



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL**

**BIOTECNOLOGIA: PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE
ENSINO INVESTIGATIVA COMO MATERIAL DE APOIO PARA
PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO**

ANDRÉA BERNARDES

**BRASÍLIA
2019**

ANDRÉA BERNARDES

**BIOTECNOLOGIA: PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE
ENSINO INVESTIGATIVA COMO MATERIAL DE APOIO PARA
PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional- PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientadora: Dra. ILDINETE SILVA PEREIRA

BRASÍLIA

2019

*Aos meus amados,
Ana Cecília, Pedro, Júlia e Isaac.
Pela alegria que vocês me proporcionam.*

AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares por estarem sempre ao meu lado, pelo amor de todos, que é a minha maior dívida. Em especial quero agradecer a minha irmã Maria Joana Bernardes pelo grande exemplo de força, determinação, coragem e amor com a qual conduz sua vida. Por estar sempre ao meu lado encorajando-me e motivando-me.

À minha orientadora Dra. Ildinete Silva Pereira por aceitar o desafio de realizar esse trabalho comigo. Pelas conversas, orientações, paciência, compreensão e por essa parceria maravilhosa que tivemos.

Ao João da Cruz Feitosa Leal, Wilson Alves Badaró Júnior, Raimundo Nonato da Silva e Juranilce Xavier da Silva do CED 02 do Cruzeiro pela acolhida carinhosa na escola, pois sem o apoio de vocês eu não teria conseguido desenvolver esse trabalho. Em especial quero agradecer aos estudantes do Módulo 04 do ano de 2018 por se dispuserem em contribuir com o desenvolvimento das atividades que foram propostas, vocês foram os responsáveis por eu ter me sentido realizada como mestrande e professora.

À Maria Luiza Gastal, Maria Rita Avanzi e Hipácia Rehem, minhas incentivadoras e minhas inspirações. Muito obrigada por todo conhecimento e parceria que me proporcionaram nos meus anos de PIBID.

A todos os estudantes da UnB que estiveram comigo no PIBID nos anos de 2006 a 2014; vocês foram essenciais para eu me aperfeiçoar como professora e me tornar uma pessoa melhor.

Agradeço a todos os professores (as) do Mestrado Profissional de Ensino de Biologia (PROFBIO), por todos os ensinamentos e dedicação, em especial à professora Dra. Élide Geralda Campos, por ter coordenado esse mestrado com empenho e disposição.

Aos meus amigos do CEMPF pela parceria, compreensão e apoio em diferentes momentos desse percurso.

À minha turma João Martins, impossível pensar nesse mestrado sem lembrar de todos vocês, meus amigos queridos. Juntos aprendemos, sofremos, nos angustiamos, mas também rimos muito... nos divertimos com os “causos”, com as piadas, além de trocarmos as experiências de nossa prática docente. Foi um prazer indescritível estar com vocês às sextas-feiras desses dois anos!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) e à Secretaria de Estado de Educação (SEEDF) pelo apoio recebido.

RESUMO

A sequência didática investigativa é uma importante ferramenta a ser aplicada em sala de aula, uma vez que por meio dela o estudante passa a ser agente do seu aprendizado, utilizando conhecimentos prévios e construindo novos. Sequências didáticas investigativas procuram desenvolver situações nas quais os estudantes expressem seus argumentos, seja de forma escrita ou falada. O estímulo ao raciocínio lógico e as discussões fomentadas pelo professor visam explicar um fenômeno ou tirar uma dúvida a respeito de uma questão.

Pensando nisso, buscou-se desenvolver um material de apoio para os professores (as) que atuam no Ensino Médio - Regular ou Ensino de Jovens e Adultos (EJA), abordando temas relacionados à Biotecnologia. Foram desenvolvidas quatro sequências didáticas, as quais foram aplicadas aos estudantes do Centro Educacional 02 do Cruzeiro SEE-DF. Tais sequências e seus respectivos recursos foram: Reconhecer o uso da biotecnologia no seu cotidiano – Filme “Planeta dos Macacos: A Origem”; Elaboração de um protocolo experimental para extração de DNA – Texto de apoio e discussão; Biotecnologia e o desenvolvimento de vacinas – Buscas em sites da internet e discussão em grupo; e Relação entre mutação, síntese proteica e material genético – Uso de Texto de apoio e jogos.

Após a aplicação das sequências didáticas, colheram-se dados a partir da observação do professor e dos relatos dos estudantes a respeito das atividades. Esses relatos e observações permitiram verificar alguns pontos positivos e negativos das estratégias desenvolvidas. Os estudantes avaliaram positivamente a metodologia de ensino por investigação, com o uso de diversas estratégias. Estes também se mostraram animados e participativos nas aulas. Após tais resultados concluímos que as sequências didáticas elaboradas são aplicáveis, úteis e de qualidade, constituindo-se em interessante material de apoio para o professor (a).

Palavras-chave: Vacinas, extração do DNA, síntese proteica, saúde, estratégias de ensino, sequência didática investigativa, biotecnologia.

ABSTRACT

The investigative didactic sequence is an important tool to be used in the classroom, since this approach turns the student the active agent of his/her learning, by using previous concepts and expanding his/her knowledge about new ones. Investigative didactic sequences aim to develop situations in which students express their arguments, written or spoken. The stimulation of logical thinking, besides the improvement of discussions guided by the teachers intend to explain a phenomenon or clarify doubts about an issue.

With this in mind, we developed support materials for teachers who work in the High School - Regular or Teaching of Youth and Adults (EJA), addressing topics related to Biotechnology. Four didactic sequences were developed, which were applied to the students of the Educational Center 02 of Cruzeiro SEE-DF. These sequences and their respective resources were: Recongnition of the biotechnological use in the daily life – Discussion of the movie “Rise of the Planet of the Apes”; Elaboration of an experimental protocol for DNA extraction – Support Text and Discussion; Biotechnology and vaccine development - Web site searches and group discussion; and Relationships among mutation, protein synthesis and genetic material - Use of supporting text and games.

After the application of the didactic sequences, data were collected from the teacher's observation and the students' reports about the activities. These reports and observations allowed us to verify the positive and negative aspects of the developed strategies. The students evaluated positively the investigative teaching methodology, employing several strategies. They were also participative, and fully engaged in the different classes. Based on these results, we concluded that the support material developed in this work was applicable, useful and of quality, constituting an interesting additional material for the teachers.

Keywords: Vaccines, DNA extraction, protein synthesis, health, teaching strategies, investigative didactic sequence, biotechnology.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CED – Centro Educacional

CEM – Centro de Ensino Médio

DNA – Ácido Desoxirribonucleico

EJA – Educação de Jovens e Adultos

GDF – Governo do Distrito Federal

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação

PCN's – Parâmetros Curriculares Nacionais

PIBID – Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência

RNA – Ácido Ribonucleico

SD – Sequência Didática

SEE – Secretaria de Estado de Educação

SEI – Sequência de Ensino Investigativo

SUS – Sistema Único de Saúde.

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Ilustração mostrando a multidisciplinaridade da Biotecnologia..... | 13 |
| Figura 2: Imagem representativa do texto “As razões da queda na vacinação” de Ricardo Zorzetto..... | 29 |
| Figura 3: Registro fotográfico do quadro branco com as ideias dos estudantes. (Fonte: Própria)..... | 32 |
| Figura 4: Respostas dos estudantes referente ao questionário aplicado no filme “Planeta dos Macacos: a origem”..... | 34 |
| Figura 5: Registro fotográfico dos estudantes realizando o experimento. (Fonte: Própria).... | 37 |
| Figura 6: Dados da queda de vacinação em 2017. (Fonte: ZORZETTO, 2018)..... | 39 |
| Figura 7: Estudantes reunidos em grupos e iniciando a pesquisa sobre vacinas. (Fonte: Própria)..... | 40 |
| Figura 8: Cartas do jogo AminoUno. (Fonte: Própria)..... | 41 |
| Figura 9: A) Modelo em cartolina do ribossomo, tRNA e mRNA. B) Grupo de estudantes durante a execução do jogo AminoUno..... | 42 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 01: Modelo de roteiro de estudo do Filme “Planeta dos Macacos”..... | 24 |
| Quadro 02: Ficha técnica do Filme “Planeta dos Macacos”..... | 25 |
| Quadro 03: Texto de apoio para a atividade de elaboração de protocolo de Extração de DNA..... | 26 |
| Quadro 04: Lista de materiais disponíveis para os estudantes realizarem o experimento de Extração de DNA | 27 |
| Quadro 05: Modelo de protocolo experimental..... | 28 |
| Quadro 06: Questões norteadoras para a discussão sobre as vacinas..... | 30 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. Introdução | 13 |
| 1.1. Biotecnologia e o Ensino Médio..... | 16 |
| 1.2. Sequência Didática Investigativa..... | 18 |
| 2. Objetivo | 21 |
| 2.1. Objetivo geral | 21 |
| 2.2. Objetivos específicos..... | 21 |
| 3. Metodologia | 22 |
| 3.1. Sequência didática – Reconhecer o uso da biotecnologia no seu cotidiano..... | 24 |
| 3.2. Sequência didática – Elaboração de um protocolo experimental para extração de DNA..... | 25 |
| 3.3. Sequência didática – Biotecnologia e o desenvolvimento de vacinas..... | 29 |
| 3.4. Sequência didática – Relação entre mutação, síntese proteica e material genético..... | 30 |
| 4. Resultados e Discussões | 32 |
| 4.1. Sequência didática – Reconhecer o uso da biotecnologia no seu cotidiano..... | 32 |
| 4.2. Sequência didática – Elaboração de um protocolo experimental para extração de DNA..... | 36 |
| 4.3. Sequência didática – Biotecnologia e o desenvolvimento de vacinas..... | 38 |
| 4.4. Sequência didática – Relação entre mutação, síntese proteica e material genético | 41 |
| 5. Considerações Finais | 43 |
| 6. Referências Bibliográficas | 46 |
| 7. Produto Final – “Biotecnologia: Proposta de Sequência Didática de Ensino Investigativa como material de Apoio para Professores de Ensino Médio”..... | 50 |
| 8. Apêndice | 75 |

Relato de Mestrado

Em março de 1997, entrei para a secretaria de educação do GDF como professora de Ciências Naturais, para atuar no Ensino Fundamental em uma escola de Samambaia. Foi lá que realmente aprendi o que era ensinar, o que era ser professora. Em 1999, a Secretaria de Educação me encaminhou para um novo desafio: trabalhar com o Ensino Médio no Centro de Ensino Médio Setor Leste. Descobri uma outra realidade da sala de aula, agora: eram 45 estudantes em uma escola com muitos recursos, bem diferente das escolas de Samambaia. E assim continuei com as aulas na regional do Plano Piloto. Durante esses anos fiz alguns cursos de extensão pela Escola de Aperfeiçoamento dos Profissionais da Educação/SEE-GDF o que me possibilitou um melhor desempenho em sala de aula.

Em março de 2004, tive a oportunidade de trabalhar no Jardim Zoológico de Brasília, na Diretoria de Educação e Lazer como membro da equipe de coordenação de cursos e treinamento de monitores da visita monitorada e supervisão de estagiários em Educação Ambiental e Enriquecimento Ambiental. Durante este período, também participei da equipe de enriquecimento ambiental, na elaboração e execução de programas de enriquecimento do Jardim Zoológico de Brasília, sob a orientação do professor Sergio Leme da Silva/Departamento de Processos Básicos/ Psicologia – Universidade de Brasília. Neste trabalho percebi a importância de desenvolver trabalhos em ambientes não formais de ensino. Para ampliar meus conhecimentos, comecei um curso de especialização em Avaliação de Impacto Ambiental, na UPIS.

Em 2006 fui convidada para fazer parte da equipe da Escola da Natureza - Centro de Referência em Educação Ambiental da SEE-GDF, atuante no desenvolvimento do Programa de Educação Ambiental e fui formadora no Curso de Formação de Educadores Ambientais para professores (as) da Secretaria de Estado de Educação e comunidade. Neste contexto educativo, realizei um trabalho na perspectiva interdisciplinar com professores (as) da SEE-GDF.

Em 2008 voltei a trabalhar com o Ensino Médio no CEM Paulo Freire, escola que continuo com minhas atividades docentes. Em 2009 fui convidada a participar do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID – Subprojeto de Licenciatura em Ciências Biológicas/CAPES, Biologia Animada, atuando como professora supervisora dos estudantes bolsistas. Neste projeto desenvolvi, junto aos estudantes bolsistas, atividades de classe e extraclasse que envolvem diversas linguagens e mídias, inclusive filmes comerciais.

Durante este processo, percebi maior envolvimento e interesse dos educandos em relação aos conteúdos de Biologia, tornando as aulas mais dinâmicas e interativas.

Iniciamos o PIBID na escola Paulo Freire com aulas no turno matutino e um curso sobre biotecnologia no turno vespertino. Pensávamos, elaborávamos e ministrávamos as aulas juntos. Eu já estava na Secretaria de Educação desde 1997, em um trabalho solitário, por condições impostas pela distribuição da carga horária da escola, agora realizava uma vontade antiga de trabalhar com outros professores (as), ou melhor, futuros professores (as) de Biologia e colegas de outras escolas. As portas da escola se abriram para receber os professores (as) da universidade e nossos estudantes agora eram convidados para conhecer mais de perto as dependências da UnB e seus docentes. Receber os professores (as) da UnB na escola foi importante para que o eles tivessem uma percepção melhor dos estudantes da escola pública e da realidade do cotidiano da escola.

Era com muito entusiasmo e vontade de novas possibilidades de trabalho que recebia os universitários. Cada vez que trocávamos os bolsistas, tínhamos novas dificuldades que sempre nos levaram a novas soluções e formas diferentes de desenvolver as atividades na escola. Assim se passaram seis anos de trabalho e aprendizado indescritível no PIBID. Durante esse tempo que estava no PIBID, à participação no projeto me levou a pensar junto aos professores (as), da UnB e das outras escolas, e com os estudantes universitários as várias possibilidades de trabalhar com cinema, quadrinhos, livros de literatura, poesias, músicas e jogos.

No ano de 2017 ingressei no Mestrado Profissional PROFBIO, que foi grande desafio. Mas foi com prazer que encontrei uma turma de professores (as) bem animados e empolgados. Nossas aulas eram oportunidades de atualizar os conhecimentos da Biologia e, o mais importante trocamos nossas experiências de sala de aula. Foi nesse contexto que desenvolvi esse Produto para professores (as) de Ensino Médio.

1. Introdução

Nas últimas décadas, o desenvolvimento biotecnológico resultou em grandes avanços nas pesquisas e o conhecimento nessa área ultrapassou os limites dos centros de pesquisa, chegando a todas as pessoas.

Nesse sentido, conforme Landim y Goya (2016, p.13):

“Devido à relevância científica e histórica, temas relacionados às técnicas de reprodução humana assistida, testes de paternidade, clonagem, terapias gênicas, alimentos transgênicos, diagnósticos genéticos, estudos sobre células tronco (adultas e embrionárias), precisam ser difundidos e discutidos de maneira crítica e correta pela sociedade.” .

Nesse contexto, é de grande importância que os professores (as) de Biologia possam atualizar os conhecimentos nessa área para sedimentar os conceitos fundamentais a serem trabalhados em sala de aula, empregando as novas estratégias preconizadas para o ensino atual. Assim, o objetivo deste trabalho é produzir um material de apoio didático com foco em Biotecnologia voltada, principalmente, à saúde. Por abranger diversas áreas do conhecimento (Figura 1), teria uma gama de opções para despertar o interesse e a motivação dos estudantes do ensino médio.

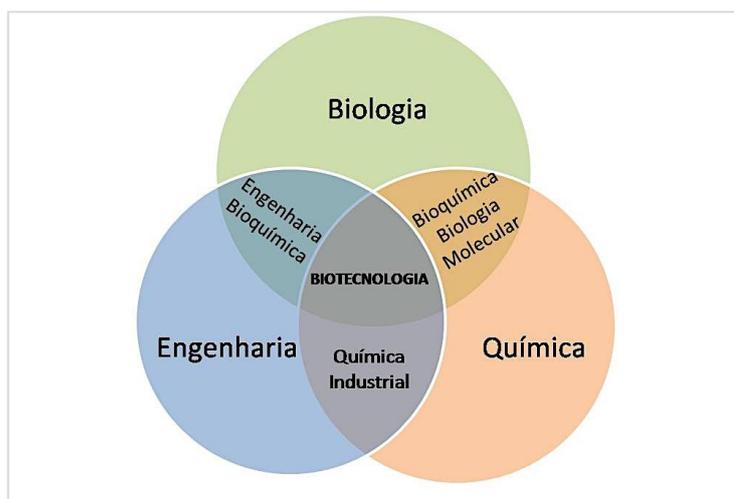


Figura 1. Ilustração mostrando a multidisciplinaridade da Biotecnologia. Disponível em:

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7479320>.

Para orientar a atuação do professor (a) e seguindo as considerações das orientações dos PCN's (Parâmetros Curriculares Nacionais) (BRASIL, 2000), que trata do processo ensino-aprendizagem focado no desenvolvimento de habilidades e competências, buscamos nesse trabalho seguir as orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018) para o ensino médio. Nesse sentido nos norteamos pelo capítulo da Ciências da Natureza onde a Competência Específica 3 sugerem que se desenvolvam conhecimentos relacionados a: aplicação da tecnologia do DNA recombinante; identificação por DNA; emprego de células-tronco; herança biológica e vacinação.

Considerando o papel essencial do educador no ensino básico, o grande e fundamental salto de qualidade na educação de um país como a verdadeira estratégia de modificar a sociedade, faz-se necessário criar abordagens de ensino que viabilizem, condições para que a sua prática alcance um diálogo atual e bem estruturado, conceitualmente. Para poder atuar nesse processo de ensino-aprendizagem da Biologia, o Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) propõe como primeiro passo a qualificação profissional do Professor (a) de Biologia do ensino básico tanto em termos de conteúdo como em relação às novas estratégias de ensino.

No contexto do presente projeto de Mestrado profissional, nosso foco é a consideração dos mais diversos aspectos envolvidos no aprendizado da biotecnologia, apresentando a metodologia de ensino por investigação para criar um produto. Esse produto deverá propiciar uma relação entre o que é aprendido na sala de aula e o que o aluno vivencia em seu dia a dia, favorecendo, deste modo, o aprendizado dos conceitos básicos em biotecnologia.

Biotecnologia voltada para a saúde ainda é um tema pouco desenvolvido e explorado nos livros didáticos. Por essa e outras razões, frequentemente observa-se o desinteresse por parte de professores (as) e estudantes, além de interpretações e conceituações equivocadas por parte desses. Apesar de sua grande utilização, os livros didáticos não são capazes de suprir as necessidades dos professores (as) para trabalharem os temas ligados a Engenharia Genética e a Biologia Molecular (FÁVARO et al., 2003). Ainda sobre os livros didáticos, Pinton (2009) discute ser preocupante a constatação de que os recursos fornecidos pelo livro didático de biologia não sejam suficientes para explicar informações e apelos trazidos pela mídia. Pois, a rapidez das informações disponibilizadas na mídia e nas redes sociais, não é acompanhada pelo programa de atualizações dos livros, uma vez que os livros didáticos têm a média de uso de três anos nas escolas públicas.

Assim, faz-se necessário uma ampla divulgação dos conteúdos empregados na biotecnologia aos professores (as) de ensino médio através da atualização, capacitação e disponibilização de material pedagógico para que possa ser desenvolvido de maneira eficiente no ambiente escolar (GALANJAUSKA, 2009).

Por acreditar que a produção de materiais didáticos de apoio para a prática docente seja uma ação capaz de ser efetiva, este trabalho buscou elaborar um material de apoio com sequências didáticas que possam auxiliar o professor (a) para o desenvolvimento de atividades sobre os temas relacionados à biotecnologia aplicada a saúde para estudantes do ensino médio das escolas públicas.

A produção desse material tem como intenção diminuir os obstáculos entre os professores (as) e estudantes, como a falta de motivação, em relação à aprendizagem dos temas relacionados à biotecnologia. Segundo Galanjauska (2009), é de fundamental importância à elaboração de novos materiais didáticos como jogos, simulação em computadores, kits de atividades práticas, proporcionando a difusão de novas tecnologias na escola. Nessa perspectiva, a proposta é de utilizar nas atividades estratégias: filme, vídeos, jogo, experimentação e textos. A ideia de trabalhar com jogos e filmes veio da experiência no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) de Biologia UnB – Biologia Animada, onde esses recursos foram amplamente utilizados e os estudantes mostraram-se mais motivados no estudo quando do uso desses recursos. Trabalhar com o cinema em sala de aula, conforme Napolitano (2008), é ajudar a escola a reencontrar a cultura e ao mesmo tempo cotidiana e elevada, pois o cinema é o campo no qual a estética, o lazer, a ideologia e os valores sociais mais amplos são sintetizados numa mesma obra de arte. Lara (2004) afirma que os jogos ganham espaço dentro das escolas, na tentativa de trazer o lúdico para dentro da sala de aula. O objetivo da maioria dos professores (as) com o uso dos jogos é tornar as aulas mais agradáveis, despertando a motivação dos estudantes com o intuito de tornar a aprendizagem mais fascinante; além disso, as atividades lúdicas são consideradas como uma estratégia que estimula o raciocínio, levando o aluno a enfrentar situações conflitantes relacionadas com o seu cotidiano.

Nesse sentido, escolheu-se usar a metodologia de ensino por investigação e por ser uma orientação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) do Ensino Médio que “propõe-se a formação geral, em oposição à formação específica, sendo o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las, o que deveria resultar na capacidade de aprender, criar e formular, ao invés do simples exercício de

memorização”. Conforme Zompero (2016), atualmente o ensino por investigação tem por finalidades o desenvolvimento de capacidades cognitivas, produção de metodologias como elaboração de hipóteses, capacidade de refletir, descrever e escrever dados e o fortalecimento da aptidão de argumentação, o que está de acordo com os PCN’s.

Vale ressaltar que o foco principal do material de apoio é que as atividades propostas despertem no aluno o interesse pelos estudos e pelo conhecimento científico, além de valorizar o conhecimento preexistente do aluno. Além de proporcionar um novo posicionamento do aluno em sala, que ele deixe a postura passiva, daquele que apenas recebe informações e passe a ser o protagonista de seu aprendizado e o professor (a) seja o seu orientador nessa sua formação, que são propostas do ensino por investigação.

1.1 Biotecnologia e o Ensino Médio

Para desenvolver um material de apoio que possa ser usado por outros professores (as), faz-se necessário rever as normatizações que envolvem o Ensino.

Nesse sentido, é imprescindível olhar para as finalidades do Ensino Médio, estabelecidas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), Art. 35 de 1996 (BRASIL, 1996):

“Art. 35. O ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades:

I - a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;

II - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;

III - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

IV - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.”.

As finalidades que constam na lei de diretrizes e Bases da educação estão em consonância com o que está proposto na BNCC e com a metodologia de Ensino por Investigação, como se percebe na Etapa do Ensino Médio no capítulo referente às

Competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (BRASIL, 2018, p.551):

“A abordagem investigativa deve promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido. Nessa etapa da escolarização, ela deve ser desencadeada a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental. Dessa maneira, intensificam-se o diálogo com o mundo real e as possibilidades de análises e de intervenções em contextos mais amplos e complexos em que são indispensáveis os conhecimentos científicos. Vale a pena ressaltar que, mais importante do que adquirir as informações em si, é aprender como obtê-las, como produzi-las e como analisá-las criticamente.”

Pesquisando um pouco mais as informações trazidas pela BNCC, vemos a importância de se desenvolver o tema Biotecnologia de forma investigativa no Ensino Médio, conforme descrito na Competência Específica 3, onde é mencionado que deve-se (BRASIL, 2018, p.558):

“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.... Nesse contexto explorar como os avanços científicos e tecnológicos estão relacionados às aplicações do conhecimento sobre DNA e células pode gerar debates e controvérsias – pois, muitas vezes, sua repercussão extrapola os limites da ciência, explicitando dilemas éticos para toda a sociedade.”

Ainda, tomando como referência a BNCC, o tema biotecnologia é bem evidente na proposta, onde encontramos que se deve desenvolver com os estudantes “conhecimentos conceituais relacionados à: aplicação da tecnologia do DNA recombinante; identificação por DNA; emprego de células-tronco; conservantes alimentícios; herança biológica; vacinação”.

Segundo o Currículo em Movimento da Educação Básica do Ensino Médio do Distrito Federal (DISTRITO FEDERAL, 2018b) encontramos na matriz curricular os temas correlacionados à BNCC: vacina e calendário de vacinação, biossíntese de proteína; engenharia genética: métodos, técnicas e aplicações; núcleo (replicação do DNA,

cromossomos e cariótipo); mutações genéticas. O mesmo acontece com os objetivos específicos da etapa 3 do Terceiro Segmento do Ensino de Jovens e Adultos (DISTRITO FEDERAL, 2018a).

1.2 Sequência Didática Investigativa

Para o desenvolvimento do material de apoio para o professor (a), foi escolhida a metodologia de ensino por investigação, propondo sequências didáticas. Conforme Munford (2007), trabalhar com sequências investigativas possibilita diferentes níveis de abertura ou controle o que proporcionará aos estudantes de diferentes idades e perfis uma aprendizagem independente do grau de dificuldade ou facilidade na área de ciências.

Nessa perspectiva de investigação Ponte (2013, p.21) discorre:

“Investigar pressupõe sobretudo uma atitude, uma vontade de perceber, uma capacidade para interrogar, uma disponibilidade para ver as coisas de outro modo e para pôr em causa aquilo que parecia certo. Investigar envolve sobretudo três atividades: estudar, conversar e escrever.”

Nesse sentido, essa metodologia de ensino contempla o que está proposto na BNCC no capítulo Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Ensino Médio (BRASIL, 2018, p. 550):

“ à dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área.”

Sequências didáticas investigativas procuram desenvolver situações nas quais os estudantes expressem seus argumentos, sejam eles de forma escrita ou falada. O professor (a) estimula o raciocínio lógico e estimula as conversas para explicar um fenômeno ou tirar uma dúvida (MOTOKANE, 2015).

Vamos fazer um adendo para falar sobre o que é uma Sequência Didática (SD). De acordo com Zabala (1998), SD é uma série de atividades de ensino planejadas de forma a articular e relacionar os diferentes tipos de estratégias no intuito de promover entendimento do conteúdo ou tema pelo aluno. Enquanto as atividades são planejadas, o professor (a) pode analisar as diversas maneiras de intervenções para realização dos objetivos educacionais.

Uma sequência didática é semelhante a um plano de aula, porém por abordar variadas estratégias de ensino, em uma sequência o número de aulas é maior, tendo um sentido mais abrangedor que o plano de aula. Nesse seguimento, para Franco (2018) uma SD, “em algumas situações se assemelha com um plano de aula, porém difere na sequência que o conteúdo deverá ser organizado, de forma que leve o estudante a uma evolução no conhecimento, através do aprofundamento dos estudos sobre o tema”.

Outro aspecto descrito por Zabala (1998) refere-se ao fato da SD ser um recurso didático em que o professor (a) desenvolve atividades planejadas e geradas para realização de determinados objetivos educacionais, com início e fim conhecidos tanto pelos professores (as), quanto pelos estudantes.

Nessa lógica, Carvalho (2013) estabelece que as sequências de ensino investigativa (SEI) requerem algumas atividades-chave: no primeiro momento geralmente se inicia uma SEI com uma Situação-problema, que introduzirá o aluno ao assunto desejado, onde ela proporcione condições onde eles reflitam e trabalhem com as variáveis relevantes do conceito central do conteúdo programático proposto. Faz-se necessário realizar uma atividade que estruture o conhecimento incorporado pelo aluno, após a resolução do problema. A estruturação, segundo momento, é realizada através de leitura de um texto escrito, quando os estudantes podem retomar as discussões, e comparar a solução apresentada no texto com o que foi pensado por eles. Promover a contextualização do conhecimento científico no cotidiano do aluno, o terceiro momento, quando eles podem perceber a importância da aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social. Essa etapa também pode ser concebida para trabalhar o aprofundamento do tema com o objetivo de aumentar o conhecimento do aluno.

Carvalho (2013) sugere algumas atividades para compor as Sequências de Ensino Investigativas (SEI), tais como: “o problema, demonstrações investigativas, problemas não experimentais, leitura de texto de sistematização do conhecimento, atividades que levem a contextualização social do conhecimento e atividade de avaliação”.

Algumas intervenções são necessárias quando se quer elaborar uma SEI, dentre as quais podemos destacar: conhecer as necessidades dos estudantes, bem como os estudantes; conhecer as dificuldades do grupo; é necessário fazer uma delimitação do problema; escolher os objetivos da aprendizagem; fazer um levantamento do conhecimento do grupo/aluno sobre o tema; realizar estudos coletivos; levantar hipóteses e transmutá-las em ações (AZEVEDO, 2008).

No ensino por investigação, visando à promoção da aprendizagem, assume-se que as diferentes estratégias de ensino que poderão ser adotadas devem considerar que é fundamental ter a definição de um problema (ou situação-problema).

Propor um problema para que os estudantes possam resolvê-lo, pode ser um divisor de águas entre uma aula expositiva realizada pelo docente e a aula em que o aluno é conduzido a racionar, refletir e construir seu conhecimento. Ao elaborar uma questão, propor uma situação-problema, o professor (a) transfere a tarefa de refletir e raciocinar para o aluno e o papel do professor (a) deixa de ser de quem apenas expõe para aquele que conduz e orienta no desenvolvimento e reflexões de seu novo conhecimento (CARVALHO, 2013).

Portanto, segundo Azevedo (2004) “a solução de problemas pode ser um instrumento importante no desenvolvimento de habilidades e capacidades, tais como: raciocínio, flexibilidade, astúcia, argumentação e ação”.

Clemente (2015) afirma que nessa proposta de se trabalhar com SEI “o professor (a) terá um papel determinante, pois, ele poderá ativar o interesse e a curiosidade do estudante (conhecendo a turma), mostrando de que valerá à pena se deter, envolvendo-se na atividade e percebendo que ali há realmente um problema a ser resolvido”. No decorrer das atividades da SEI faz-se necessário realizar interações com os grupos de trabalhos. As conversas do professor (a) com os estudantes são importantes para elucidar dúvidas e levar novos questionamentos para os grupos compartilharem.

Para desenvolver as sequências didáticas investigativas é interessante que se trabalhe com estratégias de ensino diversas, uma vez que o uso de recursos diferenciados estimulará o aluno a buscar mais informações sobre o conteúdo. Tais estratégias promovem o incentivo do aluno a participar mais das aulas, além de proporcionar sua autonomia na busca pelo conhecimento.

2. Objetivos

2.1 Objetivo geral

- Propor um material de apoio para professores (as) com propostas de sequências de ensino investigativas, abordando os temas relacionados à biotecnologia para o ensino médio.

2.2 Objetivos específicos

- Elaborar sequências didáticas pela metodologia de ensino por investigação voltadas para temas de biotecnologia no Ensino Médio.
- Verificar os pontos positivos e negativos das sequências didáticas aplicadas aos estudantes do Ensino Médio.
- Produzir um material de apoio para professores (as) constituído por sequências didáticas de ensino por investigação.

3. Metodologia

Esta proposta de sequência didática investigativa foi aplicada para estudantes do Curso Técnico em Serviços Públicos Integrado ao Ensino de Jovens e Adultos (EJA). Foi ministrado no módulo 04, que corresponde ao Terceiro Segmento da 3ª Etapa do Currículo em Movimento da Educação Básica do Ensino de Jovens e Adultos da Secretaria de Educação, no Centro Educacional 02 do Cruzeiro, região administrativa do Distrito Federal, uma escola pública da Secretaria de Educação do DF.

O objetivo da participação dos estudantes foi para o que o professor (a) pesquisador (a) pudesse observar e refletir sobre as considerações dos estudantes envolvidos, visando aprimorar as sequências de ensino investigativo, cujo foco foi relacionado à biotecnologia, conforme proposto na organização curricular das Ciências da Natureza – Biologia, do Currículo em Movimento da Educação Básica do Ensino de Jovens e Adultos (EJA), para que este material possa ser disponibilizado para professores (as) como material de apoio.

A turma convidada a participar da pesquisa era constituída por 21 estudantes matriculados, com idade entre 19 anos a 55 anos, os quais trabalham durante o dia e que moram nas cidades do entorno do DF. Os estudantes participantes assinaram o termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE – Apêndice A).

As atividades propostas foram pensadas de forma que possam ser desenvolvidas em qualquer escola pública, considerando as dificuldades enfrentadas pelos professores (as) tais como, grande número de estudantes em sala e a falta de recursos materiais. As atividades foram planejadas para serem realizadas na própria sala de aula, com materiais de baixo custo e que possam ser providos pelos próprios estudantes.

As aulas seguiram a proposta de sequências didáticas investigativas, nas quais são sugeridas situações-problemas para os estudantes. O uso de situações problemas contribui para que o docente identifique de maneira adequada os aspectos que precisam ser trabalhados mais minuciosamente com os estudantes nas atividades diárias (CARNEIRO & DAL-FARRA, 2011).

Foram desenvolvidas quatro (4) Sequências Didáticas de Ensino por Investigação, sobre temas da Biotecnologia, com estratégias diferenciadas: leitura, pesquisas, debates, jogo experimento e filme. Cada sequência didática inclui: objetivos, uma pergunta

introdutória, o material a ser utilizado, descrição e sugestões para o desenvolvimento da atividade.

As atividades foram desenvolvidas em grupos pequenos para que se pudesse aproveitar da melhor maneira possível o conhecimento prévio de cada um na realização das discussões, reflexões, formulações de hipóteses e na execução das atividades. Também se espera que em trabalhos realizados em grupos os estudantes desenvolvam habilidades como: saber ouvir, argumentar, respeitar a opinião dos colegas, negociar, refletir, propiciar entrosamento e autonomia no desenvolvimento dos trabalhos.

A forma de coleta de dados escolhida para o desenvolvimento deste trabalho foi o diário de aula (ou diário de campo) onde o professor (a) escreve uma narrativa dos acontecimentos, faz gravações, tira fotografias, coleta depoimentos dos estudantes sobre a aula ou atividade realizada. Esse material produzido representa uma fonte para as reflexões e análises visando apontar tanto as deficiências quanto os acertos didáticos e suas possíveis melhorias (ZABALZA, 2004).

Os diários de campo que têm sido utilizados por pesquisadores para descrever as reflexões e as decisões, fornecem ao pesquisador uma direção da pesquisa e conseqüentemente, permitem evidenciar os acontecimentos da pesquisa desde a construção inicial de cada etapa até o seu término (ARAÚJO, et al., 2013).

A escolha do diário de aula como ferramenta de coleta de dados neste estudo também se deu pela possibilidade dessa metodologia permitir ao professor (a) observar o comportamento, manifestações e reações dos estudantes durante a aplicação das atividades em relação aos vários pontos investigados e ainda suas impressões pessoais, que podem ser modificadas ao longo da pesquisa. Nesse sentido, o pesquisador descreve suas experiências na investigação, incluindo a apropriação de estratégias metodológicas, as dúvidas e inquietações (ARAÚJO, et al., 2013). Após a realização de todas as atividades propostas, as narrativas das vivências descritas no diário de aula do pesquisador serviram para identificar as fragilidades do material, as facilidades ou dificuldades encontradas na sua execução. As reflexões do professor (a) e dos estudantes auxiliaram para melhorar o material, tentando sanar os problemas encontrados.

3.1 Sequência didática – Reconhecer o uso da biotecnologia no seu cotidiano.

1º Encontro (3 aulas de 45 min.)

Foi apresentada a seguinte **Situação-problema**: “As pessoas reconhecem a importância do desenvolvimento tecnológico para o crescimento e desenvolvimento de um país. Mas, será que percebem ou sabem como esse desenvolvimento tecnológico é aplicado na biologia e principalmente, no âmbito da saúde? Como você percebe o uso da biotecnologia no seu cotidiano? ”.

Os estudantes foram citando palavras que eles relacionavam com as ideias que tinham a respeito de biotecnologia, as quais foram anotadas pelo professor (a) no quadro. A partir do conjunto de termos anotados, foi realizado um debate com a turma, em que algumas dúvidas foram sanadas durante a discussão.

Foi apresentado aos estudantes o nome do filme “Planeta dos macacos: a origem”, e para direcionar o olhar do aluno para situações apresentadas no filme foi entregue para cada aluno uma sugestão de roteiro de estudo do filme, que os ajudariam nas reflexões futuras sobre a Situação-problema abordada no início da aula. Foi entregue e lido o roteiro com questões consideradas importantes para as futuras discussões em grupos e com a turma sobre biotecnologia.

Quadro 1: Modelo de roteiro de estudo do filme “Planeta dos Macacos: a origem”

| Roteiro de Estudo do Filme | |
|-----------------------------------|---|
| 1. | Qual é o objetivo da pesquisa realizada no filme? |
| 2. | Quais as modificações que o personagem Cesar apresenta em relação aos outros indivíduos da sua espécie? |
| 3. | Como essas modificações se deram em Cesar? |
| 4. | O uso de animais é necessário para obtenção dos resultados da pesquisa? |
| 5. | Qual é o limite ético para as experiências com animais? |
| 6. | Como os outros animais do abrigo de primatas sofreram as modificações em seus organismos? Foi da mesma forma que ocorreu com Cesar? |
| 7. | Porque os macacos ficavam mais inteligentes quando infectados pelo vírus e os humanos infectados morriam? |
| 8. | Como os aspectos políticos, sociais e econômicos aparecem no filme influenciando a pesquisa científica? |
| 9. | Qual é o maior objetivo da empresa financiadora da pesquisa? |

Antes de iniciar o filme, foi lida sua ficha técnica (do filme); em seguida foi projetado o filme na sala de aula com o uso do projetor da escola. Para melhorar o som, o professor (a) levou uma caixa de som. Os estudantes escolheram assistir ao filme dublado.

Quadro 02: Ficha técnica do filme “Planeta dos Macacos: a origem”.

| | |
|---|--|
| <p>Título: Planeta dos macacos: a origem, Rise of the Planet of the Apes (Original).</p> <p>Ano produção: 2011</p> <p>Direção: Rupert Wyatt</p> <p>Estreia: 2011 (Brasil)</p> <p>Gênero: Ação Aventura Ficção Científica</p> <p>Países de Origem: Estados Unidos da América</p> |  |
|---|--|

2º Encontro (2 aulas de 45 mim.)

Os estudantes formaram grupos com 3 e 4 componentes para debater entre eles as suas respostas e reflexões a partir das questões apresentadas no roteiro.

A seguir, foi aberto um debate com toda a turma no qual foi retomada a situação-problema inicial e foram levados em consideração conceitos de clonagem, organismo geneticamente modificado e células tronco. Nesse momento, muitas dúvidas foram esclarecidas e conceitos equivocados foram discutidos. No final, cada grupo reescreveu as respostas das questões propostas no roteiro, incluindo as novas informações e reflexões debatidas.

3.2 Sequência didática – Elaboração de um protocolo experimental para extração de DNA

1º Encontro (2 aulas de 45 mim.)

A proposta da atividade foi que os estudantes, em grupo, desenvolvessem um experimento para extração de DNA a partir dos seus conhecimentos prévios e com o auxílio de um texto de apoio fornecido previamente. Foi realizado um debate rápido sobre material genético e sobre etapas de uma experimentação científica.

Foi apresentada a **Situação-problema:** Todos os seres vivos possuem material genético em suas células. Por meio da biotecnologia conseguimos manipular e alterar o material genético para realizarmos pesquisas que levem ao desenvolvimento de vacinas e

drogas para o controle ou cura de doença, como pode ser visto no filme “Planeta dos Macacos: a origem”. Então vamos a um questionamento bem simples: como podemos fazer a extração do DNA a partir do material apresentado no texto de apoio? Pode-se obter o DNA, de qualquer um dos materiais vivos apresentados?

Os estudantes formaram 5 grupos: 2 grupos de 4 componentes e 3 grupos de 3 componentes. Cada grupo teve que formular hipóteses que os ajudassem a desenvolver o experimento e elaborar o protocolo experimental. Os grupos discutiram as questões levantadas pelos colegas considerando o conhecimento prévio de cada um e a partir dessas reflexões, registraram as hipóteses formuladas.

Quadro 03: Texto de apoio utilizado para guiar a atividade de elaboração de protocolo de extração de DNA.

Texto de Apoio: “Material genético e a extração de DNA de variadas fontes”.

Como já havíamos estudado, todos os organismos vivos armazenam informações genéticas codificadas e contidas nos ácidos nucleicos, o material genético. A molécula de DNA é conhecida como a molécula da hereditariedade, pois nela estão contidas todas as informações genéticas necessárias para formar o novo indivíduo, um novo ser vivo. Assim, todas as células dos organismos vivos contêm DNA. Dessa forma, seria possível usar qualquer ser vivo, ou uma parte dele, bem como células deste ser vivo para fazer a extração do DNA.

Para que possamos fazer a extração do DNA, precisamos conhecer um pouco dos produtos que podem ser utilizados e etapas que devem ser seguidas.

As etapas possíveis no laboratório de ensino são as seguintes:

Maceração do tecido, para separar as células. A forma de trituração depende do material que é utilizado. Folhas e sementes de plantas podem ser colocadas no liquidificador; cebolas cortadas em pedaços bem pequenos e colocadas em banho-maria; frutas podem ser amassadas; células da mucosa bucal podem ser extraídas com bochechos com água. A maceração do tecido é realizada para separar as células.

Quebra das membranas celulares com detergente. O detergente, por possuir um componente chamado de lauril sulfato de sódio, desestrutura as moléculas de lipídeos presentes nas membranas celulares, desintegrando os núcleos e os cromossomos das células. Ao incluir as proteínas e o DNA soltam-se e dispersam-se na solução, separando o DNA cromossômico.

Solução salina. O sal misturado à água é utilizado para neutralizar o DNA, que precipitará com o álcool gelado. O DNA é solúvel em álcool, mas torna-se insolúvel na presença de sal (NaCl), porque o sódio neutraliza a carga negativa dos grupos fosfatos. O etanol formará uma camada na superfície por ser menos denso que a solução aquosa.

Precipitação com etanol gelado. O DNA é insolúvel em etanol (álcool etílico). Quando as moléculas são solúveis em um dado solvente, elas se dispersam e não são, portanto, visíveis. Quando as moléculas são insolúveis em um dado solvente, elas se agrupam, tornando-se visíveis. Quanto mais gelado estiver o álcool, menos solúvel o DNA vai estar. O álcool gelado em solução salina proporciona uma mistura heterogênea e faz com que as moléculas de DNA se aglutinem, formando a massa filamentososa e esbranquiçada.

Para realizar a atividade experimental, cada grupo escolheu o material a ser utilizado e em seguida começaram a desenvolver o experimento. Todo o material que poderia ser utilizado para o desenvolvimento da atividade foi disponibilizado na bancada, para que cada grupo escolhesse o que iria utilizar. Como na escola tem um laboratório de biologia, e os estudantes nunca tinham tido aulas no laboratório o espaço foi utilizado para o desenvolvimento da atividade. Vale destacar que tal atividade pode ser aplicada em sala de aula, não havendo a necessidade do laboratório.

Quadro 04: Lista de materiais disponíveis para os estudantes realizarem o experimento de extração de DNA.

Materiais disponíveis para os estudantes escolherem

- Várias fontes vegetais de DNA (banana, maracujá, morango, abacaxi);
- Fonte de DNA de origem animal (bochecho de mucosa bucal)
- Sal de cozinha;
- Detergente doméstico (lava louças);
- Água fria;
- Sacos plásticos (os sacos para congelar alimentos com fechamento são melhores por serem mais resistentes) para amassar as frutas,
- Coador;
- Etanol gelado - o etanol deve ser colocado no congelador, em frasco fechado, pelo menos um dia antes da realização da prática e permanecer no gelo durante a aula;
- Tubos de ensaio e grade (substituíveis por frascos pequenos ou copos);
- Vareta de madeira ou palitos de picolé.

Para auxiliar na montagem do protocolo experimental os estudantes receberam um modelo como o descrito a seguir.

Quadro 05: Modelo de protocolo experimental.

| |
|--|
| <p style="text-align: center;">Protocolo Experimental</p> <p>Componentes do Grupo: Protocolo Experimental: “Extração de DNA ” Hipóteses: (escreva as hipóteses formuladas pelo grupo) Materiais: (descreva todo o material que o grupo escolheu na quantidade a ser utilizada) Procedimento: (descreva o passo a passo a ser realizado pelo grupo). Discussão/Conclusões: (descreva os resultados finais, se foram ou não alcançados os resultados e o porquê dos resultados. O que poderia ser modificado no seu experimento?)</p> |
|--|

Durante essa etapa do trabalho o professor (a) pesquisador (a) ficou esclarecendo as dúvidas dos estudantes e os auxiliando quando necessário.

Quando todos os grupos terminaram seu experimento, cada grupo apresentou para a turma o material que foi escolhido e o resultado final do seu experimento. Depois foi realizado um pequeno debate sobre as diferenças dos resultados apresentados pelos grupos.

2º Encontro (2 aulas de 45 mim.)

Retomamos e analisamos novamente a Situação-problema, agora usando os resultados obtidos pelos grupos. Algumas perguntas foram feitas para os grupos durante as discussões: Por que se adiciona o detergente? Por que se usa o álcool? Por que o álcool deve estar gelado? O que realmente foi obtido no final do experimento? O seu resultado foi o esperado pelo grupo?

O professor (a) pesquisador destacou no debate a importância de seguir as etapas e escrevê-las durante a realização do experimento, a importância de interpretar os resultados, o valor que um resultado negativo pode ter, pois o mesmo poderá levar posteriormente a vários outros acertos, bem como, levar a repensar nas etapas realizadas e na importância de cada reagente/material e na adequação das proporções usadas.

3.3 Sequência didática – Biotecnologia e o desenvolvimento de vacinas.

1º Encontro (2 aulas de 45 min.)

Foi apresentada a **Situação-problema**: Como poderia explicar o fato de estar diminuindo a procura por vacinação no Brasil? Os estudantes, em grupos, levantaram hipóteses sobre a Situação-problema.

O professor (a) entregou o texto impresso “As razões da queda na vacinação” (figura 2) de Zorzetto (2018) para cada um dos grupos.



Figura 2: Imagem representativa do texto “As razões da queda na vacinação” de Ricardo Zorzetto.

Os grupos fizeram a leitura do texto e debateram para verificarem se as suas hipóteses sobre o porquê houve uma diminuição do índice de vacinação, estavam coerentes com as informações do texto. Também discutiram se na região onde eles moram esse fato também ocorreu, se eles perceberam uma mudança de comportamento das pessoas do seu convívio em relação a vacinação.

Foi pedido aos estudantes que se organizassem em pequenos grupos, que realizassem uma pesquisa utilizando os seus celulares para pesquisar na internet sobre: os tipos de vacinas, os processos de biotecnologia usados para produção de vacinas, quais são as vacinas oferecidas pelo governo brasileiro à população. Como não foi possível terminar a pesquisa em sala os estudantes a concluíram em casa.

2º Encontro (2 aulas de 45 mim.)

Os grupos apresentaram para a turma o resultado de sua pesquisa, onde cada grupo escolheu falar de uma doença e tipo da vacina.

O professor (a) ministrou uma aula expositiva para complementar as informações trazidas pelos estudantes. Para sua explanação, o professor (a) fez uso de data show, e abordou alguns temas: o que é a vacina, algumas vacinas produzidas no Brasil, vacinas disponibilizadas pelo Sistema Único de Saúde (SUS), tipos de vacinas e a importância da vacinação.

Em seguida foi realizado um debate com a turma sobre a importância das vacinas e quais são as consequências da redução de vacinação no Brasil nos últimos anos.

Depois, ainda em grupo, os estudantes responderam algumas perguntas sobre os temas abordados e entregaram as respostas para o professor (a).

Quadro 06: Questões norteadoras para a discussão sobre as vacinas.

Discuta as afirmações a seguir com os seus colegas de grupo e depois escrevas as justificativas.

1. Quais os tipos de vacinas que você pesquisou?
2. Cite um processo de biotecnologia usado para produção de vacinas.
3. Porque é importante para vocês estudar conceitos relacionados à biotecnologia.
4. Comente os pontos positivos e negativos da aula de hoje.

3.4 Sequência didática – Relação entre mutação, síntese proteica e material genético.

1º Encontro (2 aulas de 45 mim.)

Foi solicitado aos estudantes que realizassem uma pesquisa sobre constituição química de DNA e RNA para relembrar os conceitos já estudados em anos anteriores.

Para iniciar uma revisão e trazer as informações da pesquisa, o professor (a) indagou: Quando se fala de DNA, quais são as informações que vocês trazem do seu cotidiano? E foi realizado um debate.

Professor (a) colocou a **Situação-problema** da sequência didática: Qual é a função da síntese proteica? Qual seria a consequência nesse processo se ocorresse alteração de um nucleotídeo no RNA?

Os estudantes se organizaram em grupos discutiram e escreveram suas hipóteses. Em seguida foi apresentado o vídeo (<https://www.youtube.com/watch?v=JQOIQmAbmII>) e foi realizada uma discussão na qual os estudantes comentaram o vídeo e seus questionamentos.

Foi ministrada uma aula fazendo a relação com o vídeo e as respostas, e os questionamentos gerados na discussão sobre as principais características e diferenças entre os processos de duplicação, transcrição, tradução. Com o objetivo de esclarecer e permitir aos estudantes serem capazes de compreender e analisar as diferenças entre os ácidos nucleicos e as proteínas e, entender como a informação armazenada no DNA é usada no processo de síntese proteica.

2º Encontro (2 aulas de 45 mim.)

Aplicação do Jogo AminoUno. (SILVA, M. I. *et al.*, 2018).

Os estudantes receberam as orientações sobre o jogo e começaram a jogar para aplicar o conhecimento adquirido.

Durante a primeira rodada do jogo precisou-se retomar alguns conceitos do processo de síntese proteica, pois durante o jogo se percebeu claramente a dificuldade de entendimento do processo. Foi produzido em cartolina um modelo para representar o ribossomo, o tRNA e o mRNA, o que proporcionou aos estudantes entender melhor a proposta do jogo.

Começou o jogo novamente, durante o jogo os estudantes mostraram-se entusiasmados e pediram para jogar mais uma vez.

4. Resultados e Discussões

4.1 Sequência didática – Reconhecer o uso da biotecnologia no seu cotidiano.

A questão problema apresentada levou os estudantes a pensarem de que forma as técnicas empregadas na biotecnologia estavam presentes no seu cotidiano. Os estudantes apresentaram seus conhecimentos prévios sobre o que eles acreditavam estar relacionado com o termo biotecnologia, citando apenas palavras. Após a exposição das ideias ou de palavras, as mesmas foram anotadas no quadro, como pode ser observado na figura 3. Iniciou-se um debate, durante o qual se verificou que algumas palavras que foram citadas estavam equivocadas ou não se relacionavam com o tema. O que foi muito importante para o aprofundamento do conhecimento dos estudantes, sempre considerando e observando o conjunto de informações trazidas pela turma.

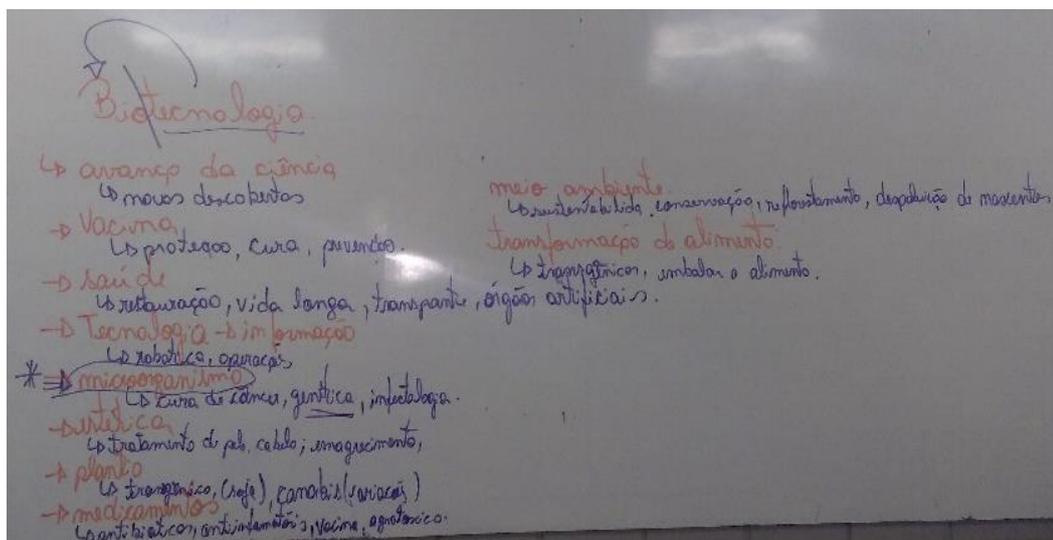


Figura 3: Registro fotográfico do quadro branco com as ideias dos estudantes. (Fonte: Própria)

Após o debate inicial foi realizada a apresentação da ficha técnica do filme “Planeta dos Macacos – A Origem” ocorrendo algumas manifestações negativas quanto à sua apresentação, por não terem interesse, baseado no título da obra. Certa aluna, que ainda não havia visto o filme, manifestou não querer ver tal filme. O motivo baseava-se na ideia equivocada, pois o título do filme remetia ao entendimento de que o planeta seria dos macacos. Mas em contraponto a maioria da turma já havia assistido ao filme e não fizeram

objeção em assistir novamente, sendo que apenas três estudantes conheciam a trilogia e as gravações anteriores. Em seguida, a explicação de que o filme seria uma ferramenta utilizada para desenvolver o conteúdo relacionado à biotecnologia e o seu uso no nosso cotidiano foi reforçada. Nesse sentido, Napolitano (2008) diz que trabalhar com filmes em sala de aula é uma forma de sensibilizar o aluno para um dado assunto de forma que estimule, desperte a curiosidade e o interesse do aluno para o tema escolhido. Sendo observado que tal atividade impulsionava o interesse do aluno pela pesquisa e pela aquisição de novas informações sobre o tema.

Um dos problemas enfrentados pelos professores (as) do turno noturno desta escola é o horário de saída na última aula, onde alguns estudantes saem mais cedo por causa dos horários do ônibus e são respaldados pela direção e coordenação e, outros estudantes saem por estarem cansados do dia exaustivo de trabalho. No dia da projeção do filme foram necessárias três aulas sendo uma delas no último horário. Todos os estudantes ficaram até o final da aula, e até mesmo os estudantes que tinham problemas com o horário de ônibus e tinham autorização para saírem mais cedo, permaneceram até o final do filme que terminou às 23 horas. Durante a projeção os estudantes se mantiveram atentos, interessados e fizeram algumas anotações.

As respostas do roteiro foram terminadas em casa, por que não foi possível durante a apresentação do filme, nem logo em seguida por causa do tempo do filme que é de 104 minutos.

Segundo o relato de um aluno: *“Achei super produtivo - mais estimulante, nos fez enxergar o filme de uma nova forma, com outra visão geral de todo o contexto do filme”*. Nessa perspectiva, foi possível constatar que o filme promoveu uma maior interação entre os estudantes e proporcionou sensações diferentes diante dos sons e imagens, com o tema abordado, levou o estudante a refletir e relacionar a importância do desenvolvimento tecnológico. Ressaltando o desenvolvimento de técnicas para o aperfeiçoamento de medicamentos e vacinas; o papel das pesquisas na área da saúde e a importância da ética nas pesquisas. A reação proveitosa dos estudantes nessa prática didática fortaleceu a minha concepção, de ter dado preferência a essa obra cinematográfica, que se mostrou pertinente para o desenvolvimento deste trabalho.

O desenrolar do filme proporcionou conduzir uma discussão sobre a posição da indústria farmacêutica para o desenvolvimento de novas drogas, questões éticas que envolvem a pesquisa, experimentação animal e as técnicas de biotecnologia, que são conteúdos que

devem ser desenvolvidos segundo o Currículo em Movimento da Educação Básica do Ensino Médio (DISTRITO FEDERAL, 2018b). Conteúdo proposto no currículo em movimento: biotecnologia e bioética, engenharia genética: métodos, técnicas e aplicações.

Além de proporcionar uma abordagem da ciência, tecnologia e sociedade que é uma das finalidades do ensino médio segundo a LDB, Seção IV, Art., 35, p. 18 (BRASIL, 1996) “compreensão dos fundamentos científicos tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática”. Como se pode observar nos relatos de dois estudantes “A biotecnologia foi muito interessante, mudou o meu pensamento” e “a 1ª aula de biotecnologia, na forma como foi conduzida, trouxe-me mais aprendizado, facilitou o conhecimento do assunto apresentado”.

Conforme Napolitano (2008), o uso do cinema como estratégia didático-pedagógica pode ser aplicado como fonte quando o professor (a) direciona o olhar dos estudantes para uma análise crítica e forneça argumentos para o debate com base nas informações ou questões problemas que constituem a narrativa da obra. Nesse sentido, para melhor trabalhar as ideias que se almejava alcançar com o uso dessa película foram entregues roteiros para os discentes responderem ao longo da projeção. Importante destacar que os estudantes se manifestaram de forma positiva ao uso do roteiro, no qual se apontou para questões importantes, como o uso de modificações gênicas para o desenvolvimento do tratamento de doenças, as questões éticas e financeiras que envolvem as pesquisas de novas drogas.

Na figura 4 podemos observar que 68% dos questionários entregues no início do filme estavam totalmente respondidos; 18% não responderam a questão número 8; e 14% dos estudantes entregaram o roteiro com somente quatro questões respondidas, por não entenderem que o questionário deveria ser devolvido antes do debate. Tal fato evidenciou a necessidade de tornar mais claras as orientações para a turma, na proposta de trabalho para outros professores (as).

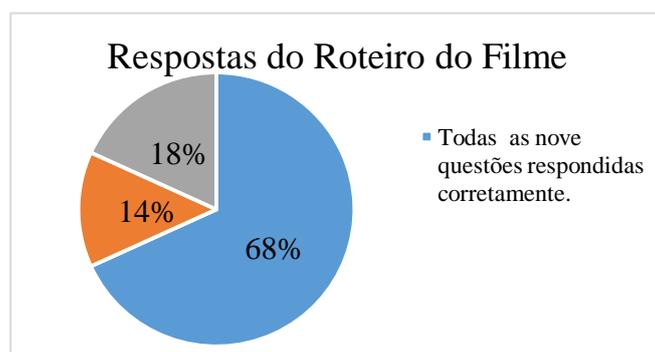


Figura 4: Respostas dos estudantes ao questionário referente ao filme “Planeta dos Macacos: a origem”.

Uma proposta das atividades investigativas é propiciar momentos de debates que conduzam os estudantes à reflexão, o que foi obtido com sucesso após a apresentação do filme. A maioria dos estudantes fizeram questão de participar da discussão dando sua opinião sobre as questões abordadas no filme, o que abriu espaço para aprofundar seus conhecimentos. Segundo Zompero (2016, p. 22) “um aspecto relevante que pode ser observado é a necessidade de que as atividades investigativas proporcionem aos estudantes o contato com as novas informações”. O que pode ser comprovado no depoimento de um dos estudantes, sobre a metodologia da aula “*As aulas da professora, tem uma dinâmica muito boa de aprendizagem, o modo como conduz é proveitosa e transmite conhecimento de forma prática e objetiva, que ao mesmo tempo estimula os estudantes a buscar mais conhecimentos*”.

Nesse sentido, evidenciou que o debate nos pequenos grupos foi muito importante, pois os estudantes apresentaram suas respostas e discutiram com os colegas suas ideias, o que levou a um grande envolvimento dos estudantes no debate com toda a turma. Seria interessante ressaltar que, alguns estudantes que não costumavam participar pediram a palavra, para poder dar sua opinião; três estudantes mais velhos, que não costumavam participar oralmente, participaram ativamente das aulas. Clement (2015) diz que “por acreditar que o aspecto investigativo, inerente do ensino por investigação, tem potencial para estimular nos estudantes interesse e maior participação ativa no decurso de construção de seus conhecimentos; atingindo o máximo de qualidade motivacional”.

A sequência didática investigativa proposta proporcionou a possibilidade de verificar que, quando é dada ao aluno a oportunidade de levantar os questionamentos, buscarem pelas respostas, realizarem debates onde eles podem trazer seus conhecimentos prévios, eles se sentem empoderados, mostrando-se mais estimulados, e resultando em uma aula muito mais proveitosa. Como é possível verificar no relato dos estudantes: “*A atividade da forma proposta, traz uma participação e uma interatividade maior com os estudantes e professor (a), com um entendimento claro*”; “*Aula assim é muito boa, eu aprendi bastante, tanto com relação à atenção ao filme com também na discussão sobre o mesmo. Eu queria que sempre tivesse aulas assim*”.

Segundo Clement (2015), o desenvolvimento de competências por parte dos estudantes se torna possível, pois, no ensino por investigação, permite-se que o estudante tenha um papel ativo no processo de ensino-aprendizagem, sendo ele o protagonista de sua aprendizagem. Além disso, o que torna viável o desenvolvimento de competências é a

presença de conceitos, modelos, técnicas, estratégias de tomadas de decisões, desenvolvimento de juízos e valores, no desenvolvimento de atividades de caráter investigativo.

Foi percebido que a redação dos estudantes na atividade escrita em grupo, após os debates, ficaram mais elaboradas e ricas em detalhes.

4.2 Sequência didática – Elaboração de um protocolo experimental para extração de DNA

O recurso utilizado para essa atividade foi a experimentação investigativa, e também pode-se perceber no desenvolvimento da prática que esta possibilitou um ambiente que favoreceu o debate, o desenvolvimento de habilidades da escrita, promovendo um maior envolvimento e motivação dos estudantes.

Em conformidade com Silva (2015), a Experimentação Investigativa pode trazer resultados que melhorem a predisposição do aluno para a aprendizagem; entretanto, para alcançar esse feito é necessário que o professor (a) desenvolva habilidades para perceber, ensinar e construir as percepções dos estudantes. A problematização deve partir dos conhecimentos prévios que os estudantes possuem, adquiridos no seu cotidiano, cabendo ao professor (a) o desafio de fazer com que estes estudantes organizem os conteúdos e a aplicação destes saberes e, relacionando esses conhecimentos com os conteúdos ensinados. Partindo dessa concepção, foi apresentada a Situação-problema e os estudantes apresentaram suas opiniões e conhecimentos prévios e, a partir do debate eles desenvolveram o experimento.

Os estudantes apresentaram, mais uma vez, dificuldade para elaborar as hipóteses. Neste sentido foi observado que quando incentivados eles conseguiram levantar alguns questionamentos oralmente, mas ainda não conseguiram escrever as hipóteses. Dos cinco grupos apenas um escreveu no protocolo uma hipótese, os outros quatro grupos deixaram em branco. Este fato levou a pensar se a formulação de hipóteses deve ficar como um dos pontos do protocolo experimental ou até mesmo das atividades, embora seja um dos quesitos apontado pelo ensino por investigação.

O material escolhido pelos estudantes foi descrito nos protocolos com as quantidades utilizadas pelos três grupos, apenas um grupo não colocou as quantidades e descreveu apenas os materiais.

Na descrição do procedimento os estudantes não fizeram a descrição detalhada, mas durante o desenvolvimento da atividade, quando questionados, eles descreveram todo o processo. Diante do ocorrido, fica a necessidade de reforçar a importância de pedir para os estudantes escreverem detalhadamente o que está sendo desenvolvido. Nessa perspectiva, deve se ressaltar que é importante lembrar aos estudantes que é necessário que tenha um componente do grupo que fique responsável por ir anotando todos os passos realizados. Um ponto importante observado, na maioria dos grupos, foi o entrosamento entre os membros. É relevante destacar que os estudantes demonstraram curiosidade, interesse e debateram cada etapa a ser realizado durante a atividade.

Nesse sentido, conforme Francisco Jr. (2008), o desenvolvimento do experimento, sua interpretação e expressão na linguagem científica deixam de ser propriedade do professor (a), devendo tornar-se objetos que atingem os envolvidos no ato de conhecer. É nesse contexto que a experimentação se torna motivadora, aumentando o potencial de raciocínio e argumentação dos estudantes.

Como observado durante os debates da apresentação oral dos resultados, alguns estudantes consideraram que o experimento (figura 5) não deu certo, então se questionou o que era certo para eles e os mesmos começaram a questionar os seus procedimentos, o material usado, a quantidade de cada material. Diante do debate foi levantada a questão sobre o que era um experimento dar certo? E se a partir do erro tinha aprendido? Diante dos questionamentos os estudantes foram apresentando soluções para os seus experimentos o que gerou um debate muito rico da turma, como descrito nos comentários dos estudantes *“Motivo é que uma aula elaborada de forma praticada ajuda a desenvolve a capacidade de raciocínio. É atividade realizada no laboratório se torna mais produtiva do que só ... a explicação”* e *“O experimento trouxe mais conhecimento ao qual achei incrível. Porém devido ao erro de procedimento do grupo não visualizei meu experimento”*.



Figura 5: Registro fotográfico dos estudantes realizando o experimento. (Fonte: Própria)

Mesmo depois de todo o debate, a escrita mostrou-se inferior às ideias desenvolvidas pelos estudantes, constatando mais uma vez a dificuldade na escrita. Como também pode ser observado no trabalho de Pinto (2009), onde ela diz; "os estudantes apresentaram dificuldades em expressarem-se na escrita, limitando suas respostas a palavras ou frases curtas". Quatro grupos apresentaram em suas conclusões os equívocos realizados no desenvolvimento do experimento, o que os levou a resultado diferente do esperado por eles. E o grupo que obteve o resultado esperado, escreveu nas suas discussões apenas que obtiveram sucesso.

A partir da fala do aluno *"A aula foi muito interessante, pois trabalho parte do desenvolvimento em grupo. Trabalho a parte lógica, e o colocar em prática"*, comprovou-se que a atividade proposta propiciou um ambiente que motivou os estudantes, incentivando as reflexões a partir da Situação-problema apresentada, estimulando a participação ativa no desenvolvimento de toda a sequência didática, o que contribuiu para aprendizagem de estudantes e do professor (a).

No dia do desenvolvimento do experimento todos os estudantes permaneceram no laboratório até às 23 horas, horário de término da aula do noturno. Os estudantes participaram ativamente na organização do laboratório deixando-o limpo, da forma que o encontraram.

Um ponto muito importante que deve ser levado em consideração foi o texto de apoio, uma vez que os estudantes tiveram dificuldades para a formulação das hipóteses e para a descrição dos resultados. Fez-se necessário rever o texto de apoio no intuito de trazer mais informações para eles se tornarem mais autônomos no desenvolvimento do experimento e com isso melhorar o resultado final. Também se fez necessário melhorar o modelo de relatório, o que pode ajudar os estudantes no desenvolvimento do trabalho final.

4.3 Sequência didática – Biotecnologia e o desenvolvimento de vacinas

As suposições apresentadas pelos estudantes para explicar, a Situação-problema, diminuição da vacinação no Brasil foram: que ainda existe falta de conhecimento das pessoas em relação as vacinas; que os horários do calendário de vacinação para os pais não é o mais adequado, pois é o mesmo do horário de trabalho deles; e os boatos nas redes sociais.

É importante ressaltar que o argumento levantado pelos estudantes que hoje existem muitos boatos na internet que as vacinas não fazem bem para a saúde tem se multiplicado. Encontra-se nas redes sociais grupos de movimentos "antivacinas". Nesses

grupos pessoas divulgam que não devemos tomar vacinas e não vacinar as crianças, pois defendem a ideia de um estudo que associa a vacina contra o sarampo ao aumento do autismo.

Entretanto, os estudantes relataram que os seus filhos são vacinados e eles são a favor da vacinação. Eles moram em cidades administrativas diferentes, alguns no Cruzeiro, Brasílinha, Planaltina, entre outras cidades do entorno de Brasília. A maioria da turma tem o mesmo nível econômico e cultural, o que pode ser um fator que levou as repostas serem bem parecidas em relação a vacinação.

É necessário salientar que os estudantes levaram mais tempo que o proposto para ler o texto, esse fato levou a repensar no tempo previsto para trabalhar o texto de apoio. Observou-se nas aulas, que geralmente as turmas do EJA apresentam mais dificuldade na leitura. De acordo com Pinto (2009), o professor (a) deve levar em consideração o ritmo de aprendizagem de cada educando adulto, uma vez que o ritmo tende a diminuir com a idade. Outros fatores podem levar os estudantes a uma diminuição desse ritmo, podendo-se citar: diminuição da visão e da audição; problemas de memória; fadiga e cansaço por causa da jornada de trabalho e afazeres de casa.

Cabe ressaltar que as questões levantadas pelos estudantes foram as mesmas apresentadas no texto para discussão. O único ponto de questionamento diferente foi deles não terem percebido uma mudança de comportamento das pessoas de seu convívio com relação à vacinação. Os estudantes consideraram que não houve uma diminuição na comunidade deles. Mas, no texto de Zorzetto (2018), apresenta dados que demonstram a diminuição da vacinação no ano de 2017, conforme podemos observar na figura 6.

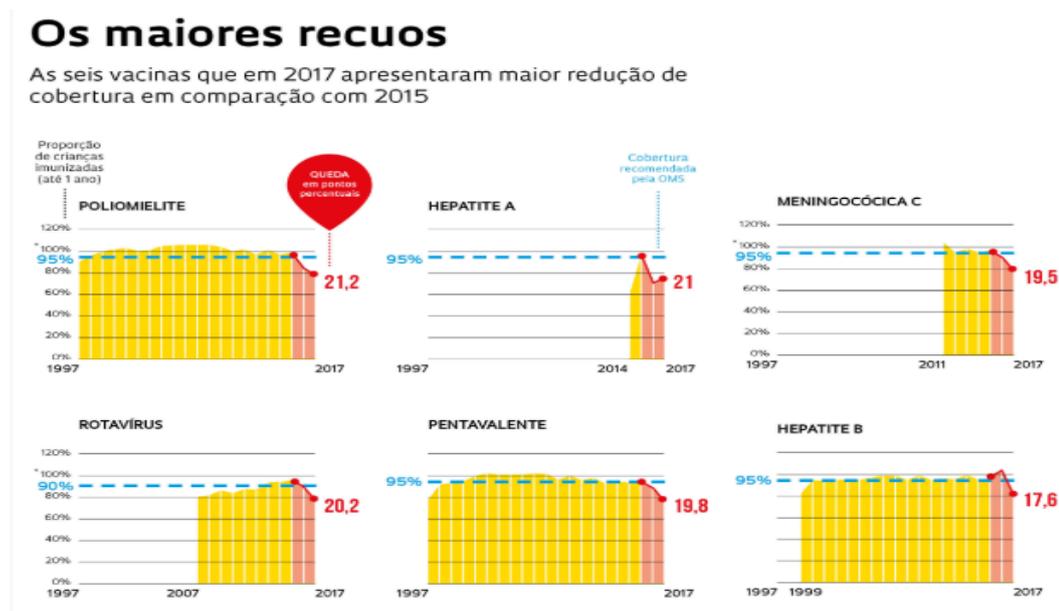


Figura 6: Dados da queda de vacinação em 2017. (Fonte: ZORZETTO, 2018)

A pesquisa realizada sobre as vacinas iniciou-se na escola (figura 7) e foi finalizada fora do ambiente da escola, onde cada grupo escolheu falar de uma doença e apresentou um tipo de vacina. Como os estudantes estavam motivados, eles realmente terminaram a pesquisa em casa, o que de outras vezes não aconteceu. Muitas vezes eles deixavam para pesquisar na aula subsequente.



Figura 7: Estudantes reunidos em grupos e iniciando a pesquisa sobre vacinas. (Fonte: Própria)

Nas apresentações das pesquisas os estudantes participaram ativamente e durante a exposição do professor (a) eles fizeram contribuições com informações que obtiveram em suas pesquisas e com o auxílio do texto.

Durante o debate, os estudantes demonstraram um comportamento proativo, e ventilaram a necessidade de trabalhar mais o tema voltado para as doenças e a importância da vacinação. Dada a importância do tema, sugeriu-se no material de apoio aos professores (as), que eles proponham aos estudantes a elaboração de um jornalzinho ou folheto para divulgação das informações sobre as doenças e a importância da vacinação. Outra sugestão seria criar um mural na escola com o material produzido por eles.

Nesse sentido, os relatos dos estudantes evidenciam que esse tema é de extrema importância e que deve ser trabalhado nas escolas. Fica evidente essa necessidade nas declarações dos estudantes: *“a aula é boa para aprender sobre as prevenções, e sobre a importância de cada vacina”* e *“é um ponto positivo o conhecimento das vacinas utilizadas na prevenção de doenças”*.

Outro aspecto importante para ser modificado no material final, que foi unânime entre os estudantes, foi a necessidade de se ter mais tempo para aprofundar o conteúdo sobre os vários tipos de doenças.

4. 4 Sequência didática – Relação entre mutação, síntese proteica e material genético

O debate possibilitou aos estudantes se expressarem verbalmente, momento em que eles fizeram relações entre as informações de seu conhecimento cotidiano com o científico pesquisado por eles, embora tenham trazido poucas informações sobre o processo da síntese proteica. Esse fato pode ser reflexo da dificuldade de entendimento desse conteúdo.

A aula expositiva e o vídeo apresentado ajudaram na motivação dos estudantes. A aula expositiva iniciou com a apresentação da Situação-problema, com a intenção de levar os estudantes a apontar questionamentos até então não mencionados. Entretanto, resolveu-se apresentar no material de apoio outras possibilidades de vídeos.

No sentido de envolver ainda mais os estudantes a alcançarem um bom resultado com o tema dessa atividade, adotou-se trabalhar com o jogo AminoUNO (figura 8). Zanon (et al., 2008) defende a importância de utilizar o jogo para a resolução de problemas e investigação. Braga e Matos (2013) defendem que o jogo com viés investigativo, propicia ao aluno pesquisar ou investigar soluções para os problemas propostos, mais ainda quando o jogo tem pistas e os estudantes têm que encontrar estratégias para resolvê-las, o que valoriza também a autonomia.

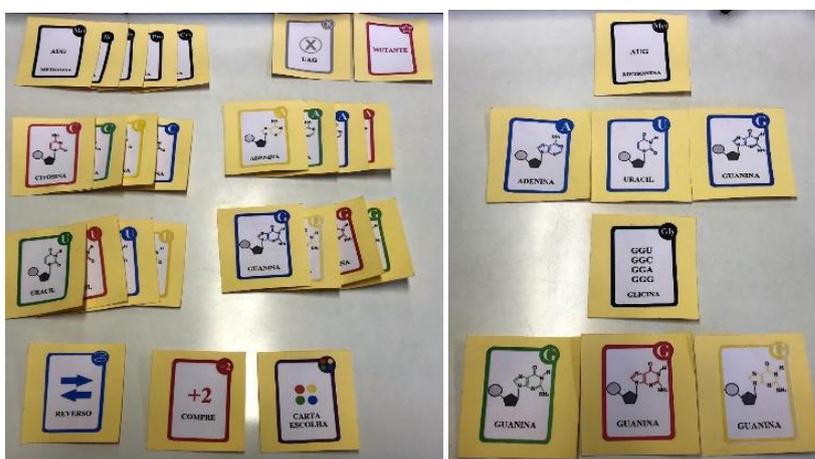


Figura 8: Cartas do jogo AminoUno. (Fonte: Própria)

O material confeccionado em cartolina (figura 9 – A, B) para representar o ribossomo, o tRNA e o mRNA proporcionou aos estudantes entenderem melhor a síntese proteica, que era a proposta desse jogo.



Figura 9: A) Modelo em cartolina do ribossomo, tRNA e mRNA. B) Grupo de estudantes durante a execução do jogo AminoUno.

Ao final da aula, o professor (a) percebeu que a utilização do jogo como ferramenta de aprendizado facilita a compreensão e sedimentação do conteúdo e os estudantes se sentiram motivados.

5. Considerações Finais

O desenvolvimento de todas as sequências didáticas me fez repensar meu trabalho como professora do ensino médio regular, nos últimos 10 anos. Inicialmente, as atividades propostas desse trabalho estavam voltadas ao ensino médio regular, mas por vários motivos, o trabalho acabou sendo aplicado e desenvolvido com os estudantes do EJA. Foram feitos ajustes na proposta inicial, de modo a adequá-la ao EJA, um público com necessidades educacionais particulares, com grande diversidade etária, étnico-racial, socioeconômica, cultural e de gênero, entre outras.

O desenvolver de todo o trabalho nos levou a momentos de reflexões profundas do fazer pedagógico. Em conformidade com Azevedo (2004), cada etapa exigiu um cuidado, pois era necessário deixar que o aluno conduzisse todo o desenvolver da aula. Um dos objetivos das aulas investigativas é estimular o aluno a participar ativamente de todas as etapas, buscando refletir e tentando explicar a resposta para a Situação-problema apresentada, e o papel do professor (a) passa a ser de quem orienta e guia o estudante nesse trabalho. E realmente, esse foi o maior desafio como professora.

Nesse sentido, todo o desenrolar das aulas nos deixaram entusiasmados e estimulados para cada vez mais procurar ações que levassem o aluno a aprender. Esse entusiasmo contagiou os estudantes fazendo-os alcançar metas propostas pelo ensino por investigação, em que os estudantes foram capazes de: formular explicações para os problemas apresentados; fazer conexões das explicações com o conhecimento científico; discutir, refletir e relatar na forma escrita e oral sobre os temas propostos. Deixaram de apresentar um estado de desânimo e cansaço nas aulas e passaram a ser ativos e a demonstrar interesse pelos conteúdos de Biotecnologia apresentados.

Quanto à escolha do tema seguimos o que está previsto na BNCC, competência específica 3 que diz: (BRASIL, 2018, p.558).

“explorar como os avanços científicos e tecnológicos estão relacionados às aplicações do conhecimento sobre DNA e células pode gerar debates e controvérsias – pois, muitas vezes, sua repercussão extrapola os limites da ciência, explicitando dilemas éticos para toda a sociedade”.

Nessa perspectiva, vimos como é importante falar da vacinação, da produção de novos medicamentos, de uso de tecnologia na ciência, da ética na sociedade atual. Tivemos a

oportunidade de esclarecer muitas dúvidas, desmistificar divulgações errôneas da mídia trazidas pelos estudantes e, assim, construir juntos novas informações que fortaleceram os conhecimentos dos estudantes sobre esses temas.

Nesse seguimento, a utilização do filme para iniciar o tema de biotecnologias e ética mostrou-se muito proveitoso. Como o filme é atual, apresenta uma bela fotografia e um enredo envolvente, os estudantes se envolveram e mostraram interesse por todas as etapas da atividade. Constatando assim, que a escolha de usar o filme como estratégia didática foi muito motivadora para os estudantes. O uso da experimentação de forma investigativa, na qual o aluno escreve e planeja todo o experimento, elevou a extração de DNA a um outro patamar de envolvimento e conhecimento por parte dos estudantes. O jogo é uma atividade lúdica muito apreciada pelos estudantes, e o uso do jogo como estratégia para o aprendizado dos estudantes mostrou-se eficiente para reforçar o conhecimento sobre a síntese proteica. Foi observado que o jogo facilitou o entendimento dos estudantes e foi outro momento para esclarecer as dúvidas ainda existentes a respeito do conteúdo relacionado.

Nessa lógica, foi possível fazer todas as considerações para chegar ao produto final. Tivemos a oportunidade de reelaborar o material para que possa ser aplicado, trabalhado por outros professores (as) tanto no ensino médio regular como no EJA. Procuramos melhorar os textos de apoio, buscar outros vídeos, apresentar uma nova forma de divulgação de resultados obtidos pelos estudantes ou formas de avaliações. Também podem ser feitas sugestões nas atividades, de forma que os estudantes possam produzir pequenos textos, fazer desenhos, elaborar folhetos, redações coletivas, como sugerido por Zompero (2016).

Um ponto muito importante para se destacar nesse trabalho foi a dificuldade encontrada pelos estudantes de escreverem os resultados e as análises realizadas por eles. Nesse sentido, vem à necessidade de propor ações em que o aluno desenvolva mais a habilidade da escrita e da leitura.

É interessante ressaltar que esse trabalho não teve como objetivo analisar se a metodologia de ensino por investigação leva o aluno a um melhor aprendizado e sim levantar os pontos positivos e negativos do material de apoio para professores (as). Realizar uma pesquisa para verificar a eficácia do material para o aprendizado do aluno poderá ser a continuidade desse trabalho. Seguindo essa ideia, pode se desenvolver o tema biotecnologia em uma turma controle, para a qual se utilize a metodologia tradicional e uma turma com a metodologia de ensino por investigação. Por esse ângulo teríamos turmas com aulas

expositivas e turmas com aulas com as sequências didáticas propostas, dessa forma pode-se comparar o aprendizado e a motivação dos estudantes de forma quantitativa e qualitativa.

No entanto, podemos salientar que embora o trabalho não traga uma análise quantitativa e sim qualitativa, tornou-se bem claro com as declarações dos estudantes e as observações do professor (a), que os estudantes se sentiram motivados e envolvidos com essa metodologia.

Essas observações demonstram que o trabalho da forma como foi proposto será uma boa ferramenta para outros professores (as) obterem sucesso no desenvolvimento do tema Biotecnologia.

6. Referências Bibliográficas

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R. **Biologia Moderna**. Volume 3. Editora Moderna. 1ª Edição. SP. 2016.

ARAÚJO, L. F. S. DE; DOLINA, J. V.; PETEAN, E.; MUSQUIM, C. DOS A.; BELLATO, R. LUCIETTO, G. C. Diário de pesquisa e suas potencialidades na pesquisa qualitativa em saúde. **Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde**, v.15, n.3 p. 53 – 61, 2013.

AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula**. In: Carvalho, P. M. A. (org.). Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática. Pioneira Thomson Learning. São Paulo, 2004.

AZEVEDO, M. N. de. **Pesquisa-ação e atividades investigativas na aprendizagem da docência em ciências**. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

BRAGA, R.G.; MATOS, S.A. Kronus: Refletindo sobre a construção de um jogo com viés investigativo. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.8, n.2, 2013.

BRASIL, Ministério da Saúde, 2019. **Vacinação: quais são as vacinas, para que servem, por que vacinar, mitos**. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/vacinacao/vacine-se>>. Acesso em: 11/05/2019.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio**. 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>.

BRASIL. **LEI Nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996 (LDB)**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Art. 35. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm>.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base**. Brasília: MEC. 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>

BTEDUC, 2019a. Biotecnologia – **Ensino e Divulgação**. Disponível em: <<https://bteduc.com/>>. Acesso em: 30/08/2018.

BTEDUC, 2019b. Biotecnologia – Ensino e Divulgação. **Extração de DNA: um experimento ambíguo**. Disponível em: <https://bteduc.com/guias/68_Extracao_de_DNA_um_experimento_ambiguo.pdf>. Acesso em: 30/08/2018.

BTEDUC, 2019c. Biotecnologia – Ensino e Divulgação. **Extração de DNA: procedimento básico**. Disponível em: <https://bteduc.com/guias/69_Extracao_de_DNA_procedimento_basico.pdf>. Acesso em: 30/08/2018.

BTEDUC, 2019d. Biotecnologia – Ensino e Divulgação. **Extração de DNA: fontes alternativas.** Disponível em: https://bteduc.com/guias/70_Extracao_de_DNA_de_diversas_fontes.pdf. Acesso em: 30/08/2018.

CARNEIRO, S. P.; DAL-FARRA, R. A. As situações-problema na aprendizagem dos processos de divisão celular. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática** (Editora da ULBRA), v. 13, n.1 p. 121 – 139, 2011.

CARVALHO, A. M. P. DE (org.). **O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas.** Cengage Learning, São Paulo, 2013.

CLEMENT, L.; CUSTÓDIO, J. F.; FILHO, J. P. A. Potencialidades do Ensino por Investigação para Promoção da Motivação Autônoma na Educação Científica. **ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.8, n.1, p.101-129, 2015.

DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado de Educação. **Currículo em Movimento – Educação de Jovens e Adultos.** Livro 7. Brasília: Secretaria de Estado de Educação, 2018a. Disponível em: <http://www.se.df.gov.br/curriculo-em-movimento-da-educacao-basica-2>.

DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado de Educação. **Currículo em Movimento – Ensino Médio.** Brasília: Secretaria de Estado de Educação, 2018b. Disponível em: <http://www.se.df.gov.br/curriculo-em-movimento-da-educacao-basica-2>.

EAD BIOLOGIA UFPA. **Do DNA à Síntese Proteica.** 2014. (3m30s). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=7WesB3Ll_To&t=53s.

FÁVARO, R. G.; DINIZ, R. E. DA S.; MAIA, I. DE G.; DOMINGUES, D. S. “Engenharia genética e biologia molecular: possibilidades e limites do trabalho do professor de biologia no ensino médio.” **IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, nov 2003, p. 11.

FRANCISCO JR, W. E.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. Experimentação Problematizadora: Fundamentos Teóricos e Práticos para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências. **Química Nova Na Escola**, n. 30, 2008.

FRANCO, D. L. A importância da sequência Didática como metodologia no Ensino Médio da disciplina de Física moderna no Ensino Médio. **Revista Triângulo**, v.11, n.1, p. 151 – 162, 2018. ISSN 2175-1609.

GALANJAUSKA, M. A. **Biotecnologia no Ensino Médio:** proposta de ensino. Dissertação (Mestrado). Universidade e Mogi das Cruzes. Mogi das Cruzes, 2009.

LARA, I. C. M. DE. O jogo como estratégia de ensino de 5ª a 8ª série. **Anais do VIII Encontro Nacional de Educação Matemática**, 2004.

LANDIM y GOYA, P. R. DE. **A temática biotecnologia na formação inicial de professores de Biologia: o que dizem licenciados em fase de conclusão.** Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2016.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Bio.** Volume 3. Editora Saraiva. 3ª Edição. SP. 2016.

MAIS BIOLOGIA. **Transcrição e Tradução: síntese de proteínas COMPLETO (Mais Biologia, com Roger Maia).** 2019. (9m58s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=IZStH_Be1mw>. Acesso em: 28/05/2019.

MELONI, J.S.; SPIEGEL, C.N.; GOMES, S.A.O. **Biotecnologia em jogo: estratégia lúdica para o ensino médio.** Genética Escola, vol13, n.2, 2018.

MOTOKANE, M. T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Revista Ensaio**, v.17, n. especial, p.115–137, nov 2015.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. DE C. E. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?. **Revista Ensaio**, v.9, n.01, p.89-111, 2007.

NAPOLITANO, M. **Como usar o cinema na sala de aula.** 4.ed. São Paulo: Contexto, 2008.

O PLANETA DOS MACACOS: A ORIGEM (RISE OF THE PLANET OF THE APES), Direção: Rupert Wyatt, Produção: Amanda Silver, Dylan Clark, Peter Chernin, Rick Jaffa, ESTADOS UNIDOS, 2011, 106 MIN. Distribuidora: Fox Film

PALOMAT. **Síntese proteica.** 2010. (4m17s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=JQOIQmAbmII>>

PINTO, D.C. R.R. **Os processos de aprendizagem dos estudantes da EJA.** Trabalho de conclusão de curso de Especialização em Educação de jovens e Adultos, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, SP, 2009.

PINTON, M. R. G. M. **Aprendendo Biologia Molecular e Biotecnologia a partir de exemplos da Agropecuária:** uma proposta metodológica inovadora para a 3ª série do Ensino Médio. Dissertação (Mestrado). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009.

PONTE, J. P. M. DE. Investigar, ensinar e aprender. Actas do ProfMat. Lisboa, 2003.

SILVA, C.J.; SEZAR, S.; CALDINI, N.J. **Biologia (Ensino Médio).** Volume 2. Editora Saraiva. 12ª Edição. SP. 2016.

SILVA, M. A. DA; RODRIGUES, M. A. O; SANTOS, R. A.; MARTINES, E. A. L. DE M; SOUZA, W. K. DO A. Proposta de experimentação didática investigativa no ensino de ciências e a formação inicial de professores. **Revista Didática Sistemica**, v. 17, n. 1, p. 03-14, ISSN 1809-3108, 2015.

SILVA, M. I. DA; PINHEIRO, S. B.; MENDES, S. A. B. A.; CAMPELO, T. W. M.; DOS SANTOS, Y. V. S.; GROSS, M. C.; RODRIGUES, D. P. Jogo AminoUNO: uma ferramenta

alternativa para o ensino da síntese de proteínas no ensino médio. **Revista de Ensino de Bioquímica**, n.1, 2013.

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

ZABALZA, M. A. **Diários de aula: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional**. Trad Ernani Rosa. Artmed, Porto Alegre, 2004.

ZANON, D. A. V.; GUERREIRO, M. A. S.; OLIVEIRA, R. C. Jogo didático Ludo Químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. **Ciências & Cognição**, v.13, n.1, p. 72-81, 2008.

ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. **Atividades investigativas para as aulas de ciências: um diálogo com a Teoria de Aprendizagem Significativa**. 1ªed. Curitiba: Appris, 2016.

ZORZETTO, R. As razões da queda na vacinação. **Revista FAPESP**, São Paulo, Ed 270, ago 2018.



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL

BIOTECNOLOGIA: PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE
ENSINO INVESTIGATIVA COMO MATERIAL DE APOIO PARA
PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO

ANDRÉA BERNARDES

BRASÍLIA

2019

ANDRÉA BERNARDES

**BIOTECNOLOGIA: PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE
ENSINO INVESTIGATIVA COMO MATERIAL DE APOIO PARA
PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional- PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientadora: Dra. ILDINETE SILVA PEREIRA

BRASÍLIA

2019

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| Apresentação | 53 |
| Sequência didática 1 – Relação entre mutação, síntese proteica e material genético | 55 |
| Sequência didática 2 – Elaboração de um protocolo experimental para extração de DNA...59 | |
| Sequência didática 3 – Reconhecer o uso da biotecnologia no seu cotidiano..... | 65 |
| Sequência didática 4 – Biotecnologia e o desenvolvimento de vacinas..... | 69 |
| Referências | 73 |

Apresentação

Esse material de apoio ao professor (a) é o produto do Trabalho Final de Mestrado sob o título **BIOTECNOLOGIA: Proposta de Sequência Didática de Ensino Investigativa como material de apoio para professores do Ensino Médio**, do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede nacional – PROFBIO da Universidade de Brasília.

As sequências didáticas propostas foram pensadas de forma que possam ser desenvolvidas em qualquer escola pública, considerando as dificuldades enfrentadas pelos professores (as) tais como, um grande número de estudantes em sala e a falta de recursos materiais. As atividades foram planejadas para serem realizadas na própria sala de aula e com materiais de baixo custo e que possam ser providos pelos próprios estudantes.

Sequências didáticas conforme Zabala (1998) é um recurso didático em que o educador desenvolve atividades planejadas, visando a realização de objetivos educacionais predeterminados, com início e fim conhecidos tanto pelos docentes, quanto pelos discentes. Nesse sentido planejei atividades, estratégias e intervenções dentro da metodologia de Ensino por investigação, em que as atividades foram construídas etapa por etapa para que o objetivo proposto fosse alcançado pelos discentes.

Nesse sentido, essa proposta de trabalho segue o que está proposto na BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR no capítulo Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio: (2018, p. 550)

“ à dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área.”

As aulas seguiram a proposta de sequências didáticas investigativas, nas quais são sugeridas situações-problemas para os discentes. O uso de situações-problemas contribui para que o docente identifique de maneira mais adequada os aspectos que precisam ser trabalhados mais minuciosamente com os estudantes nas atividades diárias (Carneiro & Dal-Farra, 2011).

Foram desenvolvidas quatro Sequências Didáticas de Ensino por Investigação, sobre o tema Biotecnologia, com estratégias diferenciadas: leitura, pesquisas, debates, jogo

experimento e filme. Cada sequência didática inclui: conteúdos, objetivos, uma Situação-problema, e as etapas da sequência didática, na qual apresento o material a ser utilizado e sugestões para o desenvolvimento das atividades.

Todos os temas abordados seguem as orientações da BNCC de acordo com a competência específica 3 do capítulo de Ciências da Natureza onde é sugerido que se desenvolva conhecimentos relacionados: à aplicação da tecnologia do DNA recombinante; à identificação por DNA; ao emprego de células-tronco; à herança biológica e à vacinação.

O foco principal desse trabalho é despertar no aluno o interesse pelos estudos e pelo conhecimento científico, além de valorizar o conhecimento preexistente do aluno e proporcionar que o aluno saia de uma postura passiva e passe a ser o protagonista de seu aprendizado.

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001"

Sequência Didática 1 – Relação entre mutação, síntese proteica e material genético.



Recursos: Quadro branco e pincéis; Data show; Caixa de som; Jogo AminoUNO DA SILVA *et al* (2013); Cartolina; Tabela de códons.

Estratégia: Uso de jogo didático, discussões em grupos;

Metodologia: Ensino por Investigação

1. **Público alvo:** 3º ano do Ensino Médio do Ensino de Jovens e Adultos (EJA).

2. **Conteúdo Estruturante:**

2.1. **Conteúdo Básico:**

- ✧ Biotecnologia e bioética.
- ✧ Engenharia genética: métodos, técnicas e aplicações.

2.2. **Conteúdos Específicos:**

- ✧ Núcleo (replicação do DNA, cromossomos e cariótipo)
- ✧ Biossíntese de proteínas.
- ✧ Código Genético - Base da vida: os ácidos nucleicos.
- ✧ Mutações

3. **Objetivos de aprendizagem:**

- ✧ Distinguir entre os processos de duplicação, transcrição e tradução.
- ✧ Compreender a correlação entre a sequência de bases no DNA, no mRNA e a sequência de aminoácidos na proteína.
- ✧ Entender que é preciso um código para sintetizar uma proteína a partir de uma sequência de bases no mRNA.
- ✧ Compreender o papel de cada um dos principais tipos de RNA (mensageiro, transportador e ribossomal) no processo de síntese proteica.
- ✧ Compreender a dinâmica do processo de síntese proteica.
- ✧ Compreender os processos de mutações genéticas.

4. **Número estimado de aulas:** 2 aulas de 50 minutos.

5. **Etapas da sequência didática:**

1º Encontro (2 aulas de 50 mim.)

Solicite que realizem uma pesquisa sobre constituição química de DNA e RNA para relembrar os conceitos já estudados em anos anteriores, em aula anterior.

Para iniciar uma revisão e trazer as informações da pesquisa, indague seus estudantes: Quando se fala de DNA quais são as informações que vocês trazem do seu cotidiano? Faça um pequeno debate com as informações trazidas e com as respostas dos estudantes.

Peça que a turma se reúna em grupos e apresente a Situação-problema para os estudantes elaborarem as hipóteses. Os estudantes devem anotar as ideias formuladas pelo grupo.



Situação-problema: Pensando que o DNA é uma estrutura responsável por armazenar e transmitir as informações genéticas nos seres vivos, ou um manual de instruções para produzir proteínas nas células. Se o DNA sofre uma mutação, qual seria a consequência dessa modificação para esse ser vivo?

Em seguida apresente o vídeo sobre síntese proteica e realize uma pequena discussão sobre vídeo.

Sugestão de Vídeos

- Do DNA à Síntese Proteica. (EAD BIOLOGIA UFPA, 2014).
- Transcrição e Tradução: síntese de proteínas COMPLETO (Mais Biologia, com Roger Maia). (MAIS BIOLOGIA, 2019)

Ministre uma aula na qual se estabeleça relações entre vídeo e as respostas e questionamento gerado nas discussões. Com o objetivo de esclarecer e permitir aos estudantes serem capazes de compreender e analisar as diferenças entre os ácidos nucleicos, entre os processos de duplicação, transcrição, tradução e a mutações.

2º Encontro (2 aulas de 45 mim.)

Retome as ideias trabalhadas na aula anterior: os ácidos nucleicos, entre os processos de duplicação, transcrição, tradução e a mutações.

Apresente o jogo AminoUno (SILVA *et al*, 2013) (Figura 01) para a turma.



Jogo AminoUNO: uma ferramenta alternativa para o ensino da síntese de proteínas no ensino médio

AminoUNO game: an alternative tool for the teaching of protein synthesis in high school

Figura 01: Imagem do cabeçalho do jogo AminoUno.

Peça para os estudantes se reunirem em grupos de 5 ou 6, exponha todas as regras e mostre as cartas do jogo (Figura 02). Faça uma rodada experimental para esclarecer alguma dúvida que eles ainda tenham sobre o jogo ou a síntese de proteínas.



Figura 02: Imagem fotográfica das cartas do jogo AminoUno.

Confeccione com os estudantes em cartolina um modelo para representar o ribossomo, o tRNA e o mRNA (Figura 03). O modelo irá ajudar entender melhor a proposta do jogo.



Figura 03: Imagem fotográfica da confecção em cartolina de um modelo de ribossomo, tRNA e mRNA.

Sugestão Para Avaliação

Os estudantes poderão ser avaliados pela participação nos debates, na elaboração das hipóteses e participação no jogo.

Sequência Didática 2 – Elaboração de um protocolo experimental para extração de DNA



Recursos: texto de apoio, frutas, material da mucosa bucal, sal de cozinha, detergente doméstico, água fria, sacos plásticos, coador, etanol gelado, frascos pequenos ou copos, régua, palitos de madeira.

Estratégia: atividade experimental, discussões em grupos; produção de protocolo experimental.

Metodologia: Ensino por Investigação

1. **Público alvo:** 3º ano do Ensino Médio do Ensino de Jovens e Adultos (EJA).

2. **Conteúdo Estruturante:**

2.1. **Conteúdo Básico:**

- ✧ Biotecnologia e bioética.
- ✧ Engenharia genética: métodos, técnicas e aplicações.

2.2. **Conteúdos Específicos:**

- ✧ Núcleo (replicação do DNA, cromossomos e cariótipo).
- ✧ Código Genético.
- ✧ Base da vida: os ácidos nucleicos.

3. **Objetivos de aprendizagem:**

- ✧ Compreender os processos de uma atividade experimental.
- ✧ Elaborar protocolo experimental para extrair DNA a partir de diversas fontes vegetais e uma fonte animal.
- ✧ Visualizar o aspecto do material genético em sua forma macroscópica.
- ✧ Interpretar os dados experimentais e reconhecer a importância do estudo do material genético e das substâncias que compõem as células.

4. **Número estimado de aulas:** 4 aulas de 50 minutos.

5. **Etapas da sequência didática:**

1º Encontro (2 aulas de 50 min.)



Situação-problema: Todos os seres vivos possuem material genético em suas células. Na Biotecnologia conseguimos manipular e alterar o material genético a fim de realizarmos pesquisas que levem ao desenvolvimento de vacinas e drogas para o controle ou cura de doença. Antes de poder manipular ou alterar o DNA é necessário isolar o material. Um experimento que é comumente realizado no Ensino Médio é extração do DNA. Então vamos a um desafio: como vocês elaborariam um experimento para extração do DNA de uma amostra?

Discuta com a turma quais seriam as etapas para se desenvolver um experimento, deixando que eles apresentem primeiro suas ideias e conhecimento sobre o assunto. Relembre as características dos ácidos nucleicos.

Forme grupos com 4 ou 5 estudantes, para que eles formulem hipóteses que ajudem a desenvolver o experimento e elaborar o protocolo experimental. Peça aos estudantes que façam um rascunho incluindo as principais etapas do experimento, com o auxílio do texto de apoio e dos conhecimentos prévios.

Texto de Apoio: “Material genético e sua extração de DNA de variadas fontes”.

Como já havíamos estudado, todos os organismos vivos armazenam informações genéticas codificadas e contidas nos ácidos nucleicos, o material genético. A molécula de DNA é conhecida como a molécula da hereditariedade, pois nela estão contidas as informações genéticas necessárias para formar o novo indivíduo, um novo ser vivo. Assim, todas as células dos organismos vivos contêm DNA. Dessa forma, seria possível usar qualquer ser vivo, ou uma de suas partes, bem como células deste ser vivo para fazer a extração do DNA.

Para que possamos fazer a extração do DNA, precisamos conhecer um pouco dos produtos que podem ser utilizados e etapas que devem ser seguidas.

As etapas possíveis no laboratório de ensino são as seguintes:

Maceração do tecido, para desagregar as células. A maceração do tecido é realizada para separar as células e facilitar sua posterior lise ou ruptura. O procedimento de maceração/trituração depende do material biológico a ser utilizado. Folhas e sementes de plantas podem ser colocadas no liquidificador; cebolas podem ser cortadas em

pedaços bem pequenos e colocadas em banho-maria; frutas podem ser amassadas; células da mucosa bucal podem ser coletadas por meio de bochechos com água.

Quebra das membranas celulares com o uso de detergente de cozinha. Detergentes domésticos pertencem a uma classe de compostos anfipáticos, cujas moléculas são constituídas por porções de natureza química diferentes: uma hidrofóbica e outra hidrofílica. Uma vez que membranas biológicas são constituídas por duas camadas de lipídios anfipáticos (como os detergentes) associados a proteínas, sua ruptura geralmente envolve o uso de detergentes que dissociam os lipídios e as proteínas, promovendo a ruptura da mesma. Tal efeito ocorre em todas as membranas celulares, desde a membrana plasmática até a membrana nuclear.

Os detergentes também promovem a desnaturação ou desestruturação das proteínas, as quais se dissociam do DNA, que então se dispersa no meio líquido/aquoso.

Curiosidade relacionada ao uso de detergente no nosso cotidiano:



na limpeza de materiais como pratos “engordurados” usados nas nossas refeições, a ação dos detergentes ocorre de forma similar à descrita no rompimento de membranas celulares. Nesse caso, a porção hidrofóbica do detergente se liga à gordura do prato e a porção hidrofílica à água, favorecendo a remoção da gordura pela água.

Solução salina. A adição de uma solução de sal concentrada causa a precipitação de restos celulares (fragmentos de membranas, por exemplo) e de proteínas, enquanto o DNA permanece dissolvido na solução líquida. O precipitado (restos de membrana, proteínas – material não desejado) pode ser removido por filtração, enquanto o DNA na solução líquida (solução contendo sal) pode ser recuperado por meio de precipitação.

Curiosidade: Como podemos identificar uma substância que precipita? Quando as moléculas são solúveis em um dado solvente, elas se dispersam e não são, portanto, visíveis. Quando as moléculas são insolúveis em um dado solvente, elas se agrupam, tornando-se visíveis.



Precipitação com etanol gelado. O DNA presente na solução salina (obtido na etapa anterior) pode ser retirado da solução, isto é, pode ser precipitado, pela adição de álcool (como por exemplo etanol ou isopropanol, os mais amplamente usados). Quanto mais gelado estiver o álcool, menos solúvel o DNA vai estar. O álcool gelado em solução

salina gera uma solução heterogênea e faz com que as moléculas de DNA se aglutinem, formando uma massa filamentosa e esbranquiçada, que pode então ser facilmente coletada.

O etanol deve ser colocado no congelador, em frasco fechado, pelo menos um dia antes da realização da prática e permanecer no gelo durante a aula. Pode também ser mantido no congelador e ser retirado apenas no momento de uso.

Em uma mesa coloque todo o material para desenvolvimento do experimento.

Materiais disponíveis para os estudantes escolherem.

- ❖ Várias fontes vegetais de DNA (sugestão: banana, maracujá, morango, abacaxi);
- ❖ Fonte de DNA de origem animal (bochecho de mucosa bucal)
- ❖ Sal de cozinha;
- ❖ Detergente doméstico (lava louças);
- ❖ Água fria;
- ❖ Sacos plásticos (os sacos para congelar alimentos com fechamento são melhores por serem mais resistentes) para amassar as frutas,
- ❖ Coador;
- ❖ Etanol gelado;
- ❖ Tubos de ensaio e suporte (substituíveis por frascos pequenos ou copos);
- ❖ Vareta de madeira ou palitos de picolé;
- ❖ Régua.

Oriente os estudantes para que cada grupo vá até a mesa escolher o material que irá utilizar para desenvolver o experimento. Cada grupo deverá ficar com uma fruta diferente, sendo que um dos grupos irá realizar o experimento com o material oriundo da mucosa bucal.

As fontes vegetais podem ser as que forem mais acessíveis para a turma. Você pode solicitar que os estudantes escolham e levem para a escola no dia do experimento. A

página Biotecnologia – Ensino e divulgação (BTEDUC, 2019a) da Dra. Maria Antonia Malajovich poderá te auxiliar na escolha da melhor fonte de vegetais.

Os experimentos abaixo podem ser utilizados como base:

- ❖ 68. Extração de DNA: um experimento ambíguo (BTEDUC, 2019b).
- ❖ 69. Extração de DNA: procedimento básico (BTEDUC, 2019c).
- ❖ 70. Extração de DNA: fontes alternativas (BTEDUC, 2019d).

Para a montagem do protocolo experimental, pode-se disponibilizar um modelo com as seguintes informações:

Modelo para elaboração do Protocolo Experimental

Componentes do Grupo:

Protocolo Experimental: (Título do Experimento)

Hipóteses: (Escreva as hipóteses formuladas pelo grupo.)



O QUE SÃO AS HIPÓTESES? São proposições (ou conjunto de proposições) antecipadas provisoriamente como explicação de fatos, fenômenos naturais, e que devem ser posteriormente verificadas pela dedução ou pela experiência.

(Definição do dicionário Houaiss da Língua portuguesa)

Materiais: (descreva todo o material que o grupo escolheu na quantidade a ser utilizada)

Procedimento: (Descreva o passo a passo a ser realizado pelo grupo, um estudante deve se responsabilizar por essa etapa. Onde ele deve registrar as condições iniciais do experimento, relatar todas as etapas realizadas e ir descrevendo todas as alterações e modificações que ocorrem durante todo o experimento.)

Discussão/Conclusões: (Analisar os registros das observações e alterações ocorridas durante o experimento. Importante colocar as explicações para o que foi observado, baseando-se nos dados obtidos através do experimento e se necessário realizar uma pesquisa para ajudar nas justificativas dos resultados.)

2º Encontro (2 aulas de 50 mim.)

Os grupos devem se reunir para escrever a parte da discussão e conclusões. Oriente os estudantes que eles devem realizar pesquisas que os auxiliem na discussão dos resultados. Reúna a turma em um grande grupo; peça que cada grupo apresente seu protocolo dando ênfase aos resultados.

Sugestões que podem ajudar os estudantes nos resultados:

- ✧ Descreva os resultados finais, se foram ou não alcançados e o porquê dos resultados.
O que poderia ser modificado no seu experimento?
- ✧ Por que se adiciona o detergente?
- ✧ Por que se usa o álcool? Por que tem que ser gelado?
- ✧ O que realmente foi obtido no final do experimento?



Sugestão Para Avaliação

Os estudantes poderão ser avaliados pela participação nos debates, execução do experimento e na elaboração do protocolo experimental.

Sequência didática 3 – Reconhecer o uso da biotecnologia no seu cotidiano.



Recursos: Caixa de som e data show ou televisão, roteiro.

Estratégia: Apresentação do filme, discussões em grupos; produção de texto, construção de mural na sala.

Metodologia: Ensino por Investigação

1. **Público alvo:** 3º ano do Ensino Médio Regular e do Ensino de Jovens e Adultos (EJA).

2. **Conteúdo Estruturante:**

2.1. **Conteúdo Básico:**

- ✧ Biotecnologia e bioética.
- ✧ Engenharia genética: métodos, técnicas e aplicações.

2.2. **Conteúdo Específicos:**

- ✧ Questões éticas que envolvem as pesquisas.
- ✧ Experimentação com uso de animais.
- ✧ DNA recombinante.
- ✧ Clonagem e terapias gênicas.
- ✧ Organismos geneticamente modificados.

3. **Objetivos de aprendizagem:**

- ✧ Observar e interpretar o desenvolvimento de pesquisas na área da biotecnologia para o desenvolvimento de tratamento e cura de doenças, analisando implicações para o ambiente e para a saúde.
- ✧ Reconhecer as técnicas e métodos da engenharia genética.
- ✧ Reconhecer benefícios, limitações e aspectos éticos da biotecnologia.

4. **Número estimado de aulas:** 5 aulas de 50 minutos.

5. **Etapas da sequência didática:**

1º Encontro (03 aulas de 50 minutos)



Situação-problema: “As pessoas reconhecem a importância do desenvolvimento tecnológico para o crescimento e desenvolvimento de um país. Mas, será que percebem ou sabem como esse desenvolvimento tecnológico é usado na biologia e principalmente na área da saúde?” Como você percebe o uso da biotecnologia no seu cotidiano?

O professor (a) pode pedir aos estudantes que falem as ideias principais do seu texto, enquanto vai anotando no quadro da sala de aula. Faça uma pequena discussão com a turma, citando as ideias principais apresentadas.

Apresente a ficha técnica da sinopse do filme Planeta dos Macacos: A origem (2011).

Ficha técnica do Filme

Título: Planeta dos macacos: a origem, Rise of the Planet of the Apes (Original).

Ano produção: 2011

Direção: Rupert Wyatt

Estreia: 2011 (Brasil)

Gênero: Ação Aventura Ficção Científica

Países de Origem: Estados Unidos da América



Sinopse: O filme retrata a vida de um cientista que trabalha em um laboratório que desenvolve pesquisas para o desenvolvimento de novas drogas para tratamento de doenças em humanos. O protagonista do filme trabalha no desenvolvimento de um medicamento para o mal de Alzheimer e para isso realiza testes em chimpanzés. Os macacos que receberam dosagens da droga em teste, apresentam como resposta a droga uma melhora na sua capacidade cognitiva, ampliação da capacidade intelectual e memória mais elevada que do animal controle. Mas um incidente com uma fêmea, mãe do Cesar, no dia da apresentação dos resultados para os investidores, leva ao cancelamento da pesquisa e desativação do laboratório desta pesquisa.

O cientista, Will, se vê em uma situação difícil por achar no laboratório o filhote da fêmea que foi o pivô de toda a confusão no laboratório. Filhote esse que irá apresentar uma inteligência acima do normal por ter alterações genéticas recebidas da mãe.

Will vendo a piora do pai que sofre do Mal de Alzheimer, resolve aplicar a droga no pai que apresenta uma melhora significativa. Passam alguns anos onde os três convivem bem. Até que o pai de Will piora e Cesar na tentativa de protegê-lo agride um vizinho e o Will se vê obrigado a levá-lo para um abrigo para primatas por ser considerado perigoso. César passa a conviver com outros símios e a partir de vários acontecimentos desagradáveis, ele se revolta e compartilha a droga que provoca alterações genéticas com os outros animais do abrigo e os leva a um confronto com os humanos.



Professor (a): Todo o desenrolar do filme proporciona conduzir uma discussão sobre a posição da indústria farmacêutica, questões éticas, experimentação animal, e o foco da pesquisa que é a biotecnologia. Lembrando que proporcionar uma abordagem da ciência, tecnologia e sociedade é uma das finalidades do ensino médio segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

O professor (a) deverá entregar o roteiro, o qual pode ser usado para direcionar o olhar do aluno, e apontar questões importantes que serão usadas para o debate com a turma. Logo em seguida, realizará projeção do filme.



Sugestão de Roteiro de Estudo do Filme

1. Qual é o objetivo da pesquisa realizada no filme?
2. Quais as modificações que o personagem Cesar apresenta em relação aos outros indivíduos da sua espécie?
3. Como essas modificações se deram em Cesar?
4. O uso de animais é necessário para obtenção dos resultados da pesquisa?
5. Você consegue perceber no filme questões éticas que envolvem experiências com animais?
6. Como os outros animais do abrigo de primatas sofreram as modificações em seus organismos? Foi da mesma forma que ocorreu com Cesar?
7. Porquê os macacos ficavam mais inteligentes quando infectados pelo vírus e os humanos infectados morriam?

8. Quais são os aspectos políticos, sociais e econômicos que aparecem no filme influenciando a pesquisa científica?
9. Qual é o maior objetivo da empresa financiadora da pesquisa?

2º Encontro (02 aulas de 50 minutos)

Formar grupos com 4 ou 5 estudantes, debater as questões do roteiro e rever o texto escrito no primeiro encontro.



Realize uma aula expositiva com o conteúdo específico para complementar as informações que foram trazidas pelos estudantes.

Debater com a turma os resultados de cada grupo. Cada grupo deverá descrever suas conclusões na produção do novo texto, em uma redação coletiva.

A turma pode fazer um mural na sala para que os seus colegas leiam as redações.

Sugestão Para Avaliação

Os estudantes poderão ser avaliados pela participação nos debates, nas questões do roteiro e na produção da redação coletiva.

Sequência didática 4 – Biotecnologia e o desenvolvimento de vacinas



Recursos: Caixa de som e data show ou televisão, texto.

Estratégias: Pesquisa, discussões em grupos, aula expositiva, produção de folheto ou coluna de jornal.

Metodologia: Ensino por Investigação

1. **Público alvo:** 3º ano do Ensino Médio Regular e Ensino de Jovens e Adultos (EJA).

2. **Conteúdo Estruturante:**

2.1. **Conteúdo Básico:**

- ✧ Biotecnologia e bioética.
- ✧ Engenharia genética: métodos, técnicas e aplicações.

2.2. **Conteúdo Específicos:**

- ✧ DNA recombinante, emprego de células-tronco;
- ✧ Doenças e saúde pública.
- ✧ Vacina e calendário de vacinação.

3. **Objetivos de aprendizagem:**

- ✧ Conhecer as técnicas usadas na produção de vacinas.
- ✧ Pesquisar os tipos de vacinas produzidas no Brasil.
- ✧ Compreender a importância de vacinar a população.
- ✧ Confrontar interpretações científicas com interpretações baseadas no senso comum, ao longo do tempo ou em diferentes culturas.

4. **Número estimado de aulas:** 2 aulas de 50 minutos.

5. **Etapas da sequência didática:**

1º Encontro (2 aulas de 50 mim.)

Situação-problema: Considerando a história fictícia abaixo e as informações que são divulgadas nos jornais, revistas, telejornais, como poderia ser explicado o caso fictício ocorrido em Roraima?



A volta de caso de uma doença em crianças de um Bairro de Classe Média

João é um menino que mora em um bairro de classe média em Roraima. Quando estava em seu primeiro ano de vida, sua mãe optou por não imunizar seu filho com vacinas que são disponibilizadas pelo sistema de saúde pública brasileira.

No início do ano de 2018, durante o período de férias, João começou a brincar com várias crianças no parquinho perto da sua casa e, entre as crianças havia um casal de crianças venezuelanas, País que está em crise, gerando grande imigração para Roraima.

Duas semanas depois, João ficou febril e com algumas manchas vermelhas no corpo, mas sua mãe esperou alguns dias para levar João ao médico, quando percebeu que não apresentava melhora. O médico informou à mãe que o filho estava com sarampo e que o menino precisava de cuidados específicos. Outro vizinho de João e as crianças venezuelanas também adoeceram e apresentavam os mesmos sintomas de João. As outras crianças não ficaram doentes.

Peça que a turma se reúna em grupos para levantar as hipóteses da Situação-problema apresentada. Os estudantes devem anotar as ideias formuladas pelo grupo.

Depois faça um debate rápido para os grupos apresentarem suas hipóteses.

Os estudantes devem realizar pesquisas sobre: os tipos de vacinas; processos Biotecnológicos usados para produção de vacinas; vacinas oferecidas pelo governo brasileiro à população. Os estudantes devem usar o site do Ministério da Saúde como uma das suas fontes de pesquisa. Entre as informações que podem ser encontradas no site o aluno deve consultar as cadernetas de vacinação, elas estão separadas por grupos como mostra a figura 04.



Figura 04: Imagem do site do Ministério da Saúde. <http://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/vacinacao/vacine-se>

Peça que eles preparem o resultado da pesquisa deles para ser apresentado para a turma.

Para ajudar na pesquisa e nos debates dos estudantes, leve o texto; “As razões da queda na vacinação” (Figura 05) de Ricardo Zorzetto (2018) para cada um dos grupos.



Figura 05: Imagem representativa do texto “As razões da queda na vacinação” de Ricardo Zorzetto.

2º Encontro (2 aulas de 50 min.)

Os grupos apresentarão para a turma o resultado de sua pesquisa e debaterão sobre a importância das vacinas, bem como quais são as consequências da redução de vacinação no Brasil nos últimos anos. Retome as hipóteses levantadas e veja quais estão mais de acordo com sua pesquisa.

Para aquecer o debate apresente para os estudantes a frase que está na página do Ministério da Saúde:

IMPORTANTE: *O que não tem remédio, para seus filhos ou dos outros, é espalhar fake news sobre saúde. Com respaldo técnico de equipes especializadas, o Ministério da Saúde garante que a vacinação é segura, sendo que seu resultado não se resume a evitar doenças. Vacinas salvam vidas. A recomendação é: não dê ouvidos às notícias falsas e vacine-se!*

(BRASIL, 2019)

Ministre uma aula expositiva com o conteúdo específico para complementar as informações que foram trazidas pelos estudantes.

Depois da aula expositiva solicite que os estudantes produzam um folheto ou uma coluna de jornal para divulgar na escola a importância da vacinação e esclarecer os mitos a esse respeito. Monte junto com os estudantes um mural na escola com o material produzido por eles para divulgar esse tema que é tão importante para a sociedade. Assim todos os setores da escola e a comunidade escolar terão acesso ao trabalho realizado pelos estudantes.

Sugestão Para Avaliação

Os estudantes poderão ser avaliados pela participação nos debates, apresentação da pesquisa, produção do folheto ou coluna de jornal e na construção do mural.

Outra Opção de trabalho



Uma sugestão para trabalhar esse tema e fazer com os estudantes é o material didático: BIOTECNOLOGIA EM JOGO: ESTRATÉGIA LÚDICA PARA O ENSINO MÉDIO (MELONI *et al*, 2018).

Referências

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R. **Biologia Moderna**. Volume 3. Editora Moderna. 1ª Edição. SP. 2016.

BRASIL, Ministério da Saúde, 2019. Vacinação: quais são as vacinas, para que servem, por que vacinar, mitos. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/vacinacao/vacine-se>>. Acesso em: 11/05/2019.

BTEDUC, 2019a. Biotecnologia – Ensino e Divulgação. Disponível em: <<https://bteduc.com/>>. Acesso em: 30/08/2018.

BTEDUC, 2019b. Biotecnologia – Ensino e Divulgação. **Extração de DNA: um experimento ambíguo**. Disponível em: <https://bteduc.com/guias/68_Extracao_de_DNA_um_experimento_ambiguo.pdf>. Acesso em: 30/08/2018.

BTEDUC, 2019c. Biotecnologia – Ensino e Divulgação. **Extração de DNA: procedimento básico**. Disponível em: <https://bteduc.com/guias/69_Extracao_de_DNA_procedimento_basico.pdf>. Acesso em: 30/08/2018.

BTEDUC, 2019d. Biotecnologia – Ensino e Divulgação. **Extração de DNA: fontes alternativas**. Disponível em: <https://bteduc.com/guias/70_Extracao_de_DNA_de_diversas_fontes.pdf>. Acesso em: 30/08/2018.

DA SILVA, M.I.; PINHEIRO, S.B.; MENDES, S.A.B.A.; CAMPELO, T.W.M.; DOS SANTOS, Y.V.S.; GROSS, M.C.; RODRIGUES, D.P. Jogo AminoUNO: uma ferramenta alternativa para o ensino da síntese de proteínas no ensino médio. Revista de Ensino de Bioquímica, n.1, 2013.

EAD BIOLOGIA UFPA. **Do DNA à Síntese Proteica**. 2014. (3m30s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=7WesB3L1To&t=53s>>. Acesso em: dia, mês, ano.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Bio**. Volume 3. Editora Saraiva. 3ª Edição. SP. 2016.

MAIS BIOLOGIA. **Transcrição e Tradução: síntese de proteínas COMPLETO (Mais Biologia, com Roger Maia)**. 2019. (9m58s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=IZStHBe1mw>>. Acesso em: 28/05/2019.

MELONI, J.S.; SPIEGEL, C.N.; GOMES, S.A.O. Biotecnologia em jogo: estratégia lúdica para o ensino médio. Genética Escola, vol13, nº2, 2018.

O PLANETA DOS MACACOS: A ORIGEM (RISE OF THE PLANET OF THE APES), Direção: Rupert Wyatt, Produção: Amanda Silver, Dylan Clark, Peter Chernin, Rick Jaffa, ESTADOS UNIDOS, 2011, 106 MIN. Distribuidora: Fox Film

SILVA, C.J.; SEZAR, S.; CALDINI, N.J. **Biologia (Ensino Médio)**. Volume 2. Editora Saraiva. 12ª Edição. SP. 2016

ZORZETTO, R. As razões da queda na vacinação. **Revista FAPESP**, São Paulo, Ed 270, ago 2018.

8. Apêndice 01



Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Prezado (a) Aluno (a):

Gostaria te convidar caro aluno para participar da pesquisa **“BIOTECNOLOGIA: PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE ENSINO INVESTIGATIVA COMO MATERIAL DE APOIO PARA PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO”**, a ser realizada em **“Centro de Educacional 02 do Cruzeiro”**. O objetivo da pesquisa é “apresentar estratégias de ensino para melhorar as condições para desenvolver os conceitos de Biologia Molecular, em sala de aula, ampliando a divulgação dos conteúdos de Biotecnologia aos estudantes do EJA. Pretende-se no final do projeto, a elaboração de um material de apoio para professores (as) de Ensino Médio com foco no tema de Biotecnologia aplicada a saúde. ”. A sua participação é muito importante e ela se dará da seguinte forma a participar de aulas sobre o tema: biotecnologia, onde será realizada aulas práticas, apresentação de filmes comerciais, aulas expositivas e atividades para verificar o aprendizado. Esclareço que a participação do aluno é totalmente voluntária, podendo o (a) senhor (a) solicitar a recusa ou desistência de participação a qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer ônus. Esclarecemos, também, que as informações do aluno participante serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa (ou para esta e futuras pesquisas) e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a identidade do aluno.

Esclareço ainda, que o (a) senhor (a) não pagará ou será remunerados (as) pela participação.

Os benefícios esperados são melhorar o aprendizado do aluno com a produção de um material de apoio para o professor (a) do ensino Médio.

Caso o (a) senhor (a) tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos poderá me contatar (**Andréa Bernardes, telefone [981344562] e e-mail: bernardesandrea.bio@gmail.com.**) Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas devidamente preenchida, assinada e entregue ao (à) senhor (a).

Brasília, 10 de setembro de 2018

Andréa Bernardes
Matr. 36331-6

**(NOME
POR EXTENSO DO PARTICIPANTE DA PESQUISA)**, tendo sido devidamente esclarecido sobre
os procedimentos da pesquisa, concordo a minha participação na pesquisa descrita acima.

Assinatura (ou impressão dactiloscópica):
