

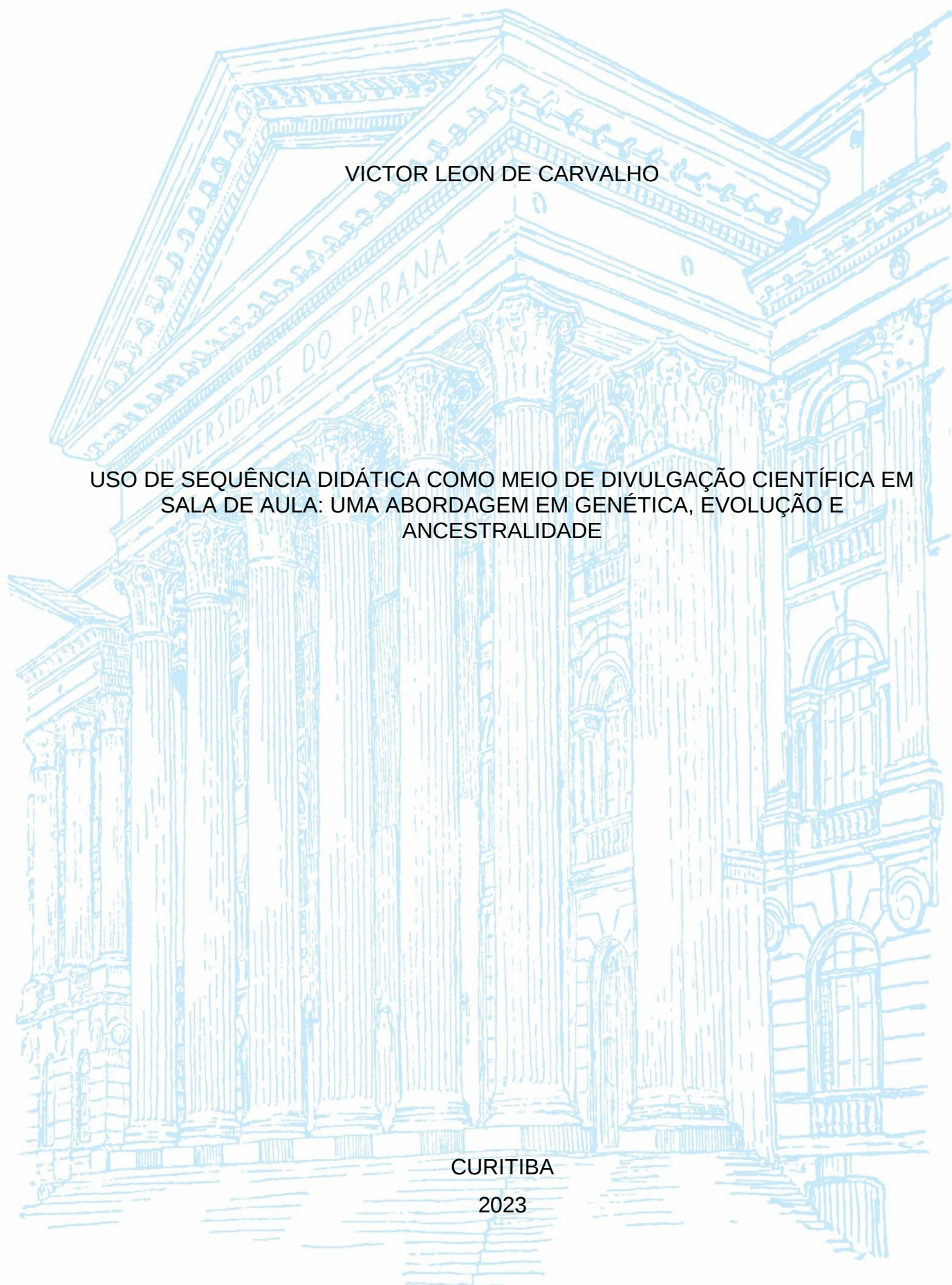
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

VICTOR LEON DE CARVALHO

USO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO MEIO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA EM
SALA DE AULA: UMA ABORDAGEM EM GENÉTICA, EVOLUÇÃO E
ANCESTRALIDADE

CURITIBA

2023



VICTOR LEON DE CARVALHO

USO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO MEIO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA EM
SALA DE AULA: UMA ABORDAGEM EM GENÉTICA, EVOLUÇÃO E
ANCESTRALIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador(a): Prof^ª Dr^ª Marcia Holsbach Beltrame

Coorientador (a): Prof^ª Dr^ª Claudemira Vieira
Gusmão Lopes

CURITIBA

2023

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Paraná por proporcionar a oportunidade de elaborar o meu projeto.

À professora Marcia e à professora Claudemira por sua compreensão, conselhos e paciência.

A todos os colegas professores e futuros professores que doam muito do seu tempo para melhorar a vida de outros.

Aos meus queridos amigos agradeço pelo companheirismo, amizade, carinho e incentivo em todos os momentos, sejam eles bons ou ruins.

A Natalie Mary Sukow, uma bióloga e cientista brilhante que permitiu que utilizasse de seus projetos para montar esse projeto.

Agradeço, com todo o meu coração, à minha família, pelo amor, carinho e a vida tão bela que compartilhamos.

À minha mãe Rosemeri, ao meu pai Ivan e à minha irmã Manuela, com quem compartilho todas os mais incríveis momentos e aprendizados. Eu os amo profundamente. Não há palavras para descrever a importância de vocês, e a vocês, devo tudo o que sou.

A todos aqueles que olharam por mim, me guiaram e protegeram.

RESUMO

A importância de estudos de ancestralidade genômica de uma população é evidente na área da saúde, uma vez que a variabilidade genética está ligada a susceptibilidade a doenças e a diferentes tipos de tratamentos e respostas imunológicas. Esse conhecimento, porém, apresenta distanciamento da população em geral, tanto devido ao vocabulário utilizado nas publicações científicas, quanto a complexidade de seus conteúdos e até mesmo a falta de meios e plataformas que buscam aproximar esses conhecimentos da população que não vivencia o ambiente científico. Dessa maneira, meios de Divulgação Científica (DC) servem de grande contribuição para que pessoas leigas possam compreender as informações relevantes para questões científicas do cotidiano, como saúde. No ambiente escolar, a DC está presente na utilização de livros didáticos, agindo como intermediador entre a pesquisa científica e os estudantes. Acredita-se, porém, que há possibilidade de que a utilização de uma Sequência Didática (SD) como esse intermediador, possibilite um melhor entendimento dos resultados de pesquisas científicas, uma vez que conectariam mais claramente o conteúdo escolar a suas aplicações científicas e importâncias cotidianas. Por isso, o presente trabalho buscou desenvolver uma proposta de SD que articule o ensino de Genética, Evolução e Ancestralidade com a DC, e seja capaz de desenvolver um letramento científico crítico e emancipatório. Como parte do projeto “A Genética tem cor?”, o desenvolvimento da proposta buscou utilizar pesquisas e resultados científicos do projeto de “Ancestralidade africana na população brasileira e os processos evolutivos que influenciaram na sua composição alélica”, desenvolvido na UFPR, e dessa maneira elaborou uma proposta didática capaz de unir o ensino com a DC. Essa proposta tem como público-alvo estudantes da 3ª série do Ensino Médio e seu tema principal a Teoria Sintética da Evolução, ou Neodarwinismo. A proposta tem como base 3 abordagens teórico-metodológicas: os Momentos Pedagógicos, a Aprendizagem Significativa e as relações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na educação. Como intencionalidade didática, há expectativa de que haja produção de efeitos relacionados à ampliação de horizontes sobre o tema e desafios relacionados a se pensar em formas diferentes de trabalhar o conteúdo.

Palavras-chave: Evolução. Ensino Médio. Divulgação Científica. Sequência Didática.

ABSTRACT

The importance of genomic ancestry studies of a population is evident when it comes to the subject of health, since genetic variability is linked to susceptibility to diseases and to different types of treatments and immune responses. This knowledge, however, distances itself from the general population, both due to the vocabulary used in the publications, as well as the complexity of its contents and even the lack of means and platforms that seek to bring this knowledge closer to the population that does not experience the scientific environment. In this way, methods of Scientific Dissemination (SD) serve as a great contribution so that the layman can understand information that is relevant to everyday scientific issues, such as health. In the school environment, SD is present in the use of textbooks, acting as an intermediary between scientific research and students. It is believed, however, that there is a possibility that the use of a Didactic Sequence (DS) as this intermediary, allows a better understanding of the results of scientific research, since they would more clearly connect the school content to its scientific applications and everyday importance. For this reason, the present work sought to develop a DS proposal that articulates the teaching of Genetics, Evolution and Ancestry with SD, and is capable of developing critical and emancipatory scientific literacy. As part of the project "Does Genetics have color?", the development of the proposal sought to use research and scientific results of the project "African ancestry in the Brazilian population and the evolutionary processes that influenced its allelic composition", developed at UFPR, and in this way elaborated a didactic proposal capable of uniting teaching with SD. This proposal is aimed at students in the 3rd year of high school and its main theme is the Synthetic Theory of Evolution, or Neo-Darwinism. The proposal is based on 3 theoretical-methodological approaches: Pedagogical Moments, Meaningful Learning and the Science, Technology and Society (STS) relations in education. As a didactic intention, there is an expectation that there will be effects related to the expansion of horizons on the subject and challenges related to thinking about different ways of working with the content.

Keywords: Evolution. High School. Scientific Dissemination. Didactic Sequence.

LISTA DE FIGURAS e QUADROS

FIGURA 1 – DISTRIBUIÇÃO MUNDIAL DO FENÓTIPO PERSISTÊNCIA DA LACTASE.....	46
FIGURA 2 – CARTAS FENOTÍPICAS.....	52
FIGURA 3 – CARTAS DE AMBIENTE.....	52
FIGURA 4 – CARTAS DE JUSTIFICATIVA.....	53
QUADRO 1 – PLANEJAMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CTS – Ciência Tecnologia e Sociedade

DC – Divulgação Científica

SD – Sequência Didática

SDs – Sequências Didáticas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1	A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA EM UM CONTEXTO HISTÓRICO.....	18
2.2	A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E SUAS MOTIVAÇÕES.....	19
2.3	METODOLOGIAS ATIVAS E A ABORDAGEM CTS.....	21
2.4	SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS.....	23
2.5	ENSINO DE GENÉTICA E EVOLUÇÃO.....	26
3	CAMINHOS METODOLÓGICOS.....	28
4	A PROPOSTA DIDÁTICA COMO PRODUTO DE TRABALHO.....	31
4.1	A PROPOSTA DIDÁTICA.....	31
4.2	CAMINHOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA.....	32
4.3	DESCRIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	35
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
6	REFERÊNCIAS.....	59
	APÊNDICE 1 – PRODUTO EDUCACIONAL.....	64

1 INTRODUÇÃO

Para um cientista, é um tanto quanto perturbador que tantas pessoas tenham dificuldades para entender e utilizar a vasta quantidade de conhecimento que está presente no mundo. Além da dificuldade de compreensão que existe devido ao vocabulário extremamente específico, por exemplo, há uma abundância de “*fake news*”, que prejudica ainda mais o acesso da população em geral ao conhecimento científico verdadeiro.

Estudos de ancestralidade genômica de uma população, por exemplo, apresentam papel importante para a área da saúde, e seu acesso à população seria de grande benefício. A variação genética entre populações e a presença de variantes específicas em diferentes populações possuem influência sobre a susceptibilidade a doenças, os diferentes diagnósticos obtidos através de exames e a respostas a diferentes tipos de tratamentos. Estudos recentes mostram, por exemplo, que quadros severos de COVID-19 são mais comuns em indivíduos de ancestralidade europeia (SHELTON *et al.* 2021). Contudo, essas novas informações, apesar de divulgadas, muitas vezes ainda apresentam distanciamento da população em geral. Seja pelo vocabulário, pela complexidade de seus conteúdos ou até mesmo pela falta de plataformas ou meios capazes de aproximar esses conhecimentos dos que não vivenciam o ambiente científico com frequência.

Nesse âmbito, a Divulgação Científica (DC) tem contribuído em grande parte para que pessoas leigas possam incorporar informações relevantes para o melhor entendimento de questões relacionadas à saúde. Targino (2007) defende que a DC é originada a partir da interseção entre um discurso científico e um discurso jornalístico. O primeiro utiliza-se de termos técnicos e possui uma linguagem formal e precisa, com caráter persuasivo, ou seja, uma apresentação que é encontrada em publicações acadêmicas. O discurso jornalístico, por sua vez, é presente em jornais, revistas e noticiários e geralmente é adaptado da abordagem científica. Ademais, no âmbito jornalístico, a linguagem é coloquial e de caráter informativo, o que estabelece uma aproximação com o público leitor. Martins e colaboradores (2001), identificam o discurso científico como aquele que abrange diversas formações discursivas relacionadas a diferentes tipos de textos, como aqueles presentes nos artigos científicos, nos jornais e revistas e em livros didáticos.

Acredita-se que textos informativos, incorporados em livros didáticos servem como ferramentas auxiliares importantes no processo de ensino-aprendizagem dos jovens e que são capazes de contemplar temas referentes à ciência, com o intuito de levar a informação para este público escolar, e por isso podem ser considerados uma forma de DC. (XAVIER et al., 2006; FIOREZE; e DELIZOICOV, 2015; DIAS, et al., 2016).

Sendo assim, é possível visualizar um meio de divulgação científica modificado para o âmbito escolar na criação de aulas e interações capazes de promover uma educação de qualidade socialmente referenciada. Dessa forma, estudantes serão capazes de combater a desinformação e transformar a sociedade, espalhando a letramento científico e a valorização da Ciência. De acordo com Santos (2020), para alcançar essa mudança é necessário que ocorra uma mudança epistemológica, cultural e ideológica capaz de sustentar soluções políticas, econômicas e sociais que assegurem a manutenção de uma vida humana digna no planeta, e isso está intrinsicamente ligado ao processo educacional.

A importância da DC está pautada no fato de que ela oferece a possibilidade de aproximar o conhecimento científico da sociedade. Desta forma, diz-se que além de desempenhar uma função informativa, ela é capaz de apresentar um papel educador na veiculação da ciência (ZAMBONI, 1997; BUENO, 2010). Tal finalidade educativa é apresentada por alguns autores no que diz respeito ao progresso da leitura e da interpretação científica, além da promoção da cultura científica (MARTINS et al., 2001; FERRARI et al., 2005).

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

saúde, os conteúdos de Genética e Evolução se tornaram ainda mais importantes no ensino de Ciências e Biologia.

Justifica-se a escolha da genética, evolução e ancestralidade como a temática de análise, uma vez que são consideradas ramos da ciência interdisciplinar, capazes de trazer à tona questões éticas, sociais, tecnológicas, políticas e econômicas incorporadas na aplicação do conhecimento científico e na possibilidade que esta temática oferece para refletir sobre a relação presente entre a ciência, a tecnologia e a sociedade (BRASIL, 1998; 2000; MOURA et al., 2013; TEMP; BARTHOLOMEI-SANTOS, 2014). Através do ensino de genética e evolução, é possível trabalhar com um objetivo de informar diferenças biológicas existentes entre seres humanos, e as características ligadas às suas ancestralidades, e ao mesmo tempo preservar a ideia de que apesar de diferentes geneticamente, somos todos parte de uma única espécie merecedora de respeito universal e igualitário.

Para que isso seja realizado de maneira que os estudantes desenvolvam competências e habilidades científicas, novas metodologias devem ser empregadas buscando uma aprendizagem significativa e o protagonismo do estudante (LORENZINI; ANJOS, 2004). Tais metodologias são conhecidas como metodologias ativas de ensino e vários trabalhos demonstram que elas são mais eficientes na construção do conhecimento e podem ser fundamentais para o empoderamento e autonomia dos estudantes (BERBEL, 2011).

O projeto “A genética tem cor?”, iniciado em 2022, planejado para ser desenvolvido em cinco anos, tem como principal objetivo promover a DC dos processos e resultados obtidos com o projeto de pesquisa “Ancestralidade africana na população brasileira e os processos evolutivos que influenciaram na sua composição alélica”, desenvolvido na UFPR e criar formas de interação com o público em geral, como publicações em redes sociais e formação de professores e estudantes da Educação Básica por meio de oficinas. A metodologia pautada na abordagem qualitativa envolve ações coletivas buscando integrar as atividades de ensino, pesquisa e extensão a partir da colaboração de estudantes de graduação em Biologia, Design (UFPR) e professores da educação básica (LOPES, 2022).

Um meio de DC capaz de integrar essas atividades de pesquisa com o público leigo é a elaboração de sequências didáticas (SDs). Zabala (1998), define uma sequência didática (SD) como um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para atingir objetivos educacionais específicos, com seu princípio e um fim

pré-estabelecidos tanto pelos docentes quanto pelos alunos, em um processo cooperativo e de dialógico. Por isso, quando devidamente planejadas, SDs são ferramentas educacionais capazes de superar as barreiras do ensino tradicional, pois proporcionam estratégia de ensino mais instigadora (SANTOS; PRUDÊNCIO, 2020).

Além disso, uma abordagem Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS), seria capaz de conectar os temas científicos, tecnológicos e seus processos de interação com a sociedade de maneira a destacar os aspectos conceituais do tema estudado relacionados ao interesse pessoal, à preocupação cívica e às perspectivas culturais dos estudantes (SANTOS & MORTIMER, 2002). Saúde, ética e responsabilidade social são exemplos de temas abordados em cursos CTS (SANTOS & MORTIMER, 2002) que estão intrinsicamente conectados à temática de análise desse trabalho.

Desse modo, a elaboração de uma SD em abordagem CTS, é capaz de fornecer processos em que estudantes se apropriem de noções, técnicas e instrumentos necessários para o desenvolvimento de suas capacidades de expressão oral e escrita, compreensão de conteúdos e de seu raciocínio crítico. Dessa forma, são capazes de exercer verdadeiramente sua cidadania, já que seriam ainda mais sujeitos críticos e reflexivos, ou seja, recebem uma educação científica emancipadora. Além disso, essa metodologia auxilia o docente no planejamento e organização, de modo articulado e contextualizado, de suas aulas, possibilitando ao estudante uma melhor assimilação dos conteúdos (ZABALA, 1998).

Nessa perspectiva, esse trabalho aborda como os conteúdos de Genética, Evolução e Ancestralidade poderiam ser organizados em uma sequência didática com abordagem CTS, de forma a promover a letramento científico.

Para tanto, o objetivo geral do trabalho reside em Elaborar uma Sequência Didática para o ensino de Genética, Evolução e Ancestralidade no Ensino Médio, capaz de agir como Divulgação Científica dos resultados do projeto de pesquisa “Ancestralidade africana na população brasileira e os processos evolutivos que influenciaram na sua composição alélica”, desenvolvido na UFPR.

De forma conjunta ao objetivo geral, se encontra objetivos específicos:

1. Contribuir com promoções de reflexões sobre a igualdade do ser humano independente de sua ancestralidade;
2. Proporcionar reflexões sobre a importância de pesquisas científicas que associam ancestralidade a condições de saúde;

3. Propor a implementação de práticas pedagógicas que possibilitem a Divulgação Científica em sala de aula de forma simples e não fragmentada, a partir de uma abordagem transversal.

Ainda, busca-se fornecer um material didático de apoio capaz de ser utilizado por professores de Biologia do Ensino Médio sem a necessidade de cursos preparatórios para o tema.

Em um país tão diversificado quanto o Brasil, cuja população é extremamente miscigenada, mas é vítima de um racismo baseado em fenótipos e que desconsidera ancestralidade genômica, é importante que exista o reconhecimento da situação e investimento em soluções para os problemas de saúde que afetam brasileiros de distintas ancestralidades. Por isso, a aproximação do conhecimento científico e descobertas pertinentes para a saúde pública à população através de meios de Divulgação Científica, como Sequências Didáticas, é de extrema validade, já que é capaz de fornecer o conhecimento necessário a reivindicação de seus direitos relacionados à saúde, como diagnósticos e tratamentos diferenciados.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nascimento (2008) avalia divulgação científica como um termo abrangente, uma vez que engloba diversos tipos de produções textuais, feito por diferentes profissionais e baseadas em diversas perspectivas filosóficas e teóricas. Para avaliar as características que definem o que é a DC, Bueno (1985) cita a necessidade de uma diferenciação entre três termos: Divulgação Científica, Disseminação Científica e Difusão Científica. De acordo com o autor, a Difusão, a Disseminação e a Divulgação Científica se articulam em processos, estratégias, técnicas e mecanismos que se associam a uma veiculação de informações relacionadas aos conhecimentos científicos e tecnológicos. Apesar de fazer parte de um mesmo meio, cada conceito possui características únicas que elucidam suas particularidades.

A Difusão Científica pode ser compreendida como um conceito mais amplo, pois segundo o autor, sua utilização faz referência a todo e qualquer processo ou recurso usado para transmitir informações científicas e tecnológicas (BUENO, 1985). Desse modo, exatamente por configurar um conceito mais amplo, ela pode ser utilizada em situações de difusão para especialistas e de difusão para o público em geral.

Na primeira situação citada, a Difusão Científica pode se confundir com o conceito de Disseminação Científica, já que “o processo de disseminação da ciência e da tecnologia pressupõe a transferência de informações científicas e tecnológicas, transcritas em códigos especializados, a um público seletivo, formado por especialistas” (BUENO, 1985, p. 1422). Como apontado por Bueno (2010), a disseminação científica (ou comunicação científica) tem como principal intenção comunicar resultados de pesquisas, elaboração de novas teorias ou refinamentos sobre as já existentes.

Em contrapartida, quando destinada ao público em geral, a Difusão Científica refere-se àquilo que se imagina como Divulgação Científica. Segundo o autor, o que define a divulgação científica é exatamente a utilização de recursos, técnicas e processos para a veiculação de informações científicas e tecnológicas ao público leigo (BUENO, 1985). Nesse sentido, ela pressupõe um processo de transformação e adaptação de uma linguagem especializada para uma não especializada, e possivelmente mais coloquial, a fim de tornar as informações mais acessíveis. Bueno (2010) ainda indica que:

A divulgação científica cumpre função primordial: democratizar o acesso ao conhecimento científico e estabelecer condições para a chamado letramento científico. Contribui, portanto, para incluir os cidadãos no debate sobre temas especializados e que podem impactar sua vida e seu trabalho, a exemplo de transgênicos, células tronco, mudanças climáticas, energias renováveis e outros itens. (BUENO, 2010, p. 5).

Conteúdos de Divulgação e a Disseminação Científica apresentam diferentes objetivos e elementos específicos que as distinguem quanto ao perfil do público, ao nível do discurso e à natureza dos canais (BUENO, 2010).

A Disseminação Científica (ou comunicação científica) visa um público especializado cujos processos e linguagens já estão associados à prática científica. Portanto, nesse caso, não há necessidade de concessões vocabulistas para compreensão do discurso especializado, já que seu público compartilha os mesmos conceitos e que o “jargão técnico constitui patrimônio comum” (BUENO, 2010, p. 3). Diferentemente, na Divulgação Científica, não se espera que o público alvo possua, necessariamente, uma formação técnico-científica, mas sim que haverá uma dificuldade de compreensão de conceitos e linguagens técnicas presentes nas informações especializadas. Por isso, a difusão científica para esse perfil de público deve obrigatoriamente ser dotada de um processo de decodificação e recodificação das informações, que pode partir do uso de metáforas, ilustrações, gráficos etc. (BUENO, 2010).

Para distinguir ainda mais a Disseminação Científica da Divulgação Científica, não se considera apenas o perfil do público e o nível do discurso, mas também os veículos e canais de comunicações que são utilizados. Em relação à audiência dos canais, percebe-se que a Disseminação Científica está relacionada a um ambiente mais restrito, como é o caso dos eventos e periódicos científicos. Já a Divulgação Científica abrange uma ampla audiência. Destaca-se, primeiramente, o uso de jornais, revistas, rádio, televisão e a acima de todos, a *internet*. Ainda existem, em segundo plano, eventos de divulgação como palestras voltadas para o público leigo, livros didáticos e até mesmo o uso de histórias em quadrinhos, folhetos e livretos contendo informações científicas (BUENO, 2010). Sendo assim, é essencial identificar a divulgação científica como um processo que obtém forma a partir de como o conhecimento científico é produzido, formulado e como ele circula numa sociedade (SILVA, 2006).

Dessa maneira, e considerando que a ciência se desenvolve num ambiente influenciado por fatores políticos, tecnológicos e sociais, é possível identificar uma abordagem inovadora de Divulgação Científica, em sala de aula, na utilização de Sequências Didáticas dotadas de momentos pedagógicos. A avaliação da DC a partir de seu contexto histórico, de suas motivações e de sua relação com a abordagem CTS no ensino de ciências, auxiliam a elucidar esse pensamento.

2.1 A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA EM UM CONTEXTO HISTÓRICO

A adequação de linguagem, uma das características da DC, está presente em diversos trabalhos ao longo da história. Segundo Carneiro (2009), Galileu, Charles Darwin e Einstein, já utilizavam uma linguagem mais acessível ao público em seus trabalhos. Isso exemplifica a preocupação de alguns cientistas em amenizar o pensamento antigo de que a ciência era algo etéreo.

A Divulgação Científica também não é novidade no Brasil (CARNEIRO, 2009). Em 1772, houve a criação da Sociedade Científica do Rio de Janeiro, e, no século XIX a chegada da imprensa permitiu a circulação de diversos periódicos pelo país, dos quais grande parte estava relacionada à ciência. A época ainda foi marcada pela construção do Museu Nacional, que, assim como espaços semelhantes, pode ser considerado uma das principais formas de divulgar o conhecimento científico (ALBAGLI, 1996). Silva (2006) explicita que na Europa do século XVIII, era possível observar uma relação bastante íntima entre divulgação e pesquisa. O autor indica que não havia divisões entre pesquisa científica e popularização, pois as diferenças entre formação de profissionais e entretenimento eram muitas vezes praticamente inexistentes.

Desse modo, como não havia uma divisão entre popularização e pesquisa, os papéis de divulgador e pesquisador, por vezes, mesclavam-se. Apresentações e palestras com inovações tecnológicas abertas ao público eram comuns. Podiam até mesmo ser consideradas como *Shows Científicos* e contavam com a participação de diversos nomes importantes da ciência. Ademais, foi ainda nesse mesmo século que começaram a circular livros ditos de divulgação científica, destinados a públicos diversos. Porém, a ciência começou a se profissionalizar e a ser identificada como uma forma de produção de conhecimento, e uma tensão surgiu entre os papéis de produtores (pesquisadores) e divulgadores, os quais exigiam distinção.

Albagli (1996) comenta também sobre essa constante profissionalização e especialização da comunidade científica. No século XIX, a profissionalização e a especialização da atividade científica teriam resultado em uma radical separação entre os cientistas de tempo integral e os não cientistas interessados em ciência. E, conseqüentemente, nessa verdadeira distinção entre a comunicação científica e os meios de popularização.

Quase que contraditoriamente, a ciência começou a se estabelecer em um âmbito mais especializado e restrito, mas ao mesmo tempo, passou a assumir um papel cada vez mais impactante na sociedade. A partir da 2ª Guerra Mundial, a produção científica e tecnológica estabeleceu uma relação mais complexa com o meio social:

Desse modo, se foi no período pós-guerra que a ciência alcançou o auge do seu prestígio, foi também a partir de então que sua influência sobre a economia e sobre a vida cotidiana dos cidadãos tornou-se mais óbvia, atraindo a atenção da sociedade sobre si e ampliando a consciência e a preocupação com respeito aos impactos negativos do progresso científico-tecnológico [...] é nesse contexto que afloraram, com maior sistematicidade, iniciativas orientadas para a popularização da ciência e tecnologia. (ALBAGLI, 1996, p. 397).

Observa-se, ainda, um diferente panorama da Divulgação Científica a partir do desenvolvimento tecnológico. Como apontado por Carneiro (2009), enquanto no século XIX, a divulgação se dava por meios orais e escritos, no século XX, começam a se destacar os meios de comunicação audiovisual, como televisão, cinema e rádio. No século XXI, as relações entre o público e as informações tomaram novos rumos a partir da inserção da *internet*, e mais recentemente das redes sociais, na cultura popular, criando novos desafios àqueles que pretendem divulgar a Ciência.

2.2 A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E SUAS MOTIVAÇÕES

Há diferentes motivos para que se deseja divulgar o conhecimento científico (CARNEIRO, 2009), e, além disso, tais razões podem variar ao longo do tempo.

Olmedo Estrada (2011), identifica que a Divulgação Científica atualmente é baseada em cinco conceitos fundamentais: *comunicação, cognição, responsabilidade social, contextualização e participação na cidadania na implantação de políticas públicas*. O autor também cita alguns objetivos por traz de uma divulgação, entre os

quais é possível destacar: informar o público sobre os avanços em ciência e tecnologia, através de explicações adequadas ao nível cognitivo, interesse, necessidades e origem do público receptor; trabalhar o contexto político, econômico, social e cultural em que surge a ciência e a técnica e mostrar as maneiras pelas quais os avanços e as aplicações são inseridos no cotidiano do cidadão comum; oferecer ao público as diretrizes para comparar e avaliar conhecimento, a fim de reconstruí-los com base em seu próprio contexto e obter conclusões sobre a informação científica e tecnológica que é oferecida.

É importante frisar que, assim como destacado por Gomes, Silva e Machado (2016), a divulgação científica também é capaz de contribuir para uma desmistificação do conhecimento científico. Também indicam, contudo, que as pessoas criaram uma falsa imagem da ciência, na qual ignoram o processo de fazer ciência, seus obstáculos, seus possíveis riscos à sociedade e como ambos acertos e erros constituem o processo da ciência produzida. Nessa visão a ciência é capaz de resolver todos os problemas do mundo. Portanto, a intervenção da Divulgação Científica também é capaz de contribuir para apagar a visão simplista de ciência. (GOMES, SILVA e MACHADO, 2016).

A Divulgação Científica, em geral, pressupõe três objetivos principais: educacional, cívico e de mobilização popular (ALBAGLI, 1996). Através de um objetivo educacional, a DC é capaz de ajudar a ampliar o conhecimento e compreensão do público leigo a respeito do processo científico e sua lógica. Em sua disposição cívica, pode influenciar na transformação da opinião pública em uma informada sobre os impactos relacionados desenvolvimento da ciência e da tecnologia. Por fim, em sua capacidade de mobilização popular, pode influenciar na melhora da qualidade de participação e tomada de decisão dos cidadãos em assuntos científicos relacionados ao seu ambiente. Ademais, a autora indica que, o perfil do público alvo da divulgação pode mudar de acordo com a ênfase dada a cada um desses aspectos.

Uma vez estabelecido que a divulgação científica tem o objetivo primordial de democratizar o acesso à informação e contribuir para inserir o cidadão em discussões sobre conhecimentos científicos que influenciam a vida (BUENO, 2010), deve-se avaliar como o conhecimento científico pode contribuir no papel de tomada de decisões por parte dos cidadãos.

Cachapuz et al. (2005), destaca que essa participação, demanda mais do que um nível de conhecimento muito elevado por parte dos cidadãos, mas também a

conexão entre um “mínimo de conhecimentos específicos” que são de possível acesso a todos, e que são dotados de abordagens globais e considerações éticas que não exigem especialização.

Através dessas informações, percebe-se que a divulgação científica pode fornecer o necessário para que cidadãos tenham um contato com informações e que através do conhecimento científico são capazes de contribuir para uma tomada de decisões, e serem verdadeiramente pessoas críticas capazes de exercer sua cidadania.

2.3 METODOLOGIAS ATIVAS E A ABORDAGEM CTS

As metodologias ativas contemplam um amplo espectro de estratégias que se caracterizam por centralizar o aluno no processo de ensino-aprendizagem. Fundamentam-se numa perspectiva construtivista de ensino, apoiada em autores como Lev Vygotsky (1896-1934), Jean Piaget (1896-1980) e Paulo Freire (1921-1997). De acordo com essa perspectiva, o estudante deixa de ser um mero receptor passivo de informações e passa a ser protagonista do seu conhecimento; enquanto o professor deixa de ser apenas um transmissor e passa a atuar como mediador ou facilitador do conhecimento (GIL, 2020). São, principalmente, estratégias de ensino nas quais o estudante tem um papel central e efetivo na construção do seu processo de aprendizagem (BACICH; MORAN, 2018). Através dessas estratégias é possível combinar e organizar uma variedade de novas possibilidades didático-metodológicas, podendo se expressar como modelos de ensino híbridos e flexíveis, que podem contribuir significativamente no processo de ensino-aprendizagem (BACICH; MORAN, 2018).

No contexto atual de um mundo cada vez mais globalizado, é importante destacar que o avanço tecnológico e o mundo digital são estratégias indissociáveis para a inovação pedagógica. Portanto, a utilização dessas tecnologias e das diferentes mídias digitais, combinadas com as metodologias ativas ampliam as possibilidades de ensino e devem ser ferramentas utilizadas em sala de aula (BACICH; MORAN, 2018).

Com base nas teorias de Piaget, Freire e Ausubel, Filho e colaboradores (2019) definem a aprendizagem ativa como sendo uma resposta a um conjunto de ações planejadas que motiva os estudantes a aplicar e a produzir conhecimento e a

interagir e compartilhar suas experiências como parte do processo educacional. Nesse sentido, é fundamental uma boa estruturação, planejamento e contextualização das atividades de modo a buscar o engajamento e protagonismo dos estudantes. De acordo com Bacich e Moran (2018, p.21), “a aprendizagem ativa mais relevante é a relacionada a nossa vida, aos nossos projetos e expectativas”, por isso, as atividades desenvolvidas devem ser condizentes com a realidade do aluno e atrativas para que ele se interesse pelo conhecimento.

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

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

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

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

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

2.4 SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS (SD)

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

Para a elaboração da sequência didática, o professor precisa estar ciente de qual gênero irá trabalhar antes de expor na sala de aula, pois essa escolha ajudará o educando na aproximação com o objeto de estudo, possibilitando a elaboração de módulos que promovam o desenvolvimento de linguagem, leitura e escrita.

Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004, p. 97-98) dizem que a sequência didática é “um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, em torno de um gênero textual oral ou escrito”, com finalidade de “dar acesso aos alunos a práticas de linguagem novas ou dificilmente domináveis”. Essa seleção de atividades é elaborada da seguinte maneira: apresentação da situação; produção inicial; módulos de atividades e produção final. Os módulos são compostos por conjuntos de atividades, cuja finalidade é desenvolver no sujeito habilidades em torno do gênero selecionado pelo docente. Em conformidade com Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004), a sequência didática tem como propósito criar contextos de produção precisos, efetuar atividades ou exercícios múltiplos e variados: é isso que permitirá aos alunos apropriarem-se das noções, das técnicas e dos instrumentos necessários ao desenvolvimento de suas capacidades de expressão oral e escrita, em situações de comunicação diversas (DOLZ, NOVERRAZ E SCHNEUWLY, 2004, p. 96).

Partindo desse pressuposto, para ajudar o educando a se tornar um sujeito crítico e reflexivo acerca de um determinado gênero, a SD torna-se um método eficiente para internalizar esses processos na prática. Por isso, Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004) destacam que, uma sequência didática tem por objetivo ajudar o aluno a dominar melhor um gênero, permitindo, assim, escrever ou falar de maneira mais adequada numa dada situação de comunicação.

É certo que a sequência didática requer do educador uma agilidade para que possa adequar o gênero selecionado de acordo com os conhecimentos e competências de cada discente, com o intuito de formar um leitor questionador, como também examinar o contexto social no qual ele está inserido.

Consequentemente, pode-se reiterar que a construção de uma SD é um instrumento pedagógico de grande importância para o professor sistematizar e planejar de maneira eficiente suas atividades e para que o aluno compreenda que o trabalho vai além desse processo avaliativo, necessário para o crescimento do sujeito crítico/reflexivo indispensável para a vida.

As etapas sugeridas pela SD podem ser alternadas, de acordo como o professor julgar que seja mais eficaz, o importante é contemplar todas elas. Este é um aspecto fundamental para dialogar com os alunos e para a avaliação. Todavia, antes do docente fazer a sua real aplicação, há critérios a serem estabelecidos, como as estratégias e métodos que cada professor busca para aperfeiçoar a qualidade de sua prática docente.

Como dito anteriormente, cada professor tem a liberdade para buscar mecanismos que melhor se adeque às necessidades da aula. Pois:

É no transcorrer 20 das aulas que o planejamento realmente se efetiva, haja vista a realidade que se evidencia a partir dos questionamentos, das dúvidas, do (des)conhecimento dos alunos. (BARROS, 2014, p. 22)

Partindo desse pressuposto, entende-se que para o real sucesso da aplicação da sequência didática, é necessário ao docente uma flexibilidade, de modo a adequar o tempo à elaboração de atividades extras, como também aperfeiçoá-las quando for preciso. Assim, o educador tem que mediar os conhecimentos para aprimorar sua eficiência na prática docente, já que, como tal, lida com a ciência. Portanto, é indispensável que se mantenha atualizado, uma vez que o conhecimento também se

transforma (BARROS, 2014). Sobretudo, quando temos consciência de que o conhecimento não é estático, mas, sim, dinâmico.

Dessa forma, um planejamento adequado deve compreender os seguintes aspectos: a) definição dos objetivos educacionais; b) definição dos conteúdos; c) definição da metodologia, das estratégias e dos recursos didáticos; e d) definição do método avaliativo (ALVES; BEGO, 2017; ZABALA, 1998).

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

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

Entre as possíveis atividades que podem ser estruturadas nas SDs estão os audiovisuais. Estes possibilitam a expansão da percepção do aluno como espectador e muda a dinâmica conservadora em sala de aula, possibilitando a quebra da rotina e do ritmo das aulas (LAUTHARTTE; FRANCISCO JUNIOR, 2011; VASCONCELOS; LEÃO, 2012). Outro benefício é o estímulo e a motivação despertada no aluno, já que o recurso é mais atrativo do que uma aula expositiva, e desperta emoções e sensações (ARROIO; GIORDAN, 2006).

Arroio e Giordan (2006) sugerem que os recursos pedagógicos propiciam o desenvolvimento de competências, em virtude da exposição de diferentes discursos e possibilidades de interpretação, estimulando a criticidade. Além disso, os vídeos educativos que abordam temas científicos relacionados ao cotidiano despertam o interesse dos alunos pelos assuntos científicos, favorecendo a assimilação do conteúdo e interpretação da realidade que o cerca (MARTINS, 2006). Ademais, existe uma ampla variedade e disponibilidade de audiovisuais de acesso livre e gratuito, geralmente apresentam uma curta duração e são excelentes para exemplificar ou explicar um conteúdo específico de forma direta, clara e didática (BERK; ROCHA, 2019).

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

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

Com base na importância assumida pela genética no ensino de ciências e pelo seu destaque na atualidade, desenvolver uma SD para o ensino de Genética, Evolução e Ancestralidade, pode ser grande aliado no ensino e divulgação de conhecimentos de Biologia.

2.5 ENSINO DE GENÉTICA E EVOLUÇÃO

A genética e a evolução, como modalidades de pesquisa e estudo, apresentam inúmeras aplicações cotidianas e informações fundamentais para a compreensão de outros assuntos ligados à biologia e à saúde. Por isso, são considerados uns dos principais temas que devem ser estudados para um verdadeiro letramento científico (BONZANINI; BASTOS, 2011; TIDON & VIEIRA, 2009).

Os assuntos abordados na genética, são capazes de despertar o interesse nos mais diferentes tipos de estudantes. São extremamente variados, e dão aos estudantes a oportunidade de participar e se posicionar criticamente em discussões e debates que compreendem temas de relevância atual, tais quais: clonagem, transgênicos, células tronco, fecundação *in vitro*, utilização de DNA recombinante e até mesmo questões de ancestralidade e racismo (BONZANINI; BASTOS, 2011).

A Evolução assume um papel de destaque no processo de letramento científico, pois dá sentido e articula os fatos das diversas áreas do conhecimento biológico, fornecendo uma base conceitual para a compreensão de inúmeros fenômenos. Isso está exemplificado na definição de Evolução Biológica de Futuyama (1992), no qual se destacam os aspectos fundamentais de mudança ou transformação, nas populações de organismos como unidade evolutiva e finalmente na transmissão dessas alterações via material genético.

Há, porém, desafios no processo de ensino e aprendizagem desses conteúdos. A abundância de conceitos considerados abstratos e de difícil assimilação; a dificuldade do estudante de estabelecer correlações com outras disciplinas; a escassez de materiais didáticos e equipamentos que possibilitem um trabalho mais dinâmico; a falta de preparação e má formação do docente; a defasagem e

descontextualização dos livros didáticos disponíveis e, por fim, a não utilização de metodologias ativas por parte dos docentes (ARAUJO; GUSMÃO, 2017). São esses os aspectos que dificultam a compreensão e utilização dos conhecimentos pelos estudantes e professores. Isso é agravado ainda mais com o uso da metodologia tradicional. Quando o estudante se percebe obrigado a decorar conceitos, que para ele não apresentam qualquer utilidade, e não se sente capaz de compreendê-los, cria-se uma falta de interesse e desmotivação pelo conhecimento (CATARINACHO, 2011).

Por isso, a fim de superar esses desafios e promover um ensino adequado e significativo, para de fato formar um cidadão crítico, autônomo e criativo, é imprescindível que metodologias ativas sejam utilizadas para o ensino de genética e evolução.

3 CAMINHOS METODOLÓGICOS

Esse trabalho tem caráter exploratório caracterizando-o como qualitativo, o que para Deslauries e Kérisit (2008), tem como objetivo aprofundar processos ou fenômenos complexos e podem servir para determinar os impasses e os bloqueios capazes de definir um objetivo de pesquisa que irá preencher a lacuna encontrada a partir da análise (GIL, 1946). Na abordagem qualitativa acredita-se que tudo tem potencial para construir uma ideia que permita compreender o objeto de estudo, os investigadores qualitativos se interessam mais pelo processo do que pelo produto (BOGDAN e BIKLEN, 1994).

A partir disso, é possível utilizar Deslauries e Kérisit (2008), que acreditam que a leitura de obras teóricas fornece os conceitos e metáforas que possibilitam interpretar um dado opaco e revelar homologias estruturais entre campos de pesquisa diferentes. Visto a importância e o objetivo das pesquisas qualitativas, neste projeto é necessário relacionar as pesquisas de diversidade genética e saúde de populações afro-brasileiras com o ensino de genética, evolução e ancestralidade para o Ensino Médio.

Após relacionar os conteúdos presentes nas pesquisas científicas a serem divulgadas, a próxima etapa é a elaboração de uma proposta didática com o tema de Genética, Evolução e Ancestralidade. Essa proposta será alinhada aos conceitos de sequência didática definidos por Zabala (2014), ou seja, se espera apresentar um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos. A proposta de Zabala inclui uma seção de apresentação da situação de estudo e em seguida possui módulos, que são constituídos de várias atividades ou exercícios sistemáticos que permitem que os estudantes entendam o conteúdo (ARAÚJO, 2013).

Contudo, pretende-se utilizar dos Momentos Pedagógicos para a organização da sequência de atividades, ao invés de módulos.

Os momentos pedagógicos caracterizam uma proposta de Abordagem Temática baseada nos pressupostos de Paulo Freire. (GEHLEN, MALDANER e DELIZOICOV, 2013). Nessa abordagem, a questão-problema assume um papel central na organização curricular, potencializando o processo de ensino-aprendizagem.

Há três momentos pedagógicos: (I) problematização inicial, em que é apresentada uma situação real e os estudantes expõem seus conhecimentos e vivências, com o objetivo que o aluno reconheça a importância de se obter novos conhecimentos; (II) organização do conhecimento, em que é realizado um estudo sistemático dos conhecimentos envolvidos para melhor compreensão do tema; (III) aplicação do conhecimento, em que o conhecimento apropriado no momento anterior é utilizado para analisar e interpretar a problematização inicial, neste momento devem ser desenvolvidas atividades para capacitar os alunos a utilizarem conhecimentos científicos explorados na organização do conhecimento, capacitando-o a articular os conhecimentos científicos com vivências (GEHLEN, MALDANER e DELIZOICOV, 2013).

É importante que haja um letramento científico por parte dos estudantes em cada momento pedagógico. Uma aprendizagem é significativa quando uma nova informação adquire significados para o aprendiz através de uma ancoragem de conceitos e ideias já existentes para o aluno. Nela há uma interação entre o conceito novo e o velho, no qual os dois se modificam, uma vez que a estrutura cognitiva está constantemente se reestruturando durante a aprendizagem significativa. Aprender significativamente implica atribuir significados aos conceitos preexistentes que possuem componentes pessoais, sem esses componentes e sem a relação com conhecimentos preexistentes, a aprendizagem se torna mecânica (MOREIRA, 2005). Uma aprendizagem mecânica, de memorização, se dá a partir da absorção literal e não substantiva dos novos conceitos, ela exige do estudante um esforço menor. Isso pode ser observado em alunos que se preparam para inúmeras provas de vestibular. Contudo, essa forma de aprendizagem apresenta um baixo grau de retenção de médio e longo prazo (TAVARES, 2004), e não auxilia na formação crítica do estudante.

Além dos momentos pedagógicos, a abordagem em CTS também será usada na metodologia desta sequência.

Para Santos e Mortimer (2002), a CTS é capaz de minimizar o ensino enciclopédico de memorização de nomeações e espécies, já que se preocupa com a formação de atitudes e valores que vão auxiliar nas tomadas de decisão dos estudantes. Currículos estruturados para abordagens em CTS têm uma perspectiva multidisciplinar, na qual os conceitos são sempre desenvolvidos de forma relacional. A temática de Genética, Evolução e Ancestralidade está diretamente ligada a esse

tipo de abordagem, uma vez que lida com processos de saúde, diagnósticos e tratamentos, tanto quanto os processos sociais.

Por fim, é importante que uma proposta possua uma avaliação, que para Moreira (2005) é entendida como um instrumento de acompanhamento do processo de construção de aprendizagem, e dessa forma deve ser contínuo e cumulativo, indo além da ideia de avaliação como verificação de resultado e instrumento classificatório.

A utilização de mapas conceituais como forma de avaliação, é tida como uma das melhores conceituadas para um processo educativo que visa a formação crítica. Isso se dá por que, mapas conceituais são formados por diagramas que indicam relações entre conceitos, ou palavras que utilizamos para representar conceitos, de forma a não os classificar, mas sim encontrar suas relações (MOREIRA, 2005).

4 PROPOSTA DIDÁTICA COMO PRODUTO DE TRABALHO

Neste capítulo serão descritos os aspectos gerais da proposta didática, seus objetivos, justificativa e quais atividades pretende-se desenvolver.

4.1 A PROPOSTA DIDÁTICA:

A Proposta Didática destinada a 3º série do Ensino Médio, trabalha com três planos de aula, sendo os dois primeiros compostos por uma aula de 50 minutos cada, e o terceiro por duas aulas de 50 minutos, uma delas destinada para apresentações. O número de aulas foi estabelecido após a consideração da realidade atual do currículo escolar, que dispõe de duas ou até no máximo três aulas para esse conteúdo. Desse modo, foi decidido elaborar uma proposta dotada de quantidade de horas-aula capaz de ser implementada por professores de distintos colégios.

Devido à possíveis diferenças em currículos, as aulas também foram elaboradas para que tanto professores com aulas geminadas quanto com aulas isoladas pudessem implementá-las. Deste modo, as aulas são complementares e independentes, e todas as atividades podem ser realizadas em 50 minutos.

A proposta terá foco no conteúdo de Evolução da disciplina de biologia, tendo como objetivo relacionar conteúdos de genética e ancestralidade, exemplificando-os através da divulgação científica de pesquisas e artigos científicos; relacionar os processos evolutivos à origem e caracterização do povo brasileiro; promover uma reflexão crítica acerca da Evolução e Ancestralidade e seus aspectos sociais e, por fim, proporcionar um diálogo entre professor e estudante como conexão entre pesquisa, ensino e extensão.

O conteúdo geral sobre a Teoria Sintética da Evolução, representa um dos maiores desafios no ensino de Evolução e Genética, pois une conteúdos de alto grau de abstração, que dificilmente são abordados com aplicações cotidianas em sala de aula. Apesar disso, através da união de sequência didática com uma abordagem de divulgação científica, não é apenas possível aproximar o conteúdo do cotidiano, mas também evidenciar seu grande grau de interdisciplinaridade, oferecendo, portanto, um maior significado para o conteúdo. Sendo assim, é possível elaborar uma abordagem crítica e emancipatória a partir de atividades dinâmicas que geram um letramento científico significativo.

Para estruturar a proposta foram utilizados como base os momentos pedagógicos. Dessa forma, a aula será estruturada a partir da problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

Devido a Pandemia de Covid-19, os calendários acadêmicos tanto da Universidade, quanto o das escolas, estavam em situações peculiares, o que dificultou o acesso às escolas. Então logo no início da estruturação deste trabalho a metodologia foi alterada, e, assim a SD será somente propositiva, podendo ser testada em momento oportuno.

Ao longo do trabalho desejou-se elaborar uma proposta com a possibilidade de implementação por diferentes professores, seja de escola privada ou pública e sem importar a condição dessas escolas, independente dos recursos financeiros disponíveis. O objetivo foi elaborar um material que possa ser acessível para todos, por isso, há observações disponíveis que indicam formas de adaptá-lo caso os professores não tenham algum recurso à sua disposição.

4.2 CAMINHOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA

Um planejamento bem estruturado da sequência é ideal para alcançar os objetivos educacionais propostos. A partir disso, um planejamento contendo a descrição dos componentes curriculares (título, público-alvo, número e carga horária das aulas, objetivos de aprendizagem em relação ao estudante e instrumentos didáticos) foi elaborado e disposto no QUADRO 1. Objetificou-se, assim, melhor organizar as atividades de ensino, facilitando a compreensão dos objetivos definidos e realizar sua revisão, reflexão, avaliação e adequação durante todo o processo educativo (ALVES; BEGO, 2017; ZABALA, 1998).

Pressupõem-se que, a SD elaborada será aplicada após o ensino de genética, que precede o ensino das teorias evolutivas. Desse modo, os estudantes já estariam familiarizados com conceitos de DNA, reprodução sexuada, cromossomos, genes e mutação, por exemplo.

De acordo com Santos e Mortimer, a presente SD estaria inserida numa abordagem CTS pois trabalha as temáticas de saúde, ética e responsabilidade social e conecta aspectos da ciência, tecnologia e sociedade e seus efeitos entre si. No âmbito da produção de novos conhecimentos que estimulam mudanças tecnológicas, se encaixam os métodos de pesquisa científica nos trabalhos referenciados e a

elaboração de tratamentos e medicamentos específicos, por exemplo. Em relação à identificação de doenças, tratamentos e medicamentos específicos para certos grupos, também se encaixa o aspecto CTS do efeito da tecnologia sobre a sociedade, e como essa tecnologia influencia o estilo de vida desses grupos. Há outros aspectos de CTS encontrados ao longo da SD, como o efeito da sociedade sobre a Ciência, efeito da sociedade sobre a tecnologia e o efeito da tecnologia sobre a sociedade, mas se destaca o efeito da ciência sobre a sociedade (SANTOS; MORTIMER, 2002).

Esse último aspecto indica que o desenvolvimento teorias científicas podem influenciar a maneira como as pessoas pensam sobre si próprias e sobre problemas e soluções. Isso estaria diretamente ligado à DC, pois através dela as informações e conhecimento, capaz de alterar os pensamentos, estaria disponível de maneira clara para os estudantes.

Apesar de não haver um destaque especial para um meio tecnológico, o tema em questão e suas exemplificações, como as pesquisas científicas, estão diretamente ligados à diversos aspectos tecnológicos.

Por isso, através do planejamento, propôs-se a Sequência Didática baseada na utilização de metodologias ativas e da abordagem CTS, a fim de cumprir com os objetivos educacionais e desenvolver as habilidades listadas.

QUADRO 1 – PLANEJAMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Proposta Didática <i>“O que significa Ser Brasileiro?”</i>			
Aula	Assunto	Instrumentos didáticos	Objetivos de aprendizagem em relação ao estudante
Plano de Aula 1 - 1 aula de 50 minutos	- Neodarwinismo; - Migração; - Deriva Genética; - Ancestralidade.	Pesquisa Científica; Roda de Conversa; Slides; Mapa; Mapa Conceitual;	1. Compreender a migração e deriva genética como processos evolutivos e de diversidade; 2. Relacionar migração e deriva genética com a formação de populações dotadas de características distintas; 3. Contextualizar processos migratórios humanos com seus respectivos contextos históricos; 4. Identificar as populações latino-americanas como de origens distintas e também de origens miscigenadas/híbridas;

Plano de Aula 2 - 1 aula de 50 minutos	-Neodarwinismo; -Mutações; -Permutações; -Reprodução Sexuada; -Saúde;	Pesquisa Científica; Roda de Conversa; Slides; Mapa Conceitual;	1. Identificar as mutações como fonte primária de variabilidades; 2. Evidenciar que mutações ocorrem ao acaso e não têm objetivo de adaptar o indivíduo; 3. Compreender que processos de permuta e reprodução sexuada são responsáveis por causar variabilidade genética e herança de características; 4. Relacionar as mutações adquiridas à susceptibilidade de doenças; 5. Observar diferenças fenotípicas entre diferentes populações;
Plano de Aula 3 - 2 aulas de 50 minutos	-Neodarwinismo; -Seleção Natural; -Saúde; -Ancestralidade;	Pesquisa Científica; Dinâmica em Grupo; Slides; Mapa Conceitual; Apresentação em grupo;	1. Caracterizar o processo de Seleção Natural; 2. Compreender que a Seleção Natural é distinta para mesmas características em ambientes distintos; 3. Compreender que não existem fenótipos “melhores” ou “piores”, apenas mais adaptados a certo ambiente; 4. Relacionar processos de Seleção Natural à fenótipos distintos em diferentes populações; 5. Caracterizar a população brasileira como produto de vários processos evolutivos que atuaram em diferentes populações;

FONTE: o autor (2022).

No decorrer da elaboração da sequência, foram utilizados dados da pesquisa publicada em 2021 no artigo de Guimarães Alves *et al.*, assim como uma atividade elaborada pela mesma bióloga Natalie Mary Sukow para a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, essa atividade, porém não havia sido publicada anteriormente (SUKOW, 2022).

Os resultados da pesquisa citada se encaixaram perfeitamente na explicação planejada para o Plano de Aula 2, conectando a evolução com a genética mais claramente e exercendo o papel de divulgação científica. Já a atividade elaborada para a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, mostrou-se como uma atividade exemplar para a compreensão dos conceitos de Seleção Natural. Uma vez que foi

aplicada pela bióloga Natalie Mary Sukow e pelo autor durante o evento, foi possível presenciar sua eficácia na interação entre os estudantes e na compreensão do conteúdo.

Por fim, a utilização do *Site* de Ancestralidade Humana (Disponível em: https://www.canva.com/design/DAEqxBsS8I8/9Aa4DshNqupjSHr54dKPTA/view?web_site#4:title-page), também elaborado por Natalie Mary Sukow, juntamente com a Professora Márcia Beltrame, no Laboratório de Genética Molecular Humana, ou LGMH, se mostrou um excelente material de apoio para a SD. Em todos os planos de aula da SD, o *site* e seus links foram aplicados de maneira a retratar o conteúdo de evolução e genética, ao mesmo tempo que serviu de exemplificação e exemplo de aplicações mais cotidianas do conteúdo e divulgação das pesquisas científicas ali referenciadas.

4.3 DESCRIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

O presente subcapítulo tem como objetivo representar o processo final de criação da sequência didática de maneira mais formal. O produto didático, cujo objetivo é ser utilizado como material de apoio por professores em sala de aula, se encontra no Apêndice 1 desse trabalho. O apêndice é uma representação da SD de maneira mais didática e menos formalizada, possibilitando que seja impressa separadamente e utilizada de forma distinta do presente trabalho de TCC. Desse modo a SD desenvolvida se torna mais independente desse projeto e pode ser adaptada de acordo com as necessidades e desejos dos professores que irão, possivelmente, aplicá-la no futuro.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA – “O QUE SIGNIFICA SER BRASILEIRO?”

Conteúdo Geral: Teoria Sintética da Evolução (Neodarwinismo).

Ano: 3ª Série do Ensino Médio.

Número de aulas: 4 aulas de 50 minutos cada, sendo uma delas apenas para apresentação de atividade.

Objetivos Gerais (para todas as aulas):

- Apropriar-se do conhecimento científico de forma a utilizá-lo em diferentes situações, compreendendo o impacto das decisões coletivas;
- Posicionar-se de forma crítica e científica diante de situações socioambientais atuais e relevantes;
- Compreender a ciência como não neutra, nem salvacionista; cujas teorias e conhecimento mudam ao longo do tempo decorrente do trabalho coletivo e conjunto de diversos pesquisadores;
- Realizar atividades em grupo, desenvolvendo o diálogo e a organização do trabalho para alcançar os objetivos de aprendizado.

Observação: Caso não seja possível utilizar os *sites* e projeções, sugere-se que os professores imprimam os *sites* previamente e os forneçam como um roteiro de acompanhamento para os alunos e para si mesmos.

Plano de Aula 1

1. Introdução:

O diálogo é elemento essencial no aprendizado. Este permite conhecer os alunos, seus perfis, níveis de ensino, dificuldades e habilidades. É também por meio deste que se pode identificar os conhecimentos prévios. Desta maneira, o diálogo se torna ferramenta imprescindível no planejamento de qualquer sequência didática.

Por tais motivos, propõe-se como aula inicial deste plano de ensino uma que envolva e explore esse diálogo por meio de uma roda de conversa, servindo de base e direcionamento para todas as seguintes aulas. Todavia, a avaliação e planejamento são atividades constantes na prática docente, não devendo descartá-las, assim como o diálogo nos outros momentos.

Também enfoque desta aula, é a educação CTS, unida ao letramento científico e tecnológico. Aqui, busca-se repensar o ensino de ciências, no qual não basta apenas o aluno conhecer e memorizar conceitos e conteúdos, mas sim visualizá-los em suas aplicações cotidianas. Pois que se mostra necessário um domínio sobre as informações, para que estudantes possam utilizá-las na sua vida diária; e para participar ativa, ética e criticamente em discussões e debates socioambientais que envolvam a ciência e tecnologia, e seus usos na sociedade, sendo isto um dos objetivos primários da educação CTS. Através de um processo de educação CTS, espera-se que estudantes comecem a reavaliar suas concepções sobre o que caracteriza o povo brasileiro, avaliando a população em seu histórico social, genético e evolutivo.

Além disso, para aproximar o mundo acadêmico de publicações e pesquisas científicas de estudantes, uma abordagem de Divulgação Científica é utilizada durante os planos de aula. Por isso, as informações fornecidas como exemplos são originadas de pesquisas científicas e não diretamente de livros didáticos.

Por fim, propõe-se também nesta aula (bem como nas seguintes) a confecção de mapas conceituais pelos alunos, com o intuito de autoavaliação por estes dos conceitos aprendidos e seu desenvolvimento ao longo do plano de ensino.

2. Conteúdo Específico:

- a. Teoria Sintética da Evolução

- i. Migração
- ii. Deriva Genética

3. Duração: 1 aula de 50 minutos

4. Objetivos:

- a. Compreender a migração e deriva genética como processos evolutivos e de diversidade
- b. Relacionar migração e deriva genética com a formação de populações dotadas de características distintas
- c. Contextualizar processos migratórios humanos com seus respectivos contextos históricos
- d. Identificar as populações latino-americanas como de origens distintas e também de origens miscigenadas/híbridas

5. Conteúdos privilegiados:

- a. Conceito de Migração
 - i. Emigração
 - ii. Imigração
- b. Conceito de Deriva Genética
 - i. Efeito Gargalo
 - ii. Efeito Fundador

6. Orientação didática:

a) Problematização inicial:

É proposto aos professores que iniciem a aula organizando uma roda de conversa com os alunos, a fim de introduzir o conteúdo e contextualizar o que será estudado. Primeiramente sugere-se que perguntem aos estudantes “Qual a importância de estudar sobre a ancestralidade humana? Estudar sobre de onde nós viemos?” Como auxílio aos docentes, sugere-se o uso do “*site* de ancestralidade humana”, que fornecerá exemplos de ancestralidade, genética e evolução humana

em diferentes contextos, e auxiliará na resposta às questões iniciais. Em seguida, os professores clicariam no *link* “compreensão sobre a formação de populações”, e a fim de direcionar ainda mais a discussão que tomará corpo nesta aula, sugere-se perguntar: “De onde vem o povo Brasileiro?”. O professor mediará o diálogo entre e com os alunos, verificando os conhecimentos prévios sobre o tema.

b) Organização do conhecimento:

Ao término da discussão inicial, os professores iniciarão a contextualização do conteúdo científico da Teoria Sintética da Evolução (Neodarwinismo), evidenciando que de acordo com a teoria, os principais fatores que atuam em uma população são mutação, recombinação genética (permutação), migração, seleção natural e deriva genética. A presente aula foca na caracterização da migração e deriva genética, através do diálogo com os estudantes sobre o povoamento das Américas.

Sugere-se, novamente, utilizar a aba de “compreensão da formação de populações” do *site* de Ancestralidade Humana. Esse *site* permite a caracterização de migração e seus fatores genético-evolutivos, ao acompanhar, através de imagens e referências de pesquisas científicas, os processos migratórios que possibilitaram a chegada e assentamento de populações de origem africana e asiática nas Américas. É muito importante que os docentes evidenciem as pesquisas científicas utilizadas, assim como seus autores, fornecendo as devidas referências.

A migração corresponde aos processos de entrada (imigração) ou saída (emigração) de indivíduos de uma população, geralmente é associada à busca por melhores condições de vida. Na imigração, o influxo de novos indivíduos pode introduzir novos alelos na população, aumentando sua variabilidade genética. Em contrapartida, na emigração, a saída de indivíduos pode causar redução da variabilidade genética da população. Assim, populações grandes sofrendo migração geralmente não apresentam alterações significativas nas frequências alélicas. Contudo, em populações pequenas, a migração pode alterar significativamente tais frequências. Além disso, a migração permite que se estabeleça fluxo gênico entre populações distintas, diminuindo as diferenças genéticas entre elas.

É possível, ainda, mencionar a deriva genética como processo capaz de reduzir a variabilidade genética de uma população. Sugere-se caracterizar os conceitos de efeito gargalo e efeito fundador, sendo o primeiro utilizado para

exemplificar o porquê uma população migrante não teria a mesma variabilidade que a original, tal qual a variabilidade genética da população brasileira atual ser menor que a variabilidade da população africana; e o segundo utilizado para exemplificar o porquê as populações futuras teriam apenas um fragmento da variabilidade inicial, como a maior frequência de uma certa doença em uma população.

Não somente isso, esta parte permite a interdisciplinaridade com os conteúdos de história, uma vez que é de extremo interesse dialogar com os processos de migração e deriva com o seu período e contexto histórico: escravidão, migrações através do estreito de Bering e até imigrações mais recentes no século XVIII e XIX.

Por fim, o professor finaliza a discussão demonstrando que os processos de migração são distintos, ao utilizar a parte final da “compreensão da formação de populações” e demonstrando que a população sul-americana e, conseqüentemente, a brasileira é de extrema miscigenação.

c) Aplicação do conhecimento:

Para finalizar a aula, sugere-se que os professores proponham a construção de um mapa de migração da turma. Ao fornecer um mapa mundial impresso em cartolina, os professores pedem que os alunos desenhem os processos de migração de seus antepassados. Dessa maneira, os estudantes são capazes de associar os conceitos evolutivos apresentados anteriormente com seus próprios históricos familiares, e possivelmente identificar suas possíveis origens através das informações compartilhadas. Sugere-se incentivar discussões entre os estudantes sobre os possíveis acontecimentos que levaram seus antepassados a traçarem aqueles caminhos.

Ao final da dinâmica, cabe ao professor mediar os resultados apresentados e encontrados pelos alunos, relacionando com o conteúdo científico trabalhado nesta aula.

O restante da aula, será direcionado a discutir sobre atividades a serem realizadas como tarefa ao final da sequência didática: apresentar e explicar aos alunos o que é um mapa conceitual, com intuito de solicitar a confecção deste para entregarem ao final da sequência didática. Os mapas precisam incluir os conceitos científicos trabalhados e discutidos nas aulas de todos os planos de Aula. Cabe aos professores destacar que os mapas têm como um de seus objetivos contextualizar o

conteúdo científico de genética, evolução e ancestralidade com situações sociais atuais e relevantes aos alunos, como por exemplo os movimentos “*Black Lives Matter*”, dos Estados Unidos da América.

Além do mapa conceitual, cabe ao professor direcionar a realização de uma atividade final a ser entregue na última aula do plano 3. Nesta, os alunos se organizarão em 6 grupos (com a quantidade por grupo variando dependendo do tamanho da turma), para apresentar uma resposta à pergunta “O que é ser brasileiro?”. Nesta pesquisa, os alunos devem incluir argumentos baseados na genética e evolução, assim como históricos, geográficos e sociais. Esta atividade deverá ser feita ao longo da sequência didática e servirá de base para que os alunos montem uma apresentação que ocorrerá na última aula do plano 3 para que já possam começar o planejamento.

A apresentação pode ser feita de diversas maneiras (teatro, debate, música, discurso, modelo, maquete, etc.), de modo a incentivar a criatividade dos estudantes e tornar as apresentações mais dinâmicas.

7. Recursos didáticos:

- a. Projetor
- b. Apresentação de slides
- c. Cartolina
 - i. Mapa Mundi
 - ii. Canetas ou lápis coloridos
- d. Mapa conceitual
- e. Atividade de pesquisa

Material de Apoio:

LGMH. Site de Ancestralidade Humana. Disponível em: https://www.canva.com/design/DAEqxBsS8I8/9Aa4DshNqupjSHr54dKPTA/view?web_site#4:title-page

LGMH. Site de Ancestralidade Humana. Disponível em: [Aspectos históricos - \(site\) \(canva.com\)](#)

LOPES, S; ROSSO, S. **BIO: volume único**. Unidade 3; Capítulo 10 –3ª edição. Editora Saraiva, 2013.

Plano de Aula 2

1. Introdução:

Um dos desafios no ensino de Evolução e Genética, encontra-se no fato desse conteúdo apresentar um alto grau de abstração. Além disso, abordagens fragmentadas podem deixar de evidenciar a importância da Evolução em toda a área biológica e interdisciplinar, dessa maneira gerando uma falta de contextualização e conexão com o cotidiano, o que resulta numa dificuldade em estabelecer um significado para os conhecimentos construídos. (LICATTI, 2005)

Pensando nisso, o plano a seguir objetiva articular os conteúdos com os planos de aula anteriores e futuros. Novamente, há uma ênfase na união entre a Divulgação Científica de trabalhos acadêmicos com o ensino em sala de aula. Buscando aproximar o mundo acadêmico ao mundo cotidiano através do processo informativo-educativo em sala de aula. Dessa forma, aproxima-se as novas informações de pesquisas ao conhecimento científico do ensino médio.

Há também um foco nas concepções prévias dos estudantes sobre o conteúdo. A partir disso, é possível que professores identifiquem lacunas e visões ultrapassadas de certos conceitos e informações.

Pela segunda vez, deve ser mencionado a confecção do mapa conceitual, a fim de que estudantes relacionem os objetivos conceituais entre si e com suas aplicações cotidianas, de modo a elucidar a importância de tais estudos.

Além disso, as questões abordadas buscam trazer aspectos da educação CTS, envolvendo as partes da ciência, tecnologia e sociedade, estimulando o pensamento crítico dos alunos e a relacioná-los, principalmente, às visões de saúde e doenças.

2. Conteúdo Específico:

- a. Teoria Sintética da Evolução
 - i. Mutação
 - ii. Permutação
 - iii. Reprodução Sexuada

3. Duração: 1 aula de 50 minutos

4. Objetivos:

- a. Identificar as mutações como fonte primária de variabilidades
- b. Evidenciar que mutações ocorrem ao acaso e não têm objetivo de adaptar o indivíduo
- c. Compreender que processos de permuta e reprodução sexuada são responsáveis por causar herança de características e variabilidade genética
- d. Relacionar mutações adquiridas à susceptibilidade à doenças
- e. Observar diferenças fenotípicas em diferentes populações

5. Conteúdos privilegiados:

- a. Conceito de Mutação
 - i. Alelo
 - ii. Polimorfismo
- b. Conceito de Permutação
- c. Conceito de Reprodução Sexuada
 - i. Fecundação cruzada
 - ii. Autofecundação
 - iii. Endogamia

6. Orientação didática:**a) Problemática inicial:**

Sugere-se aos professores iniciarem uma discussão com os estudantes através da aba “Associação às condições de saúde” do *site* de Ancestralidade Humana, já usado anteriormente. O professor inicia a aula perguntando aos estudantes “Quais as doenças que estão mais presentes na atualidade?” ou, “Quais as doenças mais comuns nos dias de hoje?” Espera-se respostas como COVID, depressão e AIDS, por exemplo. Conforme os estudantes citarem as doenças, sugere-se listá-las no quadro. A partir disso, os professores mediam uma discussão com os alunos, sobre quais pessoas estão mais susceptíveis a desenvolver essas doenças.

Neste ponto, como tema problematizador, pergunta-se aos estudantes “Por que algumas pessoas são mais susceptíveis à doenças que outras? Quais características biológicas elas possuem? Realmente existem pessoas “mais fortes” que outras?”

Nesse instante, cabe aos professores mediar uma breve discussão sobre as diferenças entre seres humanos, com muita atenção para as respostas dos alunos, de modo a não deixar espaço para comentários intolerantes e desrespeitosos. Objetiva-se, com isso, contextualizar a relação entre a susceptibilidade à doenças e aos fatores variáveis de *status* econômico, práticas culturais, características ambientais e composição genética. Essa discussão será complementada com a etapa final (Aplicação do Conhecimento).

b) Organização do conhecimento:

Nesse momento, há um enfoque no fator de composição genética de um ser humano, e como isso pode afetar a sua susceptibilidade à uma doença.

Aqui, serão explicados alguns conceitos capazes de auxiliar na compreensão dos fatores genéticos que influenciam à susceptibilidade. Essa parte é mais teórica, no sentido da caracterização dos conceitos de mutação, polimorfismos, permutações e reprodução sexuada, e como todos esses processos contribuem para um aumento ou diminuição de variabilidade genética.

Para auxiliar na explicação dos conteúdos e na exemplificação de situações, de forma a aproximar a pesquisa científica e a educação escolar, sugere-se o uso da pesquisa científica efetuada por Natalie Marie Sukow em sua monografia (SUKOW, 2022), e publicada como parte do artigo de Guimarães Alves (2022).

Novamente, é muito importante que os professores cite devidamente as referências utilizadas para a exemplificação, dando o devido crédito aos pesquisadores. É possível evidenciar que a pesquisa científica efetuada por Sukow, faz parte do projeto do LGMH, na Universidade Federal do Paraná, intitulado “*Ancestralidade africana na população brasileira e os processos evolutivos que influenciaram na sua composição alélica*” e elaborado pela Professora Doutora Márcia Beltrame. Dessa maneira, a conexão entre o ensino e a pesquisa se torna mais clara.

Aqui, os professores são capazes de exemplificar as diferenças do fenótipo de persistência da lactase nas populações mundiais, e os resultados obtidos através

da pesquisa sobre as populações afro-brasileiras de Curitiba e Região Metropolitana e da Comunidade Quilombola de Sertão do Valongo.

FIGURA 1 – DISTRIBUIÇÃO MUNDIAL DO FENÓTIPO PERSISTÊNCIA DA LACTASE



FONTE: SUKOW (2020); Adaptado de ANGUITA-RUIZ; AGUILERA; GIL (2020).

Primeiramente é importante que os professores, expliquem o significado de persistência da lactase para os alunos, ou seja, caracterizar o fenótipo em questão. Explica-se, então, que o fenótipo de persistência da lactase indica uma facilidade para a digestão de lactose, a proteína do leite, quando adulto, e que esse é o fenótipo derivado; e o fenótipo de não persistência da lactase indica uma dificuldade de digestão da lactose. É possível citar que polimorfismos associados ao fenótipo da persistência da lactase ($-13910\ C>T$, $-13915\ T>G$ e $-14011\ C>T$) foram identificados nos afro-brasileiros de Curitiba e Região Metropolitana, porém nos afro-brasileiros da Comunidade Quilombola de Sertão do Valongo, classificados assim devido ao histórico de fundação da comunidade por indivíduos de ancestralidade predominantemente africana, não foram identificados alelos associados a este fenótipo.

Cabe aos professores, citarem quais polimorfismos estão associados à persistência da lactase. É possível efetuar conexões com os conteúdos de migração e deriva genética vistos anteriormente, já que a maior frequência do alelo -13910*T, de origem europeia, mais prevalente dentre os identificados na população de Curitiba e Região Metropolitana quando comparada à dos demais alelos, é consequência da elevada proporção de ancestralidade europeia em populações brasileiras – sobretudo na região Sul do país. O que decorre da imigração acentuada de populações deste continente para o Brasil desde o século XVI. Além disso, a ausência da variante -13910*T na população de Sertão do Valongo corrobora a pouca contribuição que populações europeias e/ou de origem europeia exerceram na formação e desenvolvimento da comunidade, assegurando sua ancestralidade predominantemente africana.

Por fim, os professores explicam que a menor diversidade genética encontrada na população afro-brasileira da Comunidade Quilombola de Sertão do Valongo, quando comparada com a população de Curitiba e Região, e a diferenciação genética moderada entre elas evidenciam a estrutura populacional distinta que cada uma apresenta. Enquanto a população de Sertão do Valongo manteve-se isolada, a população de Curitiba e Região esteve mais sujeita ao fluxo gênico. Além disso, aspectos como a elevada taxa de endocruzamento encontrada em Sertão do Valongo favoreceram ainda mais a diminuição de sua diversidade genética.

c) Aplicação do conhecimento:

Para finalizar a discussão, os professores podem iniciar um questionamento com os estudantes a partir dos resultados da pesquisa científica. Ao perguntar “Qual população da pesquisa tem os fenótipos mais “fortes”?”, espera-se que os estudantes compreendam que não há fenótipos mais fortes ou fracos, e sim mais adaptados para um certo ambiente do que outros, devido aos diversos fatores.

Nesse momento, os professores novamente utilizariam o *site* “Associação às condições de saúde”, trazendo informações sobre a relação de ancestralidade à COVID-19 e doença renal, assim como outras relações de ancestralidade de populações brasileiras com diversas condições e doenças. É possível também utilizar o *site* para exemplificar associações de ancestralidade e resposta à medicamentos.

Ao longo desse processo de exemplificação, sugere-se que o professor pergunte aos estudantes quais outros exemplos de associações eles conhecem.

Ao final da aula, os professores lembram os estudantes de que os conceitos apresentados no “Plano de Aula 2” precisam ser incluídos no Mapa Conceitual a ser entregue na aula final.

7. Recursos didáticos:

- a. Apresentação de slides
- b. Projetor
- c. Mapa conceitual

Material de Apoio:

LGMH. *Site* de Ancestralidade Humana. Disponível em: [Site ancestralidade humana \(canva.com\)](#)

LGMH. *Site* de Ancestralidade Humana. Disponível em: [Importância médica - \(site\) \(canva.com\)](#)

LGMH. *Site* de Ancestralidade Humana. Disponível em: [Saúde - doenças \(site\) \(canva.com\)](#)

LGMH. *Site* de Ancestralidade Humana. Disponível em: [Saúde - remédios \(site\) \(canva.com\)](#)

SUKOW, NATALIE MARY. **Caracterização dos polimorfismos associados ao fenótipo da persistência da lactase em populações afro-brasileiras do sul do Brasil**. Tese (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, p.158. 2020. Disponível em: [NATALIE MARY SUKOW.pdf \(ufpr.br\)](#)

Plano de Aula 3

1. Introdução:

Considerando o aprendizado como ativo, na qual o aluno é o protagonista e centro deste, é essencial repensar a prática docente de forma a opor-se ao ensino passivo e pautado na memorização. A prática de experimentação na escola também deve estar alinhada a este princípio, oferecendo oportunidades do aluno em atuar, agir, e construir o conhecimento de forma crítica. Ademais, essa prática necessita estar conectada ao que se objetiva aprender, não se limitando à simples demonstração.

O aprendizado precisa também incluir uma discussão sobre a visão atual de ciência, desenvolvida pelo trabalho conjunto e coletivo de diversos pesquisadores. Decorrente disso, o trabalho coletivo também é almejado. Sendo assim, este plano de ensino objetiva alcançar e dialogar com tais princípios: o da experimentação problematizadora, e a história e filosofia da ciência.

É proposto uma sequência de 2 aulas, utilizando-se da experimentação de caráter problematizador, que garanta e se baseie no protagonismo do aluno. Além disso, uma sequência que propõe discutir a produção real e atual do conhecimento científico.

Como nas aulas anteriores e seguintes, inclui-se a utilização de pesquisas científicas como meio de aproximação do conhecimento científico e suas aplicações no cotidiano. Além disso, propõe-se novamente a confecção de um mapa conceitual para que os estudantes trabalhem com o aprendizado de conceitos e suas relações entre si e com o cotidiano, bem como servir de estratégia de avaliação e autoavaliação.

Por fim, também continua com a discussão social da abordagem temática caracterização do povo brasileiro e o que leva à essa caracterização; voltada ao objetivo de uma educação CTS, contextualizada e que promova o letramento científico e tecnológico dos alunos.

2. Conteúdo Específico:

- a. Teoria Sintética da Evolução (Neodarwinismo)

i. Seleção Natural

3. Duração: 100 minutos (2 aulas de 50 minutos, sendo uma aula apenas para apresentação)

4. Objetivos:

- a. Caracterizar o processo de Seleção Natural
- b. Compreender que a Seleção Natural é distinta para mesmas características em ambientes distintos
- c. Compreender que não existem fenótipos “melhores” ou “piores”, apenas mais adaptados a certo ambiente
- d. Relacionar processos de Seleção Natural à fenótipos distintos em diferentes populações
- e. Caracterizar a população brasileira como produto de vários processos evolutivos que atuaram em diferentes populações

5. Conteúdos privilegiados:

- a. Conceito de Seleção Natural
 - i. Pressão Seletiva

6. Orientação didática:

a) Problemática inicial:

Relembrando a aula anterior, os professores podem reutilizar a problematização de fenótipos mais “fortes” que outros, alterando apenas seu questionamento para “Existem fenótipos “melhores” que outros?”.

Novamente, cabe aos professores mediar uma breve discussão sobre as diferenças entre seres humanos e principalmente os ambientes que habitam, com muita atenção para as respostas dos alunos, de modo a não deixar espaço para comentários intolerantes e desrespeitosos. Objetiva-se, com isso, contextualizar a relação entre manifestações fenotípicas e o ambiente. Essa discussão será complementada com a etapa final (Aplicação do Conhecimento).

b) Organização do conhecimento:

Nessa etapa de organização do conhecimento, os professores utilizam a última aba de “Ancestralidade Humana na Prática”, no *site*. Aqui são exemplificadas diversas características lógicas que não estão diretamente relacionadas a questões de saúde, e por isso se distanciam do pensamento de “melhor e pior”, por vezes presentes. Nesse sentido, os professores podem se utilizar dos fenótipos de pigmentação da pele, adaptação à altas altitudes, resistência ao frio e tolerância a lactose, para caracterizar a Seleção Natural. Ao utilizar quaisquer um dos exemplos presentes no *site*, é importante evidenciar que as informações são fruto de pesquisas científicas e dar o devido crédito aos pesquisadores.

Para melhor fixar os conceitos de Seleção Natural, e conectá-los aos conceitos previamente trabalhados em sala, sugere-se que os professores ofereçam uma dinâmica em grupo.

A dinâmica utiliza os fenótipos de cor de pele, e busca a criação de hipóteses, pelos estudantes, capazes de explicar por que tal fenótipo sofreria uma seleção positiva ou negativa em determinado ambiente. Tal dinâmica foi elaborada para uso na Semana Nacional de Ciências e Tecnologia pela bióloga Natalie Marie Sukow, mas ainda não foi publicada.

Primeiramente, os estudantes seriam divididos em grupos, de modo que cada grupo receba uma Carta de Ambiente (FIGURA 3). Essas cartas irão definir o ambiente que selecionará o fenótipo melhor adaptado para cada situação.

Em seguida, cada grupo receberá as três Cartas Fenotípicas (FIGURA 2), e as quatro Cartas de Justificativa (FIGURA 4).

A partir disso, os grupos têm de 5 a 10 minutos para selecionar quais dos três fenótipos está melhor adaptado à sua Carta de Ambiente, e devem justificar suas escolhas com o auxílio das Cartas de Justificativa.

Por fim, cada grupo compartilha suas escolhas e justificativas com a turma, utilizando as Cartas para facilitar a visualização. Após cada apresentação, haverá uma discussão para verificar a veracidade da justificativa e, caso necessário, os outros grupos farão uma correção.

É importante que as Cartas sejam impressas em papel colorido, para permitir a visualização dos diferentes tons de pele. Se possível, o material impresso, assim como o material auxiliar de instrução, deve ser plastificado, de modo que não sejam danificados pelo manuseio.

FIGURA 2 – CARTAS FENOTÍPICAS



FONTE: O Autor (2023), adaptado de comunicação pessoal de Natalie Mary Sukow.
Outubro (2022)

FIGURA 3 – CARTAS DE AMBIENTE



FONTE: O Autor (2023), adaptado de comunicação pessoal de Natalie Mary Sukow.
Outubro (2022)

FIGURA 4 – CARTAS DE JUSTIFICATIVA



FONTE: O Autor (2023), adaptado de comunicação pessoal de Natalie Mary Sukow. Outubro (2022)

c) Aplicação do conhecimento:

Para finalizar a atividade proposta na Organização do conhecimento, os professores devem novamente perguntar aos estudantes “Existe fenótipos melhores que outros?”. Desse modo, esperas-se finalizar a discussão com justificativas baseadas somente em conceitos científicos.

Ao final da primeira aula do plano 3, os estudantes devem finalizar confecção dos mapas conceituais. Os mapas precisam incluir os conceitos científicos trabalhados e discutidos nas aulas de todos os planos de aula, com objetivo de contextualizar o conteúdo científico de genética, evolução e ancestralidade com situações sociais atuais e relevantes aos alunos, como, por exemplo, os movimentos “*Black Lives Matter*”. Sugere-se ao professor que ofereça espaço para que os estudantes tirem possíveis dúvidas e para que o professor recolha as opiniões dos estudantes sobre suas aulas.

Na aula final da sequência, os estudantes devem entregar a atividade em grupo, apresentando uma resposta para a pergunta “O que é ser brasileiro?”. Nesta pesquisa, os alunos devem incluir argumentos baseados na genética e evolução, assim como históricos, geográficos e sociais, para justificar suas respostas.

A apresentação dessa atividade ocorrerá em uma aula isolada, apenas para as apresentações, dando fim a sequência didática.

7. Recursos didáticos:

- a. Quadro e giz
- b. Projetor de *slides*
- c. Cartas de Atividade
 - i. De fenótipo
 - ii. De ambiente
 - iii. De justificativa
 - iv. De regras
- d. Mapa Conceitual
- e. Atividade de apresentação

Material de Apoio:

LGMH. *Site* de Ancestralidade Humana. Disponível em: [Site ancestralidade humana \(canva.com\)](#)

LGMH. *Site* de Ancestralidade Humana. Disponível em: [Outras caract bio - \(site\) \(canva.com\)](#)

NATALIE MARY SUKOW. **Atividade SNCT (cor da pele)**. Disponível em: https://www.canva.com/design/DAFOT_AbpDs/rl-y2SxLTtVLfj0RzrcKOW/view?utm_content=DAFOT_AbpDs&utm_campaign=designshere&utm_medium=link&utm_source=publishsharelink

Avaliação Geral da Sequência Didática

A avaliação será realizada de maneira contínua ao longo de toda a aplicação da sequência didática.

Primeiramente, esta ocorrerá nos momentos de debates e discussões, envolvendo a participação entre os alunos e destes com o professor (citando as rodas de conversas, debates pós-atividades, entre outros). Avalia-se as suas falas, verificando os conhecimentos prévios para direcionar os momentos seguintes para cada uma das aulas. Além disso, para verificar o domínio e apropriação de termos científicos de forma correta; mudança de posicionamento e de atitudes referentes aos temas socioambientais envolvendo a ciência e tecnologia; e ligações entre os conteúdos e temas a serem trabalhados. Quanto a estes últimos elementos avaliativos, o mesmo deverá ser feito para outras atividades em sala ou realizadas em casa, como a produção do mapa conceitual.

Para as atividades avaliativas envolvendo a resolução de problemas e/ou argumentação (tais quais a dinâmica de cartas e apresentação no plano de aula 3), será analisada a capacidade dos alunos de criarem hipóteses, de argumentação e defesa destas, bem como seus posicionamentos e atitudes investigativas. É necessário, tanto nestes momentos como em outros que envolvam a participação direta dos alunos, avaliar também a criatividade na confecção e realização das atividades; sendo importante incentivá-las.

Especificamente em trabalhos que demandam a participação em grupos, é essencial verificar a participação colaborativa de cada aluno com seu respectivo grupo, também incentivando tal posicionamento. Ademais, pode-se realizar analogias desta cooperatividade entre os alunos com o trabalho científico, servindo para aprofundar as discussões envolvendo a história e filosofia da ciência.

É importante que os elementos e aspectos a serem avaliados, bem como os objetivos de cada aula e atividade, sejam discutidos com os alunos, de modo que estes conheçam aquilo que será esperado deles. Com isso, pode e também sugere-se incentivar a autoavaliação dos alunos, para que quando finalizem determinada etapa e atividade dentro deste plano de ensino; reflitam em como poderiam melhorar e aprimorar para alcançar os objetivos e conhecimentos esperados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de Genética, Evolução e Ancestralidade é fundamental no âmbito da educação científica para a formação de sujeitos críticos, responsáveis e cientificamente alfabetizados. Contudo, há uma dificuldade de aproximações dos conteúdos mais abstratos dessas temáticas com a aplicação no cotidiano, e isso acaba por dificultar a visualização da importância de estudos que abordam tais temas. Portanto, de modo a elucidar que por meio desses saberes é possível compreender o mundo e tecer relações entre o conhecimento Científico e Tecnológico com a Sociedade, compreende-se a importância da aproximação do conhecimento científico ao cotidiano. Para que ocorra, as metodologias de ensino na educação básica devem estimular, inspirar e possibilitar autonomia aos estudantes, assim como exemplificar suas aplicações através da divulgação de pesquisas científicas. Nesse sentido, defende-se a utilização de metodologias ativas e inovadoras, capazes de divulgar pesquisas científicas e onde o estudante se torna protagonista do seu aprendizado.

Com esses objetivos em mente, a Sequência Didática presente nesse trabalho foi elaborada buscando auxiliar no ensino de Evolução, Genética e Ancestralidade, de maneira contextualizada e integrada com os eixos Ciência, Tecnologia e Sociedade, a fim de contribuir com o letramento científico e possibilitar uma aprendizagem ativa.

Nessa perspectiva, espera-se que esse trabalho possa contribuir no diálogo do ensino de biologia com a divulgação de novas informações obtidas pela comunidade científica. Espera-se também que esse trabalho possa oferecer ajuda para professores e futuros professores que buscam auxiliar estudantes na reflexão de suas origens e concluir que apesar de diferentes, todos merecem respeito e dignidade.

O desenvolvimento da proposta didática forneceu diversas oportunidades de aprendizado sobre diferentes conceitos e diferentes perspectivas de ensino, principalmente sobre propostas didáticas, pois houve muito estudo e reflexões para se familiarizar com conceitos previamente desconhecidos e pensar em novas formas didáticas e acessíveis de trabalhar os temas escolhidos.

Assim, a sequência foi pensada com foco na aproximação de trabalhos de pesquisas científicas e o letramento científico em sala de aula no ensino médio.

O material elaborado nesse trabalho não passou por um processo de validação no contexto escolar, o que possibilita a realização de novos estudos acerca de sua

aplicabilidade. Ao testar a implementação do plano, seria possível observar suas fragilidades, o que parece funcionar e o que pode ser melhorado.

Espera-se que esse trabalho e suas contribuições sejam aproveitados da melhor maneira possível e que possam auxiliar no processo educativo seja na prática docente ou no aporte teórico.

6 REFERÊNCIAS

- ALBAGLI, S. **Divulgação científica: informação científica para cidadania**. Ciência da informação, v. 25, n. 3, 1996.
- ALVES, M.; BEGO, A. M. **Levantamento bibliográfico acerca de elementos do planejamento didático-pedagógico na área de Ensino de Ciências**. In Atas do XV evento de Educação em Química (EVEQ), (pp. 1-10). Araraquara, SP, 2017.
- ARAÚJO, D. **O que é (e como faz) Sequência Didática? Entrepalavras**. Fortaleza, jan/jul, 2013.
- ARAUJO, A.B., GUSMÃO, F.A.F. **As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na educação básica brasileira**. 10º Encontro Internacional de Formação de Professores e 11º Fórum Permanente de Inovação Educacional, 2017.
- ARROIO, A.; GIORDAN, M. **O vídeo educativo: aspectos da organização do ensino**. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 8-11, 2006.
- BACICH L., MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BARROS, Eliana Merlin Deganutti de; REGISTRO; Segati Eliane Rios (Org.) **Experiências com Sequências Didáticas de Gêneros Textuais**. Campinas: Pontes Editores, 2014.
- BASTOS, M. R., SILVA-PIRES, F. E. S., FREITAS, C. A. V., TRAJANO, V. S. **A utilização de sequências didáticas em biologia: revisão de artigos publicados de 2000 a 2016**. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.
- BERK, A.; ROCHA, M. **O Uso De Recursos Audiovisuais No Ensino De Ciências: Uma Análise Em Periódicos Da Área**. Revista Contexto Educação, Ijuí,, v. 34, n. 107, p. 72–87, 2019.
- BERBEL, N. A. N. **As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes**. Semina: Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto editora: Porto, 1994.
- BONZANINI, T. K, BASTOS, F. **Temas da Genética contemporânea e o Ensino de: que materiais são produzidos pelas pesquisas e que materiais os professores utilizam?**. VIII ENPEC, 2011.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais : Ciências Naturais / Secretaria de Educação Fundamental**. Brasília : MEC / SEF, p.19-122, 1998.

BUENO, W. C. **Comunicação científica e divulgação científica: aproximações e rupturas conceituais**. Informação & Informação, v. 15, n. supl, p. 1–12, 2010.

BUENO, W. C. **Jornalismo científico: conceitos e funções**. Ciência e Cultura, v. 37, n. 9, p. 1420-1427, 1985.

CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino das ciências**. 2005.

CARNEIRO, CAMILA CHRISTINA SALES, CAROLINA FERNANDES CUNHA, AND ADRIANA OMENA SANTOS. **"Comunicação Pública e Divulgação Científica: Um Estudo de Caso do Website Institucional da UFRJ"**. 2009.

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

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

DESLAURIERS, J; KÉRISIT, M. In: POUPART, J. et al. **A Pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. Pretópolis: Vozes, 2008.

DIAS, G.R; SILVA, J. M; BENTO, J. I.M; CATANHEDE, S. C.S; CATANHEDE, L. B. **Textos de divulgação científica: análise e caracterização para utilização no ensino de matemática**. Revista Eletrônica de Educação Matemática, v. 11, n. 1, p. 84-98, 2016.

DOLZ, JOAQUIM; NOVERRAZ, MICHÈLE; SCHNEUWLY, BERNAD. **Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento**. In: SCHNEUWLY, Bernard; DOLZ, Joaquim. **Gêneros orais e escritos na escola**. Campinas: Mercado de Letras, 2004, p. 95-128.

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

FERNANDES, DANIEL. **"Estudo Sugere Que Genética Influencia Na Reação Do Organismo à Covid-19."** CNN Brasil, 4 Oct. 2021, www.cnnbrasil.com.br/saude/estudo-sugere-que-genetica-influencia-na-reacao-do-organismo-a-covid-19/.

FERRARI, P. C; ANGOTTI, J. A; CRUZ, F. F. S. **A divulgação científica na educação escolar: discutindo um exemplo**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. Atas..., Bauru, 5., 2005.

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

IOREZE, J. Z; DELIZOICOV, N. C. **Livros didáticos de Biologia e a história da Ciência**. Roteiro, v. 40, n. 1, p.101-126, 2015.

GEHLEN, S. T. MALDANER, O. A.; DELIZOICOV, D. **Momentos pedagógicos e as etapas da situação de estudo: complementariedade e contribuições para a educação em Ciências**. Ciência & Educação, v. 18, n. 1, p. 1-22, 2013.

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

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

GOMES, V. B.; SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L. **Elaboração de textos de divulgação científica e sua avaliação por alunos de Licenciatura em Química**. Química Nova na Escola, v. 38, n. 4, p. 387-403, 2016.

GUIMARÃES ALVES A.C., SUKOW N.M; *et al.* **Tracing the Distribution of European Lactase Persistence Genotypes Along the Americas**. Front Genet. 2021 Sep 22;12:671079. doi: 10.3389/fgene.2021.671079. PMID: 34630506; PMCID: PMC8493957.

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

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

LGMH. Site de Ancestralidade Humana. Disponível em: <https://www.canva.com/design/DAEqxBsS8I8/9Aa4DshNqupjSHr54dKPTA/view?web site#4:title-page>

LICATTI, F. **O ensino de evolução biológica no nível médio: investigando concepções de professores de biologia**. 2005. 240 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, 2005. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/90884>.

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

LOPES, C. V. G. **A genética tem cor? Divulgação Científica da Presença/Ausência da ancestralidade africana nos estudos de genética.** Projeto de Extensão (Genética e Educação) – Setor Litoral, UFPR, Matinhos, 2022.

LOPES, S; ROSSO, S. **BIO: volume único.** Unidade 3; Capítulo 10 –3ª edição. Editora Saraiva, 2013.

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

MARTINS, I; CASSAB, M.; ROCHA, M. B. **Análise do processo de re-elaboração discursiva de um texto de divulgação científica para um texto didático.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v.1, n.3, p.1-9, 2001.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa.** Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2005.

MOURA, J; DEUS, M. S. M; GONÇALVES, N. M. N; PERON, A. P. **Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão.** Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina, v. 34, n. 2, p. 167-174, 2013.

NASCIMENTO, T. G. **Definições de divulgação científica por jornalistas, cientistas e educadores em ciências.** Ciência em Tela, v. 1, n. 2, p. 1-8, 2008.

OLMEDO ESTRADA, J. C. **Educación y Divulgación de la Ciencia: Tendiendo puentes hacia la alfabetización científica.** (Spanish). Education and Science Popularization: Building bridges towards scientific literacy. (English), v. 8, n. 2, p. 137–148, 2011.

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

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

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

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira.** Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002.

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

SILVA, H. C. **Debate O Que É Divulgação Científica ?** Ciências & Ensino, v. 1, n. 1, p. 53–59, 2006.

SHELTON, J.F., SHASTRI, A.J., YE, C. *et al.* **Trans-ancestry analysis reveals genetic and nongenetic associations with COVID-19 susceptibility and severity.** *Nat Genet* **53**, 801–808, 2021. <https://doi.org/10.1038/s41588-021-00854-7>

SUKOW, NATALIE MARY. **Caracterização dos polimorfismos associados ao fenótipo da persistência da lactase em populações afro-brasileiras do sul do Brasil.** Tese (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, p.158. 2020. Disponível em: [NATALIE MARY SUKOW.pdf \(ufpr.br\)](#)

SUKOW, N.M. [Comunicação pessoal]. **Atividade SNCT (cor da pele).** Disponível em: https://www.canva.com/design/DAFOT_AbpDs/ri-y2SxLTtVLfj0RzrcKOW/view?utm_content=DAFOT_AbpDs&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=publishsharelink Out. 2022.

TARGINO, M. G. **Divulgação científica e discurso.** Comunicação & Inovação, v.8, n.15, p. 19-28, 2007.

TAVARES, R. **Aprendizagem significativa.** Revista Conceitos. Junho de 2004.

TEMP, D. S; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L. **Genética e suas aplicações: identificando o conhecimento presente entre concluintes do ensino médio.** Ciência e Natura, v. 36, n. 2, p. 358 – 372, 2014.

TIDON, Rosana; VIEIRA, Eli. **O ensino da evolução biológica: um desafio para o século XXI.** ComCiência, Campinas, n. 107, 2009.

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

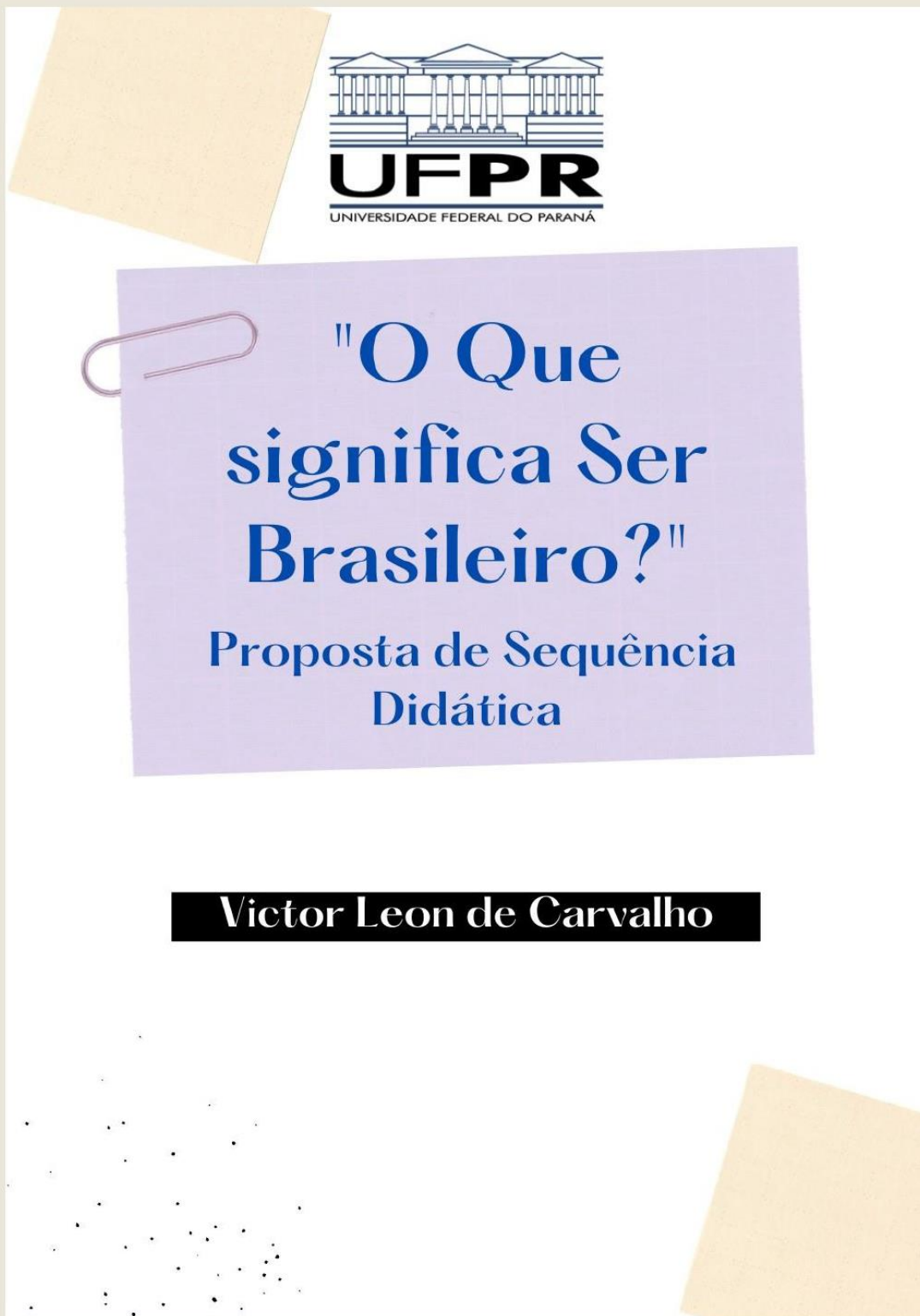
XAVIER, M. C. F.; FREIRE, A.S; MORAES, M. O. **A nova (moderna) biologia e a genética nos livros didáticos de biologia no ensino médio.** Ciência & Educação, v. 12, n. 3, p. 275- 289, 2006.

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

ZABALA, A. **A prática educativa: Como ensinar.** Artmed: Porto Alegre, 2014

ZAMBONI, L. M. S. **Heterogeneidade e subjetividade no discurso da divulgação científica.** Tese (Doutorado) – Instituto de Estudos da Linguagem, Universidade Estadual de Campinas p.1-211, 1997.

APÊNDICE 1 – PRODUTO EDUCACIONAL



Apresentação

A sequência didática (SD) aqui apresentada foi desenvolvida no TCC intitulado: "Uso de sequência didática como meio de divulgação científica em sala de aula: uma abordagem em genética, evolução e ancestralidade" elaborado por Victor Leon de Carvalho, sob orientação da profª Márcia H. Beltrame e coorientação da profª Claudemira V. G. Lopes, da Universidade Federal do Paraná. Através desse trabalho pretendeu-se fornecer um material didático capaz de auxiliar no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos de genética, evolução e ancestralidade no ensino médio, de maneira a contribuir para o letramento científico e que possibilite a utilização de metodologias ativas.

De maneira a atingir esses objetivos, propôs-se 4 aulas de 50 minutos descritas em três planos de aula, nos quais buscou-se relacionar trabalhos de pesquisa e artigos científicos com suas aplicações cotidianas de modo a explicar a Teoria da Evolução Sintética (Neodarwinismo) em uma abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Ademais, a SD foi estruturada de acordo com os Três Momentos Pedagógicos: Problemática Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento.

A fim de articular o ensino com a Divulgação Científica (DC) de pesquisas, cada aula propõe atividades, discussões e materiais de apoio capazes de incentivar a discussão dos temas e possibilitar um desenvolvimento, autônomo e crítico do estudante no seu processo de aprendizado. Espera-se que esse material seja bem utilizado e que faça seu papel de contribuição para a educação científica.

Sinceramente,
Victor Leon de Carvalho

Orientações Gerais

A fim de gerar uma visão geral informativa do material, em seguida serão apresentados o planejamento e desenvolvimento da SD. É importante ressaltar que os materiais de apoio são as ideias para o decorrer da sequência, mas que a autonomia e protagonismo, tanto dos estudantes quanto do professor, permite adaptações para a melhor fluidez das aulas. Por isso, há a possibilidade de elaborar aulas adaptadas que partam do material de apoio como princípio.

É de extrema importância, também, que os artigos, pesquisas, *sites* e atividades propostos, sejam contextualizados, explicados e discutidos. Deve ser dado destaque às referências utilizadas e seus respectivos pesquisadores, evidenciando a relação entre educação e divulgação científica. Finalmente, há a possibilidade de adaptar a SD de acordo com o tempo disponível aos professores, o aprofundamento de seus conteúdos e também ao modelo de ensino (remoto, híbrido ou presencial).

Observação: Caso não seja possível utilizar os sites, projeções e artigos, sugere-se que os professores imprimam o material de apoio previamente e os forneçam como um roteiro de acompanhamento para os alunos e para si mesmos.

Planejamento

Título	"O QUE SIGNIFICA SER BRASILEIRO?"
Conteúdo Geral	Teoria Sintética da Evolução (Neodarwinismo)
Público Alvo	3ª Série do Ensino Médio
Número de Aulas	4 aulas de 50 minutos cada, sendo uma delas apenas para apresentação de atividade
Objetivos Gerais	○ Apropriar-se do conhecimento científico de forma a utilizá-lo em diferentes situações, compreendendo o impacto das decisões coletivas; ○ Posicionar-se de forma crítica e científica diante de situações socioambientais atuais e relevantes; ○ Compreender a ciência como não neutra, nem salvacionista; cujas teorias e conhecimento mudam ao longo do tempo decorrente do trabalho coletivo e conjunto de diversos pesquisadores; ○ Realizar atividades em grupo, desenvolvendo o diálogo e a organização do trabalho para alcançar os objetivos de aprendizado.
Recursos Didáticos	○ Quadro e Giz ○ Projetor ○ Apresentação de slides ○ Cartolina ○ Mapa Mundi ○ Canetas ou lápis coloridos ○ Mapa conceitual ○ Atividade de Pesquisa ○ Cartas de Atividade ○ Atividade de Apresentação

Plano de Aula 1

Introdução:

O diálogo é elemento essencial no aprendizado. Este permite conhecer os alunos, seus perfis, níveis de ensino, dificuldades e habilidades. É também por meio deste que se pode identificar os conhecimentos prévios. Desta maneira, o diálogo se torna ferramenta imprescindível no planejamento de qualquer sequência didática.

Por tais motivos, propõe-se como aula inicial deste plano de ensino uma que envolva e explore esse diálogo por meio de uma roda de conversa, servindo de base e direcionamento para todas as seguintes aulas. Todavia, a avaliação e planejamento são atividades constantes na prática docente, não devendo descartá-las, assim como o diálogo nos outros momentos.

Também enfoque desta aula, é a educação Ciência Tecnologia e Sociedade, unida ao letramento científico e tecnológico. Aqui, busca-se repensar o ensino de ciências, no qual não basta apenas o aluno conhecer e memorizar conceitos e conteúdos, mas sim visualizá-los em suas aplicações cotidianas. Pois que se mostra necessário um domínio sobre as informações, para que estudantes possam utilizá-las na sua vida diária; e para participar ativa, ética e criticamente em discussões e debates socioambientais que envolvam a ciência e tecnologia, e seus usos na sociedade, sendo isto um dos objetivos primários da educação CTS. Através de um processo de educação CTS, espera-se que estudantes comecem a reavaliar suas concepções sobre o que caracteriza o povo brasileiro, avaliando a população em seu histórico social, genético e evolutivo.

Além disso, para aproximar o mundo acadêmico de publicações e pesquisas científicas de estudantes, uma abordagem de Divulgação Científica é utilizada durante os planos de aula. Por isso, as informações fornecidas como exemplos são originadas de pesquisas científicas e não diretamente de livros didáticos.

Por fim, propõe-se também nesta aula (bem como nas seguintes) a confecção de mapas conceituais pelos alunos, com o intuito de autoavaliação por estes dos conceitos aprendidos e seu desenvolvimento ao longo do plano de ensino.

Conteúdo Específico	○ Teoria Sintética da Evolução ○ Migração ○ Deriva Genética
Duração	1 aula de 50 minutos
Objetivos	○ Compreender a migração e deriva genética como processos evolutivos e de diversidade; ○ Relacionar migração e deriva genética com a formação de populações dotadas de características distintas; ○ Contextualizar processos migratórios humanos com seus respectivos contextos históricos; ○ Identificar as populações latino-americanas como de origens distintas e também de origens miscigenadas;
Conteúdos Privilegiados	○ Conceito de Migração a. Emigração b. Imigração ○ Conceito de Deriva Genética a. Efeito Gargalo b. Efeito Fundador

Orientação Didática

Problematização inicial:

É proposto aos professores que iniciem a aula organizando uma roda de conversa com os alunos, a fim de introduzir o conteúdo e contextualizar o que será estudado. Primeiramente, sugere-se que



perguntem aos estudantes “Qual a importância de estudar sobre a ancestralidade humana? Estudar sobre de onde nós viemos?” Como auxílio aos docentes, sugere-se o uso do SITE 1, que fornecerá exemplos de ancestralidade, genética e evolução humana em diferentes contextos e

auxiliará na resposta às questões iniciais. Em seguida, os professores clicariam no SITE 2, e a fim de direcionar ainda mais a discussão que tomará corpo nesta aula, sugere-se perguntar: “De onde vem o povo Brasileiro?”. O professor mediará o diálogo entre e com os alunos, verificando os conhecimentos prévios sobre o tema.

Organização do conhecimento:

Ao término da discussão inicial, os professores iniciarão a contextualização do conteúdo científico da Teoria Sintética da Evolução (Neodarwinismo), evidenciando que de acordo com a teoria, os principais fatores que atuam em uma população são mutação, recombinação genética

(permutação), migração, seleção natural e deriva genética. A presente aula foca na caracterização da migração e deriva genética, através do diálogo comos estudantes sobre o povoamento das Américas.

Sugere-se, novamente utilizar o SITE 2, como apoio. Esse site permite a caracterização de migração e seus fatores genético-evolutivos, ao acompanhar, através de imagens e referências de pesquisas científicas, os processos migratórios que possibilitaram a chegada e assentamento de populações de origem africanas e asiáticas nas Américas. É muito importante que os docentes evidenciem as pesquisas científicas utilizadas, assim como seus autores, fornecendo as devidas referências.



A migração corresponde aos processos de entrada (imigração) ou saída (emigração) de indivíduos de uma população, geralmente associada à busca por melhores condições de vida. Na imigração, o influxo de novos indivíduos pode introduzir novos alelos na população, aumentando sua variabilidade genética. Em contrapartida, na emigração, a saída de indivíduos pode causar redução da variabilidade genética da população. Assim, populações grandes sofrendo migração geralmente não apresentam alterações significativas nas frequências de alelos. Contudo, em populações pequenas, a migração pode alterar significativamente tais frequências. Além disso, a migração permite que se estabeleça fluxo gênico entre populações distintas, diminuindo as diferenças genéticas entre elas.

É possível, ainda, mencionar a deriva genética como processo capaz de reduzir a variabilidade genética de uma população. Sugere-se

caracterizar os conceitos de efeito gargalo e efeito fundador, sendo o primeiro utilizado para exemplificar o porquê uma população não teria a mesma variabilidade que a original, tal qual a variabilidade genética da população brasileira atual ser menor que a variabilidade da população africana; e o segundo utilizado para exemplificar o porquê as populações futuras teriam apenas um fragmento da variabilidade inicial, como a maior frequência de uma certa doença em uma população.

Não somente isso, esta parte permite a interdisciplinaridade com os conteúdos de história, uma vez que é de extremo interesse dialogar com os processos de migração e deriva com o seu período e contexto histórico: escravidão, migrações através do estreito de Bering e até imigrações mais recentes no século XVIII e XIX.

Por fim, o professor finaliza a discussão demonstrando que os processos de migração são distintos, ao utilizar a parte final da “compreensão da formação de populações” e demonstrando que a população sul-americana e consequentemente a brasileira é de extrema miscigenação.

Aplicação do conhecimento:

Para finalizar a aula, sugere-se que os professores proponham a construção de um mapa de migração da turma. Ao fornecer um mapa mundial impresso em cartolina, os professores pedem que os alunos desenhem os processos de migração de seus antepassados. Dessa maneira, os estudantes são capazes de associar os conceitos evolutivos apresentados anteriormente com seus próprios históricos familiares e, possivelmente, identificar suas possíveis origens. Sugere-se incentivar discussões entre os estudantes sobre os possíveis acontecimentos que levaram seus antepassados a traçarem aqueles caminhos.

Ao final da dinâmica, cabe ao professor mediar os resultados apresentados e encontrados pelos alunos, relacionando com o conteúdo científico trabalhado nesta aula.

O restante da aula, será direcionado a discutir sobre atividades a

serem realizadas como tarefa ao final da sequência didática: apresentar e explicar aos alunos o que é um mapa conceitual, com intuito de solicitar a confecção deste para entregarem ao final da sequência didática. Os mapas precisam incluir os conceitos científicos trabalhados e discutidos nas aulas de todos os planos de Aula. Cabe aos professores destacar que os mapas têm como um de seus objetivos contextualizar o conteúdo científico de genética, evolução e ancestralidade com situações sociais atuais e relevantes aos alunos, como por exemplo os movimentos “Black Lives Matter”, dos EUA.

Além do mapa conceitual, cabe ao professor direcionar a realização de uma atividade final a ser entregue na última aula do plano 3. Nesta, os alunos se organizarão em 6 grupos (com a quantidade por grupo variando dependendo do tamanho da turma), para apresentar uma resposta a pergunta “O que é ser brasileiro?”. Nesta pesquisa, os alunos devem incluir argumentos baseados na genética e evolução, assim como históricos, geográficos e sociais. Esta atividade deverá ser feita ao longo da sequência didática e servirá de base para que os alunos montem uma apresentação que ocorrerá na última aula do plano 3 para que já possam começar o planejamento.

A apresentação pode ser feita de diversas maneiras (teatro, debate, música, discurso, modelo, maquete, etc.), de modo a incentivar a criatividade dos estudantes e tornar as apresentações mais dinâmicas.

Material de Apoio:

SITE 1 - LGMH. Site de Ancestralidade Humana. Disponível em:

<https://www.canva.com/design/DAEqxBsS8l8/9Aa4DshNqupjSHr54dKPTA/view?website#4:title-page>

SITE 2 - LGMH. Site de Ancestralidade Humana. Disponível em: [Aspectos históricos - \(site\) \(canva.com\)](#)

LOPES, S; ROSSO, S. **BIO: volume único**. Unidade 3; Capítulo 10 - 3ª edição. Editora Saraiva, 2013.

Plano de Aula 2

Introdução:

Um dos desafios no ensino de Evolução e Genética, se encontra no fato desse conteúdo apresentar um alto grau de abstração. Além disso, abordagens fragmentadas podem deixar de evidenciar a importância da Evolução em toda a área biológica e interdisciplinar, dessa maneira gerando uma falta de contextualização e conexão com o cotidiano, o que resulta numa dificuldade em estabelecer um significado para os conhecimentos construídos.

Pensando nisso, o plano a seguir objetiva articular os conteúdos com os planos de aula anteriores e futuros. Novamente, há uma ênfase na união entre a Divulgação Científica de trabalhos acadêmicos com o ensino em sala de aula. Buscando aproximar o mundo acadêmico ao mundo cotidiano através do processo informativo/educativo em sala de aula. Dessa forma se aproxima as novas informações de pesquisas ao conhecimento científico do ensino médio. Há também um foco nas concepções prévias dos estudantes sobre o conteúdo. A partir disso, é possível que professores identifiquem lacunas e visões ultrapassadas de certos conceitos e informações.

Pela segunda vez, deve ser mencionado a confecção do mapa conceitual, a fim de que estudantes relacionem os objetivos conceituais entre si e com suas aplicações cotidianas, de modo a elucidar a importância de tais estudos.

Além disso, as questões abordadas buscam trazer aspectos da educação CTS, envolvendo as partes da ciência, tecnologia e sociedade, estimulando o pensamento crítico dos alunos e relacioná-los, principalmente, às visões de saúde e doenças.

Conteúdo Específico	○ Teoria Sintética da Evolução ○ Mutação ○ Permutação ○ Reprodução Sexuada
Duração	1 aula de 50 minutos
Objetivos	○ Identificar as mutações como fontes primárias de variabilidades; ○ Evidenciar que mutações ocorrem ao acaso e não têm objetivo de adaptar o indivíduo; ○ Compreender que processos de permuta e reprodução sexuada são responsáveis por causar herança de características e variabilidade genética; ○ Relacionar mutações adquiridas à susceptibilidade à doenças; ○ Observar diferenças fenotípicas em diferentes populações;
Conteúdos Privilegiados	○ Conceito de Mutação ○ Alelo ○ Polimorfismo ○ Conceito de Permutação ○ Conceito de Reprodução Sexuada ○ Fecundação cruzada ○ Autofecundação ○ Endogamia

Orientação Didática

Problemática inicial:

Sugere-se aos professores iniciarem uma discussão com os estudantes através do SITE 3. O professor inicia a aula perguntando aos estudantes “Quais as doenças que estão mais presentes na atualidade?” ou, “Quais as doenças mais comuns de se ter nos dias de hoje?” Espera-se respostas como COVID, depressão e AIDS, por exemplo. Conforme os estudantes citarem as doenças, sugere-se listá-las no quadro. A partir disso, os professores mediam uma discussão com os alunos, sobre quais pessoas estão mais susceptíveis a desenvolver essas doenças.



SITE 3

Neste ponto, como tema problematizador, pergunta-se aos estudantes “Por que algumas pessoas são mais susceptíveis a doenças que outras? Quais características biológicas elas possuem? Realmente existem pessoas “mais fortes” que outras?”

Nesse instante, cabe aos professores mediar uma breve discussão sobre as diferenças entre seres humanos, com muita atenção para as respostas dos alunos, de modo a não deixar espaço para comentários intolerantes e desrespeitosos. Objetiva-se, com isso, contextualizar a relação entre a susceptibilidade a doenças e aos fatores variáveis de status econômico, práticas culturais, características ambientais e composição genética. Essa discussão será complementada com a etapa final (Aplicação do Conhecimento).

Organização do conhecimento:

Nesse momento, há um enfoque no fator de composição genética de um ser humano, e como isso pode afetar sua susceptibilidade à uma doença.

Aqui, serão explicados alguns conceitos capazes de auxiliar na compreensão dos fatores genéticos da susceptibilidade. Essa parte é mais teórica, no sentido da caracterização dos conceitos de mutação, polimorfismos, permutações e reprodução sexuada, e como todos esses processos contribuem para um aumento ou diminuição de variabilidade genética.

Para auxiliar na explicação dos conteúdos e na exemplificação de situações, de forma a aproximar a pesquisa científica e a educação escolar, sugere-se o uso da pesquisa científica efetuada por Natalie Marie Sukow em sua monografia (Material 1), e publicada como parte do artigo de Guimarães Alves (Material 2).

Novamente, é muito importante que os professores cite devidamente as referências utilizadas para a exemplificação, dando o devido crédito aos pesquisadores. É possível evidenciar que a pesquisa científica efetuada por Sukow, faz parte do projeto do LGMH, na Universidade Federal do Paraná, intitulado *“Ancestralidade africana na população brasileira e os processos evolutivos que influenciaram na sua composição alélica”* e elaborado pela Professora Doutora Márcia Beltrame. Dessa maneira, a conexão entre o ensino e a pesquisa se torna mais clara.

Aqui, os professores são capazes de exemplificar as diferenças do fenótipo de persistência da lactase nas populações mundiais, e os resultados obtidos através da pesquisa sobre as populações afro-brasileiras de Curitiba e Região Metropolitana e da Comunidade Quilombola de Sertão do Valongo.

DISTRIBUIÇÃO MUNDIAL DO FENÓTIPO PERSISTÊNCIA DA LACTASE



FONTE: SUKOW (2020); Adaptado de ANGUITA-RUIZ; AGUILERA; GIL (2020).

Primeiramente é importante que os professores, expliquem o significado de persistência da lactase para os alunos, ou seja, caracterizar o fenótipo em questão. Explica-se, então, que o fenótipo de persistência da lactase indica uma facilidade para a digestão de lactose, a proteína do leite, quando adulto; e o fenótipo de não persistência da lactase indica uma dificuldade de digestão da lactose. É possível citar que polimorfismos associados ao fenótipo da persistência da lactase ($-13910\ C>T$, $-13915\ T>G$ e $-14011\ C>T$) foram encontrados nos afro-brasileiros de Curitiba e Região Metropolitana, porém nos afro-brasileiros da Comunidade Quilombola de Sertão do Valongo, classificados assim devido ao histórico de fundação da

comunidade por indivíduos de ancestralidade predominantemente africana, não foram identificados alelos associados a este fenótipo.

Cabe aos professores, citarem quais polimorfismos estão associados à persistência da lactase. É possível efetuar conexões com os conteúdos de migração e deriva genética vistos anteriormente, já que a maior frequência do alelo *-13910*T*, de origem europeia, mais prevalente dentre os identificados na população de Curitiba e Região Metropolitana quando comparada à dos demais alelos, é consequência da elevada proporção de ancestralidade europeia em populações brasileiras – sobretudo na região Sul do país. O que decorre da imigração acentuada de populações deste continente para o Brasil desde o século XVI. Além disso, a ausência da variante *-13910*T* na população de Sertão do Valongo corrobora a pouca contribuição que populações europeias e/ou de origem europeia exerceram na formação e desenvolvimento da comunidade, assegurando sua ancestralidade predominantemente africana.

Por fim, os professores explicam que a menor diversidade genética encontrada na população afro-brasileira da Comunidade Quilombola de Sertão do Valongo, quando comparada com a população de Curitiba e Região, e a diferenciação genética moderada entre elas evidenciam a estrutura populacional distinta que cada uma apresenta. Enquanto a população de Sertão do Valongo manteve-se isolada, a população de Curitiba e Região esteve mais sujeita à fluxo gênico. Além disso, aspectos como a elevada taxa de endocruzamento encontrada em Sertão do Valongo favoreceram ainda mais a diminuição de sua diversidade genética.

Aplicação do conhecimento:

Para finalizar a discussão, os professores podem iniciar um questionamento com os estudantes a partir dos resultados da pesquisa científica. Ao perguntar “Qual população da pesquisa tem os fenótipos mais “fortes”?”, espera-se que os estudantes compreendam que não há fenótipos mais fortes ou fracos, e sim mais adaptados para um certo ambiente do que

outros, devido aos diversos fatores.

Nesse momento, os professores novamente utilizariam o SITE 4, trazendo informações sobre a relação de ancestralidade à COVID-19 e doença renal, assim como outras relações de ancestralidade de populações brasileiras com diversas condições e doenças. É possível também utilizar o SITE 5 para exemplificar associações de ancestralidade e resposta à medicamentos. Ao longo desse processo de exemplificação, sugere-se que o professor pergunte aos



SITE 4

estudantes quais outros exemplos de associações eles conhecem.

Ao final da aula, os professores lembram os estudantes de que os conceitos apresentados no “Plano de Aula 2” precisam ser incluídos no Mapa Conceitual a ser entregue na aula final.



SITE 5

Material de Apoio:

SITE – 1: LGMH. Site de Ancestralidade Humana. Disponível em: [Site.ancestralidade.humana \(canva.com\)](http://Site.ancestralidade.humana.canva.com)

SITE – 3: LGMH. Site de Ancestralidade Humana. Disponível em: [Importância médica - \(site\) \(canva.com\)](http://Importancia.medica-(site).canva.com)

SITE – 4: LGMH. Site de Ancestralidade Humana. Disponível em: [Saúde - doenças \(site\) \(canva.com\)](http://Saude-doenças(site).canva.com)

SITE – 5: LGMH. Site de Ancestralidade Humana. Disponível em: [Saúde - remédios \(site\) \(canva.com\)](http://Saude-remédios(site).canva.com)

MATERIAL - 1: SUKOW, NATALIE MARY. **Caracterização dos polimorfismos associados ao fenótipo da persistência da lactase em populações afro-brasileiras do sul do Brasil**. Tese (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, p.158. 2020. Disponível em: [NATALIE MARY SUKOW.pdf \(ufpr.br\)](http://NATALIE.MARY.SUKOW.pdf.ufpr.br)

MATERIAL - 2: GUIMARÃES ALVES A.C., SUKOW N.M; *et al.* **Tracing the Distribution of European Lactase Persistence Genotypes Along the Americas**. Front Genet. 2021 Sep22;12:671079. doi: 10.3389/fgene.2021.671079. PMID: 34630506; PMCID: PMC8493957.



MATERIAL 1



MATERIAL 2

Plano de Aula 3

Introdução:

Considerando o aprendizado como ativo, na qual o aluno é o protagonista e centro deste, é essencial repensar a prática docente de forma a opor-se ao ensino passivo e pautado na memorização. A prática de experimentação na escola também deve estar alinhada a este princípio, oferecendo oportunidades do aluno em atuar, agir, e construir o conhecimento de forma crítica. Ademais, essa prática necessita estar conectada ao que se objetiva aprender, não se limitando à simples demonstração.

O aprendizado precisa também incluir uma discussão sobre a visão atual de ciência, desenvolvida pelo trabalho conjunto e coletivo de diversos pesquisadores. Decorrente disso, o trabalho coletivo também é almejado. Sendo assim, este plano de ensino objetiva alcançar e dialogar com tais princípios: o da experimentação problematizadora, e a história e filosofia da ciência.

É proposto uma sequência de 2 aulas, utilizando-se da experimentação de caráter problematizador, que garanta e se baseie no protagonismo do aluno. Além disso, uma sequência que propõe discutir a produção real e atual do conhecimento científico. Como nas aulas anteriores e seguintes, inclui-se a utilização de pesquisas científicas como meio de aproximação do conhecimento científico e suas aplicações no cotidiano. Além disso, propõe-se novamente a confecção de um mapa conceitual para que os estudantes trabalhem com o aprendizado de conceitos e suas relações entre si e entre com o cotidiano, bem como servir de estratégia de avaliação e autoavaliação.

Por fim, também continua com a discussão social da abordagem temática caracterização do povo brasileiro e o que leva à essa caracterização; voltada ao objetivo de uma educação CTS, contextualizada e que promova o letramento científico e tecnológico dos alunos.

Conteúdo Específico	○ Teoria Sintética da Evolução ○ Seleção Natural
Duração	2 aulas de 50 minutos, sendo uma aula apenas para a apresentação
Objetivos	○ Caracterizar o processo de Seleção Natural; ○ Compreender que a Seleção Natural é distinta para mesmas características em ambientes distintos; ○ Compreender que não existem fenótipos “melhores” ou “piores”, apenas mais adaptados a certo ambiente; ○ Relacionar processos de Seleção Natural à fenótipos distintos em diferentes populações; ○ Caracterizar a população brasileira como produto de vários processos evolutivos que atuaram em diferentes populações;
Conteúdos Privilegiados	○ Conceito de Seleção Natural ○ Pressão Seletiva

Orientação Didática

Problematização inicial:

Relembrando a aula anterior, os professores podem reutilizar a problematização de fenótipos mais fortes que outros, alterando apenas seu questionamento para “Existem fenótipos melhores que outros?”.

Novamente, cabe aos professores mediar uma breve discussão sobre as diferenças entre seres humanos e principalmente os ambientes que habitam, com muita atenção para as respostas dos alunos, de modo a não deixar espaço para comentários intolerantes e desrespeitosos. Objetiva-se, com isso, contextualizar a relação entre manifestações fenotípicas e o ambiente. Essa discussão será complementada com a etapa final (Aplicação do Conhecimento).

Organização do conhecimento:

Nessa etapa de organização do conhecimento, os professores utilizam o SITE 6. Aqui são exemplificadas diversas características lógicas que não estão diretamente relacionadas a questões de saúde, e por isso se distanciam do pensamento de “melhor e pior”, por vezes presentes. Nesse sentido, os professores podem se utilizar dos fenótipos de pigmentação da pele, adaptação à altas altitudes, resistência ao frio e tolerância a lactose, para caracterizar a Seleção Natural. Ao utilizar quaisquer um dos exemplos presentes no site, é importante evidenciar que as informações são fruto de pesquisas científicas e dar o devido



SITE 6

crédito aos pesquisadores.

Para melhor fixar os conceitos de Seleção Natural, e conectá-los aos conceitos previamente trabalhados em sala, sugere-se que os professores ofereçam uma dinâmica em grupo.

A dinâmica utiliza os fenótipos de cor de pele, e busca a criação de hipóteses, pelos estudantes, capazes de explicar por que tal fenótipo sofreria uma seleção positiva ou negativa em determinado ambiente. Tal dinâmica foi elaborada para uso na Semana Nacional de Ciências e Tecnologia pela bióloga Natalie Marie Sukow, mas ainda não foi publicada (MATERIAL 3).

Primeiramente, os estudantes seriam divididos em grupos, de modo que cada grupo receba uma Carta de Ambiente. Essas cartas irão definir o ambiente que selecionará o fenótipo melhor adaptado para cada situação.

Em seguida, cada grupo receberá as três Cartas Fenótípicas, e as quatro Cartas de Justificativa.

A partir disso, os grupos têm de 5 a 10 minutos para selecionar quais dos três fenótipos está melhor adaptado à sua Carta de Ambiente, e devem justificar suas escolhas com o auxílio das Cartas de Justificativa.

Por fim, cada grupo compartilha suas escolhas e justificativas com a turma, utilizando as Cartas para facilitar a visualização. Após cada apresentação, haverá uma discussão para verificar a veracidade da justificativa e caso necessário, os outros grupos farão uma correção.

É importante que as Cartas sejam impressas em papel colorido, para permitir a visualização dos diferentes tons de pele. Se possível, o material impresso, assim como o material auxiliar de instrução, deve ser plastificado, de modo que não sejam danificados pelo manuseio.

Aplicação do conhecimento:

Para finalizar a atividade proposta na Organização do conhecimento, os professores devem novamente perguntar aos estudantes “Existe fenótipos melhores que outros?”, desse modo, esperasse finalizar a discussão com

justificativas baseadas somente em conceitos científicos.

Ao final da primeira aula do plano 3, os estudantes devem finalizar confecção dos mapas conceituais. Os mapas precisam incluir os conceitos científicos trabalhados e discutidos nas aulas de todos os planos de aula, com objetivo de contextualizar o conteúdo científico de genética, evolução e ancestralidade com situações sociais atuais e relevantes aos alunos, como por exemplo os movimentos “Black Lives Matter”, dos EUA. Sugere-se ao professor que ofereça espaço para que os estudantes tirem possíveis dúvidas e para que o professor recolha um “feedback” das aulas.

Na aula final da sequência, os estudantes devem entregar a atividade em grupo, apresentando uma resposta para a pergunta “O que é ser brasileiro?”. Nesta pesquisa, os alunos devem incluir argumentos baseados na genética e evolução, assim como históricos, geográficos e sociais, para justificar suas respostas.

A apresentação dessa atividade ocorrerá em uma aula isolada, apenas para as apresentações, dando fim a sequência didática.

Material de Apoio:

SITE – 1: LGMH. Site de Ancestralidade Humana. Disponível em: [Site ancestralidade humana \(canva.com\)](#)

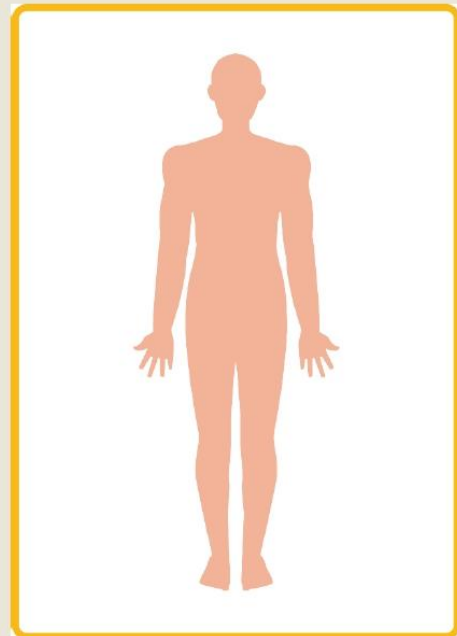
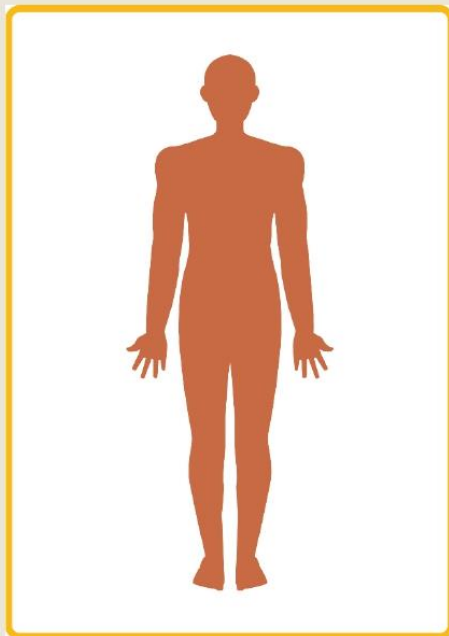
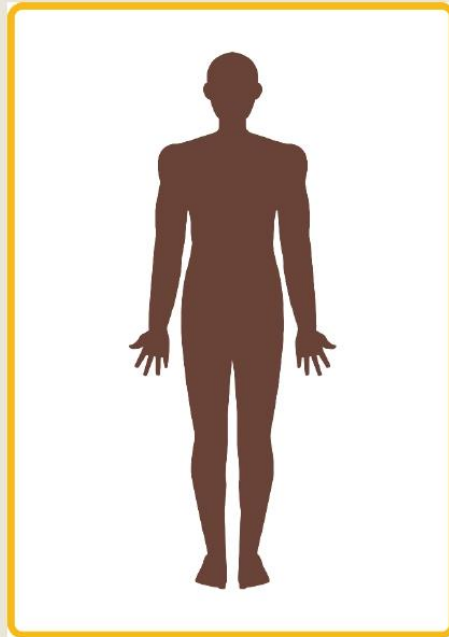
SITE – 6: LGMH. Site de Ancestralidade Humana. Disponível em: [Outras caract bio - \(site\) \(canva.com\)](#)

MATERIAL – 3: NATALIE MARY SUKOW. **Atividade SNCT (cor da pele).** Disponível em: https://www.canva.com/design/DAFOT_AbpDs/rI-y2SxLTtVLfj0RzrcKOW/view?utm_content=DAFOT_AbpDs&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=publishsharelink



MATERIAL 3

CARTAS FENOTÍPICAS



CARTAS DE AMBIENTE



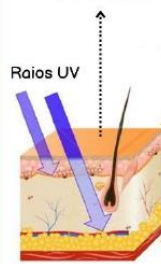
CARTAS DE JUSTIFICATIVA

A cor da pele depende da quantidade de um pigmento chamado **melanina**.

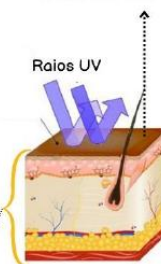


A melanina possui a função de **proteger** nossa pele contra os raios ultravioleta (UV), emitidos pelo sol.

Pele clara



Pele escura



Camadas da pele

Peles claras possuem uma **menor** quantidade de **melanina**. Consequentemente, os raios UV são absorvidos pelas camadas da pele mais facilmente.

Peles escuras possuem **maior** quantidade de **melanina**. Assim, os raios UV têm maior dificuldade para serem absorvidos pelas camadas da pele.

Vitamina D



Uma parte da vitamina D que precisamos é obtida a partir do que comemos. A outra parte é produzida pelo nosso corpo a partir da radiação UV. Portanto, precisamos nos expor ao sol para que seja possível produzir vitamina D.

Folato/vitamina B9



O folato (também chamado de vitamina B9) é necessário para o desenvolvimento de fetos durante a gestação e para a produção de espermatozoides saudáveis.

Os raios UV são capazes de destruir esse composto.

AVALIAÇÃO GERAL DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A avaliação será realizada de maneira contínua ao longo de toda a aplicação da sequência didática.

Primeiramente, esta ocorrerá nos momentos de debates e discussões, envolvendo a participação entre os alunos e destes com o professor (citando as rodas de conversas, debates pós atividades, entre outros). Avalia-se as suas falas, verificando os conhecimentos prévios para direcionar os momentos seguintes para cada uma das aulas. Além disso, para verificar o domínio e apropriação de termos científicos de forma correta; mudança de posicionamento e de atitudes referentes aos temas socioambientais envolvendo a ciência e tecnologia; e ligações entre os conteúdos e temas a serem trabalhados. Quanto a estes últimos elementos avaliativos, o mesmo deverá ser feito para outras atividades em sala ou realizadas em casa; como a produção do mapa conceitual.

Para as atividades avaliativas envolvendo a resolução de problemas e/ou argumentação (tais quais a dinâmica de cartas e apresentação no plano de aula 3), será analisada a capacidade dos alunos de criarem hipóteses; de argumentação e defesa destas; bem como seus posicionamentos e atitudes investigativas. É necessário, tanto nestes momentos como em outros que envolvam a participação direta dos alunos, avaliar também a criatividade na confecção e realização das atividades; sendo importante incentivá-la.

Especificamente em trabalhos que demandam a participação em grupos, é essencial verificar a participação colaborativa de cada aluno com seu respectivo grupo, também incentivando tal posicionamento. Ademais, pode-se realizar analogias desta cooperatividade entre os alunos com o trabalho científico, servindo para aprofundar as discussões envolvendo a história e filosofia da ciência.

É importante que os elementos e aspectos a serem avaliados, bem como os objetivos de cada aula e atividade, sejam discutidos com os alunos, de modo que estes conheçam aquilo que será esperado deles. Com isso, pode e também sugere-se incentivar a autoavaliação dos alunos, para que quando finalizem determinada etapa e atividade dentro deste plano de ensino; reflitam em como poderiam melhorar e aprimorar para alcançar os objetivos e conhecimentos esperados.



Autor: Victor Leon de Carvalho

**Orientadora: Profª Drª Marcia
Holsbach Beltrame**

**Coorientadora: Profª Drª
Claudemira Vieira Gusmão Lopes**



**A GENÉTICA
TEM COR?**