www.icc.fiocruz.br/extensaodivulgacaocientifica/wp-content/uploads/2021/08/Cartilha-vacina.pdf>.

Cartilha 2: TOSCANO, C. Cartilha de vacinas: para quem quer mesmo saber das coisas. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2003. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cart_vac.pdf.

Notícia 1: Vacina para COVID: 3 boas notícias que mostram o impacto positivo da vacinação no Brasil. BBC News, Brasil (2021). Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-56979581>.

Leitura 1. Callaway, E. The race for coronavirus vaccine. Nature, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/d41586-020-01221-y>

Leitura 2. ALMEIDA C.; RAMIREZ C.; SOUZA W. VACINAÇÃO: HISTÓRICO E IMPORTÂNCIA. Ciências Hoje, 2020. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/artigo/vacinacao-historico-e-importancia/>

Leitura 3. DINNIZ, M., FERREIRA, L. Biotecnologia aplicada ao desenvolvimento de vacinas. Estudos Avançados 24 (70), 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/zkfCDkm6tCH3cCzKghrRsCG/?lang=pt&format=pdf>.

Leitura 4. CARDOSO, V; et al. Vacinas e movimentos antivacinação: origens e consequências. Revista Eletrônica Acervo Científico, v.21, 2021. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.25248/REAC.e6460.2021>.

Leitura 5. BONANI, L., SOUZA, G. A importância da vacinação infantil para a erradicação do Sarampo. Brazilian Journal of Health Review, 2021. Disponível em: DOI:10.34119/bjhrv4n3-011.

Leitura 6. ZORZETTO, R. As razões da queda na vacinação. Pesquisa FAPESP, 2018. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/as-razoes-da-queda-na-vacinacao/>

AULA 6

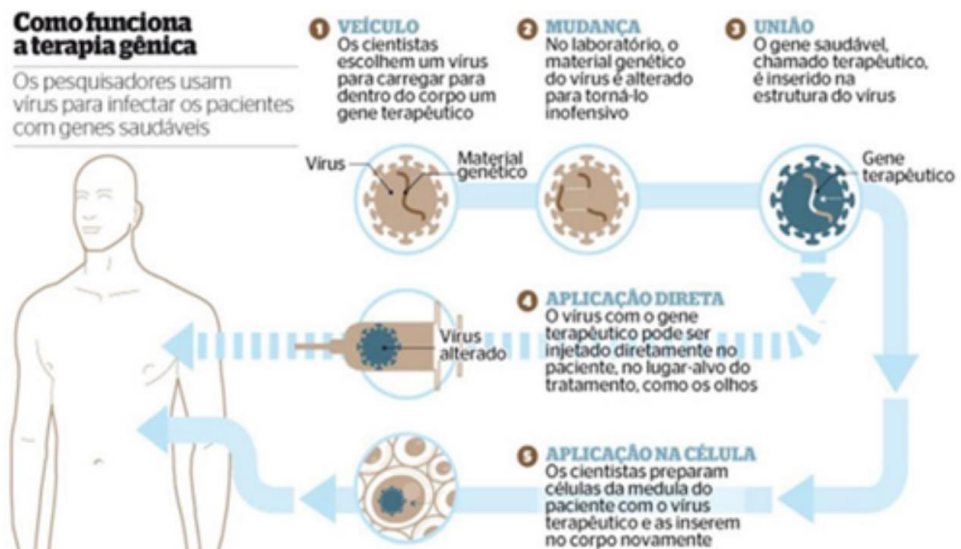
QUAIS AS APLICAÇÕES DA BIOTECNOLOGIA NA SAÚDE?

Problematização Inicial: A biotecnologia tem um grande potencial para solucionar problemas. Mas de que forma ela tem sido utilizada na área da saúde? Será que ela poderia ser utilizada para tratar ou eliminar doenças? E quais as possíveis implicações para a sociedade? A partir dessa discussão inicial, o professor poderá discutir e problematizar as questões abordadas nas leituras recomendadas.

Organização do Conhecimento: Após a discussão inicial será exibido o vídeo 1, durante a exibição recomenda-se que os alunos anotem suas dúvidas e as questões éticas mencionadas pelo palestrante. Será debatido sobre o cultivo celular e o uso de animais em pesquisa científica. Posteriormente, será discutido sobre as metodologias e aplicações das terapias gênicas e celulares, os dilemas sobre a utilização de células-tronco, as aplicações da biotecnologia no combate a epidemias e no diagnóstico. Para isso são sugeridos alguns vídeos e leituras.

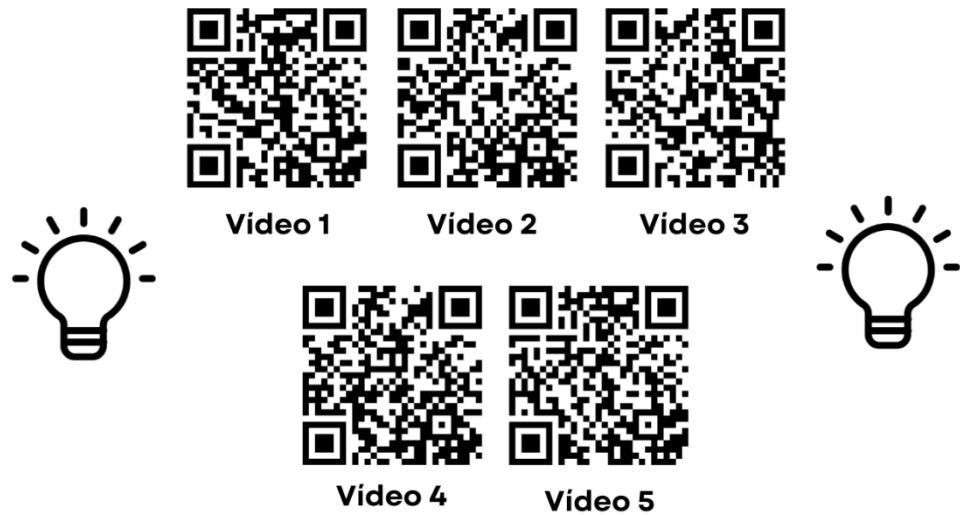
Como funciona a terapia gênica

Os pesquisadores usam vírus para infectar os pacientes com genes saudáveis



FONTE: NanoCell News (2017)

AULA 6



FONTE: UFPEL (2020).

Aplicação do Conhecimento: Pesquisar sobre uma possível aplicação da biotecnologia na área da saúde e desenvolvimento de um material de divulgação científica explicando brevemente a metodologia e sua finalidade.

AULA 6

MATERIAL DE APOIO:

Vídeo 1: Biotecnologia para a saúde. Diogo Biagi. TEDxMauá. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=U6ANV_oVrZU.

Vídeo 2: Os milagres da terapia gênica. Tribuna de Minas. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=laaycbRG-_8

Vídeo 3: A Revolução das Células-Tronco. Ciência Todo Dia. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=2UqI2Aw-OtE&t=10s>

Vídeo 4: Tratamentos inovadores para doença falciforme: terapia gênica. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=pm36clw82Sw&t=98s>

Vídeo 5: O uso da biotecnologia para combater epidemias | Mosquito | Discovery Brasil. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=t4dwOgCZ1R4>

Leitura 1: Silveira, B.M. A biotecnologia aplicada na área da saúde humana, dilemas e benefícios sobre progresso e eficiência de novas práticas científicas num enfoque bioético. Revista Jus Navigandi, 2019. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/75094/a-biotecnologia-aplicada-na-area-da-saude-humana-dilemas-e-beneficios-sobre-progresso-e-eficiencia-de-novas-praticas-cientificas-num-enfoque-bioetico>.

Leitura 2: Leuzinger, B. A biotecnologia a serviço da saúde humana. Projeto Draft, 2016. Disponível em: <https://www.projetodraft.com/a-biotecnologia-a-servico-da-saude-humana/>.

Leitura 3: Gene therapy: advances, challenges and perspectives. REVIEWING BASIC SCIENCES. Einstein, São Paulo, 2017. DOI:10.1590/S1679-45082017RB4024.

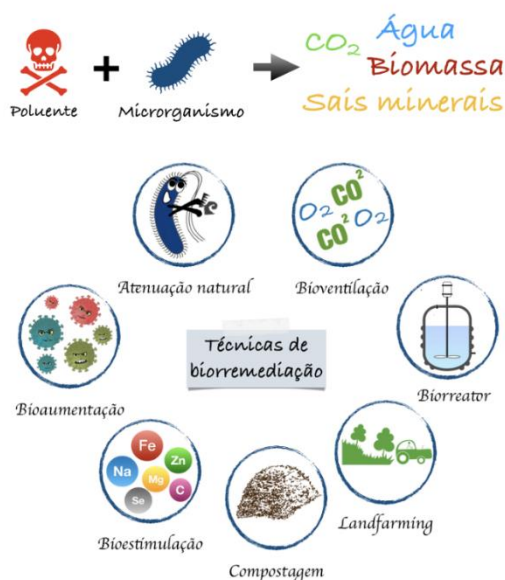
Leitura 4: Zatz, M. CLONAGEM E CÉLULAS-TRONCO. Cienc. Cult. vol.56 no.3 São Paulo July/Sept. 2004. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252004000300014&script=sci_arttext&tlng=pt

AULA 7

QUAIS AS APLICAÇÕES NA INDÚSTRIA E NO MEIO AMBIENTE?

Problematização Inicial: As aplicações da biotecnologia são diversas. Nesse sentido, quais são as possíveis aplicações da biotecnologia na indústria e no meio ambiente? Qual a importância de se conhecer e preservar a biodiversidade pensando no desenvolvimento biotecnológico? De acordo com as tecnologias já estudadas, quais ferramentas podem ser utilizadas para a obtenção de novos produtos? Como podemos desenvolver soluções ambientais com base na biotecnologia?

Organização do Conhecimento: Exibição dos vídeos 1 e 2 para discutidos e ilustrar algumas aplicações e a importância da biotecnologia no cotidiano. Utilizando o vídeo 2 será sugerido que os alunos elaborem um esquema contendo as etapas para obtenção de um produto biotecnológico partindo da observação da natureza. Além disso, com base nas leituras recomendadas o professor poderá apresentar a técnica de biorremediação como um exemplo de aplicação ambiental. Somente algumas aplicações serão discutidas nessa etapa para possibilitar a autonomia dos estudantes na etapa seguinte.



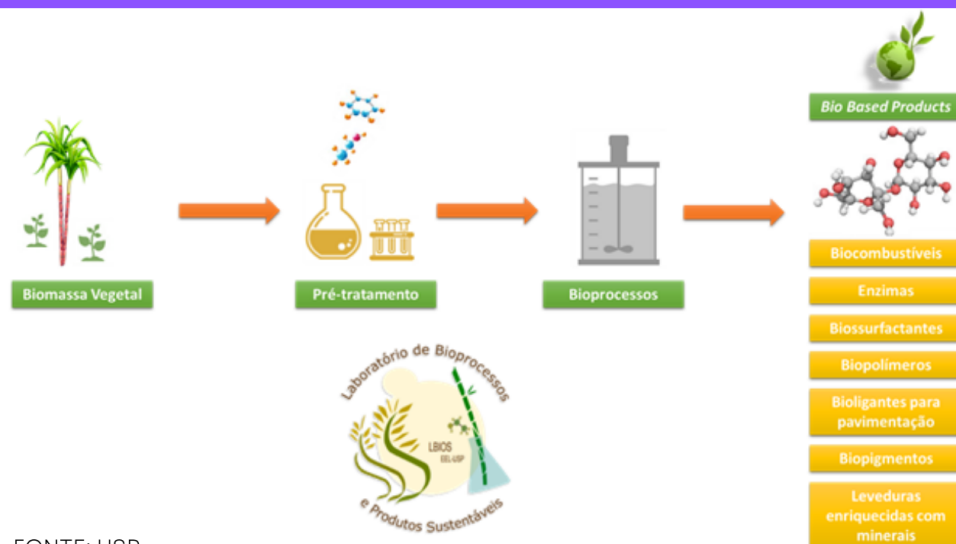
Vídeo 1



Vídeo 2

FONTE: Bianca Martins (Profissão Biotec, 2019).

AULA 7



FONTE: USP.

Aplicação do Conhecimento: Elaboração de um projeto de pesquisa para a obtenção de um produto biotecnológico a fim de solucionar um problema, investigado pelo estudante. O projeto terá uma breve introdução, a justificativa da escolha do tema, a finalidade da pesquisa, as hipóteses, a metodologia, os resultados esperados e a conclusão contendo possíveis implicações sociais de acordo com a literatura já existente.

MATERIAL DE APOIO:

Vídeo 1. Produtos biotecnológicos de uso cotidiano 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=FFmbhL-KGG4>

Vídeo 2. Natural Products for Biotechnology. Fraunhofer. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3P1FgA7oIEQ>

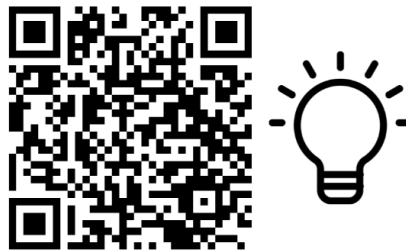
Leitura 1. PEREIRA, A.R.B.; FREITAS, D.A.F. Uso de microorganismos para a remediação de ambientes contaminados. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/4818>

Leitura 2. Gaylarde, C.; Bellinaso, M.; Manfio, G. Biorremediação. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4144372/mod_resource/content/1/Biorremediac%CC%A7a%CC%83o%20-%20Artigo%201.pdf.

AULA 8

QUAL O IMPACTO DA BIOTECNOLOGIA NA SOCIEDADE?

Problematização Inicial: De acordo com tudo o que foi discutido nas aulas anteriores, quais são as potencialidades da biotecnologia para a sociedade? Quais as perspectivas e desafios para o futuro? Qual a importância de se investir em ciência e tecnologia para a soberania do País? Discussão a partir do vídeo 1 e das leituras indicadas.



Vídeo 1

Organização do Conhecimento: Exibição dos vídeos 2 e 3 e discussão sobre a sustentabilidade e as potencialidades da biotecnologia. Em seguida, será formada uma roda de conversa e cada estudante irá expor seu ponto de vista sobre as questões problematizadas e o futuro da ciência e da biotecnologia no Brasil.



Vídeo 2



Vídeo 3

AULA 8



FONTE: Serviço Internacional para a Aquisição de Aplicações em Agrobiotecnologia.

Aplicação do Conhecimento: Apresentação dos projetos e esclarecimento de dúvidas. O professor irá guiar uma discussão e estimular a troca de ideias. Além disso, os estudantes poderão se autoavaliar quanto a assimilação dos conteúdos e avaliar o professor e a sequência das aulas.

AULA 8

MATERIAL DE APOIO:

Video 1. CIÊNCIA BRASILEIRA: DESCONHECIDA PELOS BRASILEIROS | Natalia Pasternak. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=8b2zbKsYy4&t=228s>.

Video 2. SUSTENTABILIDADE E BIOTECNOLOGIA | Natalia Pasternak. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=XEvuLXfdars>.

Video 3. Biotechnology can be beautiful | Keira Havens | TEDxFrankfurt. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tRYuN9GaN7I&t=163s>.

Leitura 1. Marques, F. Os impactos do Investimento. Revista Pesquisa Fapesp, 2016. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/os-impactos-do-investimento/>

Leitura 1. Marques, F. Os impactos do Investimento. Revista Pesquisa Fapesp, 2016. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/os-impactos-do-investimento/>

Leitura 2. Investimentos em biotecnologia são decisivos para competitividade. Notícia Portal da Indústria, 2012. Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/entrevistas/investimentos-em-biotecnologia-sao-decisivos-para-competitividade/>

Leitura 3. BARBA, R.; SANTOS, N. A Bioeconomia No Século XXI: Reflexões Sobre Biotecnologia E Sustentabilidade No Brasil. Revista de direito e sustentabilidade, 2020. Disponível em: <https://www.indexlaw.org/index.php/revistards/article/view/7023/pdf>.



AUTORA: GISELE T. S. DA VEIGA
ORIENTADOR: DR. LEANDRO S. PALCHA

