

COLÉGIO PEDRO II

Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Biologia

RAFAEL LUZ SALDANHA DOS SANTOS

**A BIOLOGIA COMO INSTRUMENTO DE
INCLUSÃO: APRESENTAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA
DIDÁTICA SOBRE O CONCEITO DE ESPÉCIE E A
CONSTRUÇÃO DE MODELOS PROTEICOS PARA A
NATURALIZAÇÃO DAS DIFERENÇAS**

Rio de Janeiro
2023



RAFAEL LUZ SALDANHA DOS SANTOS

A BIOLOGIA COMO INSTRUMENTO DE INCLUSÃO: APRESENTAÇÃO DE UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE O CONCEITO DE ESPÉCIE E A CONSTRUÇÃO DE
MODELOS PROTEICOS PARA A NATURALIZAÇÃO DAS DIFERENÇAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Biologia, vinculado à Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências e Biologia.

Orientadora Professora Dra. Aline Simões Fraga.

Rio de Janeiro

2023

COLÉGIO PEDRO II
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E CULTURA
BIBLIOTECA PROFESSORA SILVIA BECHER
CATALOGAÇÃO NA FONTE

S237 Santos, Rafael Luz Saldanha dos

A biologia como instrumento de inclusão: apresentação de uma sequência didática sobre o conceito de espécie e a construção de modelos proteicos para a naturalização das diferenças / Rafael Luz Saldanha dos Santos. - Rio de Janeiro, 2023.

44 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências e Biologia) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura.

Orientador: Aline Simões Fraga.

1. Biologia (Ensino médio) Estudo e ensino. 2. Ecologia. 3. Genética. 4. Diversidade. 5. Bullying. 6. Direitos humanos. 7. Educação inclusiva. I. Fraga, Aline Simões. II. Colégio Pedro II. III. Título.

CDD 570

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Simone Alves – CRB7 5692.

RAFAEL LUZ SALDANHA DOS SANTOS

A BIOLOGIA COMO INSTRUMENTO DE INCLUSÃO: APRESENTAÇÃO DE UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE O CONCEITO DE ESPÉCIE E A CONSTRUÇÃO DE
MODELOS PROTEICOS PARA A NATURALIZAÇÃO DAS DIFERENÇAS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Programa de Pós-Graduação
em Ensino de Ciências e Biologia vinculado
à Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa,
Extensão e Cultura do Colégio Pedro II,
como requisito parcial para obtenção do
título de Especialista em Ensino de Ciências
e Biologia.

Aprovado em: ____/____/____.

Banca Examinadora:

Dra. Aline Simões Fraga (Orientador)
Colégio Pedro II

Dra. Elizabeth Bozoti Pasin
Colégio Pedro II

M^a Martina Davidson
Universidade Federal do Rio de Janeiro (NUBEA)

*“Educação não transforma o mundo. Educação muda pessoas.
Pessoas transformam o mundo”. (Paulo Freire).*

AGRADECIMENTO

Gostaria de agradecer à professora Aline por ter sido tão atenciosa, empática e querida durante toda a sua orientação para comigo. Foi um processo muito satisfatório tê-la durante a produção deste trabalho. Muito aprendi e me sinto estimulado, com isso, a seguir na minha formação continuada.

Aos meus pais e minha avó que sempre estiveram de acordo com a minha caminhada e apoiando meu crescimento profissional, dando todo o suporte emocional e estrutural possível.

Aos meus irmãos e cunhados que, assim como meus pais, sempre estiveram do meu lado, proporcionando momentos inesquecíveis que fazem todo o diferencial na minha vida.

As minhas sobrinhas, que amo mais do que pode expressar em palavras.

Claro que não poderia deixar de agradecer meu padrinho e madrinha, que sempre estiveram o mais próximo possível de mim, fazendo os melhores mimos.

Amo muito todos. Sem nenhum de vocês este trabalho nunca teria acontecido.

RESUMO

O ambiente escolar conjuga uma grande pluralidade de pessoas. Os estudantes diferenciam-se por serem típicos ou atípicos, pelas suas crenças, orientações sexuais, gêneros e em outras esferas. Embora esta diversidade esteja presente, comumente encontram-se salas de aula em que o desrespeito às diferenças se mostra recorrente e isso é evidenciado com o bullying. O presente trabalho propõe apresentar uma alternativa, a partir de uma sequência didática, para desconstruir preconceitos. Para isso, foram usados como base, documentos oficiais que legitimam a proposta aqui presente, como a Declaração Universal dos Direitos Humanos (1948) e a Declaração de Salamanca (1994), que traz luz ao atendimento escolar voltado à educação inclusiva destacado no texto. O aumento da diversidade escolar chama a atenção para a necessidade de empregar novas práticas pedagógicas, como a proposta neste trabalho, e que tenham o potencial de acolher e desenvolver os nossos estudantes tanto cognitivamente quanto socialmente. Para tal, o eixo norteador da sequência foi Ecologia e Genética. A sequência foi dividida em duas etapas, ambas explorando o lúdico e estimulando a investigação. A primeira etapa teve o objetivo de desconstruir preconceitos, por meio de conceituação de espécie biológica e a percepção da existência natural de diversidade nas populações. Na segunda etapa, foram construídos modelos de estrutura primária de proteínas, a partir da tradução de RNAm mutado e não mutado, dando enfoque a esta força propulsora da evolução, e diretamente relacionada à diversidade presente na natureza. Ambas as etapas utilizaram imagens, leitura de texto e análise de vídeo para desenvolver as atividades.

Palavras-chaves: Diversidade; Bullying; Direitos Humanos; Educação inclusiva.

ABSTRACT

In the school environment there is a wide variety of people. Students differ by being typical or atypical, by their beliefs, sexual orientations, genders and in other spheres. Although this diversity is present, there is a lot of disrespect in classrooms, which is evidenced by bullying. This work proposes an alternative, based on a didactic sequence, to deconstruct prejudices. For this, official documents that legitimize the proposal presented here were used as a basis, such as the Universal Declaration of Human Rights (1948) and the Salamanca Declaration (1994), which sheds light on school services aimed at inclusive education highlighted in the text. The increase in school diversity draws attention to the need to employ new pedagogical practices, such as the one proposed in this work, which have the potential to welcome and to develop our students both cognitively and socially. To this end, the guiding axis of the sequence was Ecology and Genetics. The sequence was divided into two stages, both exploring play and stimulating investigation. The first stage aimed to deconstruct prejudices, through the conceptualization of biological species and the perception of the natural existence of diversity in populations. In the second stage, models of the primary structure of proteins were constructed, based on the translation of mutated and non-mutated mRNA, focusing on this driving force of evolution, and directly related to the diversity present in nature. Both stages used images, text reading and video analysis to develop the activities.

Keywords: Diversity; Bullying; Human rights; Inclusive education.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – A evolução do conceito de Inclusão.....	14
FIGURA 2 – Imagens a serem utilizadas na primeira etapa da sequência.....	21
FIGURA 3 – RNAm e aminoácidos.....	23

LISTA DE ABREVIATURAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

DNA – Ácido Desoxirribonucleico

IBC – Instituto Benjamin Constant

INES – Instituto Nacional de Educação de Surdos

PIBID – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência

PNEE – A Nova Política de Educação Especial

RNA – Ácido Ribonucleico

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

UNICEF – Fundo Internacional de Emergência das Nações Unidas para a Infância

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO.....	11
2 PRESSUPOSTO TEÓRICO.....	14
2.1 A chegada da educação inclusiva, a massificação escolar e novos horizontes dentro da educação.....	14
2.2 A biologia como objeto de desconstrução.....	16
2.3 Alternativas pedagógicas para uma educação libertadora.....	18
3 PRODUTO EDUCACIONAL.....	20
3.1 Descobrimo o que é espécie.....	20
3.2 Construção dos modelos proteicos.....	22
4 CONCLUSÃO.....	24
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
5 ANEXO A – IMAGENS DE EQUINOS.....	28
6 ANEXO B – TEXTO <i>CONCEITO DE ESPÉCIE</i>.....	32
7 ANEXO C – ENDEREÇOS DOS VÍDEOS A SEREM UTILIZADOS NAS ATIVIDADES.....	33
8 APÊNDICE A – IMAGENS DOS MODELOS DA ETAPA SENSORIAL.....	34
9 APÊNDICE B – PLANOS DE AULA.....	37
10 APÊNDICE C – TEXTO <i>SOMOS TODOS MUTANTES?</i>.....	41

1 APRESENTAÇÃO

Durante a minha estrada acadêmica, foi possível perceber o quão diverso é o mundo fora da **caixinha** em que a vida nos coloca. O ensino privado não me proporcionou experiências suficientes e nem me apresentou a diversidade de nossa população. Não sendo essa diversidade acolhida, evidenciamos a opressão sofrida por alguns grupos e a exclusão dos mesmos na sociedade e dentro do ambiente escolar.

A entrada na universidade foi a realização de um sonho tão esperado: o da graduação em Biologia. Mas, muito além de conseguir um diploma, a universidade revelou-se um local de muitas oportunidades enriquecedoras, inclusive a de, por alguns anos, estagiar em escolas públicas da região de Niterói pelo Programa de Iniciação à Docência (PIBID). Até então, o futuro ainda era incerto, mas as experiências vivenciadas fizeram-me ter a certeza de meu destino como educador.

O ensino público, que me garantiu a graduação, trouxe uma gama de realidades que, até então, foram ignoradas por pensar que jamais as encararia. Além de ter um contato maior com a diversidade, os debates durante as leituras das disciplinas de licenciatura possibilitaram perceber como novas estratégias em sala de aula deveriam ser pensadas e adotadas para abarcar de forma inclusiva todos os discentes.

O ambiente escolar, principalmente no ensino público, tem recebido uma imensa diversidade social, cognitiva e cultural. Segundo Sacavino (2008), o padrão homogêneo das escolas públicas passou por uma massificação histórica, havendo ingresso de um público mais heterogêneo. Com essa diversificação, as dinâmicas escolares deveriam ser adaptadas, de forma a se tornarem mais acolhedoras e acessíveis, permitindo uma educação contempladora. Entretanto, tem se revelado um verdadeiro desafio para toda a comunidade escolar, inclusive estudantes, acolher e respeitar as diferenças. Para Bandeira *et al.* (2012), o *bullying* evidencia este desrespeito ao diferente, e relaciona-se a diversos fatores, entre eles as relações de poder e de manutenção do mesmo por práticas intimidatórias e repetitivas. Isso torna aquele indivíduo marginalizado e sob controle, fragilizando a sua relação com o ambiente escolar. Sobre isso, é fundamental a percepção dessa violência em sala de aula pelos professores e a intervenção por meio de educação, permitindo a inclusão de todos e auxiliando a permanência na escola.

Segundo a declaração de Salamanca (1994), que aborda o conceito de inclusão educacional, a diversidade discente, em relação às suas origens, culturas e habilidades, deve ser respeitada e as práticas pedagógicas, por sua vez, devem ser acolhedoras para todos os grupos.

Dentre tantos temas das Ciências da Natureza, a Ecologia e a Genética oferecem uma grande oportunidade de **naturalizar a diferença**, ou seja, a oportunidade de apresentar a diversidade como parte do mundo vivo, da realidade de todos e, com isso, desconstruir preconceitos que ainda são reproduzidos na sociedade.

Dentre tantas possibilidades pedagógicas, aquelas que usam de artifícios lúdicos conectadas a uma aprendizagem que perpassa os sentidos, é uma oportunidade de mobilizar habilidades e construir competências de forma atraente para o estudante, o que desperta a motivação necessária para promover o aprendizado significativo. É uma estratégia que, ao convidar o estudante para um papel ativo, oportuniza a reflexão e uma discussão mais profunda sobre as diferenças, buscando a validação das mesmas nas populações.

O aprendizado significativo, de acordo com o psicólogo americano D. P. Ausubel, acontecerá mediante duas condições: A disposição do aluno ao aprendizado e a vinculação dos conteúdos a conhecimentos prévios (Pelizzari *et al.* 2002).

A disposição do aluno está diretamente relacionada a satisfação dele em habitar a sala de aula. O sentimento de não pertencimento pode ser motivado pelas práticas discriminatórias, mais uma vez ressaltando o *bullying* como impeditivo do processo de aprendizagem.

A segunda condição pode ser promovida a longo prazo, pois o uso de recursos lúdicos permite que os conhecimentos sejam trabalhados de forma mais prática e contextualizada, aproximando-se da realidade do estudante e, desta forma, com maior chance de promover uma aprendizagem não mecânica, isto é, que não se limita a mera repetição da informação.

O presente trabalho propõe a construção e a apresentação de uma sequência didática com os conhecimentos de ecologia e genética, utilizando da ludicidade e uma atividade multissensorial para desenvolver a habilidade **EM13CNT202 “Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros)”**, presente na competência específica 2 **“Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar**

previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis” da BNCC (Brasil, 2018), buscando validar as diferenças observadas na espécie como variedade natural e necessária para a continuidade e evolução.

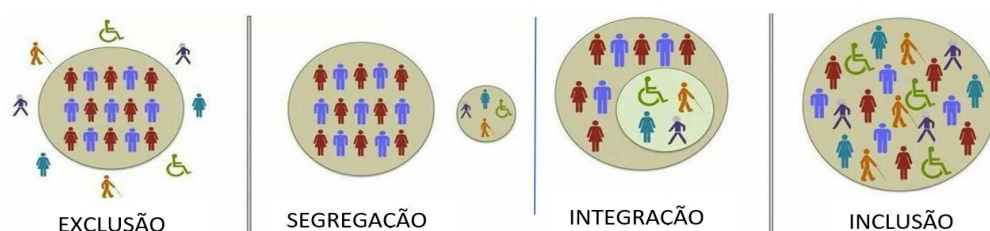
2 PRESSUSPOSTO TEÓRICO

2.1 A chegada da educação inclusiva, a massificação escolar e novos horizontes dentro da educação

Ao longo da história da educação brasileira, foi possível observar a transformação de seu público. Ao considerarmos pessoas com deficiência, é necessário voltar ao século XIX, quando os primeiros profissionais brasileiros foram trazidos aos núcleos escolares para prestarem serviços de atendimento clínico especializado, de caráter privado e assistencialista, para os alunos com necessidades sensoriais, físicas ou mentais. O Instituto dos Meninos Cegos, fundado nesta época em 1854, na cidade do Rio de Janeiro, foi um importante passo para a educação especial e o início da transformação da escola até então excludente (Mantoan, 2002).

Em um apanhado histórico, a educação especial foi marcada, em seu percurso até a educação inclusiva, por alguns paradigmas. São esses os de exclusão, segregação, integração e inclusão (Figura 1). Por muito tempo a escolarização era um benefício restrito a poucos indivíduos, caracterizando a fase de exclusão. Aqueles que possuíam qualquer deficiência sofriam com estigmas sociais, eram marginalizados e impedidos de acessarem qualquer núcleo escolar. Com isso, suas potencialidades não eram estimuladas, assim como suas especificidades não eram percebidas. Foi graças a se fazerem notar que essas mesmas pessoas começaram a ocupar espaços, porém de forma segregatória, em institutos específicos às suas necessidades especiais. Profissionais da educação e defensores dos direitos humanos insuflaram manifestações sociais que levaram ao ingresso dessas pessoas nas turmas regulares. Nesse momento, embora integrados, as escolas os forçavam a se adaptarem aos seus regimes. Foi só após a Declaração de Salamanca (UNESCO, 1994) que o conceito de inclusão, que se refere à adaptação do ambiente escolar às necessidades dos estudantes, veio a se difundir (Silva *et al.* 2022).

Figura 1: A evolução do conceito de Inclusão.



Fonte: Disponível em <https://pin.it/oQ5DS47>, acesso 11/09/2023.

O quadro 1 apresenta breve resumo da trajetória histórica da educação especial e inclusiva.

Quadro 1: História da educação especial e inclusão

ANO	ACONTECIMENTO	REFERÊNCIA
1854	Fundação do Imperial Instituto de Meninos Cegos, atual Instituto Benjamin Constant (IBC).	INSTITUTO BENJAMIN CONSTANT, 2016
1857	Fundação do Imperial Instituto dos Surdos-Mudos, que logo depois foi denominado Instituto Nacional de Educação de Surdos (INES).	INSTITUTO NACIONAL DE EDUCAÇÃO DE SURDOS, 2015
1988	Promulgação da Constituição da República Federativa do Brasil.	BRASIL, 1988
1990	Criação da Declaração Mundial de Educação para Todos em Jomtien (Tailândia)	UNICEF, 1990
1990	Convenção de Direitos da Criança.	BRASIL, 1990
1994	Declaração De Salamanca: Sobre Princípios, Políticas e Práticas na Área das Necessidades Educativas Especiais (Espanha).	UNESCO, 1994
1996	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional	BRASIL, 1996
2002	Diretrizes Curriculares Nacionais.	BRASIL, 2002
2008	Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva.	BRASIL, 2008
2008	Comissão Brasileira de Braille	BRASIL, 2008
2015	Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência.	BRASIL, 2015
2020	A Nova Política de Educação Especial (PNEE)	BRASIL, 2020

Fonte: Adaptado de Nadaes, 2023.

A Declaração de Salamanca legitima as diferenças ao reconhecer que nenhum indivíduo é igual a outro. Essas diferenças formam uma diversidade que é parte da população e não são mais lidas como algo a ser excluído ou segregado da sociedade. Segundo a declaração (UNESCO, 1994, [p.5]):

Escolas inclusivas devem reconhecer e responder às necessidades diversas de seus alunos, acomodando ambos os estilos e ritmos de aprendizagem e assegurando uma educação de qualidade a todos através de um currículo apropriado, arranjos organizacionais, estratégias de ensino, uso de recurso e parceria com a comunidade.

A pluralidade do público escolar perpassa por fatores como as diferenças étnicas, religiosas, de gênero, sexualidade e também por outras esferas, como a das pessoas com deficiências. Com essa diversidade, a dinâmica escolar deve ser pensada de forma diferente, para uma educação não discriminatória. A Declaração Universal dos Direitos Humanos especifica em seu artigo 26 que todo ser humano tem direito à educação (Declaração Universal dos Direitos Humanos, 1948). Somado a isso, também é garantido pela Constituição Brasileira de 1988 e reforçado pelo Estatuto da Criança e do Adolescente (BRASIL, 1990), neste último, em seu artigo 5º, estabelece que crianças e adolescentes não podem sofrer qualquer forma de discriminação, opressão, violência e negligência, havendo punição na forma da lei a qualquer atentado, por ação ou omissão. Sendo assim, não faltam documentos oficiais que enfatizem a necessidade e a obrigação deste tipo de tratamento aos estudantes. Desta forma, ao professor cabe buscar a criação de um ambiente harmonioso, com respaldo documental e evidência científica, a partir de dinâmicas diversificadas e acolhedoras, que tornem a sala de aula inclusiva e contrária a quaisquer práticas preconceituosas.

2.2 A biologia como objeto de desconstrução

A Biologia abrange um conjunto de áreas que estudam as formas de vida sob vários aspectos: genético, morfológico, fisiológico, evolutivo, ecológico etc. Dentre os aspectos citados, a Ecologia estuda as relações dos seres vivos entre si e com o ambiente, tendo como elemento fundamental o conceito de espécie. Sabe-se que a definição de espécie é muito plural, abrangendo conceitos como o genético e o evolutivo. O conceito biológico, possível de ser aplicado, considera uma espécie um agrupamento de seres intercruciantes que produzem descendência fértil (Aleixo, 2009). A partir dessa definição, os demais níveis de organização são estabelecidos, como os de população, comunidade biótica, ecossistema e biosfera.

Na prática em sala de aula não é incomum, quando indagados sobre o que é espécie, os estudantes usarem respostas que relacionem organismos por similaridades morfológicas. Sobre as falhas nas tentativas dos estudantes em responderem sobre o conceito de espécie, utilizando características físicas como critério de classificação, Soares *et al.* (2007) afirmam que isso está ligado a uma percepção que os autores denominaram como essencialismo macro. Os estudantes equivocadamente consideram as características morfológicas

macroscópicas como propriedades fixas essenciais. Sendo assim, os mesmos se limitam a formarem classificações dos seres vivos em grupos artificiais.

É importante enfatizar o papel da filogenética como responsável por estabelecer parentescos evolutivos entre os indivíduos, formando grupos naturais por ancestralidade comum exclusiva. Porém, mesmo entre indivíduos muito próximos taxonomicamente, existem importantes diferenças. Quando se estuda de maneira comparativa quaisquer formas de vida, é possível observar que a diversidade é prevalente e fundamental para a sobrevivência da espécie. As diferenças, portanto, não são exceções, elas compõem a biodiversidade e podem ser explicadas por ação de forças evolutivas, cabendo ressaltar mais uma vez a importância da Filogenética e também da Evolução, como importantes ferramentas na naturalização do diferente (Santos *et al.* 2007)

Dentre as forças evolutivas existentes relacionadas ao aumento da biodiversidade, está a mutação, que pode ser definida como uma alteração súbita no genótipo de um indivíduo, sem relação com os ascendentes, mas passível de ser herdada pelos descendentes (Nascimento, 2013). Todos os seres vivos estão propensos a passarem por mutações, o que se concretiza naturalmente, sem levar em consideração o efeito de agentes mutagênicos de natureza antrópica. Não é incorreto, portanto, afirmar que todos os seres vivos são mutantes.

É possível, também, estabelecer uma conexão da ausência de respostas precisas sobre o conceito de espécie que, como dito, não alcançam um resultado satisfatório pelos estudantes, à herança de um ensino de ciências, sob a ótica da **educação bancária**, que busca trazer puras repetições de termos, não valorizando saberes sociais, que são essenciais no processo educacional, seguindo na contramão da educação libertadora de Paulo Freire. Para Chassot (2003), não é mais possível aceitar propostas de currículos escolares desconectados aos componentes pessoais e sociais dos estudantes. Embora ainda haja resistência a isso, observamos, positivamente, de forma crescente a adesão às novas perspectivas. Então, é preciso trazer à formação de professores e, conseqüentemente, de estudantes, uma ciência da escola, que reelabore os saberes em circunstâncias sociais e, com isso, se cumpra o papel social na escolarização.

Neste caminho, a alfabetização científica se mostra como uma dimensão que privilegia essa educação comprometida com a função social da escola. Em sua definição, a alfabetização científica é o conjunto de conhecimentos que facilitariam as pessoas fazerem uma leitura do mundo onde vivem e, com isso, a oportunidade de promover uma reflexão mais profunda sobre os conceitos de biologia, como o de espécie, conectados a vida dos

estudantes e de acordo ao que se espera de uma educação libertadora e que naturalize a diferença (Chassot, 2003).

Uma maneira de realizar esta abordagem é levar à sala de aula os impactos que crises desarmônicas como quando o *bullying* se estabelece, geralmente tendo como causa a intolerância ao diverso, e de como são prejudiciais a todos. De como ferramentas científicas podem ser inseridas nesse debate para que um ambiente amistoso se estabeleça, o que é essencial para a construção de conhecimento.

2.3 Alternativas pedagógicas para uma educação libertadora

Ao longo dos anos, o pensamento crítico vem sofrendo altos e baixos nas escolas. A teoria freiriana (Freire, 1974) se contrapõe à chamada **educação bancária**, já mencionada, e estimula os estudantes a se tornarem agentes ativos do processo de aprendizagem e de construção do conhecimento. Desta forma, transformam suas realidades sociais, são emancipados e inseridos na sociedade como cidadãos críticos. A sequência didática proposta neste trabalho volta-se a um olhar crítico sobre as classificações biológicas feitas pelos instrumentos teóricos da Biologia.

Algumas alternativas pedagógicas, como aquelas que exploram problematizações, os sentidos e a ludicidade orientam para o alcance da educação libertadora proposta por Paulo Freire, e estão de acordo com os mecanismos de aprendizagem elucidados pela Neurociência (Cosenza e Guerra, 2011).

A problematização desenvolve competências e incentiva a colaboração entre os pares, pois requer a interação social para resolver um problema contextualizado. Sendo assim, é um método que foca na aprendizagem, colocando o estudante no centro do processo, tendo por base a investigação, e que pressupõe a mobilização de conhecimentos prévios. Além disso, ao explorar múltiplas abordagens que acessem diferentes processos sensoriais também potencializa o engajamento dos estudantes, e tem se provado uma técnica eficaz em promover o aprendizado (Ramos, 2014).

Desta forma, o ensino memorístico e mecanizado é escanteado para dar lugar a uma alternativa que busca despertar habilidades sociais e cognitivas. Este processo colaborativo e investigativo contribui para que, além do alcance final, com o produto desenvolvido e o estímulo ao pensamento crítico, também sejam inseridas ações que auxiliem pessoas com deficiência durante as aulas. É importante ressaltar que nesta modalidade, embora o produto seja um importante artifício na avaliação, a relevância reside no processo criativo e social.

Ou seja, muito mais vale o como se fez do que o que se fez, valorizando a interação, colaboração e superação durante a sequência didática (Silva *et al.*, 2018).

3 PRODUTO EDUCACIONAL

Os estudantes, por meio de ludicidade e investigação, deverão compreender o conceito de espécie biológica e perceber as diferenças naturais entre os indivíduos que formam uma população. Em seguida, deverão compreender a causa da variedade observada nas populações, por meio de construção de modelos proteicos, e entendê-las como um evento natural

A sequência didática será dividida em duas etapas práticas explicitadas a seguir.

3.1 Descobrimo o que é espécie

A turma será dividida em grupos e serão distribuídas as imagens, presentes no anexo A, de animais morfologicamente muito semelhantes, porém de espécies distintas (Figura 2). Entre as imagens apresentadas estarão cavalo, égua, jumento, jumenta, burro, mula, bardoto e bardota.

Neste momento, os estudantes serão levados a discutir sobre quais animais, dentre os ilustrados, formam espécies e por quê. A definição de espécie será justamente o vácuo de conhecimento, o problema, que os estudantes deverão pesquisar em recursos didáticos disponibilizados no momento, como os livro e apostila, para chegar à uma resposta. Os estudantes serão orientados a escreverem a sua conclusão em uma folha do próprio caderno, justificando a sua classificação. A escrita pode ser feita de forma coletiva.

Após a discussão, será realizada a leitura do texto **Conceitos de espécie** (Anexo B) para que identifiquem o conceito de espécie biológica. Como próxima etapa, será apresentado o vídeo **Como é a Criação de Bardotos** disponível no endereço <https://www.youtube.com/watch?v=KBHOKQ9y7BY>

O texto e o vídeo têm o objetivo de possibilitar o confronto com as suas conclusões escritas. Para finalizar, os estudantes serão orientados, novamente, a reescreverem a sua resposta, sem apagar as conclusões primárias.

Espera-se que os estudantes consigam, com autonomia, concluir que cavalos e éguas formam uma espécie, enquanto os jumentos e jumentas pertencem a outra espécie. Mula, burro, bardoto e bardota são híbridos, resultados de cruzamento de espécies distintas e, portanto, híbridos inférteis.

A escolha desses animais se deve ao fato de serem comumente conhecidos e também por se assemelharem bastante, o que dificulta a percepção das suas classificações pela morfologia.

Figura 2: Imagens a serem utilizadas na primeira etapa da sequência.



Fonte: (A) <https://super.abril.com.br/coluna/oraculo/um-cavalo-de-potencia-significa-mesmo-a-forca-de-um-cavalo-de-verdade>, acesso 11/09/2023. (B) <https://stock.adobe.com/br/search?k=%C3%A9gua>, acesso 11/09/2023. (C) <https://www.opovo.com.br/noticias/brasil/2018/06/haras-na-bahia-cria-jumentos-que-valem-ate-r-100-mil.html>, acesso 11/09/2023. (D) <https://abcjpega.org.br/servico/leite-de-jumenta/>, acesso 14/09/2023. (E) <https://www.istockphoto.com/br/fotos/burro>, acesso 14/09/2023. (F) <https://www.significados.com.br/asno-jumento-jegue-burro-mula-bardoto/>, acesso 14/09/2023. (G) <https://pt.wikipedia.org/wiki/Bardoto>, acesso 14/09/2023. (H) <https://www.revistahorse.com.br/imprensa/bardoto-ou-bis-burro-a-ramificacao-do-muar-pouco-convencional-no-brasil/20170410-170905-C011>, acesso 14/09/2023.

A aula será finalizada com uma pergunta provocadora: O que define as características de um indivíduo? Por que indivíduos, mesmo pertencendo à mesma espécie, possuem diferenças? As diferenças são naturais? As perguntas deverão ser evocadas na próxima etapa da sequência.

3.2 Construção dos modelos proteicos

A segunda etapa tem como objetivo representar o componente genético da expressão de características e o processo de mutação pontual, ilustrando de forma lúdica e sensorial uma das causas da variedade genética em uma população. A atividade consiste na construção de modelos de proteínas (sequência primária), a partir de tradução de fitas de RNAm e colagem de aminoácidos impressos em papel A4.

Na figura 3 estão exemplares dos modelos a serem utilizados. Como sugestão, o fragmento a ser construído é o da proteína receptora de fibrinogênio, em que, na fita de RNAm mutante, o códon CGG terá sido trocado por CCG, configurando ao equino portador desta mutação a doença conhecida como Trombastenia de Glanzmann (Leite, 2019). É, portanto, um caso real e vinculado aos indivíduos trabalhados anteriormente.

Para este modelo serão utilizados:

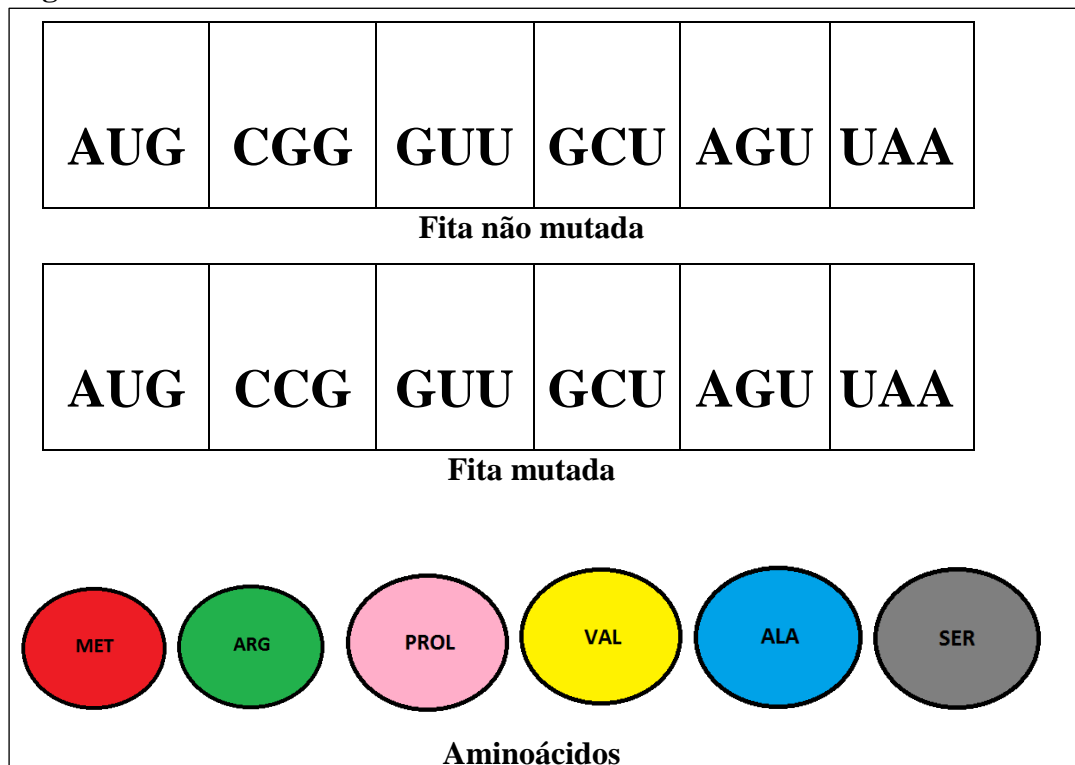
- Folhas de papel A4 com imagens impressas
- Tesoura
- Cola

Os estudantes devem ser orientados a recortarem as imagens que representam o RNAm e os aminoácidos. Há duas fitas de RNAm, sendo uma delas a mutante. É possível que os aminoácidos sejam impressos em papel colorido para que a atividade tenha seu tempo encurtado, mas, também pode ser solicitado que tinjam com as cores de suas preferências. Como as proteínas são formadas por muitos aminoácidos, os estudantes traduzirão apenas um fragmento, o que já será suficiente para evidenciar uma mutação pontual.

Será necessária uma tabela de código genético, encontrada em livros didáticos ou impressa, para que os mesmos possam relacionar corretamente os códons do RNAm aos aminoácidos correspondentes. Cabe ao professor orientar sobre a leitura da tabela de código genético e de como utilizá-la para traduzir os RNAm. É importante chamar a atenção à mutação presente e de como altera a sequência de aminoácidos.

Como sugestão de trabalho, dependendo dos recursos do público, cada etapa da confecção poderá ser fotografada com a intenção de realizar um vídeo representando a tradução dos RNAm, podendo o produto ser utilizado como forma de avaliação. Caso os estudantes não tenham essa possibilidade, e o quantitativo da turma permita, também é possível realizar uma atividade coletiva, antes ou depois da montagem pelos grupos, na qual o celular do professor ou algum outro instrumento da escola possa ser utilizado para fazer o registro. Sendo esta etapa realizada, sugere-se o uso do editor de vídeo Inshot (<https://inshot.com/>), pois trata-se de uma ferramenta gratuita e de simples uso, que tem versão para o celular. Também é possível o uso do próprio PowerPoint como ferramenta para construir vídeos. É interessante que esta montagem seja realizada pelos estudantes, uma vez que aprender o uso desses recursos contribui para a alfabetização digital.

Figura 3: RNAm e aminoácidos.



Fonte: Autor, 2023.

Com a atividade, espera-se que o estudante compreenda o processo de tradução e perceba o que é uma mutação genética. Para ampliar a discussão, provocar a turma com a pergunta: **será que toda mutação é ruim?** A reflexão seria finalizada com o vídeo **Todos humanos são mutantes** disponível no endereço <https://youtu.be/cbhg19Gc27E?si=RWVxzyPDzPhvkTQx>.

Como atividade avaliativa, os estudantes realizarão a atividade relacionada ao texto <https://super.abril.com.br/comportamento/somos-todos-mutantes> (Anexo C).

4 CONCLUSÃO

A presente proposta oferece a possibilidade de desenvolver temas de Ecologia e Genética sob a óptica da inclusão, naturalizando a diversidade como parte da natureza e, desta forma, contribuindo para eliminação de possíveis práticas discriminatórias. A ludicidade das atividades propostas traz leveza para o debate e, com isso, oportunizando o maior envolvimento dos estudantes.

Espera-se que os docentes percebam as potencialidades dos temas mencionados para gerar reflexões e combater práticas discriminatórias no ambiente escolar e na sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEIXO, A., **Conceitos de espécie e suas implicações para a conservação**, revista Megadiversidade, Belém do Pará, volume 5, números 1-2, páginas 88 a 95, 2009.

BANDEIRA, C., M., HUTZ, C., S., **Bullying: Prevalência, implicações e diferenças entre os gêneros**, Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional, São Paulo, volume 16, número 1, páginas 36 a 44, 2012.

BRASIL. Estatuto da Criança e do Adolescente. Lei 8.069/90. São Paulo, Atlas, 1991.

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

CHASSOT, A., **Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social**, Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro, número 22, páginas 89 a 100, 2003.

COSENZA, R. M. & GUERRA, L. B. **Neurociência e educação: como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed. 2011.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 1974.

LEITE, R. O., **Prevalência das mutações genéticas causadoras da trombostenia de glanzmann em equinos no Brasil**, 2019, 52 páginas, Monografia, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2019

MANTOAN, M. T. E., **A educação especial no brasil – da exclusão à inclusão escolar**, 2002, volume 25, páginas 1 a 13, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

NASCIMENTO, J. M. L., **Conceito de mutação biológica: influências e potencialidades no ensino de ciências**, 2013, página 3, dissertação(Mestrado em educação), Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.

NOVAES, C. B. D., **O direito à educação e seus labirintos: efeitos da massificação escolar desde as margens do estado**, 2020, página 14, monografia de faculdade de educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SILVA, N. S., OLIVEIRA, T. C. B. C., **Concepções e paradigmas: da exclusão à inclusão da pessoa com deficiência**, Amargosa, páginas 1 a 9, 2022.

ONU, Declaração Universal dos Direitos Humanos, Universidade de São Paulo, Biblioteca Virtual disponível em: <http://www.direitoshumanos.uso.br/index.php/Declara%C3%93%C3%A3o-Universal-dos-Direitos-Humanos/declaracao-universal-dos-direitos-humanos.html>, acesso em 21/06/2023.

PELIZZARI, A., KRIEGL, M. L., BARON, M. P., FINCK, N. T. L., DOROCINSKI, S. I., **TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SEGUNDO AUSUBEL**, revista PEC, volume 2, número 1, páginas 37 a 42, 2002.

RAMOS, A. S. F., **Dados recentes da neurociência fundamentam o método “Brain-Based-Learning”**, Revista Psicopedagogia v.31, n.96, páginas 263-274, 2014.

SACAVINO, S., B., **Educação em/para os Direitos Humanos em processos de democratização: o caso do Chile e do Brasil**, 2008, página 262, tese(Doutorado em educação), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp076330.pdf>, acesso em 18/06/2023.

SILVA, M. A. F., SILVA, J. D., SILVA, J. S., **Cultura maker e educação para o século XXI: relato da aprendizagem mão na massa no 6º ano do ensino fundamental/integral do SESC LER Goiana**, Recife, páginas 1 a 14, XVI Congresso Internacional de Tecnologia na Educação. Anais, 2018

SANTOS, C. M. D., CALOR, A. R., **Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética-I**, Revista Ciência & Ensino, v. 1, n. 2, páginas 1-8, 2007.

SOARES, A. G., MATOS, S. A., COUTINHO, F. Â., MORTIMER, E. F., **Estudos preliminares sobre o perfil conceitual de espécie**, VI ENPEC–Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, Belo Horizonte: ABRAPEC, 2007.

SOUSA, A. M. O. P., ALVES, R. R. N., **A neurociência na formação dos educadores e sua contribuição no processo de aprendizagem**, revista Psicopedagogia, Fortaleza, volume 34, páginas 320 a 331, 2017.

SOUZA, S. C., DOURADO, L.. Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo, revista Holos, Natal, volume 5 páginas 182 a 200, 2015.

UNESCO. Declaração de Salamanca. Sobre Princípios, Políticas e Práticas na Área das Necessidades Educativas Especiais. Salamanca, 1994. p. [01-17]. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf>> Acesso em: 25 out. 2023.

ANEXO A – IMAGENS DE EQUINOS



CAVALO



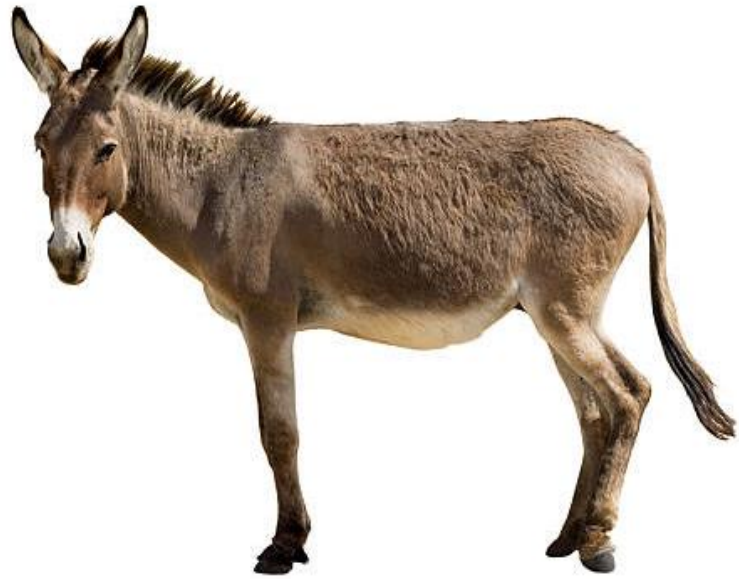
ÉGUA



JUMENTO



JUMENTA



BURRO



MULA



BARDOTO



BARDOTA

ANEXO B – TEXTO CONCEITO DE ESPÉCIE

Os biólogos não mais questionam “conceitos de célula” ou “conceitos de genes”, possivelmente porque estes conceitos, células como unidades de tecidos e DNA como material genético, são amplamente compreendidos. No entanto, nosso conceito de espécie tem mudado ao longo do tempo, provavelmente porque ainda não entendemos muito bem o significado deste termo. É possível que a sua aplicação tanto para organismos como para objetos inanimados tenha dado espaço para muita confusão em torno do tema e um número bastante grande de definições para a espécie em biologia.

Os evolucionistas dos anos 30 e 40, afirmaram que as espécies deveriam refletir um fenômeno biológico subjacente real e não permanecerem meramente como categorias taxonômicas convenientes. Assim, surgiu o **conceito biológico de espécie (CBE)**, que foi desenvolvido paralelamente com a ideia de que as espécies eram unidades importantes de evolução e que os mecanismos de isolamento eram recursos protetores à manutenção da integridade genética das mesmas.

Na visão de Mayr “espécies são grupos de populações naturais que se inter cruzam, mas que estão reprodutivamente isolados de outros tais grupos de populações”. Quais são então as propriedades que definem espécie biológica? Em primeiro lugar, uma espécie tem que ser uma **população**, compreendida no sentido amplo de comunidade reprodutiva e não no sentido de populações locais, depois, sob condições ordinárias devem ser suficientemente **coesas** para impedir seus componentes de sofrerem divergências definitivas, provando que as forças de coesão são eficientes e finalmente **diferenciar** as espécies de unidades menores na hierarquia, como subespécie e deme, dizendo que a espécie é a unidade maior ou mais incorporativa.

A última versão do CBE de Mayr, em 1982, diz que “espécies são grupos de populações atualmente ou potencialmente inter cruzantes, que são reprodutivamente isoladas e que ocupam um nicho específico na natureza”. Tais grupos não apenas não inter cruzam, mas não têm o potencial para cruzar.

A potencialidade é importante, pois alguma outra coisa além do isolamento reprodutivo deve impedir a produção de híbridos viáveis. **O cruzamento é propriedade de populações como um todo, não de organismos e isto faz grande diferença.**

ANEXO C – ENDEREÇOS DOS VÍDEOS A SEREM UTILIZADOS NAS ATIVIDADES

Vídeo *COMO É A CRIAÇÃO DE BARDOTOS A EXPLICAÇÃO?* por Costa Berranteiro, 00:08:07, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=KBHOKQ9y7BY>

O vídeo apresenta a relação entre diferentes grupos de equinos, os grupos que formam e os possíveis resultados de suas reproduções cruzadas.

Vídeo *MUTAÇÃO: TODOS HUMANOS SÃO MUTANTES - Prof. Kennedy Ramos*, por Kennedy Ramos, 00:05:58, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=cbhg19Gc27E>

O vídeo é uma aula que apresenta o conceito de mutação, como ocorre, como estamos propensos e de que maneira elas nos atingem.

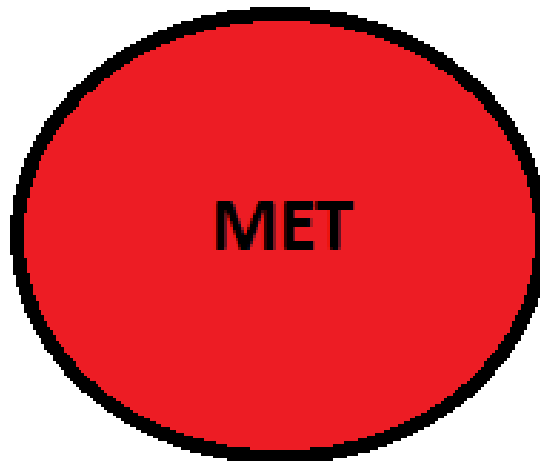
APÊNDICE A – IMAGENS DOS MODELOS DA ETAPA SENSORIAL

AUG	CGG	GUU	GCU	AGU	UAA
------------	------------	------------	------------	------------	------------

FITA NÃO MUTADA DE RNA MENSAGEIRO

AUG	CCG	GUU	GCU	AGU	UAA
------------	------------	------------	------------	------------	------------

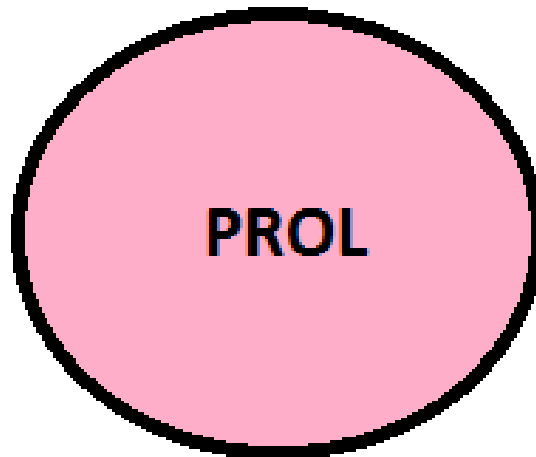
FITA MUTADA DE RNA MENSAGEIRO



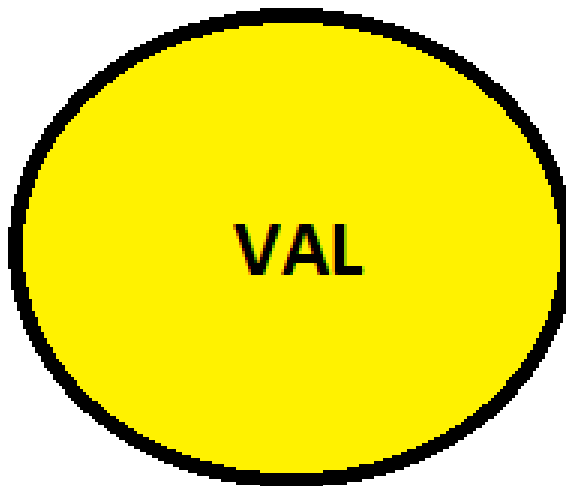
AMINOÁCIDO METIONINA



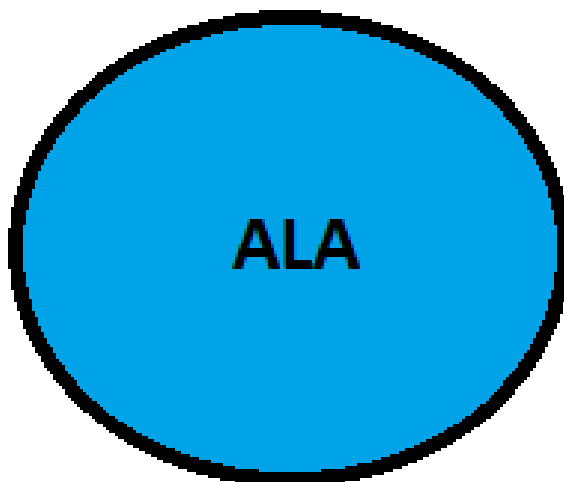
AMINOÁCIDO ARGININA



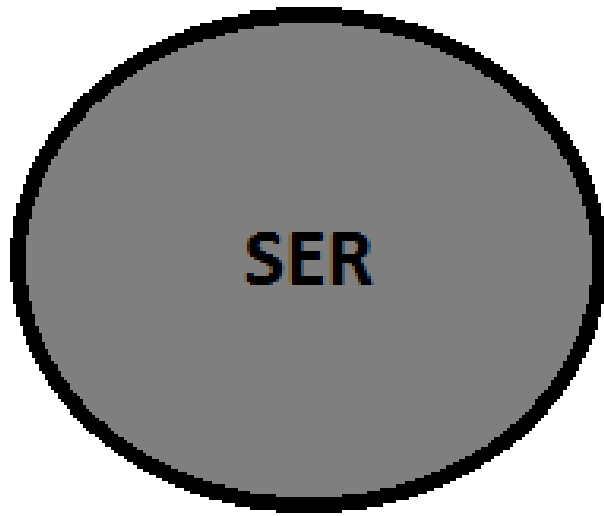
AMINOÁCIDO PROLINA



AMINOÁCIDO VALINA



AMINOÁCIDO ALANINA



AMINOÁCIDO SERINA

APÊNDICE B – PLANOS DE AULA

PLANO DE AULA 1

PLANEJAMENTO DA AULA
Tema: Biologia como instrumento de inclusão
Parte 2: Descobrimo o que é espécie e diversidade
Disciplina: Biologia
Série: 1ª série do ensino médio
Duração: 100 minutos (2 tempos de aula)

HABILIDADE DA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR
EM13CNT202: Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros)

OBJETIVOS
Os estudantes deverão, por meio de ludicidade e investigação, compreender o conceito de espécie biológica e perceber que há diferenças naturais entre os indivíduos de uma população.

MATERIAIS E EQUIPAMENTOS
- Livro didático de biologia. - Imagens de equinos disponibilizado no anexo A. -Vídeo disponível do endereço https://www.youtube.com/watch?v=KBHOKQ9y7BY (Anexo D)

PROCEDIMENTO
- Momento inicial para os grupos se organizarem. É interessante antecipar,

na aula anterior, que haverá uma dinâmica e solicitar que os grupos já estejam organizados para a aula do dia.

- Disponibilizar o conjunto de imagens já recortadas para os grupos.
- Orientar os estudantes que agrupem as imagens em espécies. Após a divisão, eles deverão, em uma folha de caderno, escrever seu resultado e os critérios que adotaram para a classificação.
- Após esta etapa, rapidamente convidá-los a apresentarem os seus resultados. É importante orientá-los para não apagar o que foi realizado, pois faz parte da atividade.
- Realizar a leitura do texto para aprofundar a discussão sobre espécie biológica.
- Apresentar o vídeo sobre Bardotos.
- Finalizar a discussão com uma breve exposição dos animais envolvidos e como eles se relacionam, a começar sobre os bardotos.
- Solicitar que eles reescrevam as suas conclusões sem apagar os resultados iniciais.
- Finalizar com as perguntas instigadoras.

AVALIAÇÃO

- Desempenho participativo na interação com o grupo
- Avaliação da construção escrita.

PLANO DE AULA 2

PLANEJAMENTO DA AULA

Tema: Biologia como instrumento de inclusão

Parte 1: Construindo os modelos proteicos

Disciplina: Biologia

Série: 1ª série do ensino médio

Duração: 100 minutos (2 tempos de aula)

HABILIDADE DA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR

EM13CNT202: Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros)

OBJETIVOS

Os estudantes deverão compreender a causa da variedade observada nas populações, por meio da construção de modelos proteicos, e entendê-las como um evento natural.

MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

- Livro didático de biologia.
- Imagens de aminoácidos e fitas de RNAm disponibilizadas no apêndice A.
- Vídeo disponível no endereço
<https://youtu.be/cbhg19Gc27E?si=RWVxzyPDzPhvkTQx> (Anexo D).
- Atividade presente no anexo C

PROCEDIMENTO

- Os mesmos grupos formados na aula anterior deverão ser mantidos nesta parte da atividade. É importante anunciar aos alunos que esta sequência

dependerá dos conhecimentos discutidos na aula anterior.

- Disponibilizar as imagens presentes no apêndice A para os grupos. Eles devem ser orientados a formarem modelos de estrutura primária das proteínas, sendo um deles de proteína mutada, o que dependerá de os mesmos terem acesso a livros de Biologia que apresentem a tabela de código genético.

- Os grupos apresentarão seus resultados e deverão apontar onde está a mutação nas proteínas que construíram.

- Fazer a pergunta: **será que toda mutação é ruim?**


- Apresentação do vídeo: **Todos humanos são mutantes.**

- Aplicação da atividade: **Somos todos mutantes. (Apêndice 3)**

AValiação

Desempenho participativo na interação com o grupo, na construção dos modelos de proteínas e a leitura dirigida do texto **Somos todos mutantes.**

APÊNDICE C – TEXTO *SOMOS TODOS MUTANTES?*

 COLÉGIO PEDRO II – BIOLOGIA – 1ª SÉRIE	
Questões iniciais: Como ocorrem as mutações? Será que todas as mutações são ruins?	Sobre a atividade A leitura coletiva deve ser realizada. As questões iniciais têm o objetivo de direcionar a atenção dos estudantes às informações que deverão aprender. As questões que seguem o texto foram construídas de forma a serem mais acessíveis, ou seja, um comando por questão. Tal adaptação é necessária para pessoas com TDAH, Dislexia, Autismo etc.

Observação: Não é recomendada a impressão desta atividade na fonte em que é apresentada. Sugere-se o uso de fontes como Arial ou Verdana, pois são mais acessíveis, por não apresentarem serifa.

Leitura: Somos todos mutantes?

Sim, você é um mutante. Não adianta negar repetidas vezes e correr para o espelho em busca de algo errado em seu corpo. A verdade é que todo mundo carrega mutações no seu DNA. São variações em relação ao patrimônio genético dos seus pais, mas que nem sempre resultam em mudanças significativas. Um estudo de 2011 do Projeto 1000 Genomas – grupo internacional de cientistas – revelou que cada bebê vem ao mundo com cerca de 60 mutações novinhas em folha no seu genoma, o que sugere que seguimos evoluindo.

A mutação é um erro que surge na molécula de DNA quando ela é copiada para originar uma nova célula. Isso pode acontecer em uma célula da sua mão ou do seu pé, por exemplo, de modo que você não a passaria para o seu filho, explica o professor do Instituto de Biociências da USP Diogo Meyer. Essas cópias acontecem todo tempo, para repor tecidos, entre outros fins. “Esse erro pode matar a célula, não a afetar em nada ou gerar um câncer”, diz. Mas é uma outra forma de mutação a responsável por variações que podem contribuir para a evolução da espécie. Ela se dá na formação de gametas, as células chamadas germinativas e que dão origem a novos seres, mais conhecidas como espermatozoide e óvulo. Há superpoderes que hoje parecem bem mais prosaicos. Imagine o que aconteceu quando, pela primeira vez na história, um hominídeo, em vez de grunhir, falou. É bem provável que o sujeito tenha sido visto pelos outros como alguém com superpoderes – ou no mínimo muito esquisito. Hoje sabemos que o que ele tinha eram

genes mutados que, em conjunto com outros processos evolutivos, o fizeram falar – e gerar descendentes que nunca mais fecharam a boca.

Além das mutações, o simples fato de juntar pedaços do gene do pai com o gene da mãe – a recombinação genética – gera novidades entre as espécies. No entanto, a mutação é a principal fonte de introdução de novas genéticas, e sua ocorrência é absolutamente aleatória. “É importante esclarecer que aleatório, neste caso, significa que o erro não é feito com o intuito de melhorar o organismo. Quando a cópia está acontecendo, não se sabe se será boa ou ruim, se vai afetar o braço, a perna ou a digestão”, explica Meyer. Embora alguns tipos de erros sejam mais prováveis que outros na molécula de DNA, em relação aos efeitos é impossível prever se as novidades originadas serão boas ou ruins. A verdade é que, diferentemente das garras do Wolverine ou do sentido de aranha de Peter Parker, é mais provável essas mutações sejam negativas – já que em time que está ganhando há milhões de anos não se mexe. É que as proteínas codificadas pelo gene já são resultado de muito tempo de aprimoramento – e seleção natural. Mas de vez em quando essa mutação pode ser uma boa naquele momento e naquele ambiente em que ela está acontecendo. Nesse caso, a seleção natural trata de perpetuar essa mudança. Mas Diogo Meyer alerta: “O efeito não é tudo ou nada. A mutação pode melhorar um traço e piorar outro”. Existe um gene, por exemplo, que protege seu proprietário da malária. Mas, em compensação, causa um tipo de anemia.

Se olharmos para trás, a lista de mudanças que melhoraram a espécie humana é grande – do contrário, provavelmente não estaríamos mais aqui. Muitos genes mutados são responsáveis por nos proteger naturalmente contra doenças. Aspectos biológicos fundamentais do *Homo sapiens*, desde a altura maior até sua capacidade inventiva, têm suas bases em mutações. O que a ciência não sabe afirmar é se todas essas características foram tão convenientes a ponto de terem sido favorecidas pela seleção natural ou foram casos de deriva genética, em que simplesmente um gene é o sorteado da vez para ser passado adiante. Um exemplo são os olhos azuis, que surgiram só há 10 mil anos. Segundo um estudo da Universidade de Copenhague, os olhos de Elizabeth Taylor, do Fábio Assunção e da sua colega gata vieram do mesmo ancestral, um sujeito que vivia na região do Mar Negro e que teve uma mutação genética. O tal acidente genético coincidiu com a migração agrícola para o norte da Europa, e acabou se espalhando por lá – ainda não se sabe por quê.

Uma das conclusões mais importantes sobre contribuição de uma variação genética para a evolução humana foi publicada em maio deste ano pelo Instituto de Pesquisa The Scripps, na Califórnia (EUA). Identificou-se a duplicação de um gene, surgida há cerca de

2,4 milhões de anos, que permitiu a neurônios adultos desenvolverem mais conexões em um cérebro maior, uma das características que separa o homem dos primatas. Ou seja, haveria um gene da inteligência.

[...] Não somos capazes de impedir que novas mutações aconteçam, nem de prevêê-las. Por isso, seguirá sendo possível cruzar com mutantes de toda sorte, como você, seu vizinho mais alto ou os homens-elásticos. E no futuro, quem sabe até super-homens com poderes que sequer conseguimos imaginar.

Adaptado de <https://super.abril.com.br/comportamento/somos-todos-mutantes>

ATIVIDADE

Após a leitura atenta do texto, responda às questões a seguir.

1. No 2º parágrafo foi apresentado como as mutações ocorrem.

a) Qual é o nome da molécula que sofre mutação?

b) As mutações não ocorrem a todo momento. Quando a célula pode sofrer mutação?

c) Reflita sobre a atividade prática realizada. Qual foi a molécula mutada que você recebeu?

d) A partir de qual processo essa molécula foi produzida na célula?

2. Com que finalidade as células copiam o seu DNA?

3. Quais são as possíveis consequências de uma mutação?

