



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

KAYO CÉSAR ARAÚJO DA NÓBREGA

ENVELHECIMENTO DA PELE:
uma proposta de abordagem investigativa à luz da aprendizagem significativa

JOÃO PESSOA
2024

KAYO CÉSAR ARAÚJO DA NÓBREGA

ENVELHECIMENTO DA PELE:
uma proposta de abordagem investigativa à luz da aprendizagem significativa

Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), do Centro de Ciências Exatas e da Natureza, da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Linha de Pesquisa: Comunicação, Ensino e aprendizagem em Biologia

Macroprojeto: Novas Práticas e Estratégias Pedagógicas Para o Ensino de Biologia

Orientadora: Profa. Dra. Vivyanne Falcão Silva da Nóbrega

JOÃO PESSOA
2024

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

N754e Nóbrega, Kayo César Araújo da.

Envelhecimento da pele : uma proposta de abordagem
investigativa à luz da aprendizagem significativa /
Kayo César Araújo da Nóbrega. - João Pessoa, 2024.
142 f. : il.

Orientação: Vivyanne Falcão Silva da Nóbrega.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN.

1. Senescência. 2. Metodologias ativas. 3.
Estratégias de ensino. 4. Envelhecimento da pele -
Ensino. I. Nóbrega, Vivyanne Falcão Silva da. II.
Título.

UFPB/BC

CDU 612.67 (043)

KAYO CÉSAR ARAÚJO DA NÓBREGA

ENVELHECIMENTO DA PELE: uma proposta de abordagem investigativa à luz da aprendizagem significativa

Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), do Centro de Ciências Exatas e da Natureza, da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Biologia

DEFESA REALIZADA EM:
Data: 25 de março de 2024.
Resultado: Aprovado

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 VIVYANNE FALCAO SILVA DA NÓBREGA
Data: 21/05/2024 12:29:52-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Vivyanne Falcão Silva da Nóbrega– DMORF/CCS/UFPB
Orientadora

Documento assinado digitalmente
 LUCIENE SIMOES DE ASSIS TAFURI
Data: 22/05/2024 20:59:31-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Luciene Simoes de Assis Tafuri – DFP/CCS/UFPB
Avaliadora

Documento assinado digitalmente
 IVSON BEZERRA DA SILVA
Data: 22/05/2024 21:54:35-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Ivson Bezerra Da Silva – DMORF/CCS/ UFPB
Avaliador

RELATO DO MESTRANDO

Instituição: Universidade Federal da Paraíba/UFPB
Mestrando: Kayo César Araújo da Nóbrega
Título TCM: ENVELHECIMENTO DA PELE: uma proposta de abordagem investigativa à luz da aprendizagem significativa
Data da defesa: 25 de março de 2024.
O desejo de cursar mestrado surgiu ainda durante a graduação numa perspectiva de crescimento profissional. No mesmo período a urgência em conseguir trabalho foi suprida pela aprovação em concurso público. O trabalho e as responsabilidades pessoais, por outro lado, adiaram esse sonho. Mas no período pandêmico, as estratégias de ensino remoto abriram a possibilidade de fazer a pós-graduação à distância (só possibilidade), pois logo veio a vacinação e os encontros presenciais retornaram bem na abertura das aulas. Esta realidade impôs desafios que não estavam previstos (pelo menos de início, pois eu insistia em querer continuar fazendo atividades à distância, tendo em vista que naquele momento o retorno das atividades ainda não era totalmente seguro). As viagens semanais, o uso contínuo de máscara e o sono persistente eram os primeiros obstáculos ao ensino por investigação. Contudo, a vivência de uma rotina onde o imediatismo era exigido, não tinha outro resultado a não ser o despertar para uma realidade de crescimento pessoal e em aprendizagem. A dinâmica das aulas reproduzindo semanalmente a abordagem investigativa, o contato com os professores e com os colegas iam a cada passo dado aumentando a minha bagagem. A cada tema, os conceitos biológicos foram sendo aprimorados, e com isso, o nível de exigência do mestrado ia aumentando. Cada novo tópico abordado evidenciava a percepção de alguma lacuna na minha aprendizagem, mas também estabeleciam a sensação de estar mais próximo de atualizações da ciência. Esse conjunto de fatores se tornou incentivo para maratonas e mais maratonas de estudos, às vezes individuais e às vezes coletivos. Mesmo em meio a rotina de trabalho, as atividades de AASA (Aplicação e Avaliação de Atividades em Sala de Aula) e as etapas de escrita deste TCM (Trabalho de Conclusão de Mestrado), consegui aprovação em todas as qualificações e, hoje, escrevo este relato sobre a importância do PROFBIO na minha formação. Finalizo este aprimoramento com a perspectiva de alcançar o envelhecimento ainda mais calvo, e com as linhas de expressão marcando esse tempo árduo e, ao mesmo tempo, breve e muito proveitoso. E num tempo futuro, espero lembrar de uma trajetória de sucesso como profissional que sempre buscou melhorar e de um adulto jovem comprometido com a fé e com a minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por toda força concedida para a conclusão deste trabalho.

À minha família, nas minhas conquistas eles sempre estiveram ao meu lado.

À minha orientadora, Dra. Vivyanne, por todos os ensinamentos, paciência e parceria. Seu conhecimento e experiência foram essenciais para a realização deste trabalho.

Aos meus colegas de Mestrado PROFBIO – UFPB pelo companheirismo e apoio. De modo especial aos amigos Josilene, Jussara, Klebson e Luciana, nosso grupo iniciado na disciplina de AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem), sobreviventes de todas as qualificações, construímos no PROFBIO uma amizade para a vida toda.

Às nossas coordenadoras, Fátima e Fabíola, por todo acolhimento, cuidado e acompanhamento durante a nossa permanência no curso.

Às professoras e aos professores do PROFBIO – UFPB, por serem importantes na transmissão de novos conhecimentos e por se mostrarem sensíveis as nossas dificuldades. De modo especial, minha gratidão às professoras Dra. Darlene e Dra. Luciene que deram contribuições importantes a esse trabalho.

Ao secretário do PROFBIO – UFPB, Sr. Ramos, um funcionário prestativo e sempre muito solícito.

Aos estudantes e aos colegas da Escola Normal Estadual Dom Expedito Eduardo de Oliveira.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, pelo apoio na realização do trabalho.

RESUMO

A pele é o mais extenso órgão do corpo humano, cuja função é nos proteger das intempéries ambientais e colaborar com o bom funcionamento do nosso organismo. Neste órgão se manifestam os primeiros sinais do envelhecimento, onde surgem alterações facilmente percebidas pelas pessoas. A abordagem sobre o envelhecimento da pele enquanto fenômeno biológico é relevante, tendo em vista que permite uma vinculação com alguns tópicos de Biologia no Ensino Médio. Logo, o objetivo desse estudo foi promover junto aos estudantes a compreensão sobre esse tema, com a disponibilização de um manual de sequência didática para docentes e um e-book para estudantes da educação básica. Para isso, as atividades da pesquisa foram desenvolvidas com estudantes da terceira série do Ensino Médio da Escola Normal Estadual Dom Expedito Eduardo de Oliveira, situada em Patos-PB, no ano letivo de 2023. A pesquisa teve caráter qualitativo e empregou a metodologia da pesquisa-ação, que oferece aos participantes a construção dialógica dos saberes escolares com práticas cidadãs. Para a coleta de dados, utilizaram-se recursos como questionários, observação continuada com anotações em diário de bordo do professor pesquisador, registros de fotos e nuvens de palavras. O estudo desenvolveu-se em duas etapas, na primeira foi aplicado um questionário diagnóstico e na segunda foram desenvolvidas atividades numa sequência didática investigativa com a utilização de metodologias ativas. Os dados obtidos a partir do questionário diagnóstico apresentaram os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a pele e o envelhecimento, necessários para identificar as fragilidades dos alunos sobre o tema e direcionar estratégias para explorar de maneira mais detalhada certos temas na Sequência Didática Investigativa, incluindo algumas das teorias que explicam o fenômeno do envelhecimento biológico. A utilização de diversificadas estratégias de ensino possibilitou o desenvolvimento de habilidades, das quais, por meio da análise de imagens e modelos didáticos, os estudantes apresentaram hipóteses para associar os sinais e as causas do envelhecimento aos elementos constituintes da pele. Além disso, as atividades desenvolvidas na SDI foram cuidadosamente planejadas para promover aprendizagem significativa, alinhada à abordagem do ensino por investigação. Para os estudantes, foi uma experiência enriquecedora, que permitiu o exercício de habilidades essenciais para a formação científica, tais como o pensamento crítico, a colaboração e a comunicação. Das atividades propostas, os estudos de casos possibilitaram aplicar os conhecimentos desenvolvidos e o exercício da autonomia, da curiosidade e a capacidade de comparação com situações do próprio cotidiano. A pesquisa resultou na produção de materiais educativos que combinam conhecimento teórico e contextualizado sobre anatomia, histologia e fisiologia da pele jovem e o processo de envelhecimento. A aplicação das atividades validou a teoria da aprendizagem significativa e o ensino por investigação como abordagens eficazes na construção dos conceitos biológicos de forma atrativa e engajadora para os estudantes.

Palavras-chave: Senescência; metodologias ativas; estratégias de ensino; protagonismo.

ABSTRACT

The skin is the largest organ in the human body, whose function is to protect us from environmental elements and contribute to the proper functioning of our body. The first signs of aging appear in this organ, where changes appear that are easily perceived by people. The approach to skin aging as a biological phenomenon is relevant, as it allows a connection with some Biology topics in high school. Therefore, the objective of this study was to promote understanding of this topic among students, with the provision of a didactic sequence manual for teachers and an e-book for basic education students. For this, the research activities were developed with students in the third year of high school at the Escola Normal Estadual Dom Expedito Eduardo de Oliveira, located in Patos-PB, in the academic year of 2023. The research was qualitative in nature and used the research methodology -action, which offers participants the dialogical construction of school knowledge with civic practices. For data collection, resources such as questionnaires, continuous observation with notes in the research professor's logbook, photo records and word clouds were used. The study was developed in two stages, in the first a diagnostic questionnaire was applied and in the second activities were developed in an investigative didactic sequence using active methodologies. The data obtained from the diagnostic questionnaire presented the students' prior knowledge about skin and aging, necessary to identify students' weaknesses on the topic and direct strategies to explore certain topics in more detail in the Investigative Didactic Sequence, including some of the theories that explain the phenomenon of biological aging. The use of diverse teaching strategies enabled the development of skills, from which, through the analysis of images and teaching models, students presented hypotheses to associate the signs and causes of aging with the constituent elements of the skin. Furthermore, the activities developed at SDI were carefully planned to promote meaningful learning, aligned with the inquiry-based teaching approach. For the students, it was an enriching experience, which allowed them to exercise essential skills for scientific training, such as critical thinking, collaboration and communication. Of the proposed activities, case studies made it possible to apply the knowledge developed and exercise autonomy, curiosity and the ability to compare with everyday situations. The research resulted in the production of educational materials that combine theoretical and contextualized knowledge about the anatomy, histology and physiology of young skin and the aging process. The application of the activities validated the theory of meaningful learning and inquiry-based teaching as effective approaches in constructing biological concepts in an attractive and engaging way for students.

Keywords: Senescence; active methodologies; teaching strategies; Protagonism.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Visão geral da classificação das teorias do envelhecimento humano	28
Quadro 2 - Prevalência das respostas para a questão de múltipla escolha sobre os fatores que contribuem para o envelhecimento da pele.....	44
Quadro 3 - Entendimento prévio da relação entre os telômeros e o envelhecimento da pele.	46
Quadro 4 - Resumo da SDI aplicada com estudantes da 3ª Série do Ensino Médio da Escola Normal Estadual Dom Expedito Eduardo de Oliveira	49
Quadro 5 - Respostas da atividade após observação do mural de fotografias no <i>padlet</i>	52
Quadro 6 - Competências e habilidades ensinadas no primeiro momento da SDI sobre envelhecimento da pele.	56
Quadro 7 - Respostas para questões sobre os fatores do envelhecimento da pele.	58
Quadro 8 - Respostas dos Grupos 1 e 3 em relação aos estudos de casos da SDI.....	61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama da anatomia da pele, destacando suas camadas e componentes	25
Figura 2 – Representação esquemática das alterações da pele com o envelhecimento. À esquerda, pele jovem; à direita, pele envelhecida.	27
Figura 3 - Formação de danos no DNA.....	29
Figura 4 - Comparando características físicas e teciduais entre organismo normal e progeróides.....	30
Figura 5 - (A) Localização da cidade de Patos no mapa da Paraíba. (B) Fachada da Escola Normal Estadual Dom Expedito Eduardo de Oliveira.	33
Figura 6 - Etapas da Pesquisa	36
Figura 7 - Perfil dos Participantes por Idade e Sexo	38
Figura 8 - Respostas dos estudantes para a questão: Qual é a camada mais externa da pele?	39
Figura 9 - Respostas dos estudantes para a questão: Quais são as principais camadas da pele?	39
Figura 10 - Respostas dos estudantes para a questão: Qual das funções abaixo NÃO pode ser atribuída a pele humana?	40
Figura 11 - Respostas dos estudantes para a questão: Qual a importância da melanina?	42
Figura 12 - Respostas dos estudantes quanto à função do colágeno e da elastina	43
Figura 13 - Nuvem de palavras das percepções dos estudantes sobre os sinais do envelhecimento	45
Figura 14 - Mapa de similaridade: é possível evitar o envelhecimento da pele?.....	45
Figura 15 - Questão proposta para comparar a pele jovem e a pele envelhecida, conforme características observáveis.....	47
Figura 16 - Percepção dos estudantes acerca da comparação entre diagramas de pele jovem e pele envelhecida	47
Figura 17 - Metodologias empregadas na sequência didática investigativa.....	50
Figura 18 - Captura de tela do <i>Padlet</i> com foto compartilhadas pelos estudantes	51
Figura 19 - Discussão em grupos sobre efeitos e causas do envelhecimento da pele.....	52
Figura 20 - Realização de atividade sobre as alterações microscópicas da pele no envelhecimento	53
Figura 21 - Registros das aulas 03 e 04.....	57
Figura 22 - Registros do momento dos estudos de caso.....	60
Figura 23 - Registros das aulas 07 e 08.....	61
Figura 24 - Captura de tela de slides elaborados por estudantes para comunicação dos estudos de casos dentro da SDI sobre o envelhecimento da pele.	63

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CAEE – Certificado de Apresentação de Apreciação Ética

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEP – Comitê de Ética em Pesquisa

CNE/CES – Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior

DNA – Ácido Desoxirribonucleico

OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

RNA – Ácido Ribonucleico

SASP – Fenótipo Secretor Associado à Senescência

SDI – Sequência didática investigativa

TALE – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UFPB – Universidade Federal da Paraíba

UVA – Raios Ultravioleta A

UVB – Raios Ultravioleta B

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	OBJETIVOS.....	14
2.1	Objetivo Geral.....	14
2.2	Objetivos específicos	14
3	APORTE TEÓRICO.....	15
3.1	Resgate histórico da Biologia como ciência	15
3.2	O Ensino e a aprendizagem de Biologia no Brasil	18
3.3	A aprendizagem significativa no ensino por investigação.....	22
3.4	A Biologia do envelhecimento da Pele.....	25
3.4.1	Anatomia da pele e sinais do envelhecimento	25
3.4.2	Teorias do envelhecimento	27
3.4.3	Fatores e manifestações do envelhecimento na pele	29
4	ABORDAGEM METODOLÓGICA	33
4.1	Local da pesquisa e sujeitos envolvidos	33
4.2	Considerações éticas	34
4.3	Tipo de estudo	34
4.4	Obtenção de dados	35
4.5	Atividades no campo de pesquisa	35
4.6	Sistematização, organização e tratamento dos dados.....	37
5	RESULTADOS E DISCUSSAO.....	38
5.1	Conhecimentos prévios sobre a pele e o envelhecimento	38
5.2	Desenvolvimento da Sequência Didática investigativa.....	48
5.2.1	Identificando as alterações da pele do macro ao microscópico	50
5.2.2	Aula expositiva sobre a pele e as teorias do envelhecimento	56
5.2.3	Estudos de caso sobre o envelhecimento da pele	59
6	ELABORAÇÃO DO PRODUTO.....	66
7	CONSIDERAÇÕES.....	67
	REFERÊNCIAS.....	69
	Apêndice A – Questionário das Concepções Prévias Sobre os Fatores do Envelhecimento da Pele	80
	Apêndice B – Organização e componentes estruturais de pele	83
	Apêndice C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - Pais e/ou Responsáveis.....	84

Apêndice D – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE	86
Apêndice E – Termo de Consentimento de Som e Imagem.....	88
Apêndice F - Termo de Compromisso do Pesquisador Responsável.....	89
Apêndice G – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (Participante Adulto) ..	90
Apêndice H – Manual de Sequência Didática	92
Anexo A – Termo de Anuência da Instituição Participante	137
Anexo B – Certidão	138
Anexo C – Parecer Consubstanciado do CEP	139

1 INTRODUÇÃO

Na espécie humana, embora seja um processo natural, o envelhecimento ainda é uma temática pouco abordada no ambiente escolar, talvez pela complexidade do assunto ou por não representar uma preocupação imediata para os estudantes. Entretanto, projeções indicam uma tendência mundial de crescimento das populações mais velhas nos anos 2050 e 2100, quando poderão atingir 426 milhões em 2050 e 881 milhões de pessoas em 2100 em todo o planeta (United Nations, 2019).

A senescência ocorre quando o corpo passa por mudanças deletérias devido ao envelhecimento. Isso acontece em todos os tecidos e órgãos, afetando a saúde e tornando a pessoa mais propensa a doenças crônicas (Balcombe; Sinclair, 2001). Biologicamente, está relacionada com aspectos nos planos molecular, celular, tecidual e orgânico e no campo psíquico com as dimensões cognitivas e psicoafetivas que interferem na personalidade e no afeto (Fechine; Trompieri, 2012). Para a organização Pan-Americana da Saúde (OPAS, 2005) o processo de envelhecimento é sequencial, individual, acumulativo, irreversível, universal, não patológico e conforme o tempo passa, o organismo se torna menos capaz de lidar com o estresse ambiental, aumentando a probabilidade de morte.

Cunha (2011) afirma que o envelhecimento apresenta uma base celular e está diretamente influenciado por diferentes genes envolvidos em processos de reparação, manutenção e reaproveitamento de componentes celulares, e por uma base ambiental, cujos fatores mais influentes são a dieta e a atividade física, pois se fazem presentes por meio da mediação de genes, muitos deles já identificados e investigados do ponto de vista funcional.

As modificações que ocorrem na pele são os primeiros sinais do processo do envelhecimento a serem percebidos pelas pessoas. À medida que os indivíduos envelhecem é comum o aparecimento de manchas, a perda da hidratação e da elasticidade deste órgão, além de outros sinais que podem variar de acordo com cada organismo. Trata-se de um processo complexo ainda sendo esclarecido pela ciência, com alterações influenciadas por fatores intrínsecos (cronológicos) e extrínsecos, como a radiação ultravioleta (UV), a poluição do ambiente, a alimentação e os hábitos de vida (Guimarães, *et al.*, 2021).

O interesse em compreender o envelhecimento gerou implicações positivas em diversas áreas da sociedade, tais como no urbanismo, na saúde pública, no setor econômico, na sociologia e na psicologia da civilização (Braga, 2021). Os estudos na área da Biologia, originaram contribuições importantes para a vida das pessoas, por meios dos avanços na

genética, na biologia celular, na neurociência, na biologia evolutiva e em diversas outras áreas desta ciência, de um modo que tais benefícios são refletidos em conquistas na medicina, na agricultura, na reprodução animal, na nutrição humana e em outros campos da sociedade (Mayr, 2008).

Ao estudar Biologia, perceber as relações entre o currículo e as suas próprias vivências ajuda a tornar o aprendizado significativo e a desenvolver habilidades como pensamento crítico, capacidade de solucionar problemas e capacidade de se comunicar. Portanto, inserir o envelhecimento da pele como um objeto de conhecimento nas aulas de Biologia, aproxima conceitos biológicos às situações do dia a dia dos estudantes, que convivem com idosos na família e em outros setores sociais, possibilita superar a visão fragmentada desta ciência e representa uma estratégia para promover a alfabetização científica por meio de aprendizagem significativa.

Moreira (2011) vê nas sequências didáticas investigativas ferramentas que favorecem a consolidação da aprendizagem significativa nas aulas de ciências. E, de acordo com Júnior *et al.* (2023), a aprendizagem significativa é aquela pautada no conhecimento prévio e cujo objeto de estudo deve ser estruturado em torno dele.

Para ser considerada investigativa, a sequência didática precisa apresentar uma questão-problema que promova engajamento em sua resolução; a elaboração de hipóteses com base nas discussões em grupos; a construção e o registro de dados com base em atividades experimentais, de observação ou fornecidos pela sequência didática; a discussão dos dados por pares; o registro escrito dos resultados; e a elaboração de afirmações com base na literatura (Trivelato; Tonidandel, 2015).

Barboza *et al.* (2017) propõem que o ensino de Ciências e Biologia deve oferecer mais que o domínio do conteúdo. A abordagem descritiva e memorizadora deve ser evitada para alcançar o objetivo de formar cidadãos conscientes e socialmente ativos. Para Sasseron (2015), em um mundo em constante mudança, a busca e a compreensão de novas formas de perceber os fenômenos naturais e seus impactos em nossa vida são imprescindíveis.

Sasseron (2015) enfatiza a importância da contextualização na aprendizagem. Ao relacionar os conceitos com os domínios social e intelectual, os estudantes conseguem reconhecer a relevância daquilo que estão aprendendo em suas próprias vidas e no mundo ao seu redor. Ao associar a contextualização ao estímulo à curiosidade, a aprendizagem vai além do mero entendimento de conceitos. E nesta proposta de intervenção de ensino sobre o envelhecimento da pele, busca-se promover uma aprendizagem significativa, enriquecendo a abordagem investigativa presente neste trabalho.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- Desenvolver, no âmbito do Ensino Médio, a compreensão sobre o envelhecimento da pele, com a produção de instrumentos pedagógicos a serem disponibilizados aos docentes da educação básica.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar os conhecimentos prévios dos estudantes em relação à temática da pele e do processo de envelhecimento do órgão;
- Promover condições para aprendizagens significativas sobre o processo de envelhecimento, estimulando os estudantes ao protagonismo, à reflexão e à crítica acerca dos hábitos diários que comprometem a saúde e a qualidade de vida;
- Construir conhecimentos sobre envelhecimento da pele, de forma didática e processual a partir de atividades articuladas em uma sequência didática;
- Promover a socialização do conhecimento produzido por meio da produção de instrumentos pedagógicos sobre o envelhecimento da pele (manual e *e-book*) a serem disponibilizado aos docentes da educação básica;

3 PORTE TEÓRICO

3.1 Resgate histórico da Biologia como ciência

Os aspectos históricos da Biologia podem ser analisados considerando-a como área científica e como disciplina integrada no currículo escolar (Leal, 2022). Como ciência, é a mais jovem entre as ciências da natureza e seu desenvolvimento está fortemente atrelado ao progresso da humanidade.

Matthews (1998) *apud* El-Hani (2004, p.267) e Peduzzi e Raicik (2020) destacam que é importante para professores e estudantes conhecer a história, a filosofia e a natureza da ciência em estudo, pois dada a complexidade da Biologia, fomentar esse tipo de conhecimento durante a escolarização evita simplificações e equívocos sobre a ciência. Moura (2014, p. 32) reforça que conhecer a natureza da ciência ajuda a entender como o resultado da pesquisa científica é construído, estabelecido e organizado. Isso inclui conhecer melhor o método científico, a relação entre o experimento e a teoria, além de reconhecer a influência de fatores externos, sociais, culturais, religiosos e políticos na aceitação ou na rejeição das ideias científicas.

O conhecimento relacionado ao mundo vivo, mesmo no período que precedeu o surgimento da ciência, já era considerado importante, diversos saberes considerados essenciais para a sobrevivência eram passados de uma geração para outra, inclusive, antes do aparecimento da escrita. Rosa (2012) afirma que esses conhecimentos decorrentes das experiências cotidianas nutriram o desenvolvimento dos saberes científicos e o avanço da ciência foi precedido pela evolução do intelecto humano.

Desde o início, o ensino era realizado de forma oral. Em muitas culturas, os idosos eram valorizados por sua sabedoria e experiência. Em algumas civilizações antigas, as relações com os animais, plantas e com o ambiente natural deram lugar à busca de conhecimento acerca do funcionamento do corpo humano. Os egípcios, por exemplo, já tinham certa compreensão da anatomia, proveniente das técnicas de embalsamamento (Nascimento Júnior; Souza, 2014).

Na Grécia Antiga, destacam-se os trabalhos de Aristóteles sobre as leis que governam a natureza e a importância do método para compreendê-las. Nas ciências biológicas, o filósofo contribuiu com a classificação dos seres vivos em grupos com base nas características físicas e comportamentais. Ele também analisou a anatomia e a fisiologia de animais e plantas, e escreveu sobre a reprodução e o desenvolvimento animal. Aristóteles também propôs a teoria

da geração espontânea para explicar a origem da vida, uma teoria que influenciou o pensamento científico por muitos séculos até ser refutada por experimentos científicos no século XVII” (Rodrigues; Hidalgo, 2022).

Ferigolo (2021) afirma que Aristóteles foi um dos primeiros filósofos a influenciar o pensamento científico com grande alcance na Biologia. Como grande novidade, deixou a apresentação de um estudo mais sistemático dos seres vivos, diferente dos que eram praticados por outros pensadores de sua época e daqueles que o antecederam, que se dedicavam a aspectos práticos, como os estudos da anatomia limitados pelo interesse da medicina.

Aristóteles tinha a concepção de que os princípios da Biologia eram iguais aos que regem os estudos sobre a natureza, embora observasse ser próprio dos seres vivos serem dotados de alma, o princípio da vida que os distinguia da matéria inanimada. Além dessa percepção, outra importante contribuição do filósofo foi o desenvolvimento do método, entre eles, o método comparativo, utilizado por ele nos estudos de anatomia, mas que continua sendo empregado até os dias atuais em análises filogenéticas e em outras áreas do conhecimento (Ferigolo, 2021).

Durante a Idade Média, no período entre o século V e o século XII, predominou o controle da Igreja no mundo ocidental e houve uma maior liberdade intelectual entre os árabes. A influência religiosa fez prevalecer no continente europeu uma visão contemplativa da natureza, em que era comum a valorização da moral e do estético e a utilização de explicações metafísicas para explicar os fenômenos naturais (Nascimento Júnior; Souza, 2014).

Nos escritos europeus da Idade Média, predominava a visão de que a diversidade vegetal e animal existia para benefício do homem, reflexo do fixismo e do antropocentrismo. Por outro lado, os povos árabes avançaram no entendimento do corpo, das plantas e sobre os animais, com um olhar voltado exclusivamente para a medicina. Isso promoveu importantes conquistas na produção de conhecimentos em áreas como a neurologia, oftalmologia, ginecologia e cirurgias oncológicas disponíveis nas enciclopédias (Nascimento Júnior; Souza, 2014).

O Período Moderno foi marcado por uma revolução no conhecimento e no desenvolvimento tecnológico. Nessa época, a corrente mecanicista defendia que a compreensão dos níveis de organização mais complexos poderia derivar de uma análise criteriosa dos níveis mais simples da organização dos fenômenos biológicos, qualidade relacionada com o reducionismo (Mayr, 2005). Além disso, uma característica marcante na

área da Biologia defendida por correntes filosóficas deste tempo era que essa ciência deveria ser submetida aos mesmos pressupostos que outras áreas, como a Física e a Química (Galak; Zoboli; Manske, 2020).

Ainda sobre a Idade Moderna, os fenômenos naturais e biológicos passaram a ter explicações racionais e mais distanciadas do misticismo. Essa transição teve grande influência do contexto de um período marcado pelo fascínio por relógios, outros autômatos e máquinas no geral, características da obra de Descartes, filósofo mecanicista que defendia que os seres vivos, com exceção do homem, não eram outra coisa além de máquinas (Mayr, 2008).

Nessa fase da história da ciência, houve um debate veemente entre fisicalistas e vitalistas sobre o fenômeno da vida. Enquanto os fisicalistas acreditavam que os seres vivos são semelhantes à matéria inanimada, os vitalistas afirmavam que as teorias biológicas não poderiam ser explicadas pelas leis físicas e químicas, embora nenhuma das correntes estaria completamente certa ou errada (Mayr, 2008).

O vitalismo, considerado como o primeiro movimento "autonomista", defendia que a Biologia era uma ciência única, que, portanto, tem os seus próprios pressupostos. Por acreditar que a vida era controlada por uma força vital, a corrente foi duramente criticada ao atribuir a existência de forças imateriais metafísicas. Em contraste, surgiu o movimento organicista, no qual argumentava que as particularidades dos seres vivos não eram provenientes de uma força vital, mas sim da complexa organização da matéria viva e do fato dos seres vivos possuírem um programa genético adquirido ao longo da sua história evolutiva, característica não observada na matéria inanimada. Deste modo, essa nova perspectiva enfatizava a importância da estrutura e organização dos seres vivos, em vez de uma força mística e imaterial, para explicar a vida e suas características (Menna, 2018).

Foi no início do século XIX que surgiu o termo "Biologia", mencionado por Karl Friedrik Burdach em 1800, também por Jean-Baptiste Lamarck e Gottfried Treviranus em 1802, com origem do grego *bios*, vida, e *logos*, tratado (Silva; Andrade; Caldeira, 2009). E em seguida, no período marcado pela consolidação do paradigma evolutivo no século XX, assumiu a posição de ciência autônoma. A partir daí, ela adquiriu as premissas de poder organizar e classificar o conhecimento com base em princípios particulares e aquisição de características específicas de um ramo particular da ciência (Poliseli; Oliveria; Christoffersen, 2013).

O maior desafio do estabelecimento da Biologia como ciência única foi desenvolver conceitos com a capacidade de explicar uma diversidade de fenômenos e sistemas biológicos e que possam elucidar a organização e a estrutura de toda a diversidade de seres vivos.

Analisar e compreender essa evolução da Biologia no campo científico ajuda a reconhecer os avanços que essa ciência conquistou e foram transformados em subsídios para o desenvolvimento de uma sociedade que busca ser mais sustentável, com melhor qualidade de vida para as pessoas e que tem com urgência a tarefa de recuperar o equilíbrio do nosso planeta (Castro, 2022).

Portanto, a Biologia é uma ciência necessária para desvendar os mistérios da vida, pois por meio dela conhecemos que mesmo organismos unicelulares têm suas próprias complexidades, seja pela diversidade de estruturas ou de metabolismos. A Biologia lança luz sobre o quão fantástico é o nosso corpo, revelando como nossos muitos sistemas trabalham juntos para transportar substâncias, mantê-lo ativo, enviar sinais, protegê-lo de invasores e obter as substâncias e a energia das quais precisamos para funcionar do nascimento à senescência (Kratz; Siegfried, 2020).

3.2 O Ensino e a aprendizagem de Biologia no Brasil

A Biologia é uma disciplina importante para a educação escolar, pois coopera para a formação de indivíduos conscientes e responsáveis em relação à vida e ao meio ambiente. Ela fornece as condições para que cada pessoa compreenda de forma aprofundada as explicações atualizadas dos processos e dos conceitos biológicos, do mundo científico e tecnológico na vida moderna, além de despertar no cidadão o interesse pelo mundo dos seres vivos, permitindo que este aja de modo ético e exerça de forma responsável seu papel na biosfera (Krasilchik; 2004, p. 11).

Tendo como ponto de partida a década de 1950, o ensino de ciências teve os objetivos educacionais diretamente influenciados pelas transformações políticas e econômicas ao nível nacional e internacional. Nesse período, com o reconhecimento de que os conhecimentos científico e tecnológico são essenciais para o desenvolvimento do país, fez com que este campo do saber ganhasse mais espaço no currículo escolar (Krasilchik, 2000).

O cenário internacional teve forte influência na educação brasileira, em especial no ensino de Ciências. Destaca-se o movimento de popularização do ensino de ciências iniciado nos Estados Unidos da América, cujo governo norte americano foi impulsionado a promover mudanças no ensino secundário por causa do lançamento do satélite russo Sputnik, em 1957, e pela mudança de paradigma que resultou na alteração do enfoque do ensino americano, que passou a ter como interesse preparar o aluno para a vida cotidiana, num cenário de críticas ao ensino secundário e a ameaça comunista no mundo (Lorenz, 2008).

Deste modo, Krasilchik (2004) considera que o ensino da Biologia variou bastante entre as décadas de 1950 a 1960, caracterizado na década de 1950 pela fragmentação em áreas como a botânica, a zoologia e a Biologia geral na disciplina história natural. Obteve impulso na década de 1960, principalmente pelo avanço científico mundial e à constatação internacional e nacional de que representa uma disciplina com potencial de promover desenvolvimento, refletido por meio da promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 20 de dezembro de 1961.

Essa Lei de Diretrizes e Bases da Educação nº 4.024/61, expandiu a participação das ciências na educação básica e logo após houve um grande aumento da carga horária de Física, Química e Biologia no chamado curso colegial. A marca no ensino de ciências foi a transição para uma abordagem mais experimental e cientificista, pois tinha a finalidade de romper com as metodologias baseadas na memorização e na passividade dos estudantes (Oliveira, 2021).

No período do Regime Militar, a formação escolar teve como principal objetivo formar trabalhadores qualificados para trabalhar no setor industrial que despontava e necessitava de profissionais técnicos para o setor. A respeito, Leite e Gradela (2017, p.7) descrevem que:

Ao longo da história o ensino de ciências no Brasil vem passando por uma série de transformações. Primeiramente tinha como objetivo suprir demanda de investigadores para incentivar o avanço da ciência e tecnologia nacionais necessárias para o país que se encontrava em processo de industrialização. Por volta dos anos 60 houve uma mudança na concepção do papel da escola que passava a ser responsável pela formação de todos os cidadãos e foi ampliada a participação das disciplinas ciências no currículo escolar. Com a ditadura militar, mais uma vez o papel da escola mudou, passando a ter como objetivo a formação de trabalhadores, com isso as disciplinas de ciências passaram a ter caráter profissionalizante, descaracterizando sua função curricular.

Conforme Slongo (2004), esse movimento em torno da valorização da ciência e da tecnologia levou à sua popularização. Pois se antes a escola tinha o papel de formar quadros de especialistas, nesse novo contexto passou a ter a atribuição de contribuir com o público em conseguir informações úteis ao cotidiano e a agir de maneira lógica e racional.

No período entre a década de 1970 e início de 1980 a área do Ensino de Biologia começa a aparecer no campo da investigação (Slongo; Delizoicov, 2010). Um fenômeno relacionado com a maior abrangência dos cursos de pós-graduação em Educação e em Ensino de Ciências de forma mais sólida no país (Teixeira; Neto, 2012).

Conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 1999), nesta etapa do ensino o aluno deve ser estimulado a observar as atividades

humanas de modo sensível e solidário aos aspectos éticos, morais, políticos e econômicos relativos ao conhecimento científico e tecnológico, além de saber utilizá-lo. Desta forma, os documentos oficiais do período preconizam formar um cidadão capaz de compreender os processos e regularidades de mundo e da vida, que saibam produzir respostas por meio de ações práticas e propor julgamentos e tomar decisões sobre o conhecimento aplicado em situações do seu próprio cotidiano.

Em 2002, as Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas direcionaram a necessidade de um estudo de Biologia voltado para a história evolutiva dos seres vivos. Percebe-se, portanto, que foi atribuída a relevância de abordagem no currículo dos professores em formação de aspectos relacionados à natureza da ciência com ênfase nos eixos unificadores, especialmente o tema da evolução. Deste modo, o documento das Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas estabelecido na Resolução CNE/CES n. 7, 11 de março de 2002, destaca que:

O estudo das Ciências Biológicas deve possibilitar a compreensão de que a vida se organizou através do tempo, sob a ação de processos evolutivos, tendo resultado numa diversidade de formas sobre as quais continuam atuando as pressões seletivas. Esses organismos, incluindo os seres humanos, não estão isolados, ao contrário, constituem sistemas que estabelecem complexas relações de interdependência. O entendimento dessas interações envolve a compreensão das condições físicas do meio, do modo de vida e da organização funcional interna próprios das diferentes espécies e sistemas biológicos (BRASIL, 2002, p. 1).

Após isso, materiais desenvolvidos para a educação básica trouxeram aspectos importantes sobre a natureza da Biologia como ciência. Em proposta desenvolvida pela Secretaria de Educação Básica do Ministério da Educação, a Coleção Biologia: ensino médio (2006) aponta que:

A Biologia é una. Quer quando estuda, em seus aspectos mais abrangentes, os ecossistemas, as populações, os indivíduos ou os seus órgãos, quer quando enfoca os mecanismos, em seus menores e mais complexos detalhes, em nível celular ou molecular, o biólogo está sempre voltado à compreensão de um único e mesmo fenômeno: a vida (BRASIL; 2006, p. 9).

Deste modo, uma proposta de ensino pautada na integração dos inúmeros ramos da Biologia favorece ao estudante uma melhor compreensão do mundo vivo e da aplicação prática deste conhecimento em seu cotidiano fazendo que os saberes escolares se tornem valorizados e significativos. Deste modo, os PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais) para o ensino médio apontam que:

Mais do que fornecer informações, é fundamental que o ensino de Biologia se volte para o desenvolvimento de competências que permitam ao aluno lidar com as informações, compreendê-las, elaborá-las, refutá-las, quando for o caso, enfim, compreender o mundo e nele agir com autonomia, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos da Biologia e da tecnologia (Brasil, 2002, p. 225)

Selles e Oliveira (2022) apontam como crítica aos PCNs a colocação do conhecimento biológico em segundo plano. A disciplina de Biologia passa a ter como finalidade central subsidiar a compreensão de debates contemporâneos e ajudar os estudantes a responderem às questões de sentido prático na história do ser humano e no seu cotidiano. Essa mudança de paradigma é fruto das demandas do liberalismo econômico, cujo objetivo é atender uma formação mais geral e voltada para todos os tipos de trabalhos.

Isso é mantido na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), pois reafirma que o ensino médio deve atender “às necessidades de formação geral, indispensáveis ao exercício da cidadania e à inserção no mundo do trabalho, e responder à diversidade de expectativas dos jovens quanto à sua formação, a escola que acolhe as juventudes tem de estar comprometida com a educação integral dos estudantes e com a construção de seu projeto de vida” (BRASIL; 2018, p. 462).

Outro ponto preocupante a partir da BNCC é a integração da disciplina de Biologia com as disciplinas de Química e Física, compondo a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Com isso, a disciplina perde espaços importantes conquistados no desenvolvimento do currículo da educação no Brasil. De forma contraditória, o documento apresenta que a área tem como função aprofundar as temáticas abordadas no Ensino Fundamental: Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo, num contexto em que o novo ensino médio se apresenta com a diminuição da carga horária destas disciplinas. (Brasil, 2018, p. 548).

Um ponto importante apresentado pela BNCC é a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias devem dar destaque aos processos e práticas de investigação. Assim, considera:

[...] a dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área (Brasil, 2018, p. 550).

Portanto, observa-se que o ensino por investigação é uma das metodologias ativas propostas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o ensino de ciências. Por meio

dessa abordagem, é possível desenvolver a capacidade dos estudantes de investigar, questionar, experimentar e construir conhecimentos de forma autônoma e colaborativa. Contudo, Santana e Mota (2022) afirmam que a BNCC apresenta uma visão generalista das ciências e ao professor cabe tomar decisões pedagógicas que aproximem os estudantes da Educação Básica com a natureza da própria ciência, e isso envolve apreciar como a Biologia produz o conhecimento.

3.3 A aprendizagem significativa no ensino por investigação

O conhecimento de como facilitar a aprendizagem é geralmente o que os educadores desejam. É a aspiração dos professores conduzir um ensino em sala de aula que ofereça oportunidades para questionamentos, resolução de problemas, reflexão e raciocínio em um ambiente propício ao desenvolvimento de uma cultura acadêmica e que não seja baseado apenas em livros didáticos (Zompero; Sampaio; Vieira, 2016). Mas para trazer a cultura da ciência para a sala de aula, precisamos despertar a curiosidade e os estudantes devem ser encorajados a apresentar perguntas e buscar respostas para elas.

Contudo, trabalhar os conceitos científicos não é uma tarefa fácil, especialmente no contexto escolar da educação básica. No entanto, para desenvolver resultados positivos nesta atribuição, os professores podem recorrer a alguma das diversas teorias de aprendizagem, e uma destas possibilidades é a aprendizagem significativa elaborada por David Ausubel.

Nesse aspecto, Santana e Mota (2022) afirmam que o ensino por investigação se apresenta como uma abordagem didática que admite ao ensino de Biologia favorecer a compreensão dos fenômenos biológicos baseada na aquisição de habilidades inerentes ao seu fazer científico, estas novas aptidões podem, então, propiciar o entendimento e a atuação do aluno no seu entorno, em aspectos ligados a saúde e ao ambiente, por exemplo. Assim, é um modelo que permite preparar estudantes alfabetizados cientificamente e que está alinhado à aprendizagem significativa de Ausubel por ter como intencionalidade pautar um estudo para além da memorização.

A aprendizagem significativa apresentada por Ausubel parte da concepção da existência de uma estrutura prévia responsável por processar e integrar as informações adquiridas na qual a aprendizagem ocorre, a estrutura cognitiva. De acordo com Moreira (2013) ela está alinhada à corrente cognitivista, pois envolve a organização e a integração de informações na estrutura cognitiva do indivíduo, composta pelo conjunto de ideias e

conhecimentos que uma pessoa possui, organizados de forma específica de acordo com determinada área do conhecimento.

O autor afirma, ainda, que para Ausubel o fator dominante na aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, de modo que a aquisição dos novos conhecimentos acontece efetivamente a partir do momento em que os conceitos se tornam claros e disponíveis na sua estrutura cognitiva, e depois que passam a funcionar como ponto de ancoragem para outras ideias e conceitos novos. Contudo, o autor afirma que a experiência cognitiva não se limita exclusivamente à influência direta dos conceitos já aprendidos sobre os componentes da nova aprendizagem, mas que ela também deve incluir mudanças relevantes nos atributos da estrutura cognitiva devido à influência do novo material.

Então, Ausubel (2003) assegura que é por meio da influência mútua entre os novos significados potenciais e as ideias relevantes na estrutura cognitiva que se originam significados verdadeiros ou psicológicos, acrescentando que cada significado é singular, assim como cada estrutura significativa também é. A partir dessa ideia, o material a ser aprendido precisa ser visto como um objeto de potencial significativo, uma vez que a apreensão do conhecimento pode se processar por mecanismos não significativos, como a memorização, o que não configura aprendizagem significativa.

Ao tratar sobre o mecanismo de aprendizagem, Ausubel afirma que ela só acontece quando a interação entre conceitos mais relevantes e inclusivos com o novo material funciona como âncora e se modificam em função dessa ancoragem. Ele ainda ao se referir a um conceito ou ideia que já está presente na estrutura cognitiva do indivíduo e que serve como base para a compreensão de novas informações e conceitos relacionados, utiliza a ideia de subsunção, uma espécie de "gancho" mental que admite às novas informações sejam integradas e compreendidas de forma mais significativa, pois estão relacionadas a um conceito já conhecido e relevante para o indivíduo. Em outras palavras, os subsunções são conhecimentos prévios que atuam como pontos de ancoragem para o aprendizado de novos conceitos e informações. Sobre como esse processo ocorre, Tavares (2004, p. 94) diz que:

Quando se depara com um novo corpo de informações o aprendiz pode decidir absorver esse conteúdo de maneira literal, e desse modo a sua aprendizagem será mecânica, pois ele só conseguirá simplesmente reproduzir esse conteúdo de maneira idêntica a aquela que lhe foi apresentada. Nesse caso não existiu um entendimento da estrutura da informação que lhe foi apresentada, e o aluno não conseguirá transferir o aprendizado da estrutura dessa informação apresentada para a solução de problemas equivalentes em outros contextos. No entanto, quando o aprendiz tem pela frente um novo corpo de informações e consegue fazer conexões entre esse material que lhe é apresentado e o seu conhecimento prévio em assuntos correlatos, ele estará construindo significados pessoais para essa informação, transformando-a

em conhecimentos, em significados sobre o conteúdo apresentado. Essa construção de significados não é uma apreensão literal da informação, mas é uma percepção substantiva do material apresentado, e desse modo se configura como uma aprendizagem significativa.

Sobre o material potencialmente significativo apresentado por Ausubel, Valadares (2011) o denomina de “conteúdo potencialmente significativo”. O qual precisa para se ancorar a um subsunçor que o estudante esteja motivado no campo psicológico e o conteúdo precisa ter significado lógico, coerência e afinidade com a estrutura cognitiva apropriada. Ele sugere, portanto, que ao selecionar os materiais para a aprendizagem, é importante observar se estes oferecem minimamente tais condições, de modo que é mais fácil preencher tais requisitos quando a abordagem é centrada no aluno como sujeito ativo e construtor do conhecimento.

Além disso, Ausubel (2003) define que a aprendizagem significativa pode ser representacional, conceitual, baseada em proposições ou por descobertas. A aprendizagem representacional ocorre quando o aluno adquire a capacidade de associar às novas informações aos conceitos já existentes em sua memória. Este tipo de aprendizagem é o que mais se aproxima da memorização, porém diferencia-se pelo fato de o aluno conseguir estabelecer relações, mesmo que por equivalência com outros conhecimentos presentes na sua estrutura cognitiva.

Acerca da aprendizagem significativa conceitual, Coelho, Marques e Souza (2019) apontam que desenvolvemos conceitos quando há regularidade em eventos e coisas. Exemplificando, eles apontam que quando uma criança começa a perceber que os pássaros têm asas e a maioria dos pássaros voa, que eles têm asas, ela começa a entender o que é um pássaro e as aves representam não uma única coisa, mas uma infinidade de animais que compartilham tais características. Este tipo de aprendizagem, de acordo com Ausubel, pode ser por formação conceitual ou por assimilação conceitual, esta última é predominante nas crianças em idade escolar e em adultos.

Enquanto a aprendizagem de proposições ocorre quando o aluno é capaz de entender a relação entre diferentes conceitos. Isso significa que ele é capaz de compreender como diferentes conceitos se relacionam entre si e como eles podem ser usados para formar proposições. Um exemplo poderia ser quando um aluno entende os conceitos de "cachorro" e "animal de estimação", ele pode formar a proposição "um cachorro é um animal de estimação".

A aprendizagem significativa está implícita na abordagem investigativa. Por meio desta, é possível estimular o crescimento de ferramentas intelectuais voltadas para a prática da pesquisa e resolução de problemas. Ao fornecer ao aluno situações problemas com soluções,

mesmo que estas não estejam inteiramente claras, mas ao serem solucionáveis com a utilização dos conhecimentos prévios, cria-se a condição necessária para a investigação. Além disso, durante o processo é importante prezar pela valorização não da solução do problema em si, como também das atitudes e ações que levam a compreensão das atividades propostas. Assim, gera-se um movimento cíclico sobre considerar o fazer e praticar sobre o que se reflete (Scarpa; Sasseron; Silva, 2017).

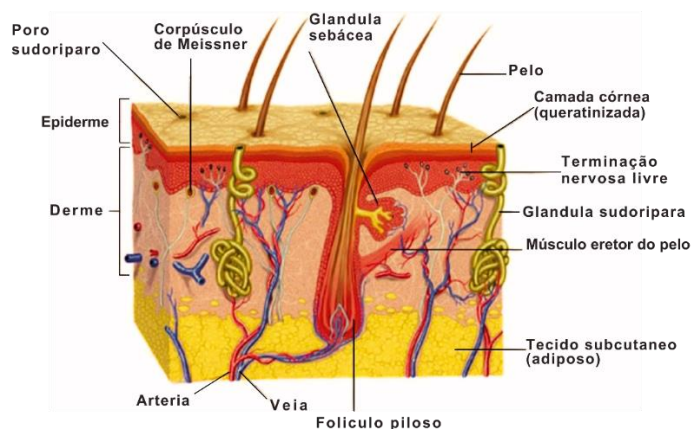
As autoras complementam que o fazer e o compreender estão intimamente relacionados, unem o trabalho prático e o trabalho intelectual. Em que a manipulação conforma não somente em ação prática, mas em ação feita por meio de considerações sobre objetos intelectuais e reais. A partir deste trabalho, acende a possibilidade de reconhecer as variáveis que influenciam os fenômenos em um caso particular e desconsiderar outras variáveis que não são o foco da investigação, permitindo organizar as informações que já se têm e as demais informações obtidas e construídas. Portanto, há uma oportunidade de construir relações entre variáveis e construir novos conhecimentos.

3.4 A Biologia do envelhecimento da Pele

3.4.1 Anatomia da pele e sinais do envelhecimento

A pele é o maior órgão do corpo humano, representa 16% do peso corporal total (Figura 1). Sua principal função é manter a homeostase por meio da separação das estruturas vitais internas e o meio externo. É formada pela epiderme, derme e hipoderme ou tela subcutânea, que não faz parte da pele, mas é componente do Sistema Tegumentar (Domansky; Borges *et al.*, 2012 *apud* Bernardo; Santos; Silva; 2019).

Figura 1 - Diagrama da anatomia da pele, destacando suas camadas e componentes.



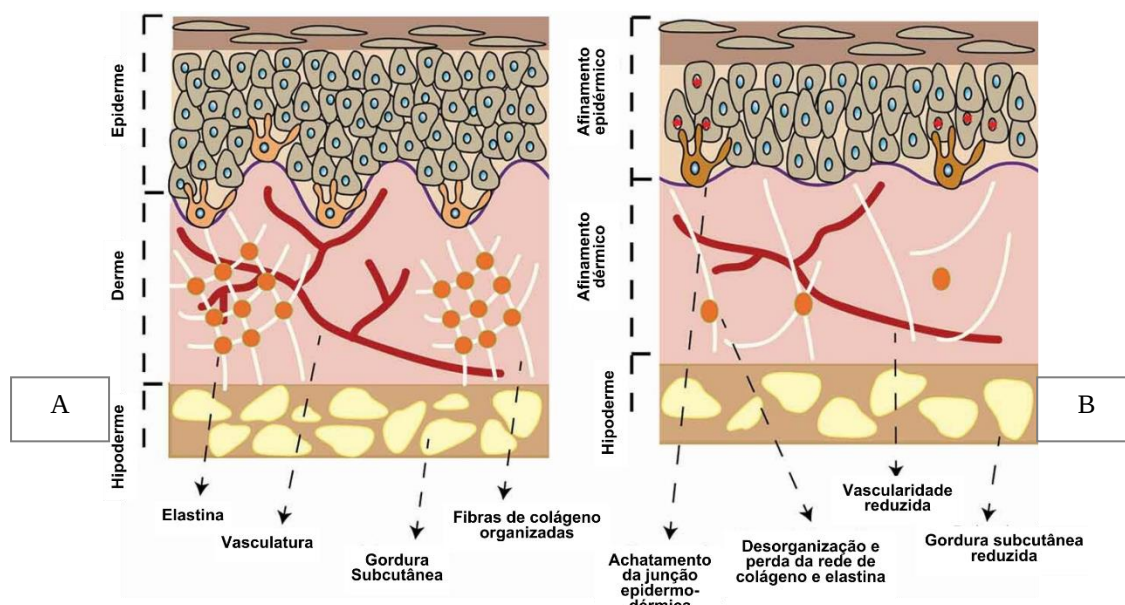
Fonte: Adaptado de Silva; Andreato, 2017.

A epiderme, camada mais externa da pele, atua contra os agentes físicos, químicos ou biológicos e possui características como ausência de vasos sanguíneos, espessura variável de 75-85 μm na maior parte de sua extensão, e de 0,4-0,6 mm na palma das mãos e na porção plantar dos pés. É formada por células epiteliais achatadas, sobrepostas, arranjadas de dentro para fora em estratos germinativo ou basal, espinhoso, granuloso, lúcido e córneo (Domansky; Borges *et al.*, 2012 *apud* Bernardo; Santos; Silva, 2019).

Na epiderme se encontram os queratinócitos, os melanócitos, as células de Langerhans e as células de Merkel. Nesta camada se manifestam os primeiros sinais do envelhecimento biológico (Valdés-Rodríguez *et al.*, 2014 *apud* Santos; Mello, 2022). Com o tempo, há uma redução nos melanócitos e nas células de Langerhans. Além disso, tais células passam a ter uma menor durabilidade. Essas modificações colaboram para que se apresentem sinais visíveis do envelhecimento como o ressecamento da pele, a diminuição do tônus e o surgimento de rugas (Figueiredo, 2014 *apud* Zago; Franzini; 2021).

As camadas mais internas da pele sofrem modificações importantes. Uma delas é a redução da densidade dos fibroblastos, componentes da derme produtores de colágeno, elastina e outros elementos da matriz extracelular (Figueiredo, 2014 *apud* Zago; Franzini, 2021). A diminuição do colágeno e a síntese de uma proteína não funcional comprometem o fornecimento de suporte estrutural à pele, como pode ser visto na Figura 2. Simultaneamente, ocorre uma produção anormal de elastina de qualidade inferior, interferindo na elasticidade do órgão. E à medida que a vascularização da derme sofre modificações durante o envelhecimento, ocorre uma diminuição na eficiência do fornecimento de nutrientes e oxigênio às células da pele (Andrade, 2014 *apud* Zago; Franzini, 2021).

Figura 2 – Representação esquemática das alterações da pele com o envelhecimento. (A) pele jovem; (B) pele envelhecida.



Fonte: Adaptado de Victorelli; Passos; 2020

A hipoderme, camada de tecido adiposo abaixo da derme, é responsável pela produção e liberação de adipocinas. Suas funções incluem reserva de energia, isolamento térmico e proteção de órgãos subjacentes. Alterações na hipoderme decorrentes do envelhecimento podem levar à redução da sua espessura, resultando na perda de volume e no aparecimento de áreas mais planas, afetando o aspecto geral da pele e contribuindo para a formação de rugas e dobras (Rocha; Santori; Navarro, 2016 *apud* Zago; Franzini, 2021).

3.4.2 Teorias do envelhecimento

Existem diversas teorias que abordam o envelhecimento. Elas explicam o processo desde aspectos moleculares até orgânicos. Elas podem ser classificadas em duas categorias: envelhecimento programado e não programado. O envelhecimento programado é aquele relacionado com regulações que ocorrem durante o desenvolvimento, enquanto o envelhecimento não programado é caracterizado pelo acúmulo de danos e erros ao longo do tempo. São teorias que apresentam argumentos convincentes e cada uma tem pontos fortes e limitações, além de não se excluírem mutuamente (Kajitani; Mendes; Garcia; 2021).

De acordo com Nascimento (2020) as questões do envelhecimento humano abrangem diversas considerações, algo que inviabiliza o desenvolvimento de estudos que forneçam uma visão completa e, principalmente, conclusiva sobre o tema (Quadro 1).

Quadro 1 - Visão geral da classificação das teorias do envelhecimento humano

Teorias do Envelhecimento Humano			
Evolutiva	Programadas	Danos	Combinadas
- Teoria da morte programada; - Teoria antagônica da pleiotropia; - Teoria da acumulação de mutações.	- Teoria da longevidade programada; - Teoria endócrina; - Teoria imunológica; - Teoria do relógio genético; - Teoria hormonal do envelhecimento;	- Teoria do desgaste; - Teoria da taxa de vida; - Teoria das ligações cruzadas; - Teoria dos radicais livres; - Teoria somática do dano ao DNA; - Teoria do declínio mitocondrial; - Teoria dos limites de Hayflick; - Teoria das membranas; - Teoria do dano proteico; - Teoria do estresse oxidativo; - Teoria dos telômeros; - Teoria da restrição calórica; - Teoria das expectativas; - Teoria da carga total;	- Teoria unificada; - Teoria da hipo membrana; - Teoria da hipo diferenciação; - Teoria elétrica.

Fonte: Adaptado de Nascimento, 2020.

À luz da evolução, o envelhecimento é visto como um mecanismo de controle do crescimento populacional atuante no aumento da variabilidade genética, sugerindo que o envelhecimento ocorre de maneira programada como processo resultante da seleção natural. De outro modo, a hipótese da senescência não programada distingue que o processo é resultado do acúmulo de danos em biomoléculas (como DNA, RNA e proteínas), os efeitos desses danos só se tornam perceptíveis após a idade reprodutiva, de modo que não são herdados pelas futuras gerações. (Kajitani; Mendes; Garcia, 2021).

De todos os órgãos, a pele é o primeiro a manifestar os sinais do envelhecimento de forma progressiva. O envelhecimento cutâneo resulta em alterações morfológicas e funcionais pela perda de células epiteliais que são importantes para a manutenção da homeostase do corpo humano. Estas mudanças acontecem de forma natural, implicam em todas as camadas do órgão e podem ocorrer devido à influência de agentes externos e internos. Deste modo, elas surgem de uma complexa interação entre fatores ambientais, genéticos, moleculares e hormonais, denominados fatores extrínsecos e intrínsecos (Silva, 2023).

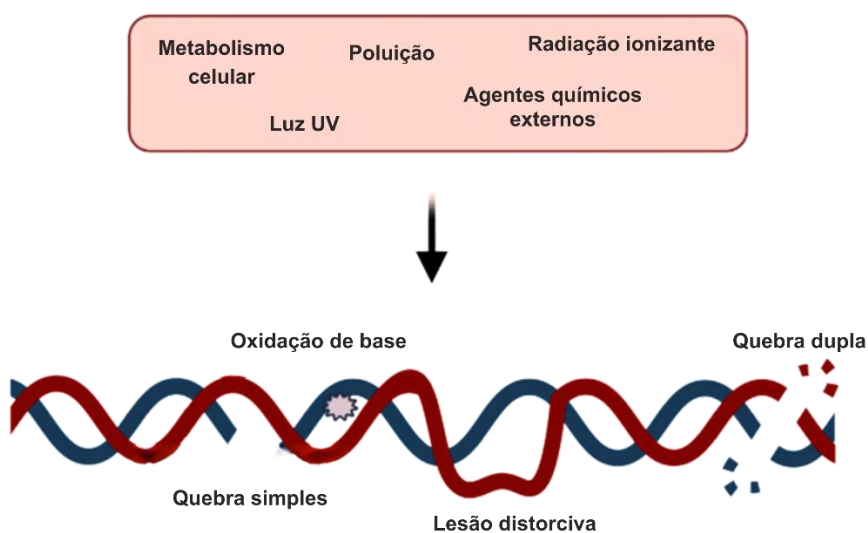
3.4.3 Fatores e manifestações do envelhecimento na pele

Os fatores intrínsecos estão relacionados às alterações endógenas que ocorrem naturalmente no corpo ao longo do tempo. Enquanto os fatores extrínsecos são influenciados por agentes exógenos (Alves; Esteves; Trelles, 2013).

O colágeno está intimamente ligado ao envelhecimento da pele. Fatores endógenos e exógenos provocam perdas consideráveis de fibras desta proteína, reduzindo a qualidade de vida do indivíduo. Os fatores intrínsecos incluem a condição imunológica, níveis hormonais, aspectos genéticos, enquanto extrínsecos incluem diversos eventos ambientais, como oscilações de temperatura, umidade e exposição à radiação UV, além de fatores psicossociais (Esteves; Brandão, 2022).

No envelhecimento humano, danos ao DNA podem causar problemas à saúde do indivíduo de diferentes formas. Alterações do DNA são causadas por meio de mutações nos processos de replicação, bem como por fatores ambientais, como espécies reativas de oxigênio, subprodutos da respiração celular, que podem modificar a molécula de DNA por meio da oxidação (Figura 3). Exposição dos organismos a agentes externos, como a radiação solar ou a poluição do ar, pode acentuar o processo de envelhecimento. Quando não reparados, os danos ao DNA podem levar a mutações, morte celular, senescência e inflamação nos níveis molecular, celular e tecidual (Kajitani; Mendes; Garcia, 2021).

Figura 3 - Formação de danos no DNA

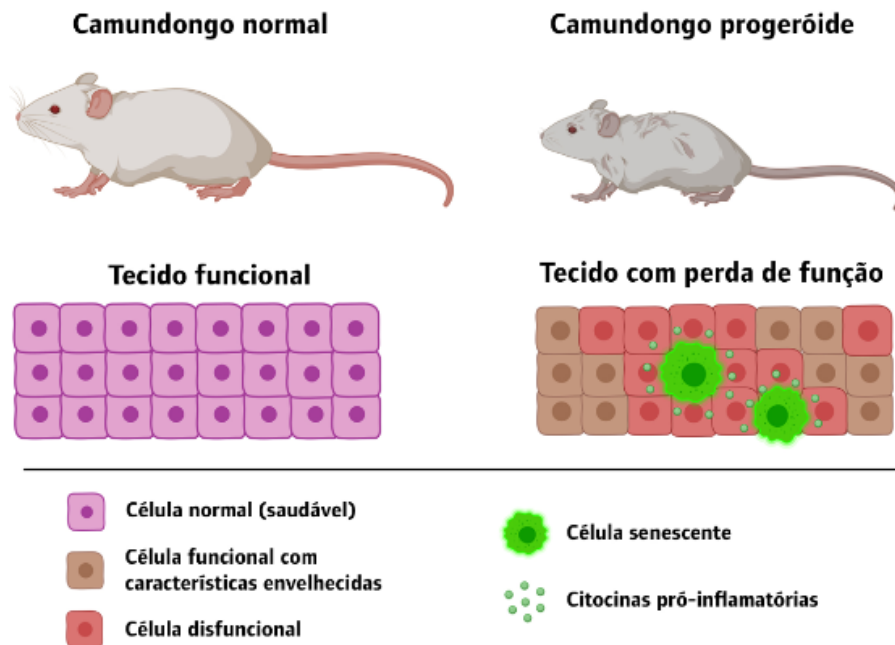


Fonte: Kajitani; Mendes; Garcia, 2021.

A associação entre danos ao DNA e o envelhecimento é baseada em modificações em genes que contêm a informação para traduzir proteínas que atuam no reparo do DNA, que

resultam em síndromes progeroides – doenças genéticas que apresentam sintomas semelhantes ao envelhecimento acelerado. O estudo das síndromes progeroides auxilia na compreensão do envelhecimento, pois são caracterizadas por sintomas que se assemelham ao processo natural (Figura 4), em que as pessoas afetadas apresentam atributos facilmente observáveis, como catarata, cifose pronunciada, enrugamento da pele e até mesmo alterações em termos fisiológicos e moleculares como a degeneração precoce de órgãos e mudanças na expressão dos genes (Kajitani; Mendes; Garcia, 2021).

Figura 4 - Comparando características físicas e teciduais entre organismo normal e progeróides.



Fonte: Kajitani; Mendes; Garcia, 2021.

À medida que envelhecemos a pele se torne mais fina, frágil e menos elástica. Por volta dos 40 anos de idade, estas modificações são acompanhadas pela diminuição da estatura, devido à redução da altura vertebral por alterações degenerativas ou por perda de massa óssea. Além disso, a visão e a audição são reduzidas, assim como o peso do encéfalo, pois há a perda de neurônios, mesmo com a possibilidade de ser mantida a função mental até o final da vida (Shneider; Irigaray, 2008 *apud* Borson; Romano, 2020).

O avanço da idade também atinge a expressão dos genes. Isso reduz a produção de substâncias e o encurtamento dos telômeros. Durante o envelhecimento, alguns fatores externos podem agravar os danos causados pelo estresse oxidativo, levando a mutações, distúrbios nas moléculas lipídicas (peroxidação lipídica) e também nas proteínas (Borson; Romano, 2020).

De forma análoga, os telômeros estão para o DNA como as pontas plásticas estão para os cadarços de um par de tênis. Eles impedem que as extremidades dos cromossomos sejam degradadas por enzimas do núcleo celular, evitam que as porções terminais dos cromossomos lineares se fundam e compensam a perda de nucleotídeos do DNA que ocorre a cada ciclo de replicação da molécula (Oliveira, 2020).

O que levou os pesquisadores a associar os telômeros ao fenômeno do envelhecimento foi a observação de que em culturas celulares mais velhas eles se apresentam mais curtos, indicando que já passaram por mais divisões. O encurtamento das extremidades cromossômicas é visto como uma espécie de relógio molecular, pois marca quantas vezes a célula se dividiu até a duplicação do DNA não ser mais viável. (Oliveira, 2020).

Sabe-se que a enzima telomerase pode prolongar a vida dos telômeros, adicionando repetições do DNA nas pontas, evitando que as células entrem em senescência ou realizem apoptose. No entanto, os conhecimentos sobre a ação dessa enzima quando se trata de desacelerar o envelhecimento ainda são insuficientes. Este é um fenômeno multifatorial, que envolve tanto a genética como o estilo de vida do indivíduo (Oliveira, 2020).

Estudos futuros sobre os telômeros e os genes podem levar ao aumento na juventude e na expectativa de vida. Embora não seja possível evitar totalmente o envelhecimento, a abordagem mais recomendada é incentivar hábitos de vida saudáveis para alcançar a longevidade de uma maneira segura (Borson; Romano, 2020).

Por meio dos fatores intrínsecos, ocorre o envelhecimento dos órgãos em virtude dos danos endógenos, especialmente devido às características genéticas. Também com o tempo as células perdem a capacidade de sofrer divisão, a matriz dérmica perde volume, os radicais livres são produzidos em maior quantidade e conseqüentemente o DNA sofre mais danos (Pujol, 2011 *apud* Rocha; Sartori; Navarro, 2016).

Com o passar do tempo, os tecidos humanos mudam a sua fisiologia, bioquímica e morfologia, fazendo com que os órgãos percam as suas funções pouco a pouco. De todos os órgãos, a pele é o mais afetado, o que a torna mais vulnerável ao meio ambiente. (Pujol, 2011 *apud* Rocha; Sartori; Navarro, 2016).

Dentre os fatores ambientais, a exposição à radiação ultravioleta causa como efeito crônico o fotoenvelhecimento, especialmente por intervenção dos raios UVA. Por possuírem comprimento de onda mais longo, estes raios conseguem atingir a derme, resultando em desordem da camada, destruição das fibras colágenas, comprometimento da elasticidade e liberação de espécies reativas, os conhecidos radicais livres, que são danosos ao DNA e às células (Noronha, 2014 *apud* Rocha; Sartori; Navarro, 2016).

Os raios UVB, embora não penetrem os tecidos cutâneos na mesma intensidade que os raios UVA, por terem comprimento de onda intermediários, mas com energia elevada, conseguem danificar a superfície da pele por meio de queimaduras, bronzeamento, danos no DNA, espessamento do estrato córneo e, a longo prazo, fotoenvelhecimento e câncer (Teixeira, 2012 *apud* Rocha; Sartori; Navarro, 2016). Para Carvalho *et al.* (2016) *apud* Ferraz; *et al.*, 2021, o envelhecimento extrínseco é o mais forte, pois deixa a pele, clinicamente, mais propensa a manchas, com linhas que aparecem profundas, amareladas, frouxas, ásperas, duras e podem até causar câncer de pele. E por volta dos 40 anos surgem alterações visíveis e palpáveis na pele devido ao declínio do estrogênio e à diminuição das fibras colágenas.

Teston, Nardino e Pivato (2010) reafirmam que os fatores que mais contribuem para o envelhecimento extrínseco da pele são fatores ambientais, principalmente a radiação solar, além de outros fatores como temperatura, tabaco e poluição. Com relação ao tabaco, na composição química estão presentes substâncias que lesam as fibras de colágeno e elastina da pele, levando a rugas e flacidez. O tabaco também pode prejudicar a circulação sanguínea e afetar a saúde da pele por não realizar a contento o aporte de nutrientes e a eliminação de toxinas.

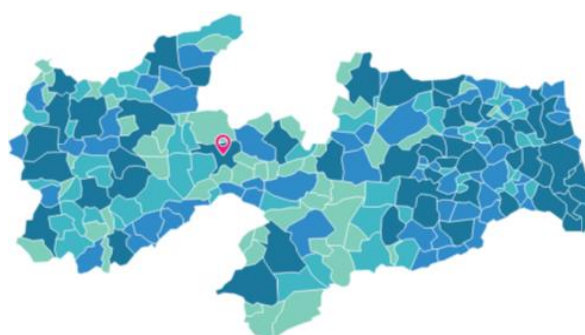
Da mesma forma, a poluição e o estresse são fatores que contribuem para a formação de radicais livres que danificam as células da pele, causando rugas, manchas e outros sinais de envelhecimento. Para combatê-los, o corpo produz antioxidantes que ajudam a neutralizá-los. Por meio de cosméticos tópicos e filtro solar, é possível ajudar a combater os radicais livres e proteger a pele dos danos causados pelos fatores extrínsecos. Também é importante manter uma alimentação rica em antioxidantes e em vitaminas, praticar atividade física regularmente, procurar mecanismos de combate ao estresse, e um sono de qualidade de forma frequente (Teston; Nardino; Pivato, 2010).

4 ABORDAGEM METODOLÓGICA

4.1 Local da pesquisa e sujeitos envolvidos

A pesquisa foi realizada na Escola Normal Estadual Dom Expedito Eduardo de Oliveira, em Patos-PB (Figura 5), localizada a 304 km de distância da capital João Pessoa, com uma população de 103.165 habitantes, numa área de 472,892 km² (BRASIL-IBGE, 2022). Pertencente ao semiárido brasileiro, a cidade onde a escola está inserida fica na mesorregião do Sertão Paraibano, com clima semiárido, quente e seco, com média de precipitações de 800 mm anuais (Brasil, 2005).

Figura 5 - (A) Localização da cidade de Patos no mapa da Paraíba. (B) Fachada da Escola Normal Estadual Dom Expedito Eduardo de Oliveira.



(A)



(B)

Fonte: (A) Brasil-IBGE, 2022; (B) O autor, 2023.

A escolha da escola campo de pesquisa foi determinada pelo Regulamento das Diretrizes do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO. Este exige que a realização da pesquisa ocorra na mesma escola onde o mestrando atua como professor de Biologia. Teve como público-alvo 26 estudantes da 3ª série do Ensino Médio, na modalidade regular do turno matutino, sendo 15 do sexo masculino e 11 do sexo feminino, com idades compreendidas entre 16 e 19 anos, devidamente matriculados e que manifestaram interesse em participar da pesquisa por meio da assinatura do termo de assentimento e do termo de consentimento livre e esclarecido.

4.2 Considerações éticas

A realização de todas as etapas da pesquisa ocorreu após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFPB e seguiu todos os pré-requisitos estabelecidos, prezando pela responsabilidade e pelos princípios éticos e sustentáveis.

Antes de operacionalizar o trabalho, foi realizada uma exposição e uma explicação aos estudantes participantes da pesquisa sobre a importância do tema, os objetivos e os possíveis riscos que ela oferece. Sem maiores questionamentos dos participantes, foram lidos e assinados o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Apêndice C), o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE (Apêndice D) e o Termo de Consentimento de Som e Imagem (Apêndice E). Todos obtidos conforme submissão ao CEP via Plataforma Brasil sob o CAEE 65934622.8.0000.5188 e Parecer N.º 5.813.398 (Anexo C).

4.3 Tipo de estudo

O trabalho foi realizado no contexto da pesquisa qualitativa por meio da pesquisa-ação. Através dela é possível compreender fenômenos no contexto em que eles ocorrem, cujo pesquisador faz parte, analisando os dados numa perspectiva integrada. Tem por finalidade perceber a experiência sendo estudada sob a perspectiva dos envolvidos nela, considerando todas as nuances relacionadas (Godoy, 1995).

Uma pesquisa-ação é caracterizada pela capacidade de produzir conhecimentos, adquirir experiência, colaborar com a discussão ou fazer avançar o debate acerca das questões envolvidas, pois prática, investigação e reflexão estão interligadas. Por oferecer condições para direcionar o caminho ou um conjunto de procedimentos em que conhecimento e ação estão interligados e permitir a extração de novos conhecimentos durante o processo, faz com que a pesquisa-ação também seja vista como um método (Thiollent, 2011).

No âmbito escolar, a pesquisa-ação é útil para se apropriar de aprendizagens significativas. Nela, os atores sociais refletem de forma crítica sobre a realidade a qual pertencem, questionam suas práticas e formulam perguntas que os auxiliam na resolução de seus problemas, acarretando o estabelecimento de novas habilidades e atitudes que propiciam a ressignificação de valores e a transformação de situações indesejadas. Mostra-se adequada para a educação porque ambas compartilham o fomento à autonomia dos sujeitos pela construção dialógica entre os saberes, o desenvolvimento de práticas cidadãs e a busca de soluções para os problemas de forma participativa (Toledo; Jacobi, 2013).

4.4 Obtenção de dados

A pesquisa envolveu a coleta dos dados mediante levantamento bibliográfico, questionário diagnóstico, observação continuada, fotos e registros escritos em diário de bordo.

O aporte teórico da pesquisa foi baseado em fontes como livros impressos ou digitais, dissertações, teses e artigos científicos hospedados em sites como o Google Acadêmico, o PubMed, o SciELO e o Portal de Periódicos da CAPES. O levantamento bibliográfico tem a importância de apresentar ao pesquisador todos os registros escritos ou não acerca de um tema específico (Lakatos; Marconi, 2003).

O questionário (apêndice A) permitiu recolher informações e a existência de lacunas no conhecimento sobre o envelhecimento da pele de forma ágil e eficaz (Amaro; Póvoa; Macedo, 2005). No momento pré-intervenção, o instrumento apontou a necessidade de reestruturação da sequência didática. Durante a intervenção, facilitou o registro e a organização das ideias dos estudantes.

Na fase de intervenção, o diário de bordo foi utilizado preservar os elementos da pesquisa referentes às experiências em sala de aula. Isso inclui entendimentos, interpretações, compreensão teórica básica, resultados das atividades e práticas, resumo das reflexões e decisões do grupo que surgiram no decorrer das atividades (Franco, 2005).

4.5 Atividades no campo de pesquisa

A pesquisa no campo educacional visa produzir conhecimento com base na prática pedagógica. Para que seja um trabalho exitoso, é relevante para o professor-pesquisador planejar bem o seu trabalho por meio de uma cuidadosa revisão de literatura, para poder embasar sua investigação em teorias consolidadas e pesquisas anteriores.

A pesquisa foi dividida em três etapas, a primeira delas foi o planejamento. Este passo foi necessário para fortalecer a fundamentação do estudo e desenvolver metodologias robustas. Essas metodologias foram essenciais para a obtenção de resultados sólidos e confiáveis, conforme o objeto de estudo e respeitando os princípios éticos que regem trabalhos acadêmicos.

No primeiro momento, após a submissão do projeto ao CEP-UFPB (Comitê de Ética em Pesquisa) e aprovado em 14 de dezembro de 2022, ainda no início do ano letivo de 2023, ele foi apresentado à escola durante reunião de pais para que eles tivessem ciência do teor da pesquisa e da importância do tema no contexto do ensino de Biologia. Posteriormente, os

estudantes tomaram conhecimento do trabalho, um momento fundamental para apresentar os objetivos do estudo e oficializar a participação por meio da coleta de assinaturas dos termos de consentimento e assentimento livre esclarecido, como também do termo de autorização do uso da imagem e do som (Apêndices C, D, E e G).

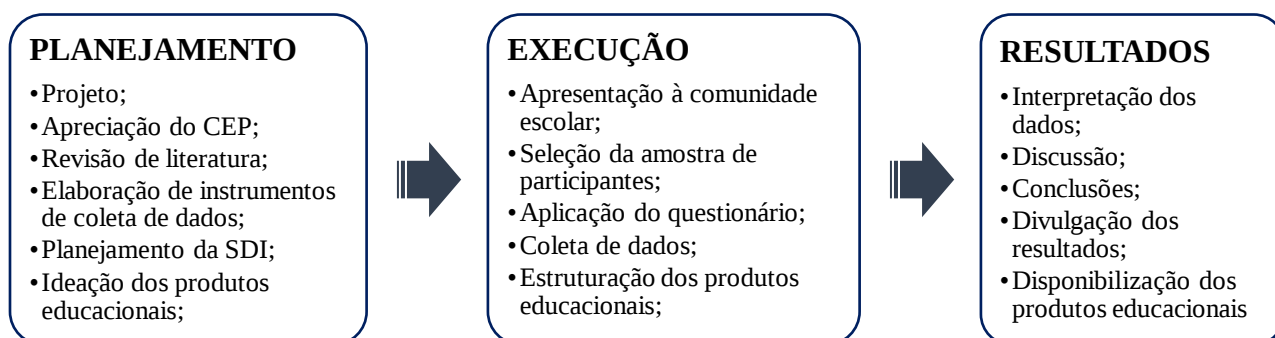
A fase de execução da pesquisa, iniciada com a apresentação do tema de estudo à comunidade escolar, também compreende o momento da aplicação da sequência didática. Ela representou o exercício prático da atividade de ensino e proporcionou aos estudantes a oportunidade de interagir com os conceitos biológicos do tema do envelhecimento, transpondo a teoria em experiência tangível. Ao professor, possibilitou trabalhar conceitos da disciplina de Biologia no contexto do envelhecimento, observar o desempenho dos estudantes em situações reais de aprendizado, avaliar a eficácia da sequência didática investigativa e identificar fragilidades percebidas ao longo do percurso do processo de ensino.

No aspecto pedagógico, a aplicação prática da sequência didática investigativa envolveu atividades que exploraram o desenvolvimento de habilidades práticas, cognitivas, sociais e científicas. Ademais, por meio da contextualização dos conceitos, os estudantes foram levados a relacionar os conhecimentos em construção com situações reais, o que contribuiu para tornar o aprendizado aplicável e relevante para a vida deles.

A última etapa consistiu na apreciação dos dados para a composição dos resultados e discussões. Teve como objetivo fornecer as informações necessárias para validar a relevância da pesquisa. A divulgação dos resultados e dos produtos educacionais pode contribuir para que a temática do envelhecimento da pele seja inserida no âmbito escolar.

Em linhas gerais a condução da pesquisa obedeceu a seguinte ordem de organização (Figura 6):

Figura 6 - Etapas da Pesquisa



Fonte: O autor, 2023.

4.6 Sistematização, organização e tratamento dos dados

Os dados coletados foram submetidos a uma análise minuciosa, e assim organizados e sistematizados textualmente, de modo que os dados obtidos nas questões de múltipla escolha do questionário foram sintetizados em gráficos para facilitar a visualização clara das tendências nas respostas dos estudantes, facilitando a interpretação dos resultados e a tomada de decisões pedagógicas baseadas em evidências. Essa organização dos dados requer a escolha de uma técnica de análise que deve estar clara na redação do texto que resulta da pesquisa em questão (Patias; Hohendorff, 2019).

Além disso, alguns dados textuais foram submetidos ao *Pro Word Cloud*, extensão disponível para o *Microsoft Office*. Neste contexto, as respostas dos estudantes foram organizadas na forma de um texto único e o aplicativo gerou uma nuvem de palavras dando maior destaque aos termos citados com maior frequência (Estumano; Silva; Ramos, 2024). Diversos estudos nas áreas da saúde e educação em saúde têm utilizado nuvens de palavras em análises de dados. Como recomendam Júnior *et al.*, (2012), Kami *et al.* (2016), Souza *et al.*, (2018), Cruz *et al.*, (2019), ferramentas dessa natureza são eficazes para extrair e representar insights de conjuntos de dados qualitativos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A finalidade deste trabalho foi aprimorar a compreensão de estudantes do Ensino Médio sobre o envelhecimento da pele e elaborar recursos didáticos a partir de uma experiência de ensino pautada na abordagem investigativa.

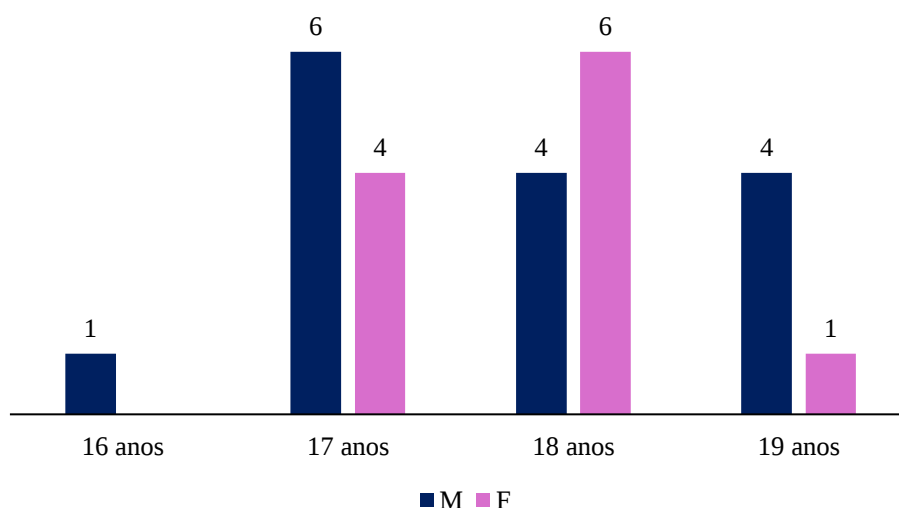
Para tanto, foi necessário traçar um percurso metodológico capaz de analisar os conhecimentos prévios dos estudantes e validar, por meio da aplicação da SDI as estratégias de ensino, bem como os conteúdos que deveriam fazer parte dos materiais didáticos frutos desta pesquisa.

5.1 Conhecimentos prévios sobre a pele e o envelhecimento

O questionário de verificação de conhecimentos prévios foi estruturado seguindo os pré-requisitos essenciais para compreender o fenômeno do envelhecimento da pele. Isso incluiu a investigação das concepções sobre a pele, entendimento das alterações cronológicas e daquelas influenciadas pelo ambiente no processo de envelhecimento. O questionário buscou levantar informações sobre o conhecimento dos estudantes quanto à relação entre o envelhecimento da pele e o estilo de vida.

Foram coletadas informações demográficas dos participantes, destacando dados como idade e sexo (Figura 7). A pesquisa contou com a participação de 15 homens e 11 mulheres.

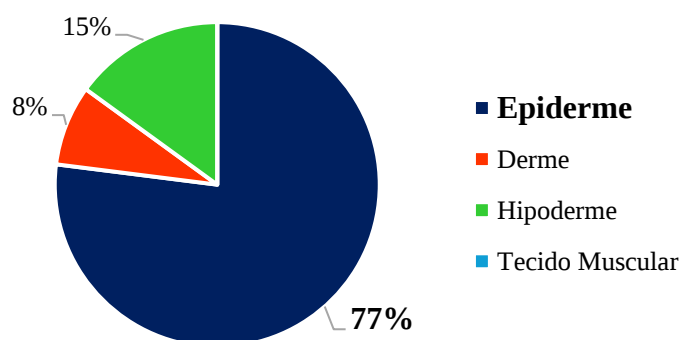
Figura 7 - Perfil dos Participantes por Idade e Sexo



Fonte: O autor, 2023.

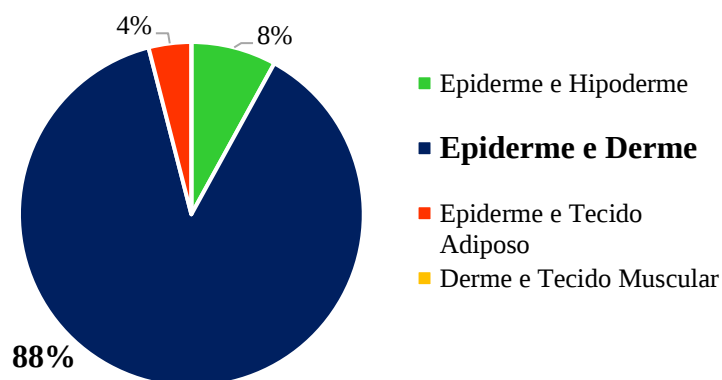
Para elucidar os dados obtidos após aplicação do questionário, as respostas foram organizadas graficamente, dispondo as respostas em porcentagem. Quando questionados sobre as camadas da pele e a disposição anatômica do órgão, a maioria dos estudantes possui familiaridade com os conceitos (Figuras 8 e 9). Essa conjuntura pode ser resultado da inserção dos conceitos relacionados à anatomia e fisiologia da pele de forma precoce no currículo. O tema faz parte dos componentes curriculares Ciências no 8º ano do Ensino Fundamental e Biologia no 1º Ano do Ensino Médio, conforme as diretrizes da Proposta Curricular da Paraíba e da BNCC (Paraíba, 2020; Brasil, 2018).

Figura 8 - Respostas dos estudantes para a questão: Qual é a camada mais externa da pele?



Fonte: O autor, 2023.

Figura 9 - Respostas dos estudantes para a questão: Quais são as principais camadas da pele?



Fonte: O autor, 2023.

A existência de uma base desse conhecimento, permite que os estudantes se engajem em estudos mais avançados, como os efeitos do envelhecimento sobre a pele. Essa fixação de novas informações em subsunçores possibilita ampliar a quantidade de informações sobre um determinado saber, e isso é o que torna a aprendizagem significativa (Ausubel, 2003).

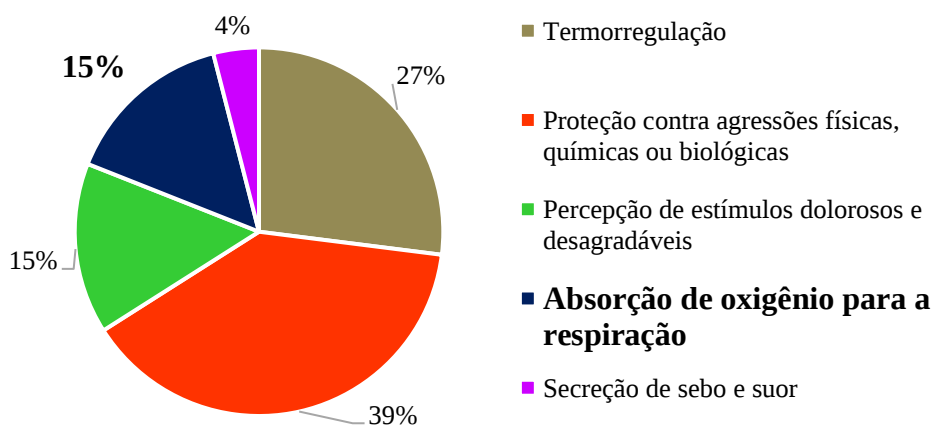
Oliveira *et al.*, (2021) revisitam a construção de novos conhecimentos, salientando que ela resulta do confronto entre os conhecimentos prévios, denominados de teses, e os novos, obtidos através da problematização e da contextualização, os quais representam as antíteses. A relação estabelecida favorece o processo de aprendizagem, que se baseia na negociação de significados, que nos permite adentrar um pouco mais nos conceitos envolvendo o envelhecimento cutâneo.

Desta forma, aproveitando a familiaridade com os conceitos anatômicos, o questionário seguiu-se por averiguar quanto aos conhecimentos sobre as funções da pele, a saber: proteção, regulação da temperatura, percepção de estímulos, função imunológica e a síntese de vitamina D (Fortes; Suffredini, 2014). Quando questionados sobre o assunto (Figura 10), 15% dos participantes acertaram a resposta. A maior parcela dos entrevistados demonstrou um conhecimento equivocado sobre alguns aspectos fisiológicos do órgão, indicando a necessidade de mais esclarecimentos sobre o tema.

O elevado índice de erros neste quesito pode ter como influência a aprendizagem defasada, falta de atenção ao enunciado ou associação equivocada com a respiração cutânea dos anfíbios, amplamente divulgada no currículo das séries anteriores.

Ao refletir sobre a desigualdade na aprendizagem, Tanajura (2017) considera que a solução dessa lacuna conceitual aumenta a demanda por hora aula. E, no contexto do Novo Ensino Médio, a dedicação de tempo extra para revisar conceitos anteriores, por meio de novas estratégias de ensino, apesar de necessária, compromete a abordagem de outros assuntos previstos no currículo de cada ano escolar.

Figura 10 - Respostas dos estudantes para a questão: Qual das funções abaixo NÃO pode ser atribuída a pele humana?



Fonte: O autor, 2023.

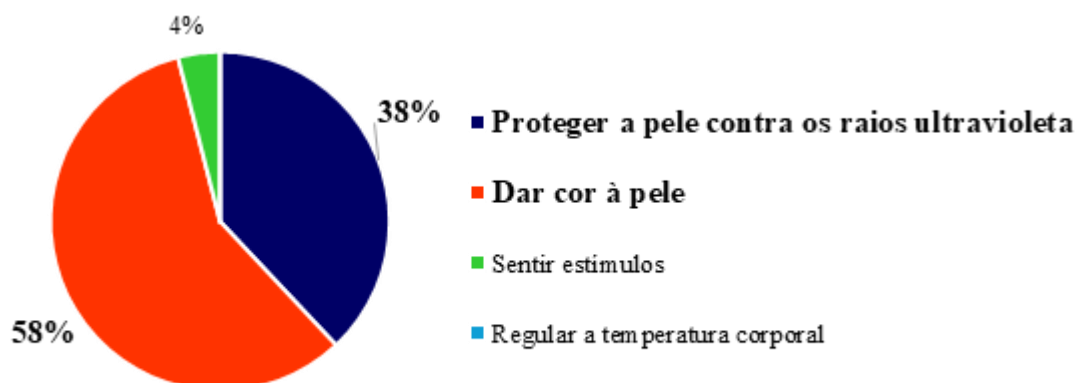
Somado ao conhecimento quanto às funções da pele, 61,54% dos participantes responderam corretamente quanto à renovação celular e a regeneração da pele, cuja resposta indicava que esses processos ocorrem por meio da mitose na camada basal ou germinativa da pele. Percentuais menores atribuíram os processos à mitose, mas não consideraram a diferenciação celular nas camadas mais superficiais da pele (15,38%), associaram de forma equivocada à meiose (15,38%) e 7,69% mesmo reconhecendo que a mitose está envolvida nos processos, não souberam em qual camada da epiderme ocorre a síntese das novas células. A alternativa também indicava que as células se movem e se diferenciam em queratinócitos, e passam a formar o estrato córneo.

Esses resultados demonstram que a maioria dos estudantes possuem conhecimento sobre as funções da pele. Embora tenha sido constatada a necessidade de retomar alguns conceitos para esclarecer processos específicos da fisiologia da pele. Pois, compreender como a senescência celular impacta o indivíduo no processo de envelhecimento tem como requisito o entendimento sobre a renovação e a regeneração das células.

A divisão celular é mais eficiente em organismos jovens, porque há um maior número de células-tronco na epiderme. Enquanto na renovação celular, cada célula indiferenciada ao se dividir origina duas novas células num ritmo mais lento, no mecanismo de regeneração, o reparo do tecido lesionado por um trauma ou doença precisa ser de forma mais acelerada, pois o objetivo é manter a integridade da barreira cutânea (Szwed; Santos, 2016).

Nesse ponto, o questionário investiga o conhecimento dos estudantes quanto ao papel da melanina e das proteínas produzidas pelo tecido cutâneo. Questionados sobre as funções da melanina, 58% relacionaram a melanina com a pigmentação da pele e 38% reconheceram a ação de fotoproteção que a substância exerce. 4% tiveram uma visão equivocada (Figura11), pois atribuíram a capacidade de sentir estímulos, outra função exercida pela pele, porém associada a células específicas.

Figura 11 - Respostas dos estudantes para a questão: Qual a importância da melanina?



Fonte: O autor, 2023.

O reconhecimento das funções da melanina pelos estudantes abre espaço para discutir o assunto com mais profundidade. Isso permite estabelecer conexões com o cotidiano e com atualizações da ciência na pesquisa sobre questões como as desordens na pigmentação durante o envelhecimento e a prevenção do câncer de pele.

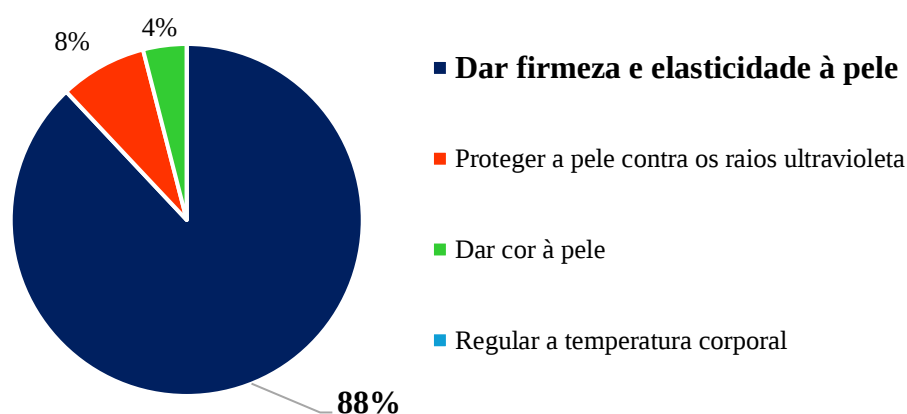
Alguns itens podem ser inseridos numa SDI (Sequência didática investigativa) para dinamizar as aulas e motivar o interesse pela aprendizagem. O material de apoio para as aulas pode conter curiosidades sobre os vários tipos de melanina e a presença do pigmento noutros grupos de seres vivos, como em plantas, bactérias ou fungos. Além disso, é oportuno abordar sobre a síntese de melanina nos melanossomos, a partir do aminoácido L-tirosina e os mecanismos de ação para bloquear os raios ionizantes, a origem dos diferentes tons de pele e do comportamento do envelhecimento cutâneo em cada grupo étnico (Cordero; Casadevall, 2020).

Para Freire (2021), o exercício da curiosidade favorece a imaginação, a intuição, as emoções e a capacidade de conjecturar e de comparar. Nos materiais didáticos, destinar espaços para leituras complementares e curiosidades sobre o objeto de conhecimento, serve para inserir pontos pouco debatidos no texto principal do capítulo e para atrair a atenção do aluno leitor para o tema de forma prazerosa (Kupske *et al.* (2012); Batista *et al.* (2010) *apud* Hartmann; Hermel, 2021).

As respostas para a última questão corroboram a importância de abrir espaço para leituras complementares e curiosidades, pois 88% dos entrevistados demonstraram saber a função do colágeno e da elastina (Figura 12). E o conhecimento para estas respostas pode estar atribuído a alguns estudos clínicos randomizados que direcionam que o uso de colágeno hidrolisado oral ajuda a aumentar a elasticidade e diminuir os efeitos das rugas e da fragilidade

da pele (Morgado-Carrasco *et al.*, 2023). Trabalhos dessa natureza têm se popularizado através das mídias sociais, o que pode ter contribuído para o número de acertos nesta questão. Adicionalmente, esta observação ressalta a capacidade do professor de aproveitar tanto conhecimentos empíricos quanto aqueles adquiridos por meio da cultura midiática para reforçar conceitos.

Figura 12 - Respostas dos estudantes quanto à função do colágeno e da elastina.



Fonte: O autor, 2023.

A questão 8 do questionário explorava os fatores que influenciam o processo de envelhecimento da pele. Por se tratar de uma pergunta de múltipla escolha, teve como objetivo averiguar quais fatores eram os mais conhecidos entre os estudantes. Os resultados apontaram a idade e exposição ao Sol em excesso, seguidas de mau funcionamento dos fibroblastos, radicais livres e encurtamento dos telômeros (Quadro 2). Na opção outros, pelo menos um aluno sugeriu fatores como: consumo de produtos industrializados, estresse, uso inadequado de produtos para a pele, consumo excessivo de álcool e de alimentos gordurosos, trabalho em altas temperaturas e o procedimento de harmonização facial.

Os dados indicam que os estudantes reconhecem com facilidade fatores que são mais comuns em associações com o envelhecimento. Por outro lado, os demais fatores apontados na questão podem ser considerados muito complexos e por vezes nem são abordados no ensino médio. Contudo, a temática precisa se tornar uma prioridade do currículo para apresentar aos estudantes uma área de estudo em ascensão e para poderem lidar de forma mais positiva com o próprio envelhecimento.

Quadro 2 - Prevalência das respostas para a questão de múltipla escolha sobre os fatores que contribuem para o envelhecimento da pele.

FATORES QUE INFLUENCIAM NO PROCESSO DE ENVELHECIMENTO DA PELE	
FATORES DE ENVELHECIMENTO DA PELE	QUANTIDADE RESPOSTAS
Excesso de exposição ao Sol	(24)
Uso do filtro solar	(5)
Encurtamento dos telômeros	(4)
Manutenção da pele hidratada	(3)
Mau funcionamento dos fibroblastos	(10)
Idade	(26)
Se proteger da poluição	(2)
Ingestão de água para manter a hidratação do corpo	(3)
Radicais livres	(4)
Outro(s). Qual(is)?	(1) – Ingestão de produtos industrializados; (1) – Estresse; (1) – Uso de produtos inadequados para a pele; (1) – Consumo excessivo de álcool e alimentos gordurosos; (1) – Trabalho em altas temperaturas; (2) – Fazer harmonização facial.

Fonte: O autor, 2023.

Como pode ser observado na nuvem de palavras (Figura 13), os sinais do envelhecimento mais reconhecidos pelos estudantes foram rugas, flacidez e o aparecimento de manchas. Outros foram apontados com menor frequência, textura, fragilidade, desidratação e, a questão do surgimento de vasos sanguíneos aparentes (telangiectasias) não foi lembrada. Isso aponta para a necessidade de abordar a importância da irrigação sanguínea para a saúde geral da pele (Rittié; Fisher, 2015).

Figura 13 - Nuvem de palavras das percepções dos estudantes sobre os sinais do envelhecimento.



Fonte: O autor, 2023.

As respostas dos estudantes indicam uma visão otimista sobre a possibilidade de evitar o envelhecimento da pele. Os dados textuais, resumidos em nuvem de similaridade (Figura 14), demonstraram que o processo pode ser prevenido por meio de uma combinação de cuidados com a saúde do órgão que incluem proteção solar, alimentação saudável, adoção da prática regular de exercícios físicos e manutenção da hidratação por meio da ingestão de água e aplicação de cremes hidratantes.

Figura 14 - Mapa de similaridade: é possível evitar o envelhecimento da pele?



Fonte: O autor, 2023.

Embora quatro estudantes consideraram inevitável o envelhecimento da pele, somente um participante justificou a resposta, afirmando que o efeito antienvelhecimento da pele não é permanente, pois na visão desse estudante o fator tempo se sobressai sobre todos os outros.

Os resultados obtidos quanto à percepção dos estudantes sobre a prevenção do envelhecimento, na maioria, foram motivados pelo nível de informação e pela ampla disponibilidade de produtos antienvelhecimento para as gerações atuais. Conforme António (2020) “a geração atual tem acesso sem precedentes a uma vasta gama de informações e produtos voltados para o cuidado da pele, incluindo métodos de prevenção ao envelhecimento”. Este acesso a informações e produtos especializados, como demonstrado pelas respostas dos estudantes, parece ter gerado uma consciência maior sobre a importância de hábitos saudáveis e cuidados específicos com a pele, como a proteção solar, alimentação balanceada, prática regular de exercícios físicos e manutenção da hidratação.

21 dos 26 colaboradores da pesquisa não identificaram relação do encurtamento dos telômeros com o envelhecimento da pele. Isso fez com que o assunto precisasse ser abordado com maiores detalhes na sequência didática investigativa. Os estudantes que fizeram associação entre os telômeros e o envelhecimento comentaram as respostas de forma evasiva. Um aluno afirmou que o fenômeno leva à diminuição da renovação dos tecidos da pele e dos componentes essenciais do órgão (Quadro 3). Dois estudantes que fizeram relação disseram que se deve à genética e à idade, enquanto outro participante associou com a quebra do colágeno, da elastina e do ácido hialurônico, fugindo, portanto, do foco da questão.

Quadro 3 - Entendimento prévio da relação entre os telômeros e o envelhecimento da pele.

COMPREENSÃO DA RELAÇÃO ENTRE O ENCURTAMENTOS DOS TELÔMEROS E O ENVELHECIMENTO DA PELE	
Pergunta	Respostas
O que você sabe sobre a relação entre o encurtamento dos telômeros e o envelhecimento da pele?	A maior parte respondeu não saber (21 participantes). Os 5 participantes que afirmaram saber, responderam: Aluno A: “Está de acordo com a genética e a idade”; Aluno B: “O envelhecimento da pele se dá quando o colágeno, a elastina e o ácido hialurônico estão com as moléculas quebradas”; Aluno C: “O telômero no DNA na medida de que vamos envelhecendo eles vão diminuindo e se separando”; Aluno D: “O encurtamento dos telômeros reduzem a atividade celular, diminuindo a renovação dos tecidos da pele e da divisão dos componentes essenciais para o seu desenvolvimento”; Aluno E: Sim. Está de acordo com a genética e, também, a idade”.

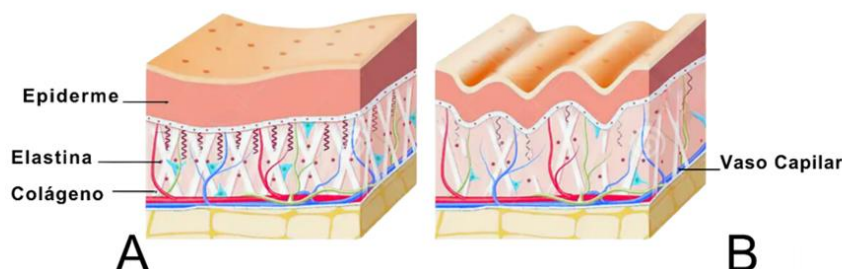
Fonte: O autor, 2023.

Acerca dos radicais livres e os efeitos que eles provocam no envelhecimento da pele, observou-se que 10 participantes souberam responder corretamente, enquanto 1 aluno não respondeu e os 15 demais escolheram duas alternativas que estavam erradas. Portanto, assim como a questão dos telômeros, o objeto em foco ainda não é extensivamente compreendido pela turma participante da pesquisa.

A questão 12 (Figura 15) baseou-se na observação de diagramas representativos da pele. Pediu-se que eles indicassem qual corresponderia a uma pele jovem e qual fazia referência a uma pele envelhecida. Recomendou-se que a resposta fosse justificada com base na descrição das características observáveis nas imagens. As respostas foram analisadas em nuvem de palavras e o resultado está representado na figura 16.

Figura 15 - Questão proposta para comparar a pele jovem e a pele envelhecida, conforme características observáveis.

12. Observando os diagramas que ilustram a estrutura da pele, responda qual das duas representa uma pele jovem e qual representa uma pele envelhecida. Justifique sua resposta, descrevendo as características de cada uma delas



Fonte: O autor, 2023.

Figura 16 - Percepção dos estudantes acerca da comparação entre diagramas de pele jovem e pele envelhecida



Fonte: O autor, 2023.

A maioria dos estudantes indicou as diferenças observadas na organização da pele a partir da imagem. A maior parte descreveu que há uma maior quantidade de colágeno, elastina e ácido hialurônico na pele mais jovem e apontaram que nesse tipo de pele o aspecto é mais liso, sem manchas e sem rugas. A descrição das características dos dois tipos de pele foi facilitada pela utilização do recurso gráfico presente na questão, pois de acordo com Montanari (2020), a linguagem visual é um recurso que contribui para o desenvolvimento das habilidades de reconhecimento e categorização, muito utilizado na área da morfologia. Amaral; Fischer (2013) acrescentam que a leitura de imagens vai além do campo representacional, pois a interpretação feita pode resultar em dados mais abstratos ou mais simbólicos.

Assim, o questionário foi essencial para nortear os conhecimentos apresentados pelos alunos, onde eles demonstraram entender que o envelhecimento pode ser percebido a partir das alterações da pele e alguns fatores como a passagem do tempo e a radiação ultravioleta influenciam este processo. No entanto, os aspectos mais específicos do envelhecimento, como as teorias que dizem respeito a esse processo, demandaram maior atenção para aprofundamento da compreensão. Ao longo da SDI, esses conceitos foram abordados sob a perspectiva da aprendizagem significativa, integrando os novos conhecimentos às estruturas cognitivas já existentes dos estudantes.

5.2 Desenvolvimento da Sequência Didática investigativa

O tema escolhido para esta sequência didática investigativa foi, ao mesmo tempo, estimulante e desafiador. Por se tratar de um assunto abrangente, os conceitos biológicos precisaram ser bem delimitados para se alinharem aos objetivos de aprendizagem. Segundo Zabala (1998), para que a prática pedagógica seja eficaz, é necessária que esta organização metodológica anteceda à sua aplicação.

Portanto, as categorias foram escolhidas de acordo com eixos: Pele: estrutura e função; Teorias do Envelhecimento; Envelhecimento da pele: alterações na estrutura e função; e Envelhecimento saudável da pele (Quadro 4). Os recursos didáticos foram selecionados com base nas necessidades de cada etapa e a sequência foi estruturada para contribuir com a vivência do ciclo investigativo: proposição de um problema, resolução, sistematização e comunicação dos resultados (CARVALHO, 2013).

Os objetos de conhecimento foram trabalhados de forma progressiva, considerando a complexidade e os conhecimentos necessários em cada etapa da SDI. Essa linha de

organização teve como finalidade contribuir com a construção de uma aprendizagem significativa. Na aprendizagem significativa, o estudante participa da construção do conhecimento e estabelece relações com os saberes prévios e suas próprias vivências. Esse processo, que estimula o pensamento crítico, a criatividade, a colaboração, a resolução de problemas e a cidadania (Júnior *et al.*, 2023), foi avaliado por meio da observação do comprometimento dos estudantes com a construção de competências e habilidades.

Quadro 4 - Resumo da SDI aplicada com estudantes da 3ª Série do Ensino Médio da Escola Normal Estadual Dom Expedito Eduardo de Oliveira.

ENVELHECIMENTO DA PELE			
CONTEÚDOS			
Pele: estrutura e função • Camadas da pele; • Componentes celulares e moleculares.	Teorias do envelhecimento • Envelhecimento intrínseco; • Teoria do encurtamento dos telômeros; • Teoria dos radicais livres; • Envelhecimento extrínseco.	Envelhecimento da pele: alterações na estrutura e função • Sinais do envelhecimento da pele; • Alterações na epiderme; • Alterações na derme; • Alterações nos componentes celulares e moleculares.	Envelhecimento saudável da pele • Proteção solar; • Hidratação; • Alimentação; • Qualidade do sono; • Consumo de cigarro e do álcool; • Gerenciamento do estresse;
OBJETIVOS			
• Descrever os aspectos histológicos da pele jovem.	• Conhecer os fatores responsáveis pelo envelhecimento da pele, tanto os intrínsecos como os extrínsecos.	• Identificar as alterações cutâneas causadas pelo envelhecimento nos níveis micro e macroscópicos.	• Discutir com base na ciência a efetividade dos produtos que prometem rejuvenescer a pele; • Entender a relação entre os hábitos saudáveis e o envelhecimento.
RECURSOS DIDÁTICOS			
• Celular com internet; • Aplicativo de envelhecimento facial; • Notebook; • Projetor de imagens; • Fichas com as atividades; • Canetas; • Modelos didáticos;			
AVALIAÇÃO			
• A avaliação será do tipo formativa, utilizando como instrumento de coleta de dados os questionários impressos, a observação e as anotações quanto à participação e ao desempenho dos estudantes. Portanto, será um processo contínuo, cujo objetivo maior será identificar potencialidades e fragilidades dos discentes com relação à aprendizagem.			

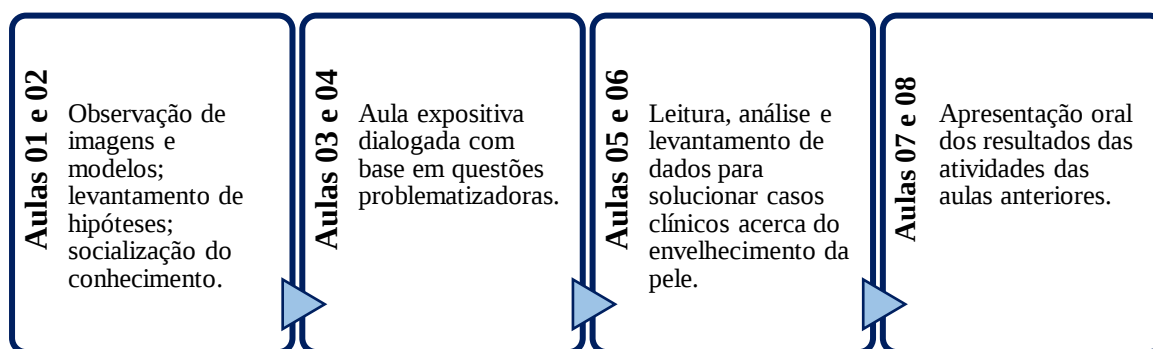
Fonte: O autor, 2023.

No aspecto metodológico (Figura 17), a implementação do ensino por investigação foi verificada na promoção de atividades que envolveram a sugestão de hipóteses, construção

colaborativa do conhecimento, análise de imagens e estudos de casos hipotéticos relacionados à pele e ao envelhecimento. O processo prezou por metodologias ativas para estimular nos estudantes habilidades de exploração de pesquisa, questionamento e descoberta de conceitos por meio da curiosidade.

A contextualização do conhecimento com situações do mundo real, por estudos de casos, tornou mais evidente a compreensão das modificações da pele no envelhecimento e do funcionamento das estruturas do órgão. Através da SDI, os estudantes foram levados a analisar suas descobertas, proporcionando ao processo de aprendizagem uma constante reflexão sobre as hipóteses iniciais, os registros escritos das atividades e os comentários nos momentos de discussões finais.

Figura 17 - Metodologias empregadas na sequência didática investigativa.



Fonte: O autor, 2023.

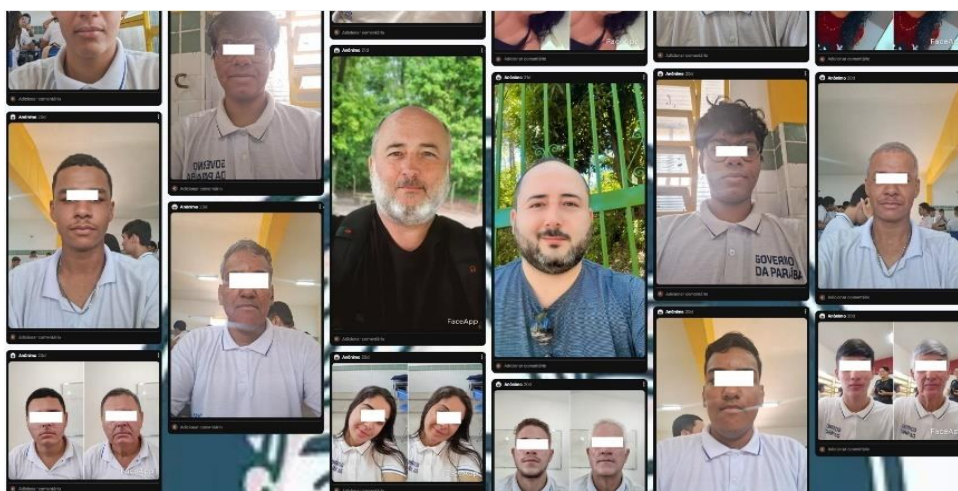
Em suma, como se observa na descrição das metodologias, a contextualização é uma característica marcante desta proposta de ensino. Ela traz uma aproximação entre os saberes científicos e o cotidiano, proporcionando aos estudantes motivação para aprender e compreensão de temas biológicos importantes de serem conhecidos quando se trata do envelhecimento da pele.

5.2.1 Identificando as alterações da pele do macro ao microscópico

As duas primeiras aulas da SDI foram estruturadas em três momentos: (1. Observação de imagens obtidas dos aplicativos FaceApp/Facelab; 2. Atividade 1: análise das fotos no mural e levantamento dos conhecimentos prévios; e 3. Atividade 2: Coleta de dados sobre a anatomia da pele: pesquisa bibliográfica). A estruturação permitiu uma abordagem progressiva e interativa, pois estimulou a participação ativa dos estudantes e contribuiu para uma compreensão mais completa do tema do tópico.

Essas aulas tiveram como objetivo didático desenvolver a capacidade de identificar as modificações que a pele sofre ao longo do envelhecimento. As alterações foram reconhecidas ao nível macroscópico por meio da observação de imagens deles próprios e também do professor, para poderem comparar aspectos da pele na idade atual e na projeção do envelhecimento feita a partir de aplicativos de edição de fotos disponíveis para smartphones, compartilhadas pelo site *Padlet.com* (Figura 18).

Figura 18 - Captura de tela do *Padlet* com foto compartilhadas pelos estudantes.



Fonte: O autor, 2023.

O uso eficaz das ferramentas tecnológicas ajudou a tornar a aula mais lúdica, promovendo engajamento e conexão dos estudantes com o tema. De acordo com Costas (2018), as escolas precisam ser atrativas para serem relevantes. Isso implica no desenvolvimento de uma aprendizagem criativa, autônoma e colaborativa dentro e fora da escola.

No momento da análise das fotografias, observando as mudanças faciais decorrentes do envelhecimento, alguns estudantes relacionaram as imagens com a aparência de seus próprios avós. Esta emoção afetiva pode gerar uma motivação pessoal no estudante, podendo favorecer a curiosidade e a busca por novos conhecimentos. Sendo assim, a reflexão, feita a partir da leitura dos autorretratos e da conexão intergeracional, foi importante para a fixação dos conceitos biológicos trabalhados nas atividades. A dinâmica não só despertou interesse, mas também foi determinante para a construção da aprendizagem significativa.

De acordo com Fonseca (2016), durante o processo de evolução, as emoções deram sentido à vida humana enquanto íamos nos adaptando. Elas são fontes essenciais de aprendizagem em todas as idades. Assim, as pessoas tendem a procurar desenvolver

atividades e ocupações que fazem com que elas se sintam bem, e tendem, pelo contrário, a evitar atividades ou situações em que se sintam mal.

Na segunda parte da aula, após a etapa de observação e discussão sobre o mural, organizados em grupos, os estudantes foram orientados a responder, de acordo com conhecimentos prévios, algumas questões sobre as alterações da pele e os fatores do envelhecimento, que foram discutidas de forma breve (Figura 19). As respostas desta atividade foram apresentadas no quadro 5.

Figura 19 - Discussão em grupos sobre efeitos e causas do envelhecimento da pele.



Fonte: O autor, 2023.

Quadro 5 - Respostas da atividade após observação do mural de fotografias no padlet.

a) Principais mudanças que ocorrem durante o envelhecimento da pele:	b) Prováveis causas do envelhecimento:
Grupo 01: “O envelhecimento da pele, os cabelos brancos e outros”.	Grupo 01: “O ressecamento da pele. O Sol é uma das causas”.
Grupo 02: “A pele fica mais fina, enrugada, manchas e frágil”.	Grupo 02: “Estresse, excesso de luz solar”.
Grupo 03: “O envelhecimento da pele deixa a pele mais fina deixando mais frágil, tornando mais fácil de ser contaminada”.	Grupo 03: “Muita exposição ao sol, falta de hidratação, alimentação, desnutrição da pele por falta de nutrientes essenciais”.
Grupo 04: “Flacidez, perda de hidratação, rugas (sic)”.	Grupo 04: “Poluição, má alimentação, fumo, luz solar sem proteção (sic)”.
Grupo 05: “A pele perde elasticidade, fica um pouco mais rígida”.	Grupo 05: “Falta de hidratação, alimentação inadequada, sem ser de qualidade, estresse, idade avançada”.

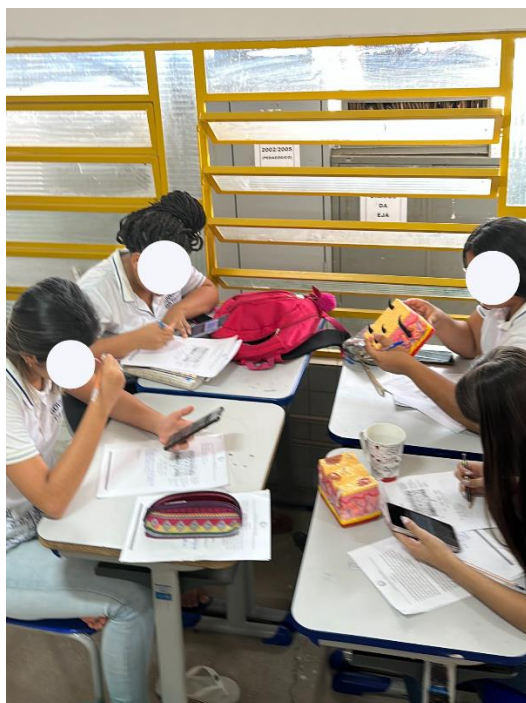
Fonte: O autor, 2023.

As respostas fornecidas com base nas concepções prévias, indicaram que os estudantes possuem um entendimento básico acerca das alterações e das prováveis causas do envelhecimento da pele. De modo semelhante às respostas do questionário pré-SDI, eles não mencionaram alguns fatores importantes, sobretudo fatores intrínsecos como genética, diminuição no aporte de colágeno e elastina, renovação celular, alterações hormonais, danos causados pelos radicais livres e inflamação crônica.

A discussão no momento da SDI, diferentemente da aplicação do questionário, permite ao professor direcionar questões envolvendo os conceitos que não apareceram nas respostas. A possibilidade de interferência do professor ajusta o caminho a ser seguido. Essa atuação pode esclarecer e oferecer elementos que enriqueçam a aprendizagem, mas não o colocam na condição de detentor do conhecimento. As suas ações são importantes para estimular o protagonismo nos estudantes na aquisição de suas próprias aprendizagens (Piffero *et al.*, 2020).

Na última parte, cada grupo recebeu uma questão sobre a organização estrutural da pele com imagens impressas e um dos grupos ficou com modelos didáticos em 3D. Os estudantes responderam às atividades por meio de consulta a sites educativos e o grupo que recebeu os modelos apresentou um quadro comparativo das peças referentes à pele jovem e envelhecida. Todos os resultados foram discutidos num momento em que houve a participação de toda a turma (Figura 20).

Figura 20 - Realização de atividade sobre as alterações microscópicas da pele no envelhecimento



Fonte: O autor, 2023.

As atividades específicas para cada um dos seis grupos estão detalhadas no Apêndice H. O primeiro grupo recebeu a tarefa de definir as camadas da pele e suas funções. Notou-se que a utilização de modelos didáticos e pesquisas bibliográficas foi eficaz para esclarecer esses conceitos aos alunos. As respostas indicaram uma boa compreensão da epiderme, derme e hipoderme, incluindo suas funções. Contudo, uma resposta equivocada sobre a posição da hipoderme em relação às outras camadas da pele foi identificada. Essa confusão pode sugerir uma compreensão imprecisa da anatomia da pele, destacando a importância de os professores utilizarem imagens e modelos didáticos para auxiliar os alunos na absorção precisa dos conhecimentos de anatomia.

O grupo dois abordou as células da pele e suas funções. Eles foram precisos na identificação de células, mencionando células de Langerhans, células Merkel, terminações nervosas, macrófagos, fibroblastos, linfócitos, plasmócitos, mastócitos e células adiposas. No entanto, houve dificuldade em separar as funções das células das camadas da pele. Apenas os melanócitos foram associados à proteção do DNA contra a radiação ultravioleta do Sol. Quando questionados sobre a falta de respostas sobre funções celulares, os alunos mencionaram o tempo dado pelo professor para pesquisa e redação. Esse destaque sublinha a importância de planejar atividades em SDIs com tempos adequados às expectativas do professor.

O grupo três recebeu a questão para pesquisar e falar sobre os anexos da pele e suas funções. As respostas dos alunos contemplaram as informações em relação à questão, abordando os anexos, unhas, glândulas sudoríparas e sebáceas e pelos.

A questão atribuída ao grupo quatro foi mais específica. Foi questionado como a pele produz a melanina e como ela interfere no envelhecimento e na proteção dos raios UV. As respostas também contemplaram as informações esperadas. Foi colocado que a melanina é produzida pelo complexo golgiense e o processo bioquímico para a sua produção. Também foi feito o “*link*” correto da resposta com o restante das informações abordadas na questão.

O grupo cinco foi questionado sobre os fatores que influenciam no envelhecimento e maneiras de desacelerá-lo. No entanto, as respostas foram superficiais, abordando apenas a perda de elasticidade e umidade da pele. As estratégias para desacelerar o envelhecimento foram mencionadas de forma genérica, com termos como “comendo bem e se cuidando”, que poderiam ter sido explorados de maneira mais específica, considerando que o conteúdo foi abordado nas aulas expositivas. Além disso, atualmente, há um maior interesse e incentivo das pessoas em acessar informações relacionadas a hábitos saudáveis para uma vida mais

equilibrada, como observado por Cerqueira (2022), que destaca a saúde como um objeto de desejo da população.

A atividade proposta para o grupo seis foi realizar a comparação entre os dois modelos didáticos e explicar as razões pelas quais cada modelo teria suas características específicas (pele jovem e pele envelhecida). As respostas obtidas foram bem fiéis ao modelo didático. Os alunos evidenciaram as características dos mesmos, bem como relacionaram com os aspectos de uma pele jovem e envelhecidas.

Como se pode inferir, nesta etapa da SDI, foi utilizada uma combinação de estratégias para introduzir a temática do envelhecimento da pele. Tratando-se de forma mais abrangente sobre o ensino, isso ajuda a solucionar a falta de sintonia entre a realidade escolar e as necessidades formativas dos estudantes. Essa perspectiva, apresentada por Battistel, Holz e Sawyerwein (2022) afirma que para alcançar as metas de aprendizagem pretendidas, o planejamento do trabalho docente é primordial. Deste moto, identificar as competências que se pretende desenvolver, adequar o uso dos recursos materiais e distribuir a carga horária são ações que não podem faltar nesse processo.

A análise dos resultados evidencia que esta fase do desenvolvimento da SDI possibilitou a transmissão de diversas competências e habilidades, como demonstrado no Quadro 6. Esse reconhecimento valida que a escolha das estratégias de ensino foi adequada para a construção de aprendizagem significativa e está conforme o ensino de ciências por investigação. Esse tipo de abordagem emprega atividades que promovem habilidades socioemocionais e produzem experiências que conectam o conhecimento científico com o cotidiano do estudante, objetivando uma formação integral (Decottignies *et al.*, 2022).

Quadro 6 - Competências e habilidades ensinadas no primeiro momento da SDI sobre envelhecimento da pele

OBJETO DO CONHECIMENTO	COMPETÊNCIAS	HABILIDADES	ESTRATÉGIAS UTILIZADA
Alterações da pele no envelhecimento	Observação e análise	Observar e analisar, ao nível macroscópico e microscópico, alterações na pele ao longo do envelhecimento.	Utilização de recursos visuais e modelos didáticos.
	Aprendizagem de conceitos	Compreender conceitos sobre a anatomia da pele, incluindo organização, estruturas e processos biológicos.	Utilização de recursos visuais, tecnológicos, atividades em grupos para pesquisa e momentos de discussão.
	Reflexão crítica	Refletir sobre o envelhecimento da pele e sobre possíveis limitações na aprendizagem.	Momentos de discussões internas aos grupos e coletivas
	Pesquisa	Realizar pesquisa para coletar informações adicionais sobre o tema da aula.	Resolução de atividades em grupos.
	Trabalho colaborativo	Desenvolver habilidades sociais e promover a inclusão.	Realização de atividades de pesquisa e discursivas em grupos.
	Comunicação	Comunicar concepções prévias e descobertas.	Momentos de apresentação dos resultados das atividades em grupos.
	Utilização de tecnologias	Utilizar aplicativos de edição de fotos e sites educativos como instrumentos auxiliares no aprendizado sobre o tema.	Atividade de edição de fotos e projeção em mural interativo no <i>padlet.com</i>

Fonte: O autor, 2023.

A inclusão de um aluno com Transtorno do Espectro Autista (TEA) na turma foi considerada para o planejamento e execução das atividades. Portanto, as estratégias de ensino, buscaram promover um ambiente inclusivo para garantir a participação ativa e o aprendizado significativo de todos os estudantes, reforçando que as práticas pedagógicas do ensino por investigação proporcionam habilidades de interação e comunicação que não são observadas no ensino tradicional. Segundo Nascimento (2022), as metodologias ativas, incluindo as sequências de ensino por investigação, e a gamificação têm efeitos positivos tanto em estudantes com desenvolvimentos típicos ou atípicos.

Freire (2021) salienta que o professor é indispensável para o desenvolvimento de um pensamento crítico e independente. A descentralização da aprendizagem, promovida a partir do planejamento das melhores estratégias para o alcance dos objetivos pretendidos na SDI, proporcionou mais autonomia aos estudantes. Além disso, o estímulo à reflexão crítica e as

outras estratégias favoreceram uma formação mais integrada que ajudaram a consolidar a aprendizagem de alguns conceitos sobre a pele, essenciais para a etapa seguinte.

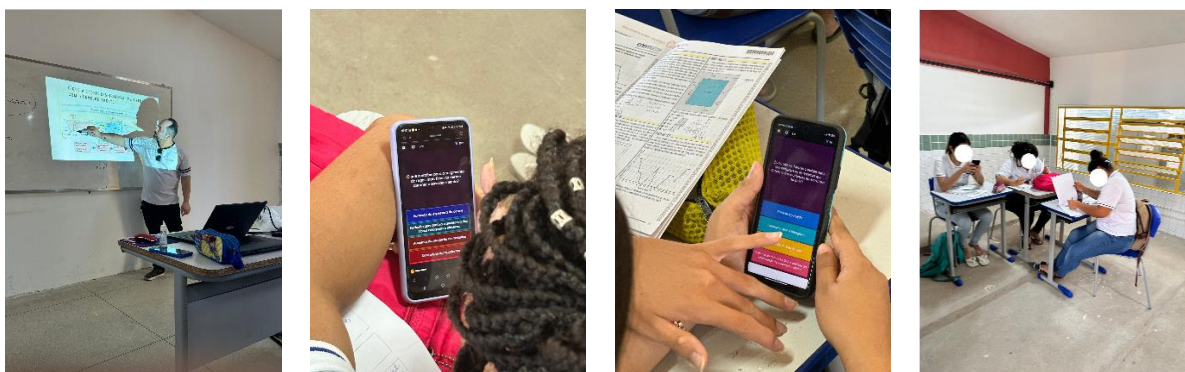
5.2.2 Aula expositiva sobre a pele e as teorias do envelhecimento

Nas aulas seguintes da SDI, 3ª e 4ª, foi explanado sobre as principais teorias do envelhecimento da pele e organizadas em três momentos (1. Questionamentos pré-aula expositiva; 2. Aula expositiva dialogada; 3. Questionamentos pós-aula expositiva com a realização de Quiz).

A aula expositiva dialogada teve como questões norteadoras: “Se nossos telômeros nunca encurtassem, seríamos sempre jovens? O que a cadeia respiratória tem a ver com o envelhecimento? O envelhecimento pode ser evitado?”

Antes de iniciar a exposição dos slides, os estudantes receberam uma atividade para registrar suas concepções acerca das perguntas anteriores. Após a aula expositiva dialogada, os estudantes responderam novamente à mesma atividade com base agora na aula e em pesquisa. No momento final da aula, houve aplicação de um jogo elaborado no site *Quizizz.com* (Figura 21).

Figura 21 - Registros das aulas 03 e 04.



Fonte: O autor, 2023.

Foi observado que a profundidade e a complexidade das respostas se alteraram após a aula expositiva neste momento da SDI. As explicações obtidas para a primeira pergunta, “Se nossos telômeros nunca encurtassem, seríamos sempre jovens?”, demonstraram que o conteúdo abordado na aula forneceu mais informações aos alunos sobre os diversos fatores de envelhecimento, conforme os discursos apresentados no quadro 7. Além disso, destaca-se que, na maioria das respostas do questionário de concepções prévias, os telômeros não foram abordados como agentes de envelhecimento. A variação no entendimento dos alunos sobre um tema antes e depois de uma sequência didática também foi evidenciada em um estudo

conduzido por Silva e Bisch (2020), que investigou a aprendizagem significativa durante uma sequência didática abordando o ensino de Astronomia.

Quadro 7 - Respostas para questões sobre os fatores do envelhecimento da pele.

Questão: Se nossos telômeros nunca encurtassem, seríamos sempre jovens?	
Pré-aula expositiva dialogada	Pós-aula expositiva dialogada
Grupo 1: “Sim, já que à medida que os telômeros encurtam, ocorre o envelhecimento.” Grupo 2: “Não, pois existem múltiplas funções que nos mantêm jovens.” Grupo 3: “não, porque nossos organismos envelhecem do mesmo jeito.” (sic)	Grupo 1: “Não, pois os telômeros não são o único fator do envelhecimento.” Grupo 2: “Não, porque além de este não ser único fenômeno interno a influenciar o envelhecimento, há também os externos.” Grupo 3: “se os telômeros não encurtassem acredita-se que poderíamos ter uma vida mais longa e saudável, pois os telômeros são estruturas protetoras dos cromossomos que tendem a encurtar com o tempo e estão relacionadas ao envelhecimento celular, no entanto existem outros fatores além dos telômeros que também influenciam o envelhecimento.”
Questão: O que a cadeia respiratória tem a ver com o envelhecimento? E se o envelhecimento pode ser evitado?	
Pré-aula expositiva dialogada	Pós-aula expositiva dialogada
Grupo 1: “Tem a ver com e obtenção de oxigênio do nosso corpo.” Grupo 2: Não soube responder Grupo 3: “A oxigenação da pele”	Grupo 1: “A falta e energia pode causar danos aos telômeros, assim causando o envelhecimento.” Grupo 2: “A cadeia respiratória celular resulta muitas vezes na produção de radicais livres, que é um dos principais fatores do envelhecimento.” Grupo 3: “A cadeia respiratória está relacionada com o envelhecimento porque desempenha um papel crucial na produção de energia nas células, e o envelhecimento estão associados a diminuição da eficiência dessa cadeia e ao acúmulo de danos oxidativos”
Questão: O envelhecimento pode ser evitado?	
Pré-aula expositiva dialogada	Pós-aula expositiva dialogada
Grupo 1: “não, mas pode ser digamos “adiado” na aparência, tomando os devidos cuidados como estar sempre hidratada, consumindo bastante água, utilizando protetor solar diariamente desde a juventude e uma rotina de skinkare bem-feita.” (sic) Grupo 2: “Não porque o envelhecimento da pele faz parte da vida com a idade a pele vai se desenvolvendo, vai ficando mais velha com rugas mais fina etc.” (sic) Grupo 3: “não, mas dá pra diminuir a rapidez desse processo, tendo uma boa alimentação e tendo um sono bom com no mínimo 7 horas.” (sic)	Grupo 1: “não, faz parte da vida, porém existe cuidados que entardecem o envelhecimento, e até mesmo procedimentos para parecer mais jovem.” (sic) Grupo 2: “Sim tendo alguns cuidados é possível impedir que alguns fatores ajam agredindo a pele, como o sol, dormir bem e não fumar”. Grupo 3: “o envelhecimento é um processo natural e inevitável que ocorre em todos os seres vivos. Embora não seja possível evitar completamente o envelhecimento, é possível adotar estratégias que ajudam a retardar o envelhecimento. Ter uma alimentação equilibrada, praticar exercícios físicos regularmente, evitar cigarro, controlar o estresse e manter um estilo de vida ativo e socialmente engajado.”

Fonte: O autor, 2023.

O mesmo padrão de aprofundamento de conceitos após a aula expositiva foi observado para as outras duas perguntas. Nesta circunstância, é importante reconhecer que associar a

aula expositiva a outras estratégias de ensino é algo eficaz no processo de construção de conhecimento. Embora discussões atuais apontem que a técnica é mais alinhada a uma abordagem de ensino tradicional, notou-se que a combinação com outras abordagens, como a sala de aula invertida, uso de aplicativos, problematização e análise de modelos didáticos, imprime na aula expositiva uma nova roupagem. Assim, as aulas expositivas têm um papel importante, principalmente no ensino de assuntos mais complexos.

Um estudo qualitativo realizado por Pacca e Scarinci (2010) apresentou que professores participantes de uma formação sobre construtivismo foram desafiados a planejar uma sequência didática sobre eletricidade. Os resultados apontaram exclusão da aula expositiva em todos os planejamentos apresentados, demonstrando preconceito em relação à técnica de ensino na perspectiva construtivista. Entretanto, ao longo da formação, por meio de uma reflexão crítica, os docentes chegaram à conclusão que a aula expositiva, integrada de forma coerente nesse tipo de abordagem, oferece ao estudante a interação com conceitos mais elaborados, ajudando-os na aprendizagem do vocabulário mais específico da disciplina.

Uma última consideração acerca das aulas três e quatro da SDI envolve a interatividade vivenciada por meio do jogo de perguntas e respostas disponibilizadas no domínio *quizziz.com*. Conforme Figueiredo *et al.* (2021) descreve, o site destaca-se pela boa usabilidade, disponibilizando uma linguagem clara e uma estrutura de fácil navegação. Ao interagir com as questões do quiz, os estudantes foram provocados a utilizar os conceitos da aula expositiva de forma prática, desenvolvendo habilidades de raciocínio crítico e análise, num ambiente motivador. A experiência proporcionada pelo quiz enriqueceu a aprendizagem através das discussões geradas, alinhando-se aos princípios da aprendizagem investigativa, centrada no aluno, contribuiu com a compreensão significativa sobre o envelhecimento da pele.

Portanto, os jogos são ferramentas instrucionais que divertem enquanto motivam. Além disso, contribuem com o aprendizado, aumentando a capacidade de retenção do que foi ensinado, pois promovem no jogador um exercício das funções mentais e intelectuais (Tarouco; *et al.*, 2004).

5.2.3 Estudos de caso sobre o envelhecimento da pele

Nas 5ª e 6ª aula da SDI, houve a leitura e análise dos casos clínicos hipotéticos, com alguns momentos de discussões para orientação em relação aos dados levantados. E nas 7ª e 8ª aulas, os alunos apresentaram e discutiram os casos na forma de seminários.

A finalidade de incorporar casos clínicos na SDI foi promover uma experiência de aprendizado mais contextualizado. Trazendo recortes do mundo real para as aulas subsequentes, os estudantes tiveram a oportunidade de aplicar o conhecimento teórico de maneira prática, estimulando a capacidade de resolver problemas e analisar situações que demandam conhecimento teórico e um pensamento crítico. A metodologia se utiliza da promoção de discussões, realização de pesquisa e questionamentos para enfrentar de forma eficaz alguns desafios históricos que persistem no ensino de Biologia, a necessidade de inovação nas aulas e o desinteresse dos estudantes (Elias; Rico, 2020).

Stockmanns e Ávila (2019) reforçam a necessidade de atividades educativas que desvinculem o ensino de Biologia do aspecto do ensino tradicional, por meio de mera transferência de conhecimento. Neste cenário, os estudos de casos contribuem para que os estudantes produzam conhecimento por meio da pesquisa, envolvendo a interação com outros estudantes, na resolução das atividades em grupos e na troca de informações com o professor nos momentos para as discussões.

Durante esta etapa da sequência didática, os estudantes foram organizados em grupos e receberam casos clínicos hipotéticos sobre o envelhecimento da pele (Apêndice H). Após a análise dos casos clínicos (Figura 22), os estudantes foram orientados a elaborar uma apresentação em slides sobre suas interpretações e conclusões (Figura 23).

Figura 22 - Registros do momento dos estudos de caso



Fonte: O autor, 2023.

Figura 23 - Registros das aulas 07 e 08



Fonte: O autor, 2023.

As respostas dos estudantes para os casos clínicos apresentados demonstram uma boa compreensão dos conceitos aprendidos ao longo da SDI sobre o envelhecimento da pele. O quadro 8 apresenta um recorte dos resultados, apresentando as respostas dos grupos 1 e 3.

Quadro 8 - Respostas dos Grupos 1 e 3 em relação aos estudos de casos da SDI

Casos clínicos	
Caso 1: paciente do sexo feminino, 24 anos de idade, apresentando queixa de sinais de envelhecimento na pele. História clínica: relatou durante a consulta que a pele estava apresentando manchas, rugas e que a pele estava mais fina e seca. A paciente não tem histórico de pessoas na família com problemas de pele, não fuma, não ingere bebida alcóolica, mas tem frequentemente se exposto à radiação solar devido ao seu trabalho como entregadora de panfletos na rua, sem utilização de protetor solar e sem utilizar vestimentas adequadas para a proteção do órgão. Tem como sintomas: rugas em torno dos olhos, melanose solar, pele avermelhada na região do nariz, vasos sanguíneos aparentes, além de pele seca e descamando. Questões: a) Quais os sinais de envelhecimento foram apresentados pela paciente? b) O caso apresentado tem mais relação com o envelhecimento intrínseco ou extrínseco? Justifique sua resposta. c) Qual a causa da melanose solar que a paciente apresenta? d) Por que o fotoenvelhecimento deixa a pele mais fina e ressecada? e) Como propor um tratamento eficaz para a paciente considerando os fatores que causaram os sintomas?	Respostas do Grupo 1: a) “apresentando manchas, rugas e que a pele estava mais fina e seca.” b) “extrínseco, provocado por fatores ambientais e por sua qualidade de vida.” c) “se exposto a radiação solar devido ao seu trabalho como entregadora de panfletos na rua, sem utilização de protetor solar e sem utilizar vestimentas adequadas para a proteção do órgão.” (sic) d) “há uma maior dificuldade de retenção da hidratação da pele, pois esta passa a produzir menos ácido hialurônico e há degradação do ácido hialurônico existente.” e) “proponho que ela faça uma hidratação diária é fundamental. Sobre as manchas, que ela utilize sabonetes e cremes umectantes no corpo.”
Caso 3: paciente do sexo feminino, com 52 anos de idade, queixando-se da aparência da pele e de recorrentes infecções no órgão. Apresenta a pele mais seca, há pelo menos cinco anos, tem acantose na região do pescoço, exibe acrocórdons no pescoço e na axila, além disso, a dosagem de alguns hormônios esteroides está com níveis muito abaixo do esperado para a idade da paciente. Ainda faz uso de medicação para diabetes do tipo 2, não pratica atividade física, tem alimentação rica em gorduras e carboidratos	Respostas do grupo 3: a) “Surgimento de manchas na pele. dermopatia diabética, pele seca, acantose no pescoço, acrocórdons no pescoço.” b) “Um estilo de vida ruim pode piorar

além de relatar que frequentemente tem insônia.	<i>sua pele comendo mal e não se exercitando.”</i>
Questões:	
a) Quais as complicações cutâneas mais comuns associadas ao diabetes?	<i>c) “Evitar o consumo de óleo, se exercitar constantemente, se proteger do Sol, dormir corretamente.”</i>
b) Como o estilo de vida interfere no envelhecimento da paciente?	<i>d) “A diminuição do hormônio causou, insônia além de manchas na pele.”</i>
c) Como sugerir mudanças nos hábitos da paciente para melhorar a saúde da pele?	
d) Como a diminuição dos hormônios esteroides tem afetado a saúde da pele da paciente?	

Fonte: O autor, 2023.

A análise do quadro 8 indica que as respostas dos estudantes partiram dos conhecimentos prévios e progrediram em complexidade. Neste momento, eles demonstraram compreensão dos conceitos abordados durante a SDI, pois foram capazes de aplicar o conhecimento teórico na análise dos casos clínicos e utilizaram informações extraídas da questão para formular as conclusões. Trivelato e Tonidandel (2015) consideram que a proposição de um problema e o trabalho com dados são elementos estruturantes que não podem faltar no ensino de Biologia por investigação por serem características marcantes do trabalho científico.

É possível perceber que o conhecimento acerca do envelhecimento da pele foi sendo construído de forma gradativa e colaborativa. Embora algumas respostas deveriam ser mais detalhadas, como pode ser verificada a falta de explicação sobre a efeitos da diminuição dos hormônios esteroides na pele da paciente do caso clínico de responsabilidade do grupo 3. Depreende-se que até mesmo a falha dos resultados pode ser utilizada como ponto de partida para compor os momentos de discussões e chamar a atenção para a ausência de alguns elementos importantes nas respostas.

O erro na abordagem do ensino por investigação abre espaço para discutir aspectos das ciências que, por vezes, são omitidos. Santos, Maia e Justi (2020) consideram importante incorporar esses aspectos científicos na educação básica, uma vez que a ciência como uma prática social na construção do conhecimento está passível de valores e limitações. Portanto, ao abordar a falibilidade, é possível compreender como os cientistas lidam com seus próprios erros e perante a comunidade científica. Essa reflexão também contribui para uma compreensão mais ampla e crítica do processo científico, demonstrando que essa análise crítica aponta para novos direcionamentos.

As aulas 07 e 08 foram dedicadas para as apresentações dos seminários. Os estudantes socializaram com toda a turma o caso clínico estudado pelo grupo e as conclusões que eles alcançaram após a resolução da atividade. Os subsídios que ajudaram na elaboração dos seminários foram a discussão, realizada previamente entre os pares e com o professor visitando os grupos, o levantamento de dados por meio da análise das questões e a partir de pesquisa bibliográfica, bem como todo o corpo do conhecimento formado durante a SDI. Na visão de Sasseron (2015), na abordagem investigativa, os estudantes resolvem os problemas a partir da interação com os colegas, com materiais ofertados e com os conhecimentos já sistematizados e existentes.

As apresentações dos seminários trouxeram à SDI mais um aspecto importante do método científico, a comunicação dos resultados. O exercício de aprender executando etapas do fazer científico ajuda a criar senso de responsabilidade com a disciplina. Os slides produzidos pelos estudantes foram elaborados com zelo, o que demonstra que os trabalhos despertaram interesse (Figura 24).

Figura 24 - Captura de tela de slides elaborados por estudantes para comunicação dos estudos de casos dentro da SDI sobre o envelhecimento da pele.



Fonte: O autor, 2023.

Um estudo com professores evidenciou, conforme a percepção dos entrevistados, que é observado um engajamento emocional quando o objeto de aprendizagem desperta interesse e motiva os alunos a realizarem as atividades com mais prazer, Fiscarelli, Uehara e Melo (2022). Em termos mais objetivos, para realizar uma apresentação exitosa, o estudante/apresentador precisa ter dedicação à organização dos slides e demonstrar segurança no momento da apresentação (Romani; Traina, 2010).

A discussão oral promovida pelo grupo 1 apresentou o caso clínico de uma paciente de 24 anos. O relato expõe uma situação social comum a muitos jovens, inclusive em idade escolar, que precisam trabalhar na informalidade para compor a renda familiar. Em torno dessa problemática, o Grupo 1 identificou corretamente os sinais de envelhecimento na pele, como manchas, rugas e ressecamento, atribuindo estes sinais ao fotoenvelhecimento,

influenciado pela exposição solar sem proteção adequada. Eles reconheceram que esse tipo de envelhecimento é extrínseco, por ação de fatores ambientais e estilo de vida. Além disso, propuseram medidas de tratamento, como hidratação regular e uso de produtos adequados para a pele.

Embora alguns estudantes demonstraram insegurança e timidez durante a exposição dos trabalhos. A participação do professor buscou estabelecer um diálogo mais informal para que os estudantes apresentassem nas falas o conhecimento construído em todas as etapas da SDI além dos conhecimentos prévios que eles já demonstravam ter. Dessa forma, após o estímulo dado, os discursos ficaram mais fluidos e mais contextualizados, como se observa na transcrição de um trecho de um debate em torno do envelhecimento precoce:

Estudante 2C: *“Professor, às vezes eu trabalho no Sol de ajudante de pedreiro, mas eu só trabalho com camisa longa que tem proteção.”*

Professor: *“Boa! Mas você tem mais algum cuidado com outras partes da pele, tipo você tem usado protetor solar?”*

Estudante 2C: *“Professor, eu não vou mentir, é difícil eu passar.”*

Professor: *“Turma, é muito importante que desde cedo a gente tenha alguns cuidados com a pele não apenas para evitar o envelhecimento precoce, como vocês acabaram de apresentar. Isso ajuda também a prevenir o câncer de pele, lembrando que o melanoma é um dos tipos de câncer mais agressivos que existe. O que é que a gente deve fazer se faltar o protetor solar? Eu sei que às vezes pode ser considerado um item caro.”*

Estudante 3B: *“Eu acho que usar boné, evitar sair também nas horas quentes.”*

Professor: *“O que mais?”*

Estudante 2C: *“Eu acho que a gente tem que se cuidar, passar protetor, beber bastante água e comer certo.”*

O diálogo iniciado pelo estudante 2C, após o estímulo do professor, expressa a capacidade de associação entre a influência dos fatores extrínsecos do envelhecimento da pele e a sua própria experiência de vida. É notório, que apesar da consciência demonstrada, os cuidados com a pele apresentam desafios, sobretudo em termos socioeconômicos. Santos *et al.* (2022), também observaram que o ensino por investigação contribui para o reconhecimento da importância dos conhecimentos adquiridos nas disciplinas curriculares, como uma ferramenta indispensável para a tomada de decisões críticas e conscientes dos estudantes.

Acerca do caso clínico de uma paciente com diabetes do tipo 2, o Grupo 3 destacou complicações cutâneas associadas à doença, tais como a dermatopatia diabética, pele seca e acrocórdons. A apresentação evidenciou que os estudantes foram sensíveis a outras alterações dermatológicas características do envelhecimento, distanciando um pouco o foco dos aspectos estéticos. No momento da discussão aberta com toda a turma, uma estudante do grupo 3 iniciou a seguinte conversa:

Estudante 3A: “Professor, a gente falando de diabete... uma vez a minha avó sofreu uma furada no pé com um prego e não sentiu.”

Professor: “Isso é muito interessante. Por que você acha que ela não sentiu?”

Aluna 3A: “Ah, professor, sei lá!”

Professor: “Turma, e vocês o que acham sobre isso? Por que será que as pessoas com diabetes têm mais dificuldade em sentir as coisas?”

Estudante 1B: “Professor, eu acho que é por causa daquela questão da sensibilidade.”

Professor: “Sim, mas qual? Alguém já ouviu falar em neuropatia diabética? Quais estruturas ela acomete?”

Estudante 1B: “Kayo, eu acho que é nos nervos”.

Professor: “Exatamente!”

Estudante 5D: “Professor, é por isso que tem gente que perde o pé, não é?”

Professor: “Bem, o diabetes provoca uma série de complicações que podem levar a infecções, feridas que não cicatrizam... e a neuropatia pode estar relacionada a isso. Mas outros fatores também devem ser considerados. Uma coisa que a gente precisa refletir é que o envelhecimento quando atinge a pele também compromete outras estruturas vitais, por exemplo os vasos sanguíneos. E isso interfere em que?”

Estudante 1B: “Na circulação.”

A preocupação com a saúde observada nas falas dos estudantes é uma consideração importante na reflexão sobre o envelhecimento. Cardoso *et al.* (2022) afirmam que envelhecimento e doença não são sinônimos, pois muitos problemas crônicos enfrentados por idosos, podem ser prevenidos por hábitos de alimentação e prática regular de atividade física.

Após as apresentações dos seminários as discussões continuaram e sobre a relevância que eles deram a participação na SDI sobre o envelhecimento da pele. Na ocasião o estudante 1B disse “pra mim foi uma experiência muito proveitosa, porque eu não via o envelhecimento da pele assim tão cheio de detalhes... eu achava que o envelhecimento uma questão do tempo e pronto”. O estudante 3A afirmou “professor, eu achei bom participar e se eu já me cuidava na academia... agora que vou me cuidar mais, tomar colágeno, passar creme na pele, porque senão a pessoa fica velha antes da hora”. Já o estudante 2D disse “eu achei muito interessante, porque nós já tínhamos estudado sobre pele, mas ninguém nunca tinha falado sobre envelhecimento, sobre as rugas e as coisas que causam”.

A fala dos estudantes reflete uma atribuição de importância ao tema do envelhecimento da pele. Em seguida, eles foram perguntados se a participação na SDI tinha favorecido a aprendizagem do assunto. O aluno 3A respondeu: “na minha opinião, sim, porque as aulas não ficaram cansativas”. O aluno 2C analisou dizendo: “professor, eu acho que foi sim, mas ao mesmo tempo tinha muita atividade, na minha opinião a melhor parte foi a do joguinho que o senhor trouxe”. Já o aluno 1B afirmou: “eu gostei dos casos que a gente viu, eu já tinha visto casos daquelas pessoas que são jovens, só não sabia qual a era a doença que tornava elas mais velhas”.

Os estudantes, deste modo, apresentaram um posicionamento de satisfação em relação a SDI sobre o envelhecimento da pele. Eles afirmaram o processo favoreceu a aprendizagem, por meio de atividades mais atrativas e sem aquele modo tradicional de aulas expositivas isoladas de outras estratégias de ensino. Além disso, a citação do aluno sobre os casos clínicos apresentados, mostrou que eles despertaram a curiosidade sobre um assunto que fazia parte dos seus conhecimentos prévios de uma forma, mas que passou a ter um novo formato após a aprendizagem significativa. Portanto, a SDI proporcionou visibilidade ao tema do envelhecimento da pele e a compreensão a necessária sobre os conceitos biológicos.

O resultado obtido em termos de contentamento dos estudantes é mais um indicativo para justificar a abordagem do envelhecimento de modo mais recorrente nas aulas de Biologia. Braga (2021) demonstra preocupação que um assunto tão complexo não tenha a visibilidade merecida no âmbito escolar. O autor coloca que a ausência desse conhecimento nos livros didáticos da disciplina é uma negligência a um tema que deve fazer parte dos ensinamentos para vida.

Destarte, a questão do envelhecimento da pele é complexa e envolve diversas áreas, como a citologia, a histologia, a genética, a bioquímica e a anatomia. Dessa forma, a sua abordagem no ensino médio requer uma abordagem interdisciplinar. A experiência de ensino relatada foi fundamentada em diversas técnicas para atender às diferentes necessidades de conhecimento dos estudantes e otimizar o tempo de estudo. Isso foi feito para relacionar o tema do envelhecimento com os conhecimentos científicos de áreas tão diversas da Biologia e obteve como produto a elaboração de um manual de sequência didática para professores e um ebook didático direcionado para os estudantes.

Portanto, os materiais foram elaborados para contribuir para a inserção da temática do envelhecimento nas aulas de Biologia. Eles apresentam de forma breve um recorte do aporte teórico sobre o tema, de modo mais didático no instrumento recomendado para os estudantes. Além disso, induz a aplicação das atividades utilizadas nesta SDI, como forma de prover a compreensão sobre o tema de forma sistematizada, valorizando a construção da aprendizagem dos conceitos e exercitando o domínio de múltiplas habilidades.

Ademais, ambos os produtos podem sofrer alterações de acordo com a realidade de cada escola, na qual eles sejam utilizados. Porém, é recomendado aos professores que sejam empenhados esforços para preservar o caráter investigativo e os pressupostos de uma aprendizagem ativa e significativa, elementos centrais dessa proposta.

6 CONSIDERAÇÕES

Ficou evidenciado neste estudo que é possível desenvolver a compreensão sobre o envelhecimento da pele junto aos estudantes do Ensino Médio. Nesse processo, os objetivos previstos foram alcançados satisfatoriamente, evidenciando a eficácia do ensino da temática a partir de uma abordagem investigativa à luz da aprendizagem significativa.

A aplicação do questionário para avaliar as concepções prévias dos estudantes sobre a temática do estudo forneceu dados que possibilitaram compreender o nível de entendimento dos estudantes sobre o assunto abordado. Com base nisso, a SDI foi estruturada de acordo com uma complexidade gradativa e trazendo atividades que normalmente são desenvolvidas no ensino por investigação.

A utilização de ferramentas tecnológicas e os modelos didáticos utilizados na SDI foram elementos adicionais que possibilitaram maior interação dos estudantes com o objeto de conhecimento. Enquanto os jogos interativos e as apresentações multimídia foram eficazes para promover uma aprendizagem dinâmica e mais lúdica, os modelos didáticos permitiram o exercício da observação como recurso educativo alternativo ao microscópio.

Os resultados obtidos demonstraram que o planejamento das atividades e os recursos utilizados promoveram aprendizagem significativa sobre o envelhecimento. Pois, durante o percurso metodológico os estudantes fizeram aquisição de conhecimentos específicos sobre o envelhecimento da pele que não faziam parte das suas estruturas cognitivas.

Por meio da abordagem problematizadora e contextualizada, os estudantes tiveram mais facilidade em aplicar os conceitos biológicos em situações do cotidiano. Além disso, o ensino sobre o envelhecimento da pele despertou curiosidade e interesse por questões de cuidados com a saúde deles próprios e também de familiares.

Assim, as atividades articuladas na SDI possibilitaram a aquisição de habilidades importantes para os estudantes do Ensino Médio. O exercício da observação, da pesquisa, da reflexão crítica e da comunicação favoreceram o letramento científico e despertou sensibilidade sobre um tema que trata de conceitos científicos atrelados a aspectos do desenvolvimento humano e social.

A pesquisa de informações e a aula expositiva dialogada ajudaram na ampliação do vocabulário científico acerca de conceitos sobre a pele e o envelhecimento. As tecnologias trouxeram motivação e engajamento e os estudos de casos estabeleceram uma aproximação entre os saberes escolares e o mundo real.

A proposta de ensino foi então materializada em dois instrumentos de uso pedagógico: um manual didático para professores e um ebook para estudantes. Os materiais foram construídos respeitando as estratégias de ensino utilizadas nesta SDI, com vistas a incentivar a divulgação do ensino de Biologia por investigação, fruto de uma experiência de um mestrando do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia.

A experiência mostrou que a teoria da aprendizagem significativa é eficaz para ensinar e aprender conceitos biológicos que conversam com o campo social, como é o tema do envelhecimento da pele. Os materiais possuem uma linguagem simples, mas capaz de promover uma reflexão que pode impactar na concepção prévia de como o envelhecimento é enxergado pelos discentes.

REFERÊNCIAS

- ALVES, R.; ESTEVES, T. C.; TRELLES, M. A. Factores intrínsecos e extrínsecos implicados no envelhecimento cutâneo. **Cirurgia Plástica Ibero-Latinoamericana**, Madrid, 39, n. 1, 2013. 89-102. Disponível em: <https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0376-78922013000100013&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em: 07 Fev 2024.
- AMARAL, T. T. B. D.; FISCHER, A. Abordagem da imagem em um livro didático voltado para a alfabetização: perspectivas de letramento visual. **Bakhtiniana: Revista de Estudos do Discurso**, São Paulo, 8, n. 2, Dez 2013. 5-23. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/bak/a/NZJ6RSf3SxGmrtG9S3BjbTw/#>>. Acesso em: 13 Out 2023.
- AMARO, A.; PÓVOA, A.; MACEDO, L. **A arte de fazer questionários**. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Porto, Portugal. 2005.
- ANTÓNIO, M. Envelhecimento ativo e a indústria da perfeição. **Saúde e Sociedade**, 29, n. 1, 2020. 1-11. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/sausoc/a/x7hNN9DNMzS99hWBMDHKxgJ/abstract/?lang=pt#>>. Acesso em: 05 Maio 2023.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Tradução de Ligia Teopisto. 1. ed. Rio de Janeiro: Plátano-Edições Técnicas, 2003. ISBN 978-9727073641.
- BALCOMBE, N. R.; SINCLAIR, A. Ageing: definitions, mechanisms and the magnitude of the problem. **Best Practice & Research Clinical Gastroenterology**, 15, Dezembro 2001. 835-849.
- BARBOZA, R.; RODRIGUES, F. C.; MARTORANO, S. A. A.; GOUW, A. M. S. Critérios de seleção de conteúdos de Biologia utilizados por professores em formação inicial. **Anais - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis, 11, Julho 2017. 1-8.
- BATTISTEL, O. L.; HOLZ, S. M.; SAUERWEIN, I. Motivação e eficiência em estratégias de ensino de física no nível médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 44, 2022. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/xVCYzWHwPpgznzBG4CRBgBQ/#>>. Acesso em: 17 Jul 2023.
- BERNARDO, A. F. C.; SANTOS, K. D.; SILVA, D. P. D. Pele: Alterações Anatômicas e Fisiológicas do Nascimento à Maturidade. **Revista Saúde em Foco**, 2019. Disponível em: <<http://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2019/11/PELE-ALTERA%C3%87%C3%95ES-ANAT%C3%94MICAS-E-FISIOLOGICAS-DO-NASCIMENTO-%C3%80-MATURIDADE.pdf>>. Acesso em: 21 Abr 2023.
- BORSON, L. A. M. G.; ROMANO, L. H. Revisão: O processo genético de envelhecimento e os caminhos para a longevidade. **Revista Saúde em Foco**, 2020. 245-251. Disponível em: <<https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2020/08/REVIS%C3%83O-O-PROCESSO-GEN%C3%89TICO-DE-ENVELHECIMENTO-E-OS-CAMINHOS-PARA-A-LONGEVIDADE-239-a-244.pdf>>. Acesso em: 26 Jan 2024.

BRAGA, A. M. F. O que estamos ensinando sobre envelhecimento biológico no ensino básico? **JOPIC**, Teresópolis, 6, n. 10, 05 Maio 2021. 106-118. Disponível em: <<https://revista.unifeso.edu.br/index.php/jopic/article/view/2831/0>>. Acesso em: 18 Out 2022.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia, Ministério da Educação. Brasília. 1999.

BRASIL. Diretrizes Curriculares para os Cursos de Ciências Biológicas. **Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação**, Brasília, 07 Mar 2002.

BRASIL. **Biologia Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica, v. 6, 2006.

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

CARDOSO, P. M. M.; MATIAS, V. R. B.; CÔRTEZ JÚNIOR, R. R. A.; BATISTA, D. D. V. A.; BATISTA, L. P. M.; SOUZA, D. A.; FERES, A. B. S. A influência do envelhecimento osteoarticular na qualidade de vida dos idosos. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 15, n. 10, p. e11083, 3 out. 2022.

CARVALHO, A. M. P. Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CASTRO, E. C. V. D. Unificação conceitual: uma proposta epistemológica para a Biologia. Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 79f. 2022.

CERQUEIRA, M. B. **Modos de Envelhecer Contemporâneos**. 1. ed. [S.l.]: Telha, 2022. ISBN 9786554120050.

COELHO, L. M.; MARQUES, A. J.; SOUZA, D. G. D. A Teoria da Aprendizagem Significativa e o ensino de História. **Revista Educação Pública**, Rio de Janeiro, 19, n. 31, 26 Nov 2019. Disponível em: <<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/19/31/a-teoria-da-aprendizagem-significativa-e-o-ensino-de-historia>>. Acesso em: 09 Abr 2023.

CORDERO, R. J. B.; CASADEVALL, A. Melanin. **Current Biology**, 30, n. 4, 24 Fev 2020. R142-R143. Disponível em: <<https://www.cell.com/action/showPdf?pii=S0960-9822%2819%2931675-6>>. Acesso em: 7 Nov 2023.

COSTAS, J. M. M. ontribuição das tecnologias para a transformação da educação - uma entrevista de José Manuel Moran Costas para a RCC. **Revista Com Censo: Estudos Educacionais do Distrito Federal**, 5, n. 3, Ago 2018. 8-10. Disponível em: <<https://periodicos.se.df.gov.br/index.php/comcenso/article/view/528>>. Acesso em: 12 Mar 2023.

CRUZ, P. O. D.; CARVALHO, T. B.; PINHEIRO, L. P.; GIOVANNINI, P. E.; NASCIMENTO, E. G. C.; FERNANDES, T. A. A. M. Percepção da Efetividade dos Métodos de Ensino Utilizados em um Curso de Medicina do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Educação Médica**, 43, n. 2, Jun 2019. 40-47. Disponível em: <<https://www.scielo.br /j/rbem/a/rbC9RfTpzwLpRFVxsBVJCRf/abstract/?lang=pt#>>. Acesso em: 12 Mar 2023.

CUNHA, G. L. D. Teorias Biológicas do Envelhecimento. In: FREITAS, E. V. D., *et al.* **Tratado de Geriatria e Gerontologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan Ltda, 2011. p. 76-101. ISBN 978-85-277-2054-0.

DECOTTIGNIES, M. P.; KRAUZER, K. A. F.; PENHA, M. C.; PIRES, C. R.; PASSOS, M. L. S; SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: SISTEMA RESPIRATÓRIO E O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES SOCIOEMOCIONAIS. **Revista de Ensino de Biologia –SBEnBio**, 15, n. 1, 27 Jun 2022. 150-170. Disponível em: <<https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/view/644>>. Acesso em: 12 Abr 2023.

EL-HANI, C. N.; TAVARES, E. J. M.; ROCHA, P. L. B. D. Concepções Epistemológicas de Estudantes de Biologia e sua Transformação por uma Proposta Explícita de Ensino sobre História e Filosofia das Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, 9, n. 3, 12 Novembro 2004. 265-313. Disponível em: <<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/529>>. Acesso em: 12 Abril 2023.

ELIAS, M. A.; RICO, V. Ensino de biologia a partir da metodologia de estudo de caso. **Revista Thema**, 17, n. 2, 2020. 392-406. Disponível em: <<https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/1666/1497>>. Acesso em: 25 Fev 2024.

ESTEVES, M. L. D. B.; BRANDÃO, B. J. F. Colágeno e o Envelhecimento Cutâneo. **BWS Journal**, 5, 25 Julho 2022. 1-10. Disponível em: <<https://bwsjournal.emnuvens.com.br/bwsj/article/view/161>>. Acesso em: 15 Jan 2024.

ESTUMANO, E. A. F.; SILVA, P.; RAMOS, M. F. H. Violência Escolar e Prática Pedagógica: Uma Revisão Integrativa. **Revista Linguagens, Educação e Sociedade**, Teresina, 28, n. 56, 2024. 1-24. Disponível em: <<https://periodicos.ufpi.br/index.php/lingedusoc/article/view/4345>>. Acesso em: 12 Jan 2024.

FECHINE, B. R. A.; TROMPIERI, N. O processo de envelhecimento: as principais alterações que acontecem com o idoso com o passar dos anos. **Inter Science Place**, 1, n. 20, 2012. 106-132.

FERIGOLO, J. **Filosofia da biologia de Aristóteles**. 2. ed. [S.l.]: Appris, 2021. ISBN 978-6525006697.

FERRAZ, I. N.; DOS REIS, L. A.; ASSIS, W. C.; RABELO, L. A. N.; DE OLIVEIRA GUIMARÃES, F. E.; DE BRITTO, I. T; DOS REIS, L. A. Impactos dos fatores extrínsecos no envelhecimento precoce: Uma reflexão teórica. **Research, Society and Development**, 10, n. 6, Maio 2021. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/352051862_Impactos_dos_fatores_extrinsecos_no_envelhecimento_precoce_Uma_reflexao_teorica>.

FIGUEIREDO, J. V. M.; CARVALHO, S. M.; DA SILVA, I. M. L.; FURTADO, C. Tecnologias educacionais: análise de interface da plataforma Quizizz com base nos princípios de Desing da Informação. **Design, Art and Technology**, 6, n. 3, 2021. 297-311. Disponível em: <<https://datjournal.anhembi.br/dat/article/view/455>>. Acesso em: 05 Maio 2023.

FISCARELLI, S. H.; UEHARA, M. F.; MELO, A. C. D. D. Engajamento de alunos dos anos iniciais do ensino fundamental no uso de Objetos de Aprendizagem. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, 8, 2022. Disponível em:

<<https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/1965>>. Acesso em: 24 Feb 2024.

FONSECA, V. Importância das emoções na aprendizagem: uma abordagem neuropsicopedagógica. **Revista Psicopedagogia**, v. 33, n. 102, p. 365-384, 2016. ISSN 0103-8486. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862016000300014>. Acesso em: 09 mar. 2024

FORTES, T. M. L.; SUFFREDINI, I. B. Avaliação de pele em idoso: revisão de literatura. **Journal of the Health Sciences Institute**, 32, n. 1, Jan-Mar 2014. 94-101. Disponível em: <https://repositorio.unip.br/wp-content/uploads/tainacan-items/34088/35781/V32_n1_2014_p94a101.pdf>. Acesso em: 06 Feb 2024.

FRANCO, M. A. S. Pedagogia da pesquisa-ação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, 31, n. 3, Dez 2005. 483-502. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/DRq7Qz_KG6Mth8hr_FjRm43vF/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 07 Feb 2022.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**: Saberes necessários à prática educativa. 67. ed. [S.l.]: Paz & Terra, 2021. ISBN 978-8577534098.

GALAK, E. L.; ZOBOLI, F.; MANSKE, G. S. Do corpo da Biologia ao corpo da máquina: algumas considerações a partir do esporte. **Revista da ALESDE**, Curitiba, 12, n. 1, Jun 2020. 57-73. Disponível em: <https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.13464/pr.13464.pdf>. Acesso em: 13 Mar 2023.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, Jun 1995. 20-29. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rae/a/ZX4cTG_rqYfVhr7LvVyDBgdb/?lang=pt#>. Acesso em: 16 Jun 2022.

GUIMARÃES, G. R.; DE OLIVEIRA SANTOS, L.; RODRIGUES, L. P.; DE CARVALHO, J. L.; BORONI, M. Hallmarks of Aging in Macrophages: Consequences to Skin Inflammation. **Cells**, 2021. 1-21. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8228751/pdf/cells-10-01323.pdf>>. Acesso em: 18 Out 2022.

HARTMANN, A. C.; HERMEL, E. D. E. S. As práticas pedagógicas nos livros didáticos de ciências e de biologia recomendados pelo PNLD 2017 e pelo PNLEM 2018. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, 22, n. 3, 30 Set 2021. 412-421. Disponível em: <<https://revistaensinoeducacao.pgskroton.com.br/article/view/7866>>.

JÚNIOR, A. F. N.; SOUZA, D. C. D. Ideias sobre os seres vivos na antiguidade: a procura de temas estruturantes da biologia contemporânea. **Theoria-Revista Eletrônica de Filosofia**, 6, n. 15, 2014. Disponível em: <http://funag.gov.br/loja/download/1019-Historia_da_Ciencia_-_Vol.I_-_Da_Antiguidade_ao_Renascimento_Cientifico.pdf>. Acesso em: 06 Mar 2023.

JÚNIOR, J. F. C.; LEMOS, L. H. G.; COSTA, J. B.; ARCANJO, C. F.; SILVA, V. F.; SILVA, A. O.; MAULAI, C. N. S.; OLIVEIRA, S. M. Aprendizagem Significativa e Desenvolvimento de Competências para o Século XXI. **Revista Educação, Humanidades e Ciências Sociais**, 07, n. 14, Jul-Dez 2023. 1-21. Disponível em: <<https://periodicos.educacaotransversal.com.br/index.php/rechso/article/view/95>>. Acesso em: 8 Dez 2023.

JÚNIOR, J. F. C.; LIMA, P. P.; ARCANJO, C. F.; SOUSA, F. F.; OLIVEIRA SANTOS, M. M.; LEME, M.; GOMES, N. C. (2023). Um olhar pedagógico sobre a Aprendizagem Significativa de David Ausubel. *Rebena-Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem*, 5, 51-68.

JÚNIOR, P. M. C.; ROSA, R. S. L.; SGAMBATTI, M. S.; ADACHI, E. A.; CARVALHO, V. C. L. Avaliação do programa de residência multiprofissional em saúde da família: uma análise qualitativa através de duas técnicas. **Revista do Hospital Universitário Pedro Ernesto UFRJ**, 11, n. Supl 1, Jan 2012. 114-119. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/257920671_Avaliacao_do_programa_de_residencia_multiprofissional_em_saude_da_familia_uma_analise_qualitativa_atraves_de_duas_tecnicas>. Acesso em: 26 Fev 2024.

KAJITANI, G. S.; MENDES, D.; GARCIA, C. C. M. Envelhecimento e danos no DNA. **Genética na escola**, São paulo, 16, n. 1, 2021. Disponível em: <<https://www.geneticaescola.com/revista/article/view/359>>. Acesso em: 22 Abr 2023.

KAMI, M. T. M.; LAROCCHA, L.; M.; CHAVES, M. M. N.; LOWEN, I. M. V.; SOUZA, V. M. P.; GOTO, D. Y. N. Trabalho no consultório na rua: uso do software IRAMUTEQ no apoio à pesquisa qualitativa. **Escola Anna Nery - Revista de Enfermagem**, 20, n. 3, 2016. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ean/a/DhLnCPmsfvdTLs68XPP64qQ/#>>. Acesso em: 13 Set 2023.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em perspectiva**, 14, n. 1, 2000. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/spp/a/y6BkX9fCmQFDNnj5mtFgzyF#>>. Acesso em: 20 Mar 2023.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4. ed. São Paulo: Edsup, 2004. ISBN 978-8531407772.

KRATZ, R. F.; SIEGFRIED, D. R. **Biologia essencial para leigos**. 1. ed. [S.l.]: Alta Books, 2020. ISBN 978-85-508-1531-2. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786555200843/>>. Acesso em: 11 Abr 2023.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. D. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. ISBN 978-8597010121.

LEAL, C. A. A Biologia Escolar no Documento Normativo: A Base Nacional Comum Curricular. **Anais do Congresso Nacional de Ensino de Ciências e Formação de Professores**, Catalão (GO), 19 Agosto 2022. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/iiiicecifopufcat2022/455875-A-BIOLOGIA-ESCOLAR-NO-DOCUMENTO-NORMATIVO--A-BASE-NACIONAL-COMUM-CURRICULAR>>. Acesso em: 05 Março 2023.

LEITE, L. M. O. D. R.; GRADELA, A. O ensino de ciências e a educação científica como suporte para a formação cidadã no ensino médio. **REVASF**, Petrolina, 7, n. 14, Dez 2017. 04-14. Disponível em: <<https://periodicos.univasf.edu.br/index.php/revasf/article/view/63/68>>. Acesso em: 12 Abr 2023.

LORENZ, K. M. Ação de instituições estrangeiras e nacionais no desenvolvimento de materiais didáticos de ciências no Brasil: 1960-1980. **Revista Educação em Questão**, Natal,

31, n. 17, Jan-Abr 2008. Disponível em: <<https://periodicos.ufrn.br/educacaoemquestao/article/view/3903/3170>>. Acesso em: 12 Abr 2023.

MAYR, E. **Biologia, ciência única**. 1. ed. [S.l.]: Companhia das Letras, 2005. ISBN 978-8535906882.

MAYR, E. **Isto é biologia: a ciência do mundo vivo**. 1. ed. São Paulo: Companhia das letras, 2008. ISBN 978-8535911800.

MENNA, S. H. A filosofia da Ciência e a Biologia. **Journal of Philosophy**, São Cristóvão - SE, 11, n. 28, 2018. 151-165. Disponível em: <<https://periodicos.ufs.br/prometeus/article/view/8564/8243>>. Acesso em: 15 Mar 2023.

MONTANARI, T. Diagnóstico de Imagens como Método Avaliativo em Histologia e Embriologia. **Brazilian Journal of Education, Technology and Society**, 13, n. 4, 2020. 424-431. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/218340>>. Acesso em: 12 Abr 2023.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: A teoria e textos complementares**. 1. ed. [S.l.]: Livraria da Física, 2011. ISBN 978-8578611118.

MOREIRA, M. A. **Toerias de Aprendizagem**. [S.l.]: LTC, 2013. ISBN 978-8521637561. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521637707/>>. Acesso em: 05 Abr 2023.

MORGADO-CARRASCO, D.; GIL-LIANES, JOURDAIN, E.; PIQUERO-CASALS, J. Tratamiento mediante suplementación oral o fármacos sistémicos del envejecimiento cutáneo. Revisión narrativa de la literatura. **Actas Dermo-Sifiliográficas**, 114, n. 2, Feb 2023. 114-124. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001731022008092>>. Acesso em: 12 Nov 2023.

MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, 7, Jan-Jun 2014. 32-46. Disponível em: <https://www.theoria.com.br/edicao0611/um_olhar_%20sobre_idade%20media.pdf>. Acesso em: 08 Mar 2023.

NASCIMENTO JÚNIOR, A. F.; SOUZA, D. C. IDEIAS SOBRE OS SERES VIVOS NA ANTIGUIDADE: A PROCURA DE TEMAS ESTRUTURANTES DA BIOLOGIA CONTEMPORÂNEA. **Theoria -Revista Eletrônica de Filosofia**, Faculdade Católica de Pouso Alegre, Pouso Alegre, VI, n. 15, p. 72 – 90, 2014. ISSN 1984-9052. Disponível em: <http://www.theoria.com.br/edicao15/ideias_sobre_os_serres_vivos_na_antiguidade.pdf> Acesso em: 06 mar. 2023.

NASCIMENTO, M. M.; (2020). Uma visão geral das teorias do envelhecimento humano. **Saúde e Desenvolvimento Humano**, 8(1), 161-168. Disponível em: <<http://orcid.org/0000-0002-3577-3439>> Acesso em: 27 mar. 2024.

NASCIMENTO, M. S. B. **O ensino de ciências e biologia para alunos com transtorno do espectro do autismo sob a perspectiva dos professores**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. [S.l.]. 2022.

NATIONS, U. **World Population Prospects 2019: Highlights (ST/ESA/SER.A/423)**. Population Division. [S.l.]. 2019. (978-92-1-004235-2).

OLIVEIRA, A. C. P. D. **Finalidades da disciplina escolar biologia nas políticas curriculares (1996-2018)**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação. Niterói, p. 93f. 2021.

OLIVEIRA, C. O.; ROYER, M. R.; OLIVEIRA, F. W. C.; FLÔR, D. E. Biomais: um software educativo gameficado para o ensino de anatomia e fisiologia humana. **Revista Valore**, Volta Redonda, 6, 2021. 342-358. Disponível em: <<https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/811/564>>. Acesso em: 03 Out 2023.

OLIVEIRA, J. I. N. Conectando telômeros e o envelhecimento: é possível viver para sempre? **Genética na Escola**, São Paulo, 15, n. 2, 2020. 108-117. Disponível em: <<https://geneticaescola.com.br/revista/article/view/341>>. Acesso em: 05 Mai 2023.

OPAS - Organização Pan-Americana da Saúde. Envelhecimento ativo: uma política de saúde. Brasília: 2005.

PACCA, J. L. D. A.; SCARINCI, L. A. O que pensam os professores sobre a função da aula expositiva para a aprendizagem significativa. **Ciência & Educação (Bauru)**, 2010. 709-721. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/m3Mz8htCYRJHyqpMWMkbnvQ/?lang=pt#>>. Acesso em: 12 Abr 2023.

PARAÍBA. **Proposta Curricular do Ensino Médio: Ensino Médio**. João Pessoa: Secretaria de Estado da Educação e da Ciência e Tecnologia, 2020. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1q7hNWJL7ScfzW26dAjqXai9oUVpLs4Zf/view>>. Acesso em: 16 Jun 2022.

PASSARINO, G.; RANGO, F. D.; MONTESANTO, A. Human longevity: Genetics or Lifestyle? It takes two to tango. **Immunity & Ageing**, 12, 05 Abril 2016. 2-6. Disponível em: <<https://immunityageing.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12979-016-0066-z>>. Acesso em: 05 Out 2023.

PATIAS, N. D.; HOHENDORFF, J. V. Critérios de qualidade para artigos de pesquisa qualitativa. **Psicologia em Estudo**, Maringá, 24, Dez 2019. 1-14. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pe/a/BVGWD9hCCyJrSRKrsp6XfJm/abstract/?lang=pt#>>. Acesso em: 06 Ago 2023.

PEDUZZI, L. O. Q.; RAICIK, A. C. Sobre a Natureza da Ciência: Asserções Comentadas para uma Articulação com a História da Ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, 25, Ago 2020. 19-55. Disponível em: <<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/1606/pdf>>. Acesso em: 05 Março 2023.

PIFFERO, E. L. F.; SOARES, R. G.; COELHO, C. P.; ROEHRS, R. Metodologias Ativas e o ensino de Biologia: desafios e possibilidades no novo Ensino Médio. **Ensino & Pesquisa**, v. 18, n. 2, p. 48-63, 2020.

POLISELI, L.; OLIVEIRA, E. F. D.; CHRISTOFFERSEN, M. L. O Arcabouço filosófico da biologia proposto por Ernst Mayr. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, 6, n. 1, Jan-Jun 2013. 106-120. Disponível em: <<https://rbhciencia.emnuvens.com.br/revista/article/view/246/198>>. Acesso em: 15 Mar 2023.

RITTIÉ, L.; FISHER, G. J. Natural and Sun-Induced Aging of Human Skin. **Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine**, 5, n. 1, Jan 2015. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4292080/>>. Acesso em: 10 Dez 2023.

ROCHA, E. C.; SARTORI, C. A.; NAVARRO, F. F. A aplicação de alimentos antioxidantes na prevenção do envelhecimento cutâneo. **Revista Científica FHO**, Araras - SP, 4, n. 1, 2016. 19-26. Disponível em: <<https://ojs.fho.edu.br:8481/revfho/article/view/71>>. Acesso em: 05 Maio 2023.

RODRIGUES, M. D. P.; HIDALGO, J. M. A classificação dos animais segundo Aristóteles: recorte histórico e inserção didática. **Filosofia e história da biologia**, 17, n. 2, 2022. 195-218. Disponível em: <<https://web.archive.org/web/20230104152556/https://www.revistas.usp.br/fhb/article/download/fhb-v17-n2-04/fhb-v17-n2-04>>. Acesso em: 10 Abril 2023.

ROMANI, L. A. S.; TRAINA, A. J. M. Como se preparar para uma apresentação de sucesso: com seus slides prontos, veja como apresentá-los de maneira eficiente. **Sociedade Brasileira de Computação**, 2, n. 3, Dez 2010. 21-25. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/907156>>.

ROSA, C. A. D. P. **História da ciência**: da antiguidade ao renascimento científico. 2. ed. Brasília: FUNAG, v. 1, 2012. ISBN 978-85-7631-393-9. Disponível em: <http://funag.gov.br/loja/download/1019-Historia_da_Ciencia_-_Vol.I_-_Da_Antiguidade_ao_Renascimento_Cientifico.pdf>. Acesso em: 10 Abril 2023.

SANTANA, A. J. S.; MOTA, M. D. A. Natureza da Biologia, ensino por investigação e alfabetização científica: uma revisão sistemática. **Revista Educar Mais**, Pelotas, 6, 05 Maio 2022. 450-466. Disponível em: <<https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/educarmais/article/view/2735/2059>>. Acesso em: 22 Mar 2023.

SANTOS, M. C. M. D.; BATISTA, J. B.; CAMAROTTI, M. F.; BATISTA, A.C. L. O ensino de biologia por investigação: um estudo de caso contextualizado no ensino de jovens e adultos. **Revista Brasileira de Educação**, 27, 2022. 1-20. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbedu/a/3McKjZYLVBxxLRR3rPMDV4G/#>>.

SANTOS, M.; MAIA, P.; JUSTI, R. Um Modelo de Ciências para Fundamentar a Introdução de Aspectos de Natureza da Ciência em Contextos de Ensino e para Analisar tais Contextos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2020. 581-616. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/19938>>. Acesso em: 25 Feb 2024.

SANTOS, Y. S.; MELLO, P. L. Alterações Cutâneas Causadas pela Menopausa: Revisão de Literatura. **Revista Saúde - UNG-Ser**, 16, n. 4, 2022. Disponível em: <<https://revistas.ung.br/index.php/saude/article/view/4644>>. Acesso em: 16 Abr 2023.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre Ciências da Natureza e Escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, 17, Novembro 2015. 49-67.

SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SILVA, M. B. E. O ensino por investigação e argumentação em aulas de ciências naturais. **Revista Tópicos Educacionais**, Recife, 23, n. 1, Jan-Jun 2017. 7-27. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/topicoseducacionais/article/view/230486>>. Acesso em: 12 Abr 2023.

SELLES, S. L. E.; OLIVEIRA, A. C. P. D. Ameaças à Disciplina Escolar Biologia no "Novo" Ensino Médio (9NEM): Atravessamentos Entre BNCC e BNCC-Formação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, 22, Jan-Dez 2022. 1-34. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/40802/32005>>. Acesso em: 22 Mar 2023.

SILVA, A. C. D. Suplementação de colágeno no combate ao envelhecimento. **Revista Científica de Estética & Cosmetologia**, 3, n. 1, 2023. Disponível em: <<https://rcec.com.br/journal/index.php/rcec/article/view/74/84>>. Acesso em: 07 Abr 2023.

SILVA, P. R. D.; ANDRADE, M. A. B. S. D.; CALDEIRA, A. M. D. A. A concepção de professores de biologia sobre o conceito da vida. **Anais do VII EMPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis, 08 Nov 2009. Disponível em: <<http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viiempec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/976.pdf>>. Acesso em: 13 Mar 2023.

SILVA, R. M. D.; ANDREATA, M. F. G. Rejuvenescimento facial: a eficácia da radiofrequência associada à vitamina C. **Revista Maiêutica**, Indaial, 01, n. 0, 2017. 55-73.

SILVA, T. P. D.; BISCH, S. M. Nossa posição no Universo: uma proposta de sequência didática para o ensino médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, 29, 2020. 27-49. Disponível em: <<https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/412>>.

SLONGO, I. I. P. **A produção acadêmica em ensino de biologia: um estudo a partir de teses e dissertações**. Tese (Doutorado em Educação). Florianópolis, p. 349f. 2004.

SLONGO, I. I. P.; DELIZOICOV, D. Teses e dissertações em ensino de biologia: uma análise histórico-epistemológica. **Investigações em Ensino de Ciências**, 2010. 275-296. Disponível em: <<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/296/191>>. Acesso em: 21 Mar 2023.

SOUZA, M. A. R. D., WALL, M. L., THULER, A. C. D. M. C., LOWEN, I. M. V., PERES, A. M.. The use of IRAMUTEQ software for data analysis in qualitative research. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, 04 Out 2018. 1-7. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/reeusp/a/pPCgsCCgX7t7mZWfp6QfCcC/?lang=en#>>. Acesso em: 12 Mar 2023.

STOCKMANN, J. I.; ÁVILA, P. N. Práticas Pedagógicas da Biologia no Ensino Público Paranaense: Desafios e possibilidades. **Revista Mundi Sociais e Humanidades**, Curitiba, 4, n. 2, Dez 2019. 58-1 a 58-23. Disponível em: <<https://revistas.ifpr.edu.br/index.php/mundisociais/article/view/734>>.

SZWED, D. N.; SANTOS, V. L. P. D. Fatores de crescimento envolvidos na cicatrização de pele. **Cadernos da Escola de Saúde**, 1, n. 15, 14 Mar 2016. Disponível em: <<https://portaldeperiodicos.unibrasil.com.br/index.php/cadernossaude/article/view/2450>>.

TANAJURA, V. S. **Dificuldades no ensino em biologia celular na escola de educação média: considerações e apontamentos a partir de depoimentos de professores (as)**. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Universidade Estadual Paulista. Bauru. 2017.

TAROUCO, L. M. R.; ROLAND, L. C.; FABRE, M. C. J. M.; KONRATH, M. L. P. Jogos Educacionais. **Renote**, 2, n. 1, Março 2004. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/13719>>. Acesso em: 25 Fev 2024.

TAVARES, R. Aprendizagem Significativa. **Revista Conceitos**, 10, n. 55, 2004. 55-60. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID4/v1_n1_a2011.pdf>. Acesso em: 15 Mar 2023.

TEIXEIRA, P. M. M.; NETO, J. M. O estado da arte da pesquisa em ensino de biologia no Brasil: um panorama baseado na análise de dissertações e teses. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, 11, n. 2, 2012. 273-297. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen11/REEC_11_2_2_ex500.pdf>. Acesso em: 21 Mar 2023.

TESTON, A. P.; NARDINO, D.; PIVATO, L. Envelhecimento cutâneo: teoria dos radicais livres e tratamentos visando a prevenção e o rejuvenescimento. **Uningá Review**, Maringá, 1, n. 1, Jan 2010. 71-84. Disponível em: <<https://revista.uninga.br/uningareviews/article/view/451/110>>. Acesso em: 12 Abr 2023.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. [S.l.]: Cortez, 2011. ISBN 978-8524917165.

TOLEDO, R. F. D.; JACOBI, P. R. Pesquisa-ação e educação: compartilhando princípios na construção de conhecimentos e no fortalecimento comunitário para o enfrentamento de problemas. **Educação e Sociedade**, Campinas - SP, 34, n. 122, Mar 2013. 155-173. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/es/a/GQXTGfPMhWpFktxq8dLW6ny/abstract/?lang=pt#>>. Acesso em: 4 Fev 2022.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por Investigação: Eixos Organizadores para Sequências de Ensino de Biologia. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, 17, Novembro 2015. 97-114.

UNITED NATIONS, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **World Population Prospects 2019: Highlights**. New York (USA), 2019. (ST/ESA/SER.A/423). e ISBN: 978-92-1-004235-2

VALADARES, J. A teoria da Aprendizagem Significativa como Teoria Construtivista. **Aprendizagem Significativa em Revista**, 1, n. 1, 2011. 36-57. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID4/v1_n1_a2011.pdf>. Acesso em: 12 Abr 2023.

VICTORELLI, S.; PASSOS, J. F. Telomeres: beacons of autocrine and paracrine DNA damage during skin aging. **Cell Cycle**, 19, n. 5, 16 Fev 2020. 532-540. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15384101.2020.1728016>>. Acesso em: 02 Mar 2024.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Tradução de Ernani F. da F Rosa e Nalú Farenzena. 1. ed. [S.l.]: Penso, 1998. ISBN 978-8573074260.

ZAGO, E. C.; FRANZINI, M. C. Revisão Sistemática Sobre a Ação do Licopeno Perante ao Envelhecimento Cutâneo em Nutricosméticos. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciência e Educação**, 7, n. 9, 2021. 863-883. Disponível em: <<https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/2286>>. Acesso em: 07 Abr 2023.

ZOMPERO, A. D. F.; SAMPAIO, H. R.; VIEIRA, M. Investigação da transferência de significados na abordagem da aprendizagem significativa utilizando atividades investigativas. **Revista electrónica de investigación en educación en ciencias**, Tandil , 11, n. 1, Jul 2016. Disponível em: <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-66662016000100005>. Acesso em: 12 Abr 2023.

Apêndice A – Questionário das Concepções Prévias Sobre os Fatores do Envelhecimento da Pele

Apêndice A – Questionário das Concepções Prévias Sobre os Fatores do Envelhecimento da Pele



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA



Análise das concepções prévias dos estudantes acerca da pele e do envelhecimento

Idade: _____

Sexo: (M) (F)

1. Qual é a camada mais externa da pele?
 - a) Epiderme
 - b) Derme
 - c) Hipoderme
 - d) Tecido muscular
2. Quais são as principais camadas da pele?
 - a) Epiderme e hipoderme
 - b) Epiderme e derme
 - c) Epiderme e tecido adiposo
 - d) Derme e tecido muscular
3. Qual das funções abaixo **NÃO** pode ser atribuída a pele humana?
 - () Termorregulação
 - () Proteção contra agressões físicas, químicas ou biológicas
 - () Percepção de estímulos dolorosos e agradáveis
 - () Absorção de oxigênio para a respiração
 - () Secreção de sebo e de suor
4. O maior órgão do corpo humano, a pele possui habilidades fantásticas: a renovação e a regeneração. Quando somos feridos superficialmente, esse órgão eventualmente volta ao normal. Como você explicaria essa característica?
 - () O processo de renovação das células da pele é decorrente de um tipo de divisão celular conhecido por meiose
 - () A renovação e a regeneração da pele ocorrem graças a divisão celular conhecida por mitose, o processo acontece preferencialmente no estrato lúcido
 - () A renovação e a regeneração da pele ocorrem graças a divisão celular conhecida por mitose, o processo acontece na camada basal ou germinativa da pele e à medida que as células migram, elas se diferenciam e se tornam queratinócitos, que compõem a camada córnea, a parte mais externa da epiderme.

- () A renovação e a regeneração da pele ocorrem na camada basal ou germinativa por mitose, e após formadas as células não sofrem diferenciação

5. Qual é a função da melanina?

- a) Proteger a pele contra os raios ultravioleta
- b) Dar cor à pele
- c) Regular a temperatura corporal
- d) Sentir estímulos

6. Qual é a função do colágeno e da elastina, proteínas abundantes na derme?

- a) Dar firmeza e elasticidade à pele
- b) Proteger a pele contra os raios ultravioleta
- c) Dar cor à pele
- d) Regular a temperatura corporal

7. Assinale apenas os fatores que influenciam no processo de envelhecimento da pele.

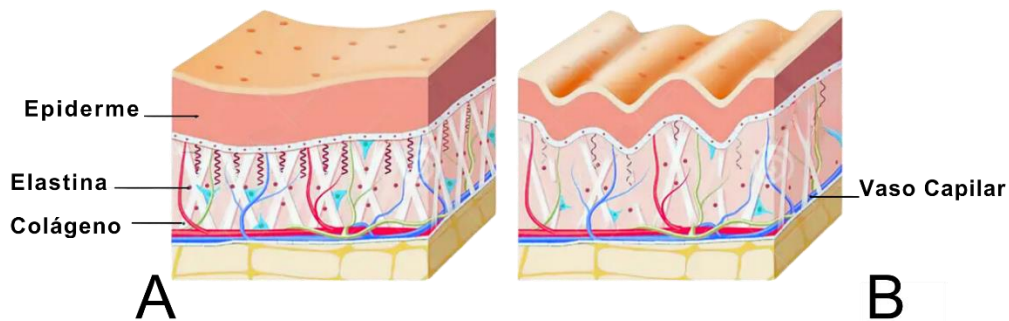
- () Excesso de exposição ao Sol
- () Uso do filtro solar
- () Encurtamento dos telômeros
- () Manutenção da pele hidratada
- () Mau funcionamento dos fibroblastos
- () Idade
- () Se proteger da poluição
- () Ingestão de água para manter a hidratação do corpo
- () Radicais livres
- () Outro(s). Qual(is)?

8. Você reconhece algum(ns) sinal(is) do envelhecimento da pele? Se sim, qual(is)?

9. Na sua opinião, é possível evitar o envelhecimento da pele? Se sim, de que forma?

10. O que você sabe sobre a relação entre o encurtamento dos telômeros e o envelhecimento da pele?

11. Você sabe o que são radicais livres? Assinale a alternativa que contém a informação correta sobre eles:
- a) São moléculas instáveis com elétron não pareado, por isso, muito reativos. Podem causar doenças degenerativas relacionadas ao envelhecimento e morte celular ou eles podem se combinar com outras moléculas do corpo e, com isso, serem aniquilados rapidamente.
 - b) O sistema de defesa antioxidante tem a função induzir os danos causados pela ação deletéria dos radicais livres.
 - c) Os radicais livres são produtos do metabolismo energético, por essa razão a adoção de hábitos saudáveis e manter uma dieta equilibrada pouco interfere nos mecanismos de ação dessas moléculas.
 - d) A suplementação de vitaminas, como a vitamina C e a vitamina E, é suficiente para interromper o envelhecimento decorrente da ação dos radicais livres.
12. Observando os diagramas que ilustram a estrutura da pele, responda qual das duas representa uma pele jovem e qual representa uma pele envelhecida. Justifique sua resposta, descrevendo as características de cada uma delas



Apêndice B – Organização e componentes estruturais de pele



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA



Organização e componentes estruturais da pele

- Epiderme;
- Estratos da epiderme (estrato basal, estrato espinhoso, estrato granuloso, estrato córneo, estrato lúcido);
- Tipos celulares da epiderme (queratinócitos, melanócitos, células de Langerhans, células de Merkel);
- Derme;
- Componentes celulares da derme (fibroblastos, células dendríticas dérmicas, macrófagos, mastócitos);
- Componentes da matriz extracelular (colágeno, elastina, substância fundamental);
- Células musculares da derme;
- Inervações;
- Folículo piloso;
- Glândulas sebáceas;
- Glândulas sudoríparas;
- Hipoderme;
- Vasos sanguíneos.

Apêndice C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - Pais e/ou Responsáveis



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PAIS E/OU RESPONSÁVEIS

Prezado (a) senhor(a),

Seu(sua) filho(a) está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada "FATORES DO ENVELHECIMENTO DA PELE: PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA À LUZ DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA", desenvolvida por KAYO CÉSAR ARAÚJO DA NÓBREGA, aluno regularmente matriculado no MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA, DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, sob orientação da PROF^a. DR^a VIVYANNE FALCÃO SILVA DA NÓBREGA.

A pesquisa tem como objetivo desenvolver uma aprendizagem significativa sobre os fatores do envelhecimento da pele e produzir uma sequência didática investigativa sobre o assunto. Para tanto serão utilizadas as seguintes metodologias:

1. Realização de questionário diagnóstico sobre os componentes estruturais da pele e os fatores do envelhecimento deste órgão;
2. Aplicação de uma sequência didática com abordagem investigativa;
3. As atividades necessitam da participação ativa do estudante na proposição de hipóteses, nas observações e interpretações de imagens e de outros materiais concretos, como maquetes, além do envolvimento nas discussões em grupos e na realização de atividades colaborativas abrangendo a temática do estudo.

A temática do envelhecimento da pele é importante ser trabalhada no Ensino Médio, uma vez que relacionadas a esta problemática surgem situações como problemas de saúde e perdas de funções dos componentes estruturais do órgão com o passar da idade que podem interferir na qualidade de vida dos participantes no futuro. Além disso, conhecer os fatores do envelhecimento é necessário para questionar promessas milagrosas de terapias antienvelhecimento muitas delas divulgadas em sites da internet sem critérios científicos.

Convém destacar que a participação do estudante será de forma voluntária, não sendo exposto a ele(a) nenhuma forma de constrangimento para oferecer as informações e/ou cooperar com as atividades promovidas pelos pesquisadores se não concordar com o que está sendo proposto. Ressalta-se, ainda que nenhuma importância em dinheiro será cobrada ao participante, bem como não lhe será devido valor algum.

Quanto aos riscos da pesquisa, estes poderão ser mínimos, pois os participantes não serão expostos a materiais, substâncias ou qualquer outro motivo que evoque risco a sua integridade física ou psíquica. Mas se por alguma razão os estudantes apresentem algum desconforto em colaborar com qualquer uma das etapas da pesquisa, e se por este motivo expressem o desejo de não contribuir com a atividade, nenhum prejuízo será incidido sobre eles. Entretanto, considera-se que os benefícios provenientes deste estudo serão valiosos e poderão trazer reflexos positivos para a aprendizagem da população analisada.

Destarte, assegura-se que todos os eventos da pesquisa serão observados fidedignamente os critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos, em concordância com

a Resolução n.º 466/2012, do Conselho Nacional de Saúde, que estabelece os preceitos das pesquisas em que haja a participação de seres humanos.

Require-se, também, a sua permissão para divulgar as implicações do estudo em eventos e em revistas científicas, garantindo que o nome de seu filho (a) será preservado no mais absoluto sigilo no ato da publicação dos resultados.

E se porventura a participação de seu filho (a) implicar em alguma despesa, esta será ressarcida pelo responsável pela pesquisa, também é válido para se houver a ocorrência de algum dano.

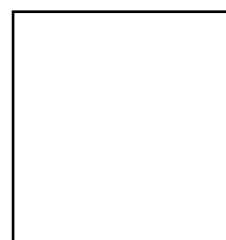
OBS.: Para maiores esclarecimento com relação aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar:

Pesquisador responsável pela pesquisa: Kayo César Araújo da Nóbrega Mestrando do Curso de Mestrado em Ensino de Biologia - PROFBIO Universidade Federal da Paraíba – UFPB Telefone: +55 (83) 98131-0323 E-mail: kayo_cc@hotmail.com	Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)/CCS/UFPB Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) Centro de Ciências da Saúde (1º Andar) da Universidade Federal da Paraíba Campus I – Cidade Universitária / CEP: 58.051-900 – João Pessoa-PB Telefone: +55 (83) 3216-7791 E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br Horário de Funcionamento: de 07h às 12h e de 13h às 16h. Homepage: http://www.ccs.ufpb.br/eticaccsufpb
---	--

Ao assinar este documento, **VOCÊ**, de forma voluntária, na qualidade de **PAI OU RESPONSÁVEL** por algum participante da pesquisa, expressa o seu **consentimento livre e esclarecido** para que ele(a) participe deste estudo e declara que está suficientemente informado(a), de maneira clara e objetiva, acerca da presente investigação. E receberá uma cópia deste **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)**, assinada pelo Pesquisador Responsável.

Patos-PB, ____/____/2023

- () Aceito participar da pesquisa
() Não aceito participar da pesquisa



Pai e/ou responsável do aluno participante

Kayo César Araújo da Nóbrega
Pesquisador responsável

Apêndice D – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA



TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TALE

Prezado(a) estudante,

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada "FATORES DO ENVELHECIMENTO DA PELE: PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA À LUZ DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA", desenvolvida por KAYO CÉSAR ARAÚJO DA NÓBREGA, aluno regularmente matriculado no MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA, DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, sob orientação da PROF^a. DR^a VIVYANNE FALCÃO SILVA DA NÓBREGA. O objetivo da pesquisa é desenvolver uma aprendizagem significativa sobre os fatores do envelhecimento da pele por meio de atividades investigativas sobre o assunto. Gostaríamos muito de contar com você, mas você não é obrigado a participar e não tem problema se desistir. Outros adolescentes participantes desta pesquisa têm idade entre 15 anos de idade a 19 anos de idade. A pesquisa será feita na Escola Normal Estadual Dom Expedito Eduardo de Oliveira onde os participantes, estudantes da terceira série do Ensino Médio, participarão das seguintes atividades: questionário diagnóstico sobre os componentes estruturais da pele e os fatores do envelhecimento deste órgão; atividades relacionadas a uma sequência didática investigativa, realizadas em grupo com a participação ativa do estudante aprestando o que sabe sobre o assunto e buscando novas informações através da leitura, da observação e interpretação de imagens e de outros materiais, como maquetes, além disso o aluno poderá participar de diálogos sobre o tema e a produção de murais, *flyer* (tipo panfleto virtual), entre outros produtos. Para isso, serão usados materiais considerados seguros, mas é possível ocorrer riscos mínimos como se sentir desconfortável para responder o questionário ou participar de alguma das atividades mencionadas. Caso aconteça algo errado, você, seus pais ou responsáveis poderá(ão) nos procurar pelos contatos que estão no final do texto. A sua participação é importante, pois é um tema importante para ser trabalhado no Ensino Médio, uma vez que todos podem envelhecer é importante sabermos como esse processo provoca mudanças na nossa pele e quais fatores agem para causá-lo. As suas informações ficarão sob sigilo, ninguém saberá que você está participando da pesquisa; não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa serão publicados em eventos e revistas científicas, mas sem identificar dados pessoais e imagens participantes.

Eu _____ aceito participar da pesquisa "FATORES DO ENVELHECIMENTO DA PELE: PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA À LUZ DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA". Entendi as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer. Entendi que posso dizer "sim" e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer "não" e desistir e que ninguém vai ficar com raiva/chateado comigo. Os pesquisadores esclareceram minhas dúvidas e conversaram com os meus pais/responsável legal. Recebi uma cópia deste termo de assentimento, li e quero/concordo em participar da pesquisa/estudo.

Patos-PB, ____/____/2023

Assinatura, por extenso, do(a) Participante da Pesquisa

Kayo César Araújo da Nóbrega
Pesquisador responsável

OBS.: Para maiores esclarecimento com relação aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar:

Pesquisador responsável pela pesquisa: Kayo César Araújo da Nóbrega Mestrando do Curso de Mestrado em Ensino de Biologia - PROFBIO Universidade Federal da Paraíba – UFPB Telefone: +55 (83) 98131-0323 E-mail: kayo_cc@hotmail.com	Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)/CCS/UFPB Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) Centro de Ciências da Saúde (1º Andar) da Universidade Federal da Paraíba Campus I – Cidade Universitária / CEP: 58.051-900 – João Pessoa-PB Telefone: +55 (83) 3216-7791 E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br Horário de Funcionamento: de 07h às 12h e de 13h às 16h. Homepage: http://www.ccs.ufpb.br/eticaccsufpb
--	--

Apêndice E – Termo de Consentimento de Som e Imagem



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA



TERMO DE CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM E SOM DE VOZ

Eu, _____ portador da identidade _____, responsável por _____, matriculado na série _____ da Escola Normal Estadual Dom Expedito Eduardo de Oliveira, portador da cédula de identidade RG nº _____, autorizo o pesquisador **Kayo César Araújo da Nóbregao** uso e gozo da imagem, nome e voz de meu (minha) filho (a) na pesquisa educativa intitulada: “FATORES DO ENVELHECIMENTO DA PELE: PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA À LUZ DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA” para o uso interno e institucional. A presente autorização é feita pelo prazo indeterminado em caráter universal, definitivo, irrevogável e irretroatável, de forma gratuita, sem ônus de qualquer espécie, valendo entre as partes, herdeiros e sucessores, salvo no que tange aos produtos resultados da pesquisa. A presente autorização não poderá, em qualquer hipótese, prejudicar a honra, a imagem ou qualquer outro direito da personalidade do (a) menor _____ tampouco poderá implicar na utilização da sua imagem e nome de maneira contrária aos bons costumes, à lei ou à ordem pública. Por esta ser a expressão da minha vontade, declaro que AUTORIZO o uso acima descrito sem que nada haja a ser reclamado a título de direitos conexos à imagem do meu (minha) filho (a) ou a qualquer outro, e assino a presente autorização em 02 (duas) vias de igual teor e forma, na presença das testemunhas abaixo assinadas.

Patos-PB, ____ de _____ de _____.

Kayo César Araújo da Nóbrega
 Pesquisador responsável

Participante da Pesquisa

Testemunha

Apêndice F - Termo de Compromisso do Pesquisador Responsável



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA



TERMO DE COMPROMISSO DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL

Eu, **Kayo César Araújo da Nóbrega**, pesquisador responsável pelo projeto intitulado “FATORES DO ENVELHECIMENTO DA PELE: PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA À LUZ DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA”, asseguro que os dados coletados serão utilizados, única e exclusivamente, para a execução do projeto de pesquisa em questão, bem como em preservar o sigilo e a privacidade dos participantes cujos dados serão coletados, estudados e divulgados de forma anônima.

Responsabilizo-me civil e criminalmente pela veracidade das informações declaradas acima.

Pesquisador responsável

_____, ____ de _____ de _____.

Apêndice G – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (Participante Adulto)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE (PARTICIPANTE ADULTO)

Prezado (a) estudante,

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada "FATORES DO ENVELHECIMENTO DA PELE: PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA À LUZ DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA", desenvolvida por KAYO CÉSAR ARAÚJO DA NÓBREGA, aluno regularmente matriculado no MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA, DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, sob orientação da PROF^a. DR^a VIVYANNE FALCÃO SILVA DA NÓBREGA.

A pesquisa tem como objetivo desenvolver uma aprendizagem significativa sobre os fatores do envelhecimento da pele e produzir uma sequência didática investigativa sobre o assunto. Para tanto serão utilizadas as seguintes metodologias:

1. Realização de questionário diagnóstico sobre os componentes estruturais da pele e os fatores do envelhecimento deste órgão;
2. Aplicação de uma sequência didática com abordagem investigativa.
3. As atividades necessitam da participação ativa do estudante na proposição de hipóteses, nas observações e interpretações de imagens e de outros materiais concretos, como maquetes, além do envolvimento nas discussões em grupos e na realização de atividades colaborativas abrangendo a temática do estudo.

A temática do envelhecimento da pele é importante ser trabalhada no Ensino Médio, uma vez que relacionadas a esta problemática surgem situações como problemas de saúde e perdas de funções dos componentes estruturais do órgão com o passar da idade que podem interferir na qualidade de vida dos participantes no futuro. Além disso, conhecer os fatores do envelhecimento é necessário para questionar promessas milagrosas de terapias antienvelhecimento muitas delas divulgadas em sites da internet sem critérios científicos.

Convém destacar que a participação do estudante será de forma voluntária, não sendo exposto a ele(a) nenhuma forma de constrangimento para oferecer as informações e/ou cooperar com as atividades promovidas pelos pesquisadores se não concordar com o que está sendo proposto. Ressalta-se, ainda que nenhuma importância em dinheiro será cobrada ao participante, bem como não lhe será devido valor algum.

Quanto aos riscos da pesquisa, estes poderão ser mínimos, pois os participantes não serão expostos a materiais, substâncias ou qualquer outro motivo que evoque risco a sua integridade física ou psíquica. Mas se por alguma razão os estudantes apresentem algum desconforto em colaborar com qualquer uma das etapas da pesquisa, e se por este motivo expressem o desejo de não contribuir com a atividade, nenhum prejuízo será incidido sobre eles. Entretanto, considera-se que os benefícios provenientes deste estudo serão valiosos e poderão trazer reflexos positivos para a aprendizagem da população analisada.

Destarte, assegura-se que todos os eventos da pesquisa serão observados fidedignamente os critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos, em concordância com a Resolução n.º 466/2012, do Conselho Nacional de Saúde, que estabelece os preceitos das pesquisas em que haja a participação de seres humanos.

Require-se, também, a sua permissão para divulgar as implicações do estudo em eventos e em revistas científicas, garantindo que o nome de seu filho (a) será preservado no mais absoluto sigilo no ato da publicação dos resultados.

E se porventura a sua participação implicar em alguma despesa, esta será ressarcida pelo responsável pela pesquisa, também é válido para se houver a ocorrência de algum dano.

OBS.: Para maiores esclarecimento com relação aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar:

Pesquisador responsável pela pesquisa: Kayo César Araújo da Nóbrega Mestrando do Curso de Mestrado em Ensino de Biologia - PROFBIO Universidade Federal da Paraíba – UFPB Telefone: +55 (83) 98131-0323 E-mail: kayo_cc@hotmail.com	Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)/CCS/UFPB Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) Centro de Ciências da Saúde (1º Andar) da Universidade Federal da Paraíba Campus I – Cidade Universitária / CEP: 58.051-900 – João Pessoa-PB Telefone: +55 (83) 3216-7791 E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br Horário de Funcionamento: de 07h às 12h e de 13h às 16h. Homepage: http://www.ccs.ufpb.br/eticaccsufpb
--	--

Ao assinar este documento, **VOCÊ**, de forma voluntária, na qualidade de participante da pesquisa, expressa o seu **consentimento livre e esclarecido** para participar deste estudo e declara que está suficientemente informado(a), de maneira clara e objetiva, acerca da presente investigação. E receberá uma cópia deste **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)**, assinada pelo Pesquisador Responsável.

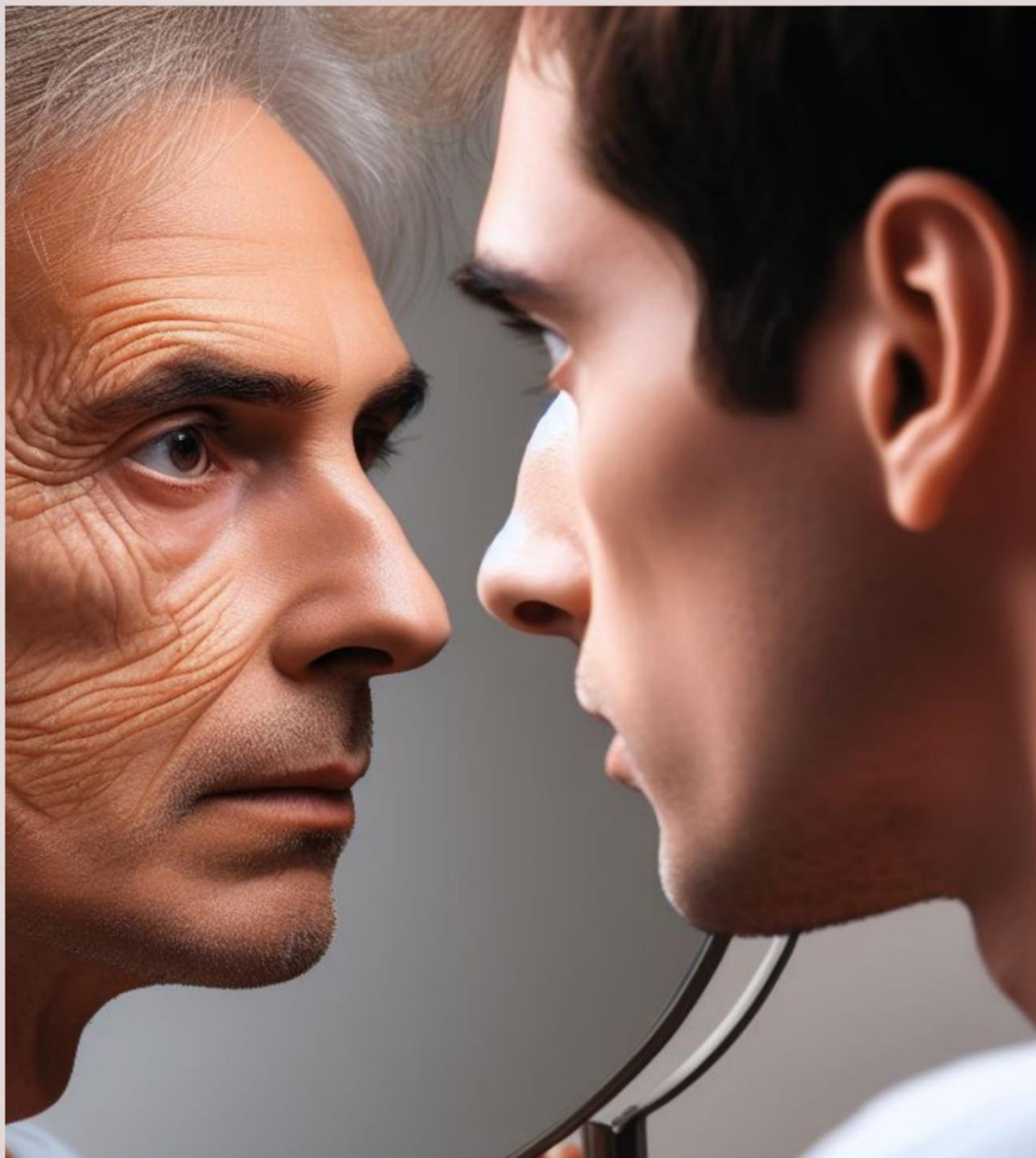
Patos-PB, ____/____/2023

- () Aceito participar da pesquisa
() Não aceito participar da pesquisa

Aluno(a) participante

Kayo César Araújo da Nóbrega
Pesquisador responsável

MANUAL DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA



ENVELHECIMENTO DA PELE

UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA

Por Kayo César Araújo da Nóbrega
Orientadora: Vivyanne Falcão Silva da Nóbrega

APRESENTAÇÃO



A sequência didática ENVELHECIMENTO DA PELE: uma abordagem investigativa, é parte do meu trabalho de conclusão do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, PROFBIO/UFPB. Inicialmente pensada para alunos da 3ª Série do Ensino Médio de uma escola pública da cidade de Patos-PB, tem como finalidade auxiliar outros professores ou professoras que tenham interesse em trabalhar a temática nas suas aulas de Biologia.

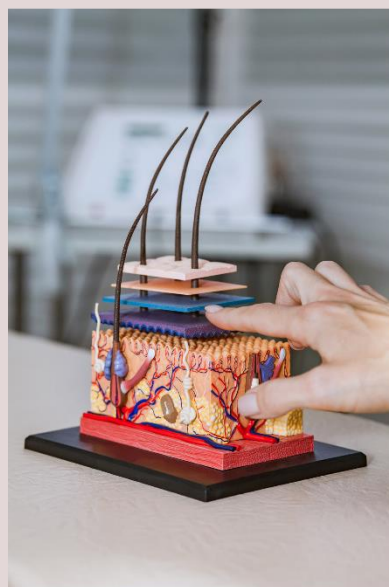
Tem como proposta possibilitar a contextualização de alguns conceitos biológicos relacionados com o tema do envelhecimento da pele de uma forma envolvente. Utilizando-se da observação e da análise de imagens e modelos didáticos, permite que os estudantes conheçam as características e funções dos componentes da pele nos diferentes estágios do desenvolvimento. Com a proposição de questões problemas e de estudos de casos, eles serão levados a trabalhar de forma investigativa a aprendizagem dos fatores que agem no envelhecimento cutâneo, onde o embasamento teórico e a proposição de hipóteses contribuirão para a construção do conhecimento que tenderá a se tornar mais sólido a partir da prática da comunicação oral, etapa importante do fazer científico.

Assim, a compreensão sobre os efeitos do tempo sobre a pele e a importância dos cuidados com o órgão, ocorrerá de forma progressiva, por meio de atividades sociointeracionistas, onde os alunos serão protagonistas ao lado do professor que a partir do planejamento das atividades a serem desenvolvidas tem a importante função de estimular a curiosidade, a produção de dados com base no levantamento das hipóteses, a confirmação dos resultados através das conexões com o embasamento teórico, a discussão dos resultados obtidos através da comunicação oral, além de realizar a avaliação do processo por meio dos critérios de participação e desempenho dos discentes frente às atividades investigativas.

A abordagem investigativa apresentada colabora com o protagonismo estudantil e contribui com o desenvolvimento das competências cognitiva, socioemocional e comunicativa. De modo sugestivo destaca-se que esta SD pode sofrer adaptação de acordo com cada contexto escolar, desde que preserve como pressupostos a aprendizagem ativa e significativa e que as atividades promovam a reflexão sobre o envelhecimento da pele considerando os aspectos biológicos e a importância da adoção de bons hábitos para que se tenha uma vida longa e saudável.

Kayo César Araújo de Nóbrega

CONTEÚDO DO MANUAL



01

Introdução

02

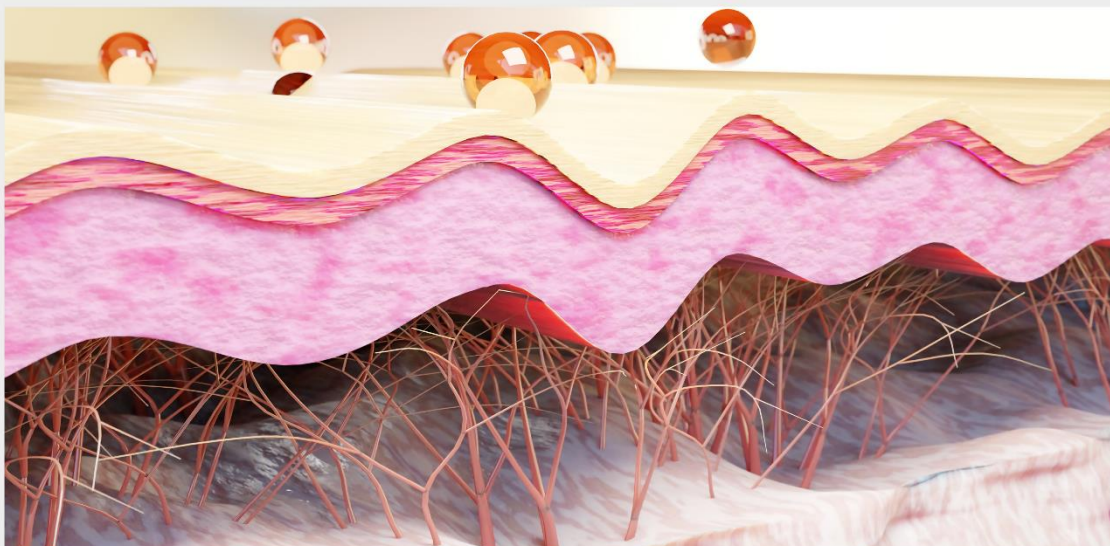
Proposta de aulas:
Envelhecimento da pele,
uma abordagem
investigativa

03

Atividade 1 em grupos:
Casos clínicos

04

Proposta de aulas:
encerramento da
sequência didática



INTRODUÇÃO

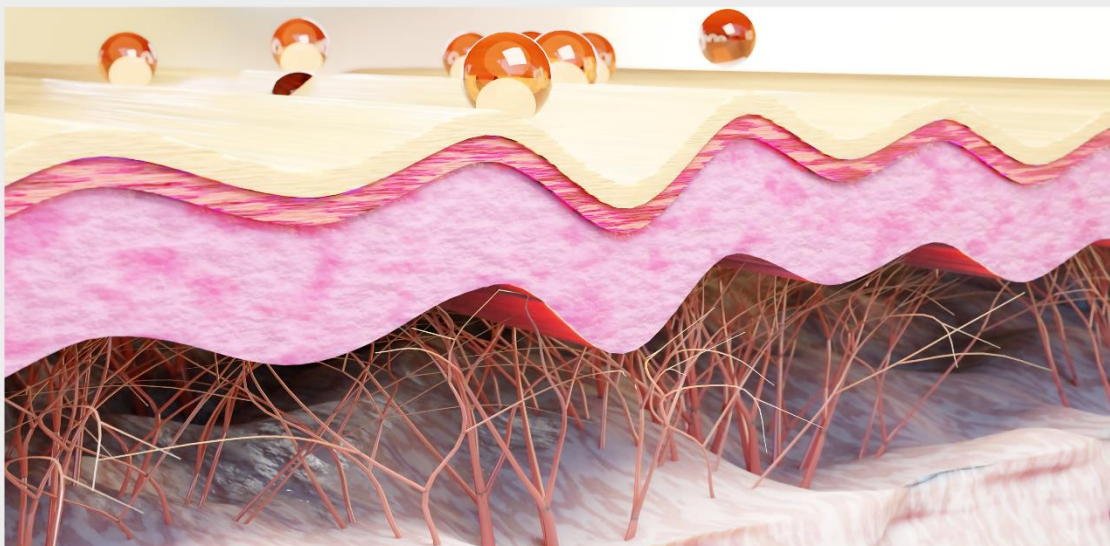
A pele é um órgão que atua na homeostase do organismo humano, pois ajuda na manutenção das defesas contra agentes externos, tais como patógenos, substâncias químicas nocivas ao corpo e age na proteção de alguns processos físicos como a radiação ultravioleta. Além da função protetiva, é um órgão que participa da regulação térmica por meio da transpiração e vasodilatação ou vasoconstrição, ajuda no equilíbrio hídrico, participa da síntese de vitamina D importante no metabolismo do cálcio e da sensação tátil (Carbinatto; Coelho, 2019).

Com o processo do envelhecimento a fisiologia da pele sofre algumas transformações acompanhada por modificações da anatomia do órgão. A epiderme, camada mais superficial da pele, sofre com a diminuição da capacidade de proliferação das células, deixando-a mais fina e propensa a algumas infecções que acometem a região. Enquanto isso na derme, também ocorre a diminuição da espessura, desta vez pela redução quantitativa e qualitativa das fibras colágenas e elásticas, contribuindo para o surgimento de rugas mais finas. Progressivamente, surgem marcas mais profundas que decorrem da diminuição da

hipoderme e da massa muscular subjacente (Wyngaarden; Smith; Bennett, 1993; Khavkin, 2011; Jenkins, 2002; Caloy, 2011 apud Fortes; Suffredini, 2014).

Outra manifestação importante, proveniente do processo do envelhecimento cutâneo, é a queda do aporte sanguíneo, que gera morte celular de componentes essenciais para as funções desempenhadas pela pele. A cada espaço de tempo, são perdidos de 10% a 20% de melanócitos ativos por década, o que a deixa mais propensa ao desenvolvimento de manchas solares (Kede; Sabatovick, 2004; Junqueira; Carneiro, 2008 apud Bernardo; Santos; Silva, 2019).

A redução da espessura, da elasticidade e da hidratação afetam a função sensorial da pele do idoso. Como os corpúsculos de Meissner e os corpúsculos de Pacini se tornam mais escassos e menos funcionais, a capacidade de percepção do tato leve e de pressão mais profunda são atingidas, levando à certas limitações em relação às defesas e respostas aos estímulos do ambiente (Padilha-Gonçalves, 1991; Ortolan et al., 2013; Oriá et al., 2003 apud Neto et al. 2021).



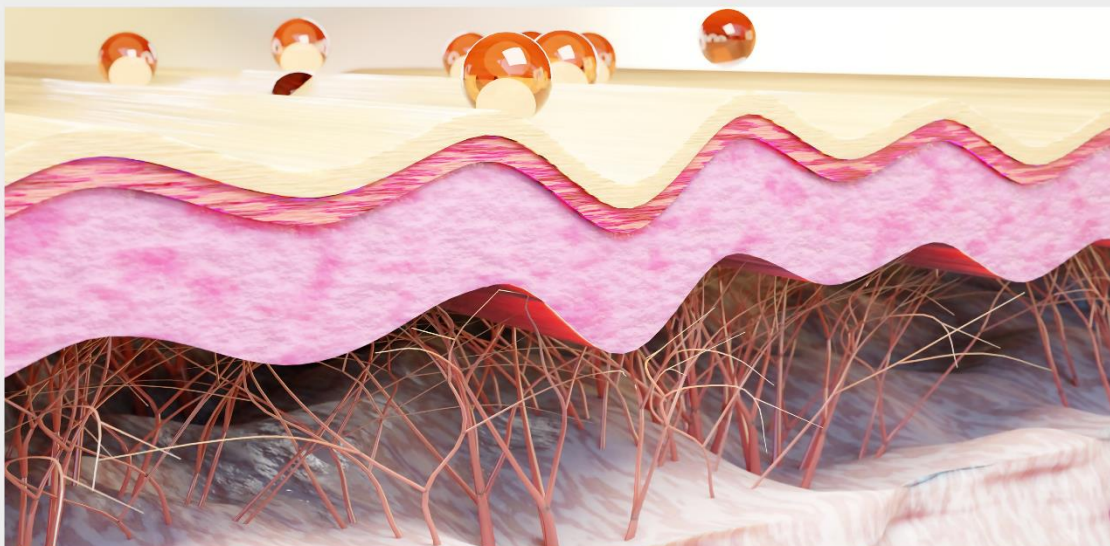
INTRODUÇÃO

Todas as alterações que aparecem na pele, conforme o organismo envelhece, resultam de vários fatores, dentre os quais, aqueles considerados cronológicos ou intrínsecos determinam mudanças na estrutura do órgão em razão do tempo e da idade, são influenciados por condicionantes genéticos, acúmulo de danos ao DNA, declínio da capacidade de renovação e dos mecanismos de reparo da célula, além da queda da produção de hormônios. Por conseguinte, além de não poderem ser evitados, afetam gradativamente a estrutura e a função da pele (Da Costa Pereira et al., 2019).

A atividade das células da pele passa a ocorrer mais lentamente e com os queratinócitos, os melanócitos e os fibroblastos apresentando baixa renovação celular, menor quantidade de melanina, colágeno e elastina passa a ser sintetizada, levando à perda de firmeza, elasticidade, hidratação e luminosidade da pele e culminando com o aparecimento de rugas, manchas e flacidez. Verifica-se, ainda, que com a redução da vascularização e da inervação da pele, a nutrição, a oxigenação e a sensibilidade da pele passam a ser comprometidas, contribuindo para um maior ressecamento e fragilidade da pele, o que pode até comprometer a função de defesa do órgão (Rodrigo; Mayer-da-Silva; Freitas, 1990).

Com o desequilíbrio hormonal, que é acentuado na mulher durante a menopausa e no homem na andropausa, ocorre a produção insuficiente de sebo, de suor e de ácido hialurônico, substâncias responsáveis pela lubrificação, pela termorregulação e pela hidratação da pele. Tal mudança também interfere na distribuição de gordura corporal, levando a um quadro de atrofia ou hipertrofia da pele em algumas regiões (Costa, 2018).

Uma das teorias do envelhecimento mais difundida é a teoria do encurtamento dos telômeros. Ela considera que o processo é causado pelo encurtamento dos telômeros, sequências repetitivas que fazem parte das extremidades do DNA em eucariotos que protegem o DNA de danos e mutações. Os telômeros encurtam a cada divisão celular, e quando alcançam um determinado comprimento, a célula perde o potencial de se dividir e entra em senescência. No entanto, algumas células como as germinativas, as células-tronco e as cancerígenas contêm a telomerase, uma enzima que adiciona repetições de bases de DNA telomérico aos telômeros, diferentemente das células somáticas que quase não expressam esta enzima (Mota; Figueiredo; Duarte, 2004).



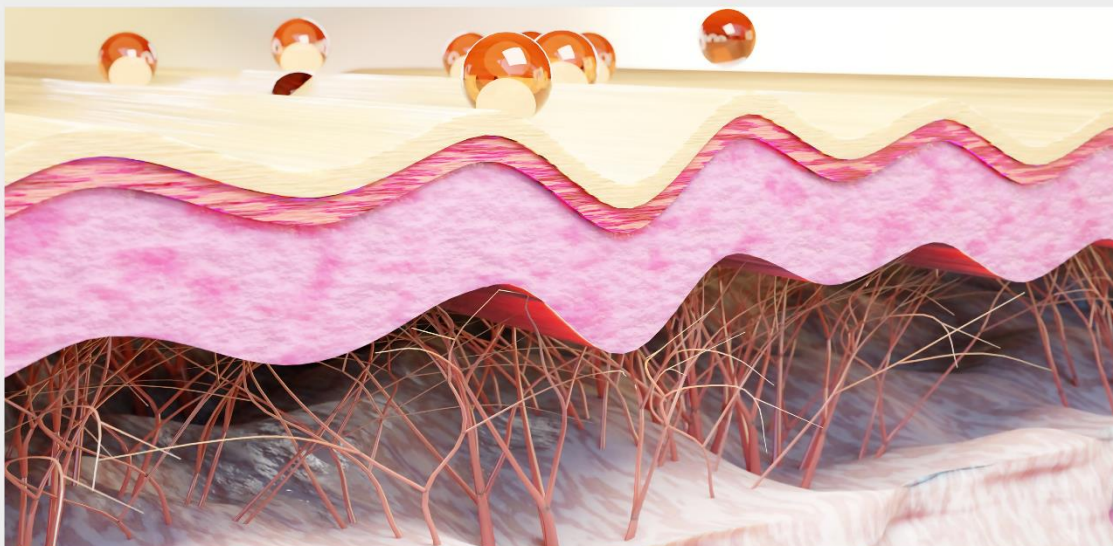
INTRODUÇÃO

Para entender como os radicais livres são formados é importante a compreensão de alguns pontos relacionados ao metabolismo energético, essencialmente, sobre a última etapa da respiração celular, quando a célula precisa de oxigênio para a realização da fosforilação oxidativa. Neste processo que ocorre na membrana interna da mitocôndria, participam o NADH e FADH₂ como doadores de elétrons, a cadeia transportadora de elétrons, o oxigênio comoceptor final e a ATP sintase (Opentax.org, 2023)

Inicia quando o NADH doa elétrons para o complexo I, proteína da cadeia transportadora de elétrons, fazendo com que a proteína bombeie prótons para o espaço intermembranar. Como se fosse um atalho, o FADH₂, menos reativo que o NADH, doa elétrons para o complexo II, onde serão sequencialmente transportados por um carreador de elétrons até o complexo III, a ubiquinona (Q), ao percorrerem este complexo, fazendo com que mais íons H⁺ sejam bombeados através da membrana e os elétrons são entregues ao citocromo C, outro carreador que fará o transporte dos elétrons até o complexo IV e deste para o O₂, que se divide em dois átomos de O e ao receberem os prótons forma duas moléculas de H₂O (Opentax.org, 2023).

A partir do gradiente eletroquímico formado pelos íons H⁺ no espaço intermembranar, a enzima ATP sintase consegue converter ADP e fosfato inorgânico (Pi) em ATP, que será utilizado para o fornecimento de energia para a célula. Mas o que também pode acontecer nesse processo é a formação de subprodutos, os radicais livres, que podem ser úteis para combater agentes infecciosos como vírus e bactérias, mas que em excesso causam perturbações à homeostase da célula, colaborando para o envelhecimento e para o desenvolvimento de algumas doenças, como o câncer (Silverthorn, 2017; Vital et al., 2018).

Assim, os fatores genéticos e étnicos que condicionam o envelhecimento cutâneo são acompanhados por outros determinantes externos que podem acelerar alguns dos efeitos degenerativos decorrentes da passagem do tempo ou desencadear consequências especificamente relacionadas a eles. Portanto, há evidências que o estilo de vida se associa aos demais fatores do envelhecimento interferindo nos mecanismos epigenéticos, como: metilação do DNA, expressão de RNAmi e acetilação de histonas (Steiner; Addor, 2014).



INTRODUÇÃO

A radiação solar é considerada a principal forma de interferência ambiental como fator de envelhecimento da pele, pois os raios UVA e UVB podem ocasionar danos nas células de componentes estruturais importantes da cútis. Entretanto, não se pode negligenciar elementos de interesses, como o tabagismo, o álcool, o estresse, a alimentação, a poluição, entre outros (Steiner; Addor, 2014).

Em fumantes, por exemplo, a pele é mais seca, pálida e as rugas são mais profundas, pois o hábito de fumar ocasiona prejuízos na microvascularização, interfere na diferenciação dos queratinócitos, é tóxico aos fibroblastos, induz mutações no DNA, tem efeito na musculatura facial e pode causar problemas mais sérios como o câncer (Steiner; Addor, 2014).

Quanto ao álcool, acredita-se que ele acelera o encurtamento dos telômeros e favorece o surgimento de tumores malignos. Por sua vez, a obesidade, associada à resistência à insulina e a elevação do índice glicêmico, está na lista de fatores externos que prejudicam a saúde da pele e interfere negativamente no processo de envelhecimento. Enquanto uma dieta rica em gorduras favorece a produção de mediadores pró-inflamatórios que acentuam os danos causados pelo excesso de radicais livres,

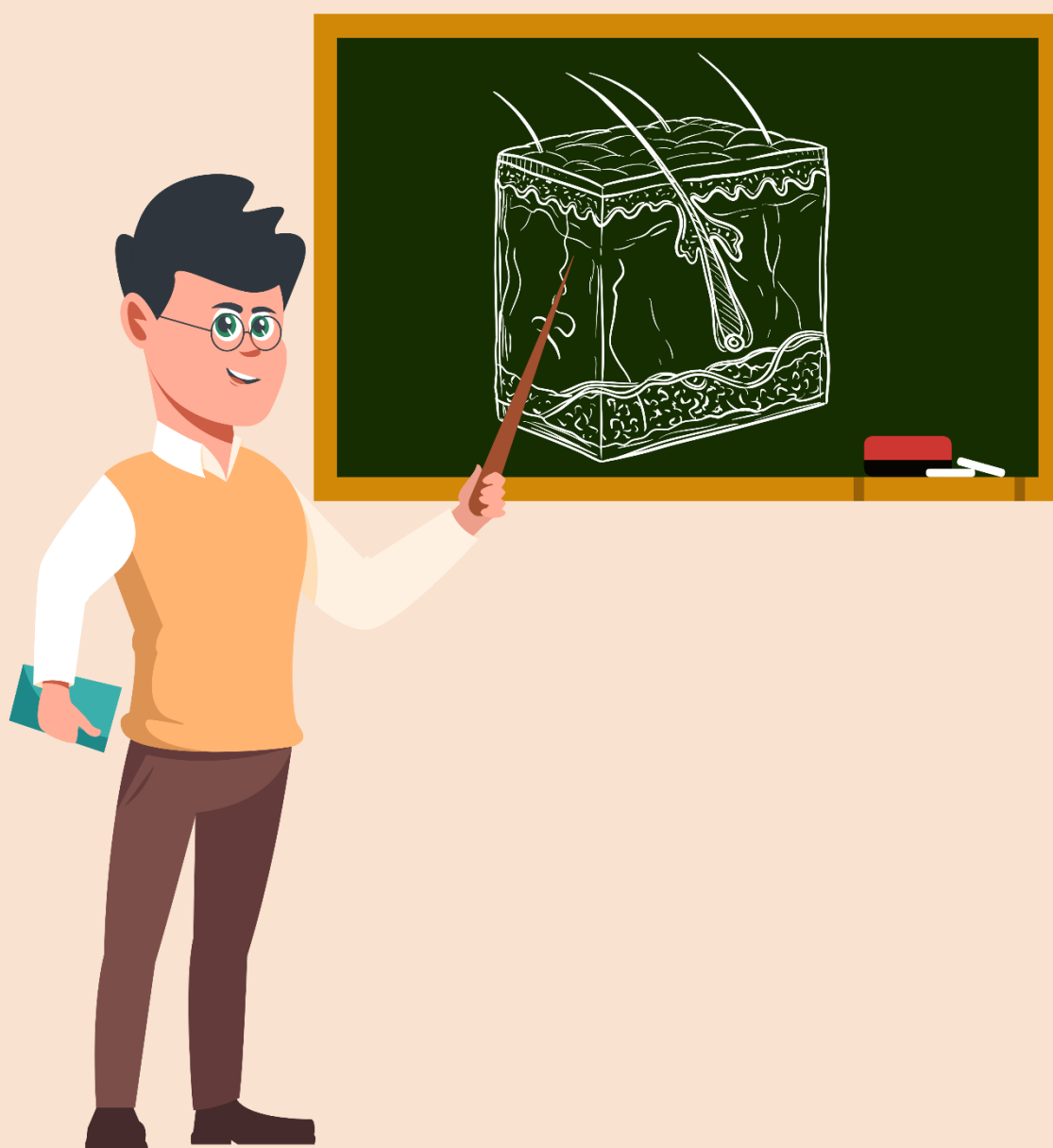
uma alimentação balanceada, com a disponibilidade dos nutrientes em níveis adequados ajudam no bom funcionamento da pele e da saúde como um todo (Steiner; Addor, 2014).

De forma semelhante age a poluição e o estresse, que também são fatores que contribuem para o envelhecimento extrínseco da pele. Estes fatores contribuem para a formação de radicais livres que danificam as células da pele, levando a rugas, manchas e outros sinais de envelhecimento. E para combatê-los o corpo produz antioxidantes que ajudam a neutralizá-los. E além disso é possível que o uso de cosméticos antioxidantes tópicos e filtro solar como fotoprotetor ajudem a combater os radicais livres e proteger a pele dos danos causados pelos fatores extrínsecos. Sendo importante manter uma alimentação rica em antioxidantes, rica em vitaminas, praticar regularmente atividade física, procurar mecanismos de combate ao estresse e ter regularmente um sono de qualidade (Teston; Nardino; Pivato, 2010).

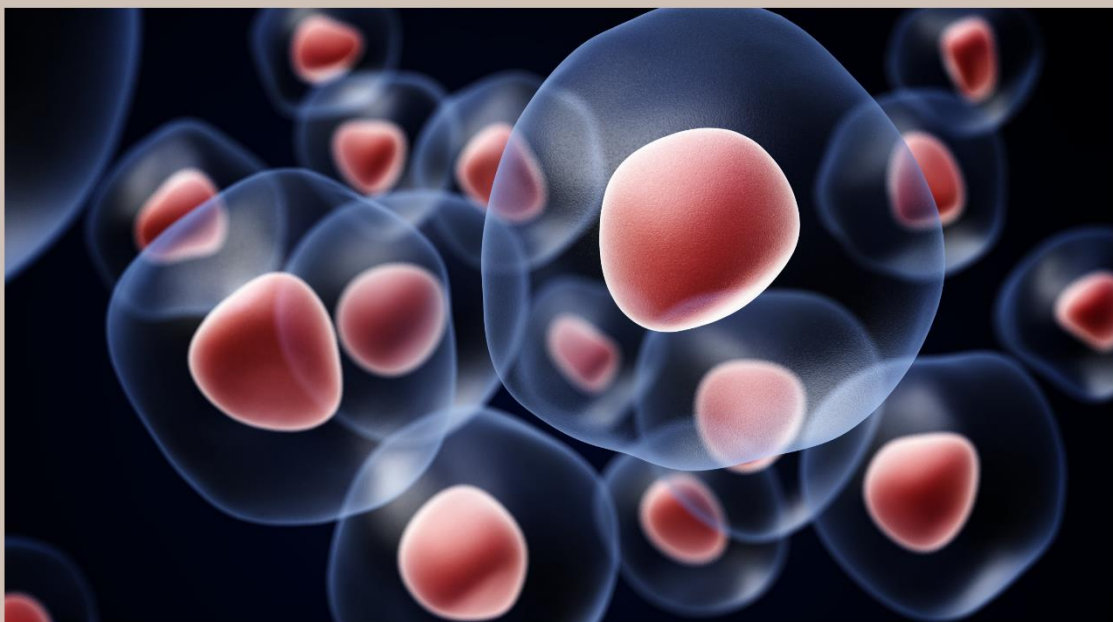


PROPOSTA DE AULAS

ENVELHECIMENTO DA PELE: UMA ABORDAEM INVESTIGATIVA



INFORMAÇÕES GERAIS



SÉRIE SUGERIDA

3º Série do Ensino Médio

TEMPO

8 aulas com duração máxima de 45 minutos

TEMÁTICA PRINCIPAL

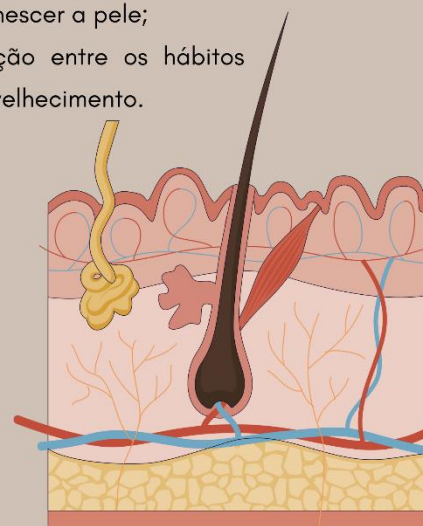
Envelhecimento da pele

CONTEÚDOS CONCEITUAIS

1. Pele (características e funções);
2. Envelhecimento (fatores intrínsecos e extrínsecos)
3. Envelhecimento celular (encurtamento de telômeros e teoria dos radicais livres);
4. Terapias antienvelhecimento

OBJETIVOS

1. Descrever os aspectos histológicos da pele jovem;
2. Identificar as alterações cutâneas causadas pelo envelhecimento nos níveis micro e macroscópico;
3. Conhecer os fatores responsáveis pelo envelhecimento da pele;
4. Discutir com base na ciência a efetividade dos produtos que prometem rejuvenescer a pele;
5. Entender a relação entre os hábitos saudáveis e o envelhecimento.



AULAS 01 E 02

1º MOMENTO

Observação de fotografias (30 minutos sugeridos)

SIGA AS INSTRUÇÕES:

Caros estudantes, iniciaremos uma sequência didática sobre o envelhecimento da pele. Vamos começar de forma divertida: cada um deve tirar uma foto *selfie* e me enviar pelo *Padlet*. Em seguida, precisam me enviar a mesma foto submetida ao processo de envelhecimento por meio de aplicativo de celular para este fim, como o *FaceLab*, por exemplo, ou outra ferramenta que esteja disponível para smartphones, na versão gratuita. Após todos enviarem, faremos a análise e a comparação entre as fotos jovens e envelhecidas.



Observação: Antes de iniciar, prossiga para a atividade a seguir

ATIVIDADE 01

Objetivo: Análise de fotos e levantamento dos conhecimentos prévios

1) Respondam em grupos as questões a seguir:

- a) Quais são as principais mudanças que ocorrem durante o envelhecimento da pele?
- b) E quais são as prováveis causas do envelhecimento?

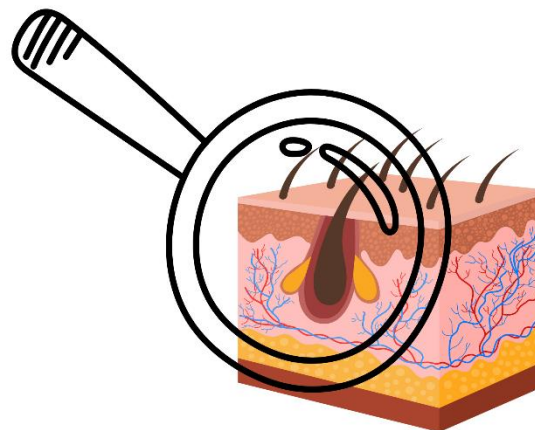
2) Discussão

- a) De forma oral, responda: quais as respostas de vocês para as questões do item anterior?
- b) Quais funções da pele serão afetadas pelo envelhecimento?
- c) Como o envelhecimento da pele afeta a qualidade de vida das pessoas?



AULAS 01 E 02

ATIVIDADE 02



Objetivo: Coleta de dados sobre a anatomia da pele através de pesquisa bibliográfica e observação de modelos didáticos.

Observações: Nesta etapa, cada grupo receberá uma questão para que possa respondê-la e apresentá-la para toda a turma

Questões Grupo 01 - Observe a Figura 01.

1) Com base na observação dos modelos didáticos e na pesquisa bibliográfica, respondam:

- Quais camadas formam a pele e como elas estão organizadas?
- Quais as funções de cada uma delas?

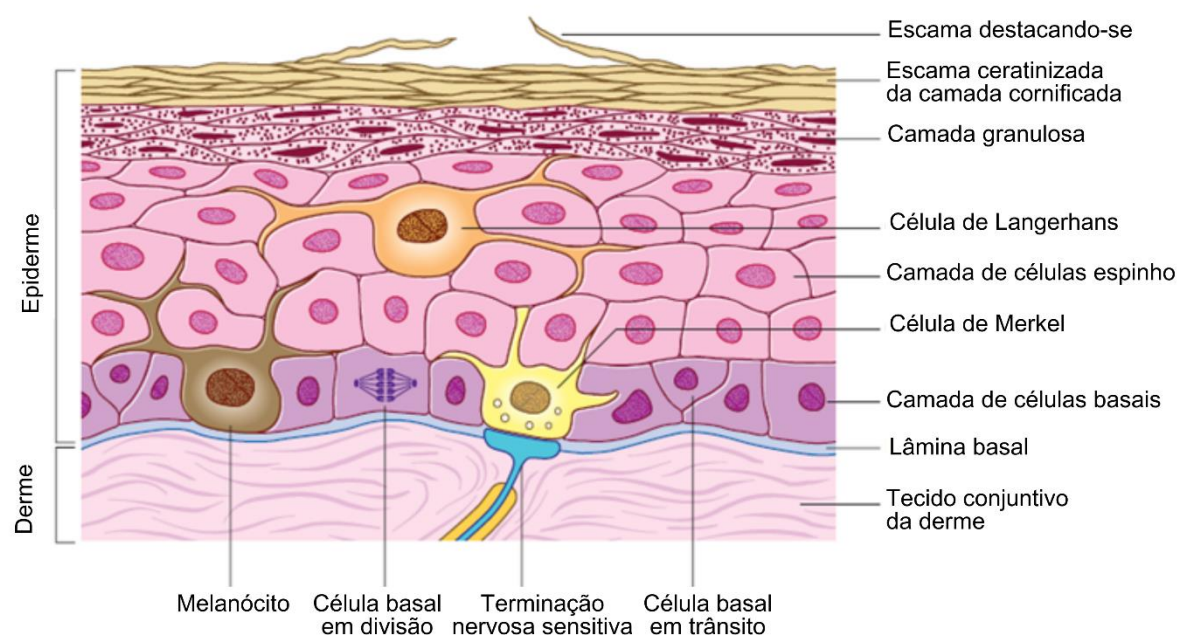
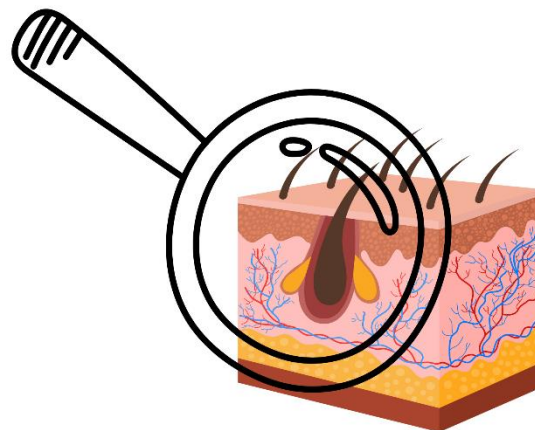


FIG. 02: ALGUMAS CÉLULAS DA EPIDERMES.
FONTE: DRAKE ET AL., 2015

AULAS 01 E 02

ATIVIDADE 02



Questões Grupo 02 – Observe a Figura 01.

- Quais células são encontradas na pele?
- Quais as funções de cada uma dessas células?

Questões Grupo 03 – Observe a Figura 02.

- Quais são os anexos da pele?
- Quais são as funções dos anexos da pele?

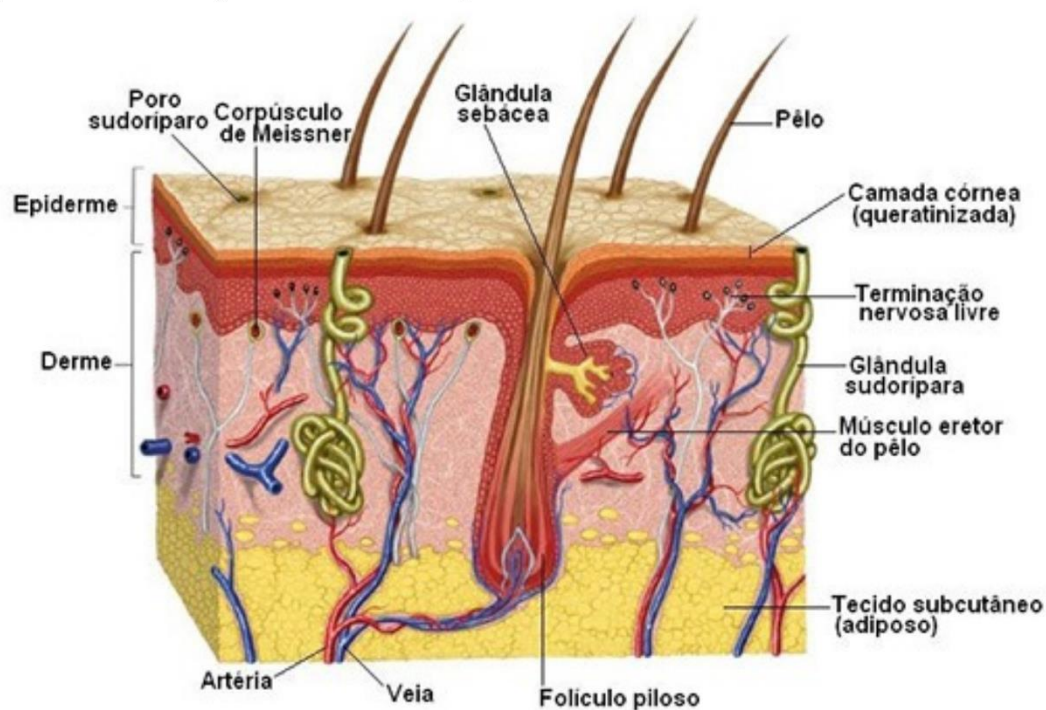
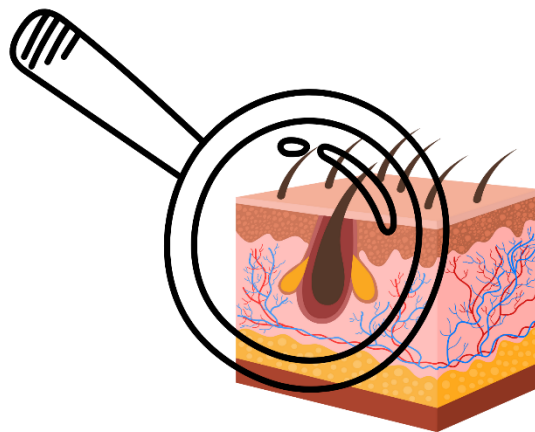


FIG. 03: CAMADAS DA PELE E ANEXOS.
 FONTE: [HTTPS://DRAROBERTAPACCOLA.COM.BR/INFORMACOES-UTEIS/A-PELE](https://drarobertapaccola.com.br/informacoes-uteis/a-pele)

AULAS 01 E 02

ATIVIDADE 02



Questões: Grupo 04

- Como a pele produz melanina?
- Como a melanina interfere no envelhecimento e na proteção da pele dos raios UV?

Questões: Grupo 05

- Quais são as implicações do envelhecimento da pele?
- Quais são os fatores que contribuem para o envelhecimento da pele?
- Como o envelhecimento da pele pode ser retardado?

Questões: Grupo 06

- Observando os modelos didáticos, façam um quadro comparativo indicando diferenças entre os dois modelos.
- Apresente para a turma qual dos modelos representa uma pele jovem e qual representa uma pele envelhecida. Justifiquem a resposta.

MATERIAIS

- Smartphone com internet;
- Aplicativo de envelhecimento facial;
- Notebook;
- Projetor de imagens;
- Fichas com as atividades;
- Cartolina;
- Canetas;
- Modelos didáticos



AULAS 01 E 02

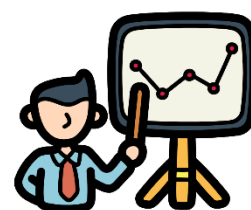
AVALIAÇÃO



A avaliação será do tipo formativa, utilizando como instrumento de coleta de dados os questionários impressos, a observação e as anotações quanto à participação e ao desempenho dos estudantes. Portanto, será um processo contínuo, cujo objetivo maior será identificar potencialidades e fragilidades dos discentes com relação à aprendizagem.

AULAS 03 E 04

1º MOMENTO



Aula expositiva

Iniciar a aula com o resgate das características estruturais da pele, fazendo associação com a fisiologia do órgão. Para tornar a aula mais atrativa é possível estabelecer comparações com o cotidiano ou com personagens do cinema, de séries de TV ou de histórias em quadrinhos. Portanto, pode propor que os estudantes imaginem que têm superpoderes e possuem uma armadura para protegê-los das ameaças do mundo, essa armadura é a pele.

Após os alunos sugerirem como deve ser essa armadura, o professor pode questioná-los se tais poderes não já existem, apresentando as funções da pele e a composição do órgão, da epiderme a hipoderme. Em seguida, falar sobre o envelhecimento, sobre as teorias e sobre as alterações que surgem a partir do processo.

Antes de falar sobre o processo do envelhecimento da pele, o professor pode perguntar sobre as teorias do envelhecimento, como a teoria do encurtamento dos telômeros e a teoria dos radicais livres. Assim, pode colocar como perguntas norteadoras: “Se nossos telômeros nunca encurtassem, seríamos sempre jovens? O que a cadeia respiratória tem a ver com o envelhecimento? E se o envelhecimento pode ser evitado?”

Após os alunos registrarem suas respostas em ficha apropriada, retomar a discussão e por meio da apresentação dos slides explicar as principais teorias utilizadas para explicar o envelhecimento.

Como exercício, sugere-se realizar perguntas relacionadas com a aula, uma forma mais dinâmica é utilizando recursos digitais, como os jogos eletrônicos na forma de quis. Nesta sequência, será utilizada a ferramenta do Quizizz.com. Por último, retomar as questões norteadoras para retomar o conhecimento aprendido nestas duas aulas por meio de breve discussão.

AULAS 05 E06



1º MOMENTO

Atividade em grupo: Análise de casos clínicos sobre problemas de pele relacionados com o envelhecimento.

MATERIAIS

- Cinco casos clínicos diferentes
- Papel e caneta para anotações
- Celulares com internet

INSTRUÇÕES

Com a turma dividida em grupos, entregar um estudo de caso para cada um deles. Solicitar que cada caso clínico seja estudado e após pesquisa utilizando os celulares os alunos devem identificar os componentes da pele envolvidos na situação descrita e como eles são afetados pelo envelhecimento. No formulário das atividades os estudantes devem apontar possíveis causas e soluções para o problema relatado. Por último, nos últimos 30 min de aula o professor realiza uma discussão ampla com toda a turma sobre cada caso sugerido.



CASOS CLÍNICOS

ATIVIDADE 01 - GRUPO 01 - 1º CASO



Para responder esta atividade, analise o caso clínico associado ao envelhecimento da pele e busque associá-lo com os conceitos trabalhados ao longo desta sequência didática.

Caso clínico: paciente do sexo feminino, 24 anos de idade, apresentando queixa de sinais de envelhecimento na pele. História clínica: relatouPara responder esta atividade, analise o caso clínico associado ao envelhecimento da pele e busque associá-lo com os conceitos trabalhados ao longo desta sequência didática. Caso clínico: paciente do sexo feminino, 24 anos de idade, apresentando queixa de sinais de envelhecimento na pele. História clínica: relatou durante a consulta que a pele estava apresentando manchas, rugas e que a pele estava mais fina e seca. A paciente não tem histórico de pessoas na família com problemas de pele, não fuma, não ingere bebida alcoólica, mas tem frequentemente se exposto à radiação solar devido ao seu trabalho como entregadora de panfletos na rua, sem utilização de protetor solar e sem utilizar vestimentas adequadas para a proteção do órgão. Tem como sintomas: rugas em torno dos olhos, melanose solar, pele avermelhada na região do nariz, vasos sanguíneos aparentes, além de pele seca e descamando.

QUESTÕES

- Quais os sinais de envelhecimento foram apresentados pela paciente?
- O caso apresentado tem mais relação com o envelhecimento intrínseco ou extrínseco? Justifique sua resposta.
- Qual a causa da melanose solar que a paciente apresenta?
- Por que o fotoenvelhecimento deixa a pele mais fina e ressecada?
- Como propor um tratamento eficaz para a paciente considerando os fatores que causaram os sintomas?



CASOS CLÍNICOS

ATIVIDADE 02 - GRUPO 02 - 2º CASO



Para responder esta atividade, analise o caso clínico associado ao envelhecimento da pele e busque associá-lo com os conceitos trabalhados ao longo desta sequência didática.

Caso clínico: paciente com 30 anos de idade, do sexo masculino, cabelos grisalhos desde os 13 anos, apresentando queda de cabelo, pele enrugada, anorexia, voz estridente, osteoporose, problemas renais e no coração, características da face afiadas e envelhecimento acelerado. Na família há relatos de casos de Síndrome de Werner.

QUESTÕES

- a) O que causa a Síndrome de Werner já diagnosticada em outros familiares do paciente?
- b) Quais são os sintomas que caracterizam a Síndrome de Werner?
- c) Como as síndromes progeróides ajudaram a compreender o envelhecimento?
- d) Como os fatores genéticos podem interferir no envelhecimento da pele?



CASOS CLÍNICOS

ATIVIDADE 03 - GRUPO 03 - 3º CASO



Para responder esta atividade, analise o caso clínico associado ao envelhecimento da pele e busque associá-lo com os conceitos trabalhados ao longo desta sequência didática.

Caso clínico: paciente do sexo feminino, com 52 anos de idade, queixando-se da aparência da pele e de recorrentes infecções no órgão. Apresenta a pele mais seca, há pelo menos cinco anos, tem acantose na região do pescoço, exibe acrocórdons no pescoço e na axila, além disso, a dosagem de alguns hormônios esteroides está com níveis muito abaixo do esperado para a idade da paciente. Ainda faz uso de medicação para diabetes do tipo 2, não pratica atividade física, tem alimentação rica em gorduras e carboidratos além de relatar que frequentemente tem insônia.

QUESTÕES

- Quais as complicações cutâneas mais comuns associadas ao diabetes?
- Como o estilo de vida interfere no envelhecimento da paciente?
- Como sugerir mudanças nos hábitos da paciente para melhorar a saúde da pele?
- Como a diminuição dos hormônios esteroides tem afetado a saúde da pele da paciente?



CASOS CLÍNICOS



ATIVIDADE 04 - GRUPO 04 - 4º CASO

Para responder esta atividade, analise o caso clínico associado ao envelhecimento da pele e busque associá-lo com os conceitos trabalhados ao longo desta sequência didática.

Caso clínico: paciente do sexo feminino, 55 anos de idade, procurou consultório para melhorar o aspecto da sua pele. A paciente é fumante, tem rugas profundas na face, especialmente ao redor da boca e dos olhos, além de apresentar manchas no pescoço, exibe área da pele despigmentadas e ressecadas. Afirmou que é fumante e ingere bebida alcoólica com frequência.

QUESTÕES

- a) Quais as causas naturais para o surgimento das rugas?
- b) Qual o fator ambiental relatado que está associado com o envelhecimento precoce?
- c) O que leva a formação de manchas escuras na pele?
- d) Como os fatores extrínsecos afetam a produção de colágeno e de elastina?



CASOS CLÍNICOS

ATIVIDADE 05 - GRUPO 05 - 5º CASO



Para responder esta atividade, analise o caso clínico associado ao envelhecimento da pele e busque associá-lo com os conceitos trabalhados ao longo desta sequência didática.

Caso clínico: paciente do sexo masculino, 34 anos, queixando-se da pele mais ressecada, queda excessiva de cabelo, rosto mais flácido, perda de gordura facial, treina corrida intensivamente ao ar livre todas as tardes, faz musculação e utiliza anabolizantes.

QUESTÕES

- a) Como os hábitos do paciente interferem no envelhecimento?
- b) Quais fatores contribuem para a produção de radicais livres?
- c) Como os radicais livres interferem no envelhecimento?
- d) Qual a relação entre a prática de atividades físicas e o envelhecimento?
- e) O que pode ser feito para retardar o processo de envelhecimento da pele relacionado ao caso do paciente?



AULAS 07 E 08

MATERIAIS

- *Data-show*
- *Notebook*

INSTRUÇÕES

Ao longo da sequência didática os estudantes puderam conhecer os principais atributos da pele e do envelhecimento, destacando causas, teorias do envelhecimento, conceitos biológicos e impactos na saúde e fisiologia da pele. Espera-se que na primeira etapa eles adquiram o embasamento teórico para que apliquem os conceitos em situações práticas sobre questões complexas referentes ao envelhecimento da pele. Após essa etapa de aquisição de conhecimento científico sobre a temática eles foram apresentados à metodologia de estudos de casos e foram oportunizados a refletirem e a compreender de forma prática as condições relatadas por pacientes fictícios. Após a sessão teórica, os alunos foram divididos em grupos para identificar os sinais, sintomas e fatores que interferem no envelhecimento da pele. Com a discussão em grupos em sala de aula, na etapa anterior, os alunos compartilharam percepções para cada caso, e os colegas de sala tiveram a chance de apresentar sugestões para complementar as informações de acordo com cada situação-problema. Como etapa conclusiva, sugere-se que sejam realizadas apresentações na forma de slides para que haja a comunicação oral de cada solução sugerida para os problemas analisados. Nas apresentações eles podem trabalhar as habilidades de diagnóstico e formulação de planos de tratamento, além de exercitarem a capacidade de aplicação prática dos aprendizados teóricos sobre envelhecimento da pele, revelando a efetividade da construção da aprendizagem significativa dentro de uma abordagem investigativa. A discussão também é oportuna para que os alunos se posicionem quanto a temática objeto de estudo e a efetividade das atividades planejadas na vertente investigativa.



REFERÊNCIAS

BERNARDO, A. F. C., SANTOS, K. D., & SILVA, D. P. D. (2019). Pele: alterações anatômicas e fisiológicas do nascimento à maturidade. *Revista Saúde em foco*, 1(11), 1221-33.

CARBINATTO, Fernanda Mansano; COELHO, Vitória Helena Maciel. Feridas: um desafio para a saúde pública. São Carlos: Instituto de Física de São Carlos - IFSC. 2019. Disponível em: <<https://www.ifsc.usp.br/cepof/wp-content/uploads/2023/06/Feridas-um-desafio-para-saude-publica.pdf#page=17>> Acesso em: 04 nov. 2023.

COSTA, Arminda Patrícia Oliveira. Fitoterapia - O elixir da juventude da pele. 2018. Dissertação de Mestrado.

FORTES, Tais Masotti Lorenzetti; SUFFREDINI, Ivana. Barbosa. (2014). Avaliação de pele em idoso: revisão da literatura. *J Health Sci Inst*, 32(1), 94-101. Disponível em: <http://repositorio.unip.br/wp-content/uploads/2014/03/34088/35781/V32_n1_2014_p94a101.pdf> Acesso em: 04 nov. 2023.

FOSFORILAÇÃO OXIDATIVA. Opentax.org, 2023. Disponível em: <<https://openstax.org/books/biology/pages/1-introduction>> Acesso em: 05 nov. 2023.

DA COSTA PEREIRA, Jaqueline; NEVES, Monike Caboclo; FERREIRA, Maria Rosangela da Silva; MARTINEZ, Viviane dos Santos; DE FREITAS, Thalita Carla Carvalho.; TALHATI, Fernanda. Envelhecimento cutâneo e os cuidados estéticos na pele masculina. 2019. *Revista Pesquisa e Ação*, 5(1), 26-34.

MOTA, Maria. Paula; FIGUEIREDO, Pedro A.; DUARTE, José Alberto. Teorias biológicas do envelhecimento. *Revista portuguesa de ciências do desporto*, v. 4, n. 1, p. 81-110, 2004.

NETO, Antônio Viana Neves.; DRUMOND, Ktity Nardy.; LUBIANA, Aline.; SILVEIRA, Ana Luiza Souza da; SILVA, Fabricia Araújo e; MOREIRA, Gustavo Neves; JÚNIOR, Marco Aurélio Moreira; BARROS, Patrícia Peres de; OLIVEIRA, Márcia Farsura de. Relação entre o uso de telas e o envelhecimento da pele: atualização clínica. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, v. 13, n. 5, p. e7410, 19 maio 2021.

RODRIGO, F. Guerra; MAYER-DA-SILVA, A. J.; FREITAS, J. Pedro. (1990). Envelhecimento cutâneo. Fisiopatologia e perspectiva clínica. *Acta Médica Portuguesa*, 3(5), 311-8.

SILVERTHORN, Dee Unglaub. Fisiologia Humana: uma Abordagem Integrada, 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TESTON, Ana Paula; NARDINO, Deise; PIVATO, Leandro. Envelhecimento cutâneo: teoria dos radicais livres e tratamentos visando a prevenção e o rejuvenescimento. *Uningá Review*, v. 1, n. 1, 2010.

VITAL, Ana Carolina Pelaes, SARAIVA, Bianka Rocha, DA SILVA, Lucas Henrique Maldondo, PINTRO, Paula Toshimi Matumoto. Ingredientes funcionais e seus benefícios a saúde humana. *Revista PubSaude*. 2018.

GANCEVICIENE, Ruta; LIAKOU; Aikaterini I.; THEODORIDIS; Athanasios MAKRANTONAKI; Eugenia, ZOUBOULIS, Christos C. Skin anti-aging strategies. *Dermatoendocrinol*. 2012 Jul 1;4(3):308-19. doi: 10.4161/derm.22804. PMID: 23467476; PMCID: PMC3583892.

MANUAL DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA

AGRADECIMENTOS

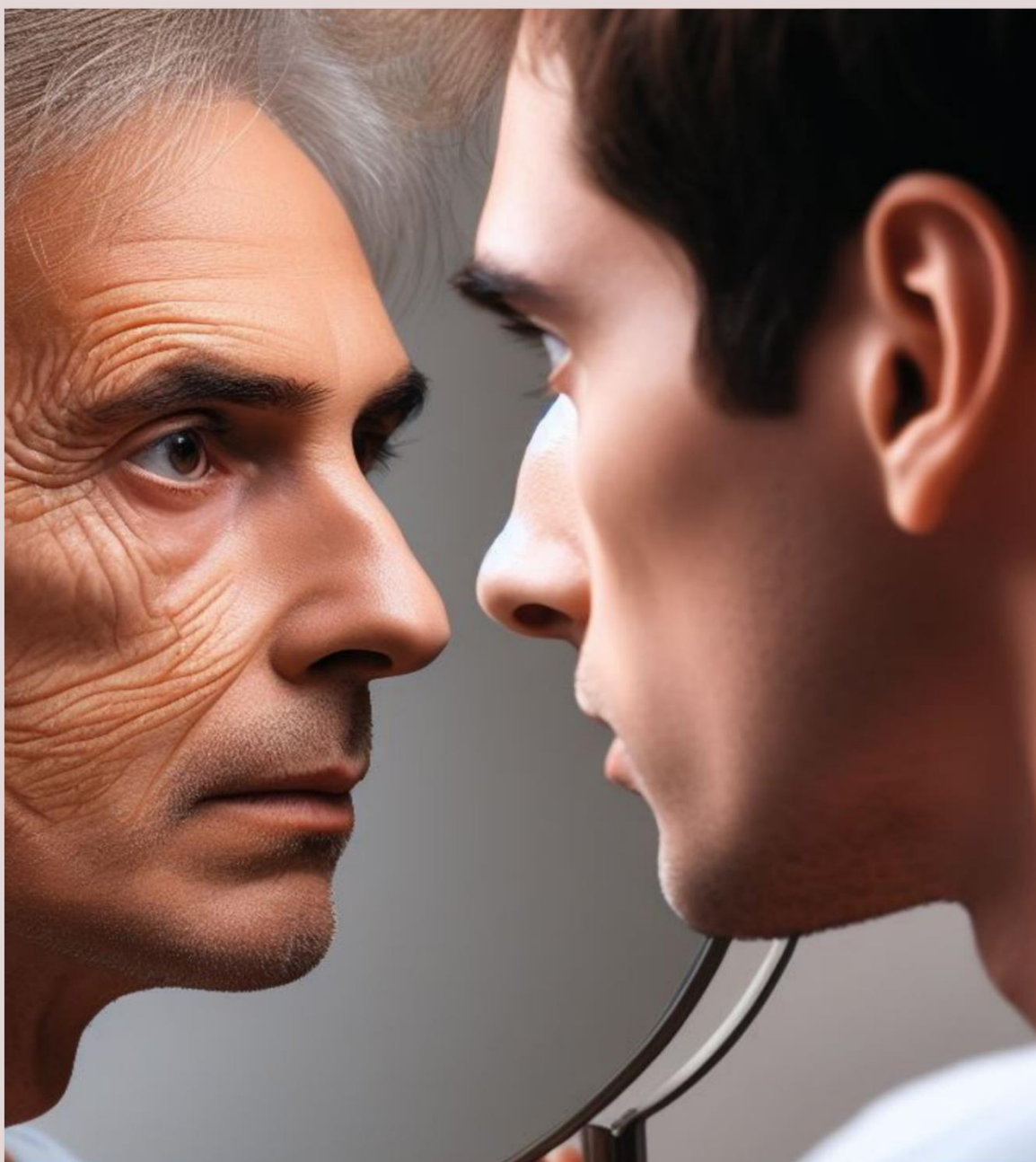
À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, pelo apoio na realização do trabalho.



U F *m* G



E-BOOK DIDÁTICO PARA ALUNOS



ENVELHECIMENTO DA PELE

UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA

Por Kayo César Araújo da Nóbrega
Orientadora: Vivyanne Falcão Silva da Nóbrega

QUERIDO ALUNO,

O e-book educativo ENVELHECIMENTO DA PELE: uma abordagem investigativa, é parte do meu trabalho de conclusão do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, PROFBIO/UFPB. O conteúdo deste material foi elaborado para alunos da 3ª Série do Ensino Médio, e tem como finalidade abordar o conteúdo de biologia envolvido no processo de envelhecimento da pele.

Tem como proposta possibilitar a contextualização de alguns conceitos biológicos relacionados com o tema do envelhecimento da pele de uma forma envolvente. Utilizando-se da observação e da análise de imagens e modelos didáticos. Este material permite que os estudantes conheçam as características e funções dos componentes da pele nos diferentes estágios do desenvolvimento. Com a proposição de questões problemas e de estudos de casos, vocês serão levados a trabalhar de forma investigativa a aprendizagem dos fatores que agem no envelhecimento cutâneo, onde o embasamento teórico e a proposição de hipóteses contribuirão para a construção do conhecimento que tenderá a se tornar mais sólido a partir da prática da comunicação oral, etapa importante do fazer científico.

Assim, a compreensão sobre os efeitos do tempo sobre a pele e a importância dos cuidados com o órgão, ocorrerá de forma progressiva, por meio de atividades sociointeracionistas, onde vocês, alunos, serão protagonistas ao lado do professor. A partir do planejamento das atividades a serem desenvolvidas, este e-book material busca estimular a curiosidade, a produção de dados com base no levantamento das hipóteses, a confirmação dos resultados através das conexões com o embasamento teórico, a discussão dos resultados obtidos através da comunicação oral, além de realizar a avaliação do processo por meio dos critérios de participação e desempenho dos discentes frente às atividades investigativas.

A abordagem investigativa apresentada colabora com o protagonismo estudantil e contribui com o desenvolvimento das competências cognitiva, socioemocional e comunicativa. De modo sugestivo destaca-se que esta SD pode sofrer adaptação de acordo com cada contexto escolar, desde que preserve como pressupostos a aprendizagem ativa e significativa e que as atividades promovam a reflexão sobre o envelhecimento da pele considerando os aspectos biológicos e a importância da adoção de bons hábitos para que se tenha uma vida longa e saudável.

Desejo a você, aluno, uma excelente experiência!

Kayo César Araújo de Nóbrega

CONTEÚDO

01

Introdução:

1. Funções da pele
2. Processo de envelhecimento
3. Por quê envelhecemos?
 - a. Encurtamento dos telômeros
 - b. Produção de radicais livres
4. Fatores do envelhecimento



02

Envelhecimento da pele, uma abordagem investigativa

Atividade 1: Como seria você alguns anos mais velho(a)?

Atividade 2: Investigação da anatomia da pele

03

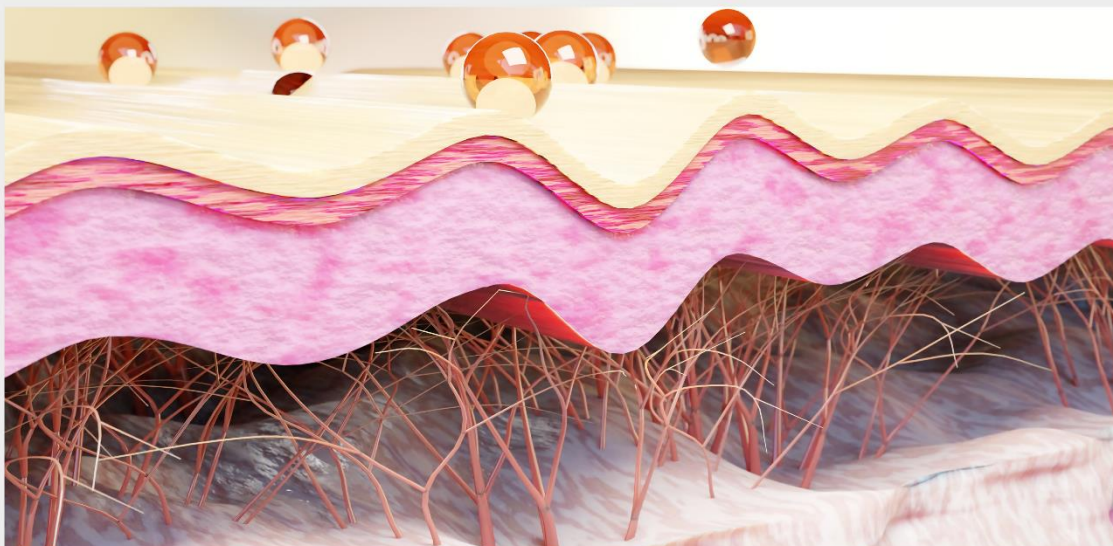
Momento aula expositiva

Atividade do Quizizz

Estudo de casos clínicos

04

Atividade de encerramento: apresentação oral
sobre as análises dos casos clínicos



INTRODUÇÃO

1. FUNÇÕES DA PELE

A pele é um órgão que atua no equilíbrio do organismo humano, pois ajuda na manutenção das defesas contra agentes externos, tais como patógenos, substâncias químicas nocivas ao corpo e age na proteção de alguns processos físicos como a radiação ultravioleta. Além da função protetiva, é um órgão que participa da regulação térmica por meio da transpiração e vasodilatação ou vasoconstrição, ajuda no equilíbrio hídrico, participa da síntese de vitamina D importante no metabolismo do cálcio e da sensação tátil.

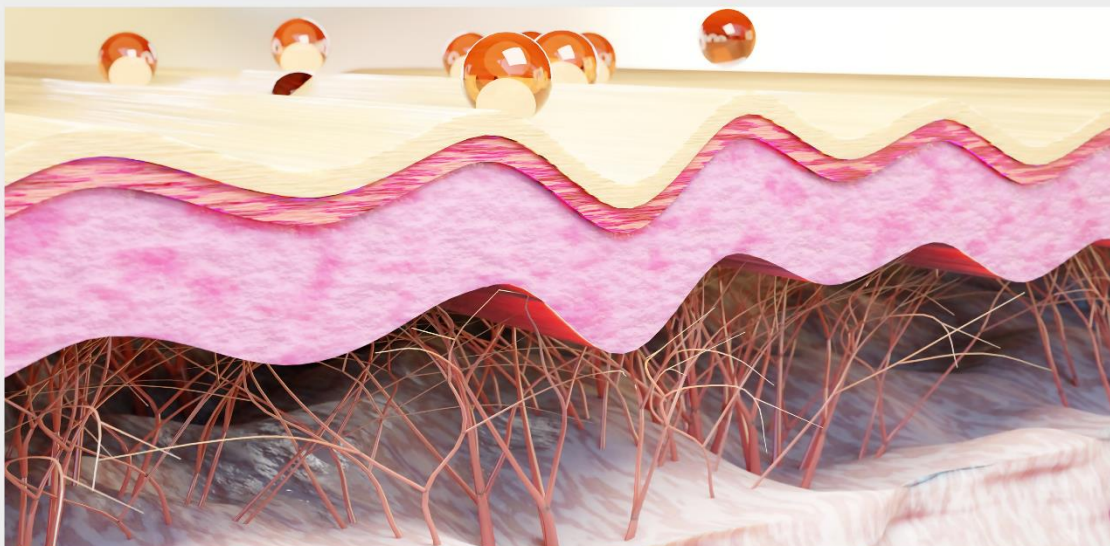
2. PROCESSO DE ENVELHECIMENTO

A pele sofre algumas transformações no processo de envelhecimento, como as modificações da anatomia do órgão. A epiderme, camada mais superficial da pele, sofre com a diminuição da capacidade de proliferação das células, deixando-a mais fina e propensa a algumas infecções que acometem a região. Enquanto isso na derme, também ocorre a diminuição da espessura, desta vez pela redução quantitativa e qualitativa das fibras colágenas e elásticas, contribuindo para o surgimento de rugas mais finas. Progressivamente, surgem marcas mais profundas que decorrem da diminuição da hipoderme e da massa muscular subjacente.

Outra manifestação importante, proveniente do processo do envelhecimento cutâneo, é a queda do aporte sanguíneo, que gera morte celular de componentes essenciais para as funções desempenhadas pela pele. A cada espaço de tempo, são perdidos de 10% a 20% de melanócitos ativos por década, o que a deixa mais propensa ao desenvolvimento de manchas solares.

A redução da espessura, da elasticidade e da hidratação afetam a função sensorial da pele do idoso. Como os corpúsculos de Meissner e os corpúsculos de Pacini se tornam mais escassos e menos funcionais, a capacidade de percepção do tato leve e de pressão mais profunda são atingidas, levando à certas limitações em relação às defesas e respostas aos estímulos do ambiente.

Todas as alterações que aparecem na pele, conforme o organismo envelhece, resultam de vários fatores, dentre os quais, aqueles considerados cronológicos ou intrínsecos determinam mudanças na estrutura do órgão em razão do tempo e da idade, são influenciados por condicionantes genéticos, acúmulo de danos ao DNA, declínio da capacidade de renovação e dos mecanismos de reparo da célula, além da queda da produção de hormônios. Por conseguinte, além de não poderem ser evitados, afetam gradativamente a estrutura e a função da pele.



INTRODUÇÃO

A atividade das células da pele passa a ocorrer mais lentamente e com os queratinócitos, os melanócitos e os fibroblastos apresentando baixa renovação celular, menor quantidade de melanina, colágeno e elastina passa a ser sintetizada, levando à perda de firmeza, elasticidade, hidratação e luminosidade da pele e culminando com o aparecimento de rugas, manchas e flacidez. Verifica-se, ainda, que com a redução da vascularização e da inervação da pele, a nutrição, a oxigenação e a sensibilidade da pele passam a ser comprometidas, contribuindo para um maior ressecamento e fragilidade da pele, o que pode até comprometer a função de defesa do órgão.

Com o desequilíbrio hormonal, que é acentuado na mulher durante a menopausa e no homem na andropausa, ocorre a produção insuficiente de sebo, de suor e de ácido hialurônico, substâncias responsáveis pela lubrificação, pela termorregulação e pela hidratação da pele. Tal mudança também interfere na distribuição de gordura corporal, levando a um quadro de atrofia ou hipertrofia da pele em algumas regiões.

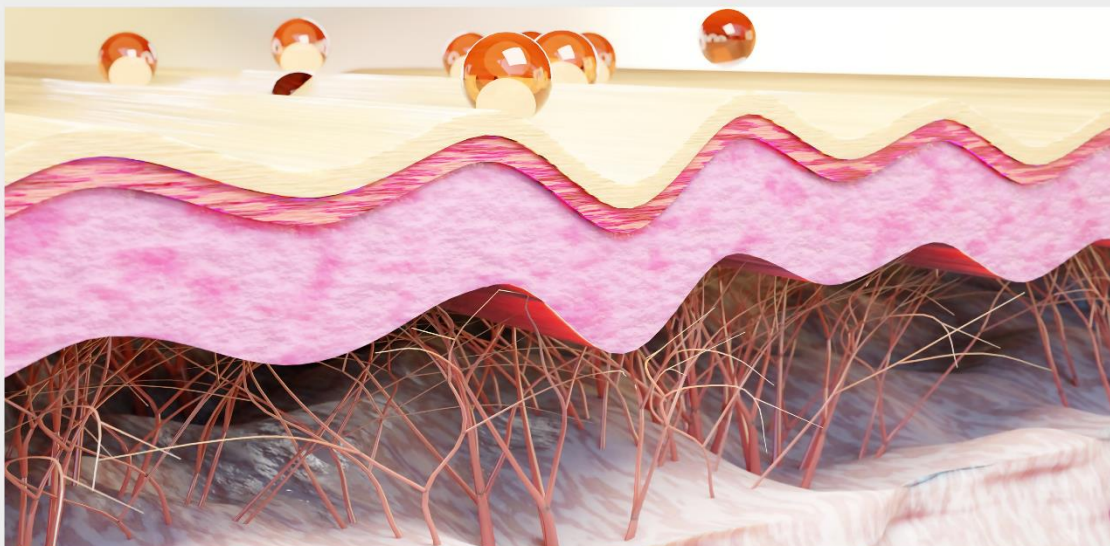
3. POR QUÊ ENVELHECEMOS?

3.1 ENCURTAMENTO DOS TELÔMEROS

A teoria do encurtamento dos telômeros é uma explicação comum para o envelhecimento. Telômeros, sequências repetitivas no DNA que protegem contra danos, encurtam a cada divisão celular. Quando atingem um comprimento crítico, as células entram em senescência, perdendo a capacidade de se dividir. Células especiais, como germinativas, células-tronco e cancerígenas, têm a telomerase, uma enzima que preserva os telômeros. Ao contrário das células somáticas, que expressam pouco essa enzima, essas células podem manter seu potencial de divisão.

3.2 PRODUÇÃO DE RADICAIS LIVRES

Compreender a formação de radicais livres está intrinsecamente ligado ao metabolismo energético celular. Um aspecto crucial é a fase final da respiração celular, onde a célula, para realizar a fosforilação oxidativa, depende do oxigênio. Vamos explorar os pontos-chave desse processo na membrana interna da mitocôndria, envolvendo NADH, FADH₂, a cadeia transportadora de elétrons, o oxigênio e a ATP sintase.



INTRODUÇÃO

Durante a respiração celular, o NADH e o FADH₂ doam elétrons aos complexos I e II da cadeia transportadora de elétrons, respectivamente. Esses elétrons são transportados por carreadores até o complexo IV, onde o oxigênio se divide em dois átomos para formar água. O bombeamento de prótons ao longo deste processo cria um gradiente eletroquímico no espaço intermembranar.

A enzima ATP sintase utiliza esse gradiente para converter ADP e fosfato em ATP, fornecendo energia para a célula. No entanto, o processo também pode gerar radicais livres como subprodutos. Embora esses radicais livres possam ser úteis no combate a agentes infecciosos, seu excesso pode perturbar a homeostase celular, contribuindo para o envelhecimento e o desenvolvimento de doenças, como o câncer.

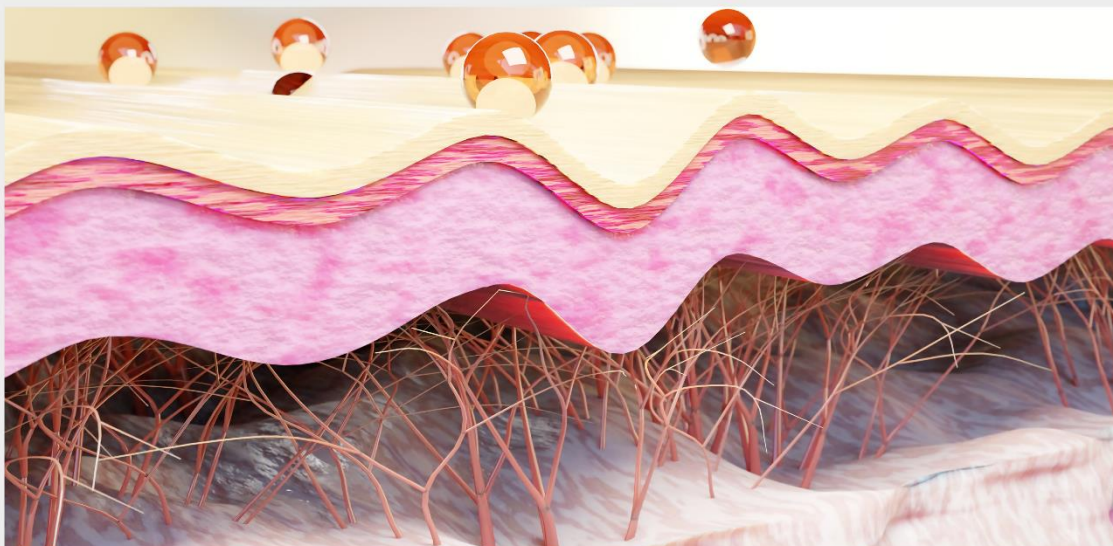
4. FATORES DO ENVELHECIMENTO

Os fatores genéticos e étnicos que condicionam o envelhecimento cutâneo são acompanhados por outros determinantes externos que podem acelerar alguns dos efeitos

degenerativos decorrentes da passagem do tempo ou desencadear consequências especificamente relacionadas a eles. Portanto, há evidências que o estilo de vida se associa aos demais fatores do envelhecimento interferindo nos mecanismos epigenéticos, como: metilação do DNA, expressão de RNAmi e acetilação de histonas.

A radiação solar é considerada a principal forma de interferência ambiental como fator de envelhecimento da pele, pois os raios UVA e UVB podem ocasionar danos nas células de componentes estruturais importantes da cútis. Entretanto, não se pode negligenciar elementos de interesses, como o tabagismo, o álcool, o estresse, a alimentação, a poluição, entre outros.

Em fumantes, por exemplo, a pele é mais seca, pálida e as rugas são mais profundas, pois o hábito de fumar ocasiona prejuízos na microvascularização, interfere na diferenciação dos queratinócitos, é tóxico aos fibroblastos, induz mutações no DNA, tem efeito na musculatura facial e pode causar problemas mais sérios como o câncer.



INTRODUÇÃO

O álcool pode acelerar o encurtamento dos telômeros e aumentar o risco de tumores malignos. A obesidade, ligada à resistência à insulina e elevação do índice glicêmico, também prejudica a saúde da pele, contribuindo para o envelhecimento. Uma dieta rica em gorduras favorece a produção de substâncias pró-inflamatórias, agravando os danos causados pelos radicais livres. Por outro lado, uma alimentação equilibrada com nutrientes adequados promove o bom funcionamento da pele e da saúde em geral.

Poluição e estresse também contribuem para o envelhecimento externo da pele, gerando radicais livres que causam rugas e manchas. O corpo produz antioxidantes para neutralizá-los. O uso de cosméticos antioxidantes e protetor solar pode ajudar a proteger a pele. Manter uma dieta rica em antioxidantes e vitaminas, praticar atividade física regularmente, gerenciar o estresse e garantir um sono de qualidade são medidas importantes para combater esses efeitos.

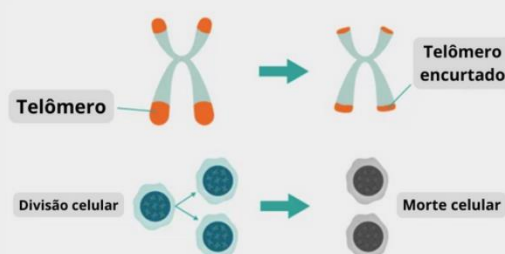
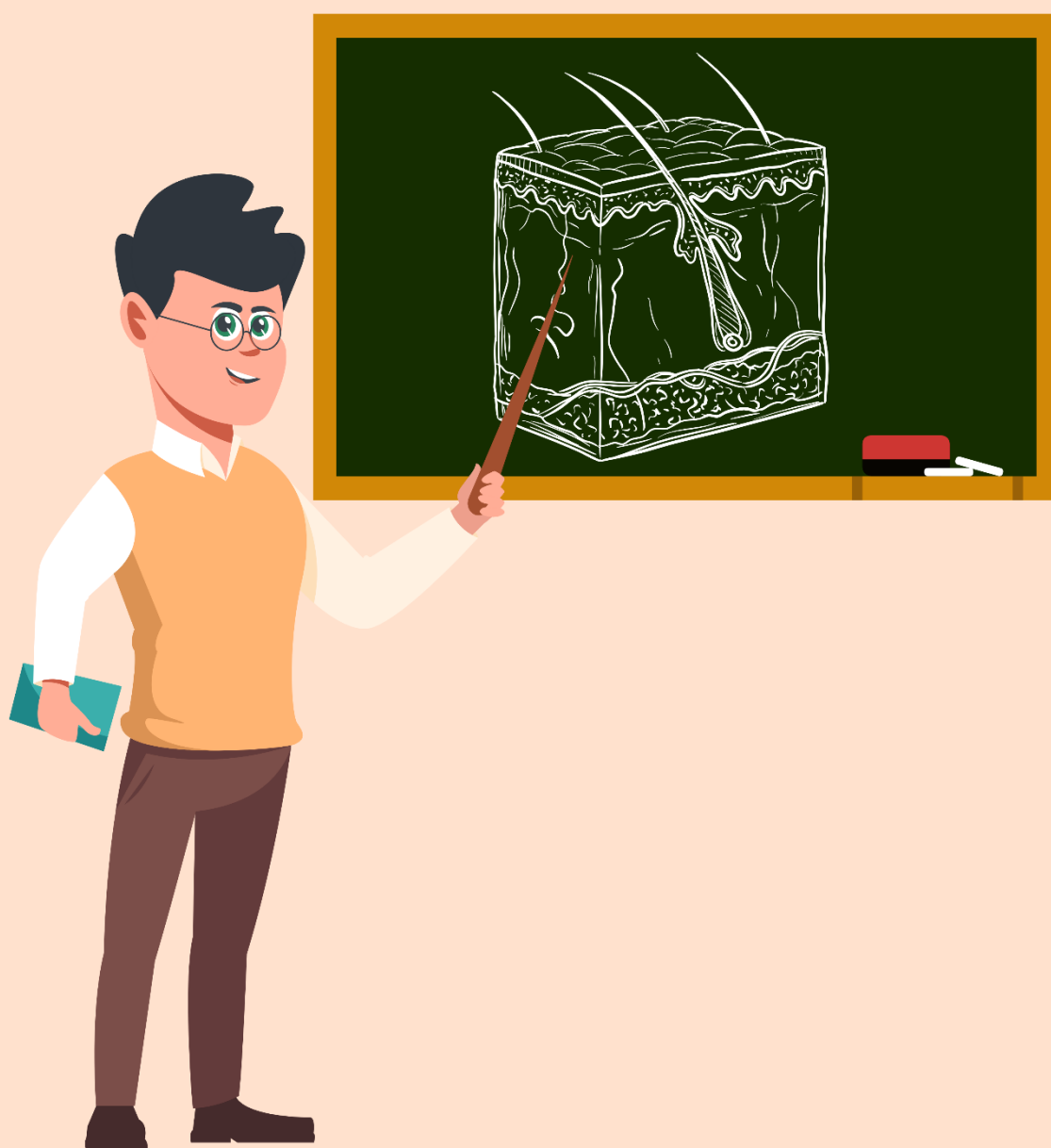


FIG 01: ENCURTAMENTO DOS TELÔMEROS. ADAPTADO DE: [HTTPS://BLOG.SILVERANDFIT.COM/TAG/HEALTHY-AGING/TELOMERES-AND-AGING](https://blog.silverandfit.com/tag/healthy-aging/tehomeres-and-aging)



ENVELHECIMENTO DA PELE: UMA ABORDAEM INVESTIGATIVA



COMO SERIA VOCÊ ALGUNS ANOS MAIS VELHO(A)?

1º MOMENTO

Exploração do aplicativo *FaceLab* para simulação do envelhecimento da pele facial.

SIGA AS INSTRUÇÕES:

Caros estudantes, iniciaremos uma sequência didática sobre o envelhecimento da pele. Vamos começar de forma divertida: cada um deve tirar uma foto selfie e me enviar pelo Padlet. Em seguida, precisam me enviar a mesma foto submetida ao processo de envelhecimento por meio de aplicativo de celular para este fim, como o *FaceLab*, por exemplo, ou outra ferramenta que esteja disponível para smartphones, na versão gratuita. Após todos enviarem, faremos a análise e a comparação entre as fotos jovens e envelhecidas.



Observação: Antes de iniciar, prossiga para a atividade a seguir

ATIVIDADE 01

Objetivo: Análise de fotos e levantamento dos conhecimentos prévios

1) Respondam em grupos as questões a seguir:

- a) Quais são as principais mudanças que ocorrem durante o envelhecimento da pele?
- b) E quais são as prováveis causas do envelhecimento?

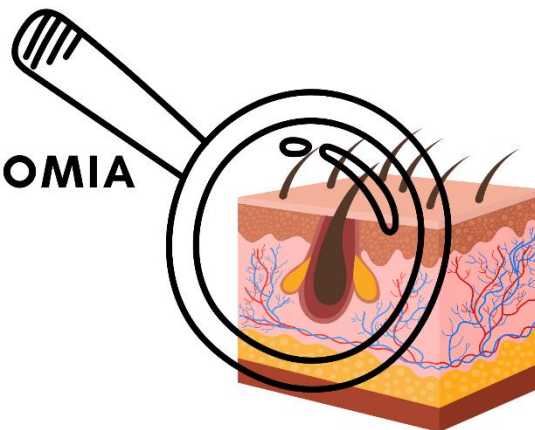
2) Discussão

- a) De forma oral, responda: quais as respostas de vocês para as questões do item anterior?
- b) Quais funções da pele serão afetadas pelo envelhecimento?
- c) Como o envelhecimento da pele afeta a qualidade de vida das pessoas?



INVESTIGAÇÃO DA ANATOMIA DA PELE

ATIVIDADE 02



Objetivo: Coleta de dados sobre a anatomia da pele através de pesquisa bibliográfica e observação de modelos didáticos.

Observações: Organizem-se em grupos, cada grupo receberá uma questão para que possa respondê-la e apresentá-la para toda a turma

Questões Grupo 01 - Observe a Figura 01.

1) Com base na observação dos modelos didáticos e na pesquisa bibliográfica, respondam:

- Quais camadas formam a pele e como elas estão organizadas?
- Quais as funções de cada uma delas?

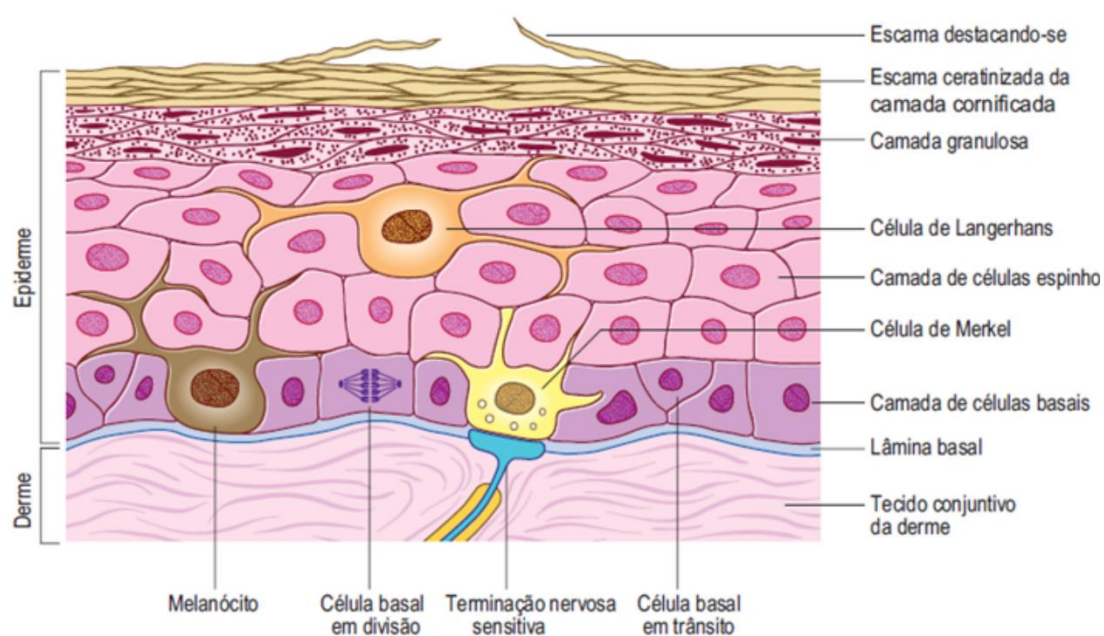
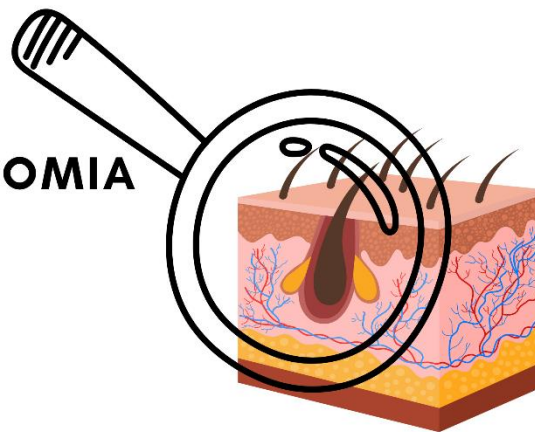


FIG. 02: ALGUMAS CÉLULAS DA EPIDERME.
FONTE: DRAKE ET AL., 2015

INVESTIGAÇÃO DA ANATOMIA DA PELE



ATIVIDADE 02

Questões Grupo 02 – Observe a Figura 01.

- Quais células são encontradas na pele?
- Quais as funções de cada uma dessas células?

Questões Grupo 03 – Observe a Figura 02.

- Quais são os anexos da pele?
- Quais são as funções dos anexos da pele?

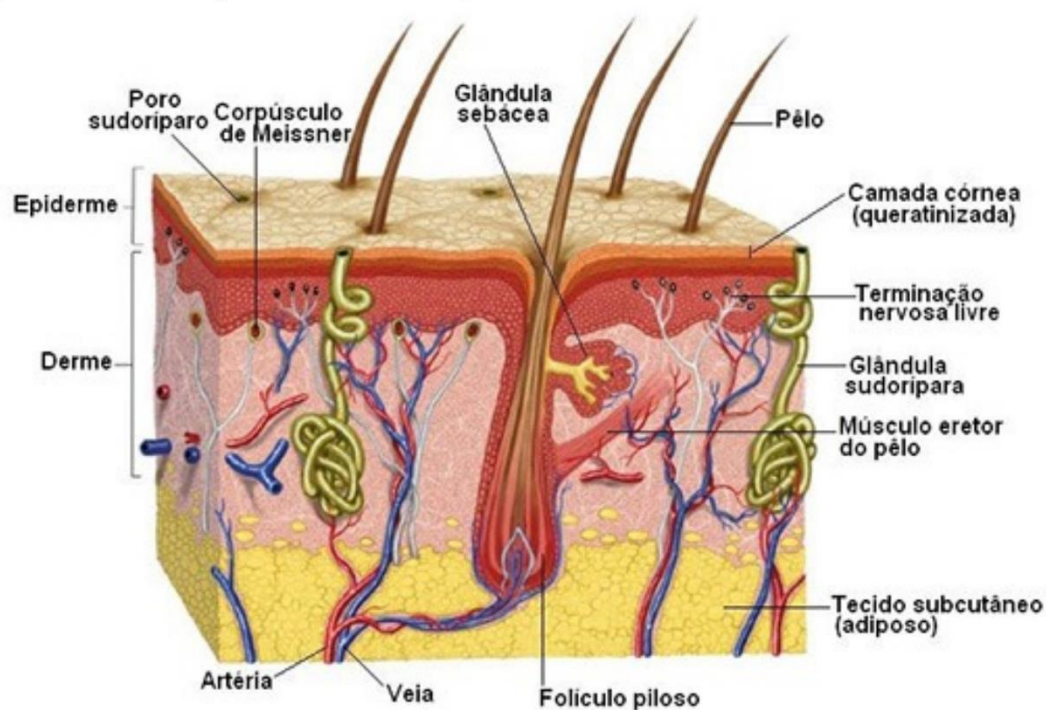
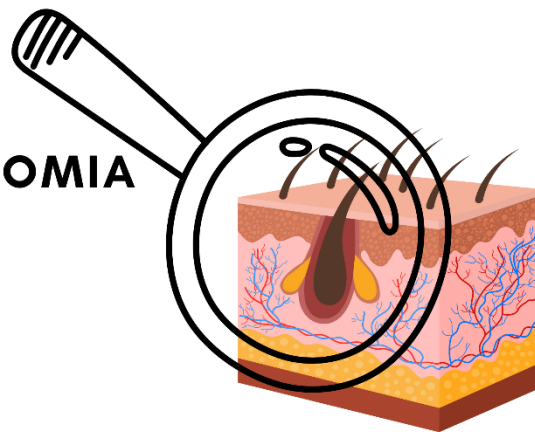


FIG. 03: CAMADAS DA PELE E ANEXOS.
 FONTE: [HTTPS://DRAROBERTAPACCOLA.COM.BR/INFORMACOES-UTEIS/A-PELE](https://drarobertapaccola.com.br/informacoes-uteis/a-pele)

INVESTIGAÇÃO DA ANATOMIA DA PELE



ATIVIDADE 02

Questões: Grupo 04

- a) Como a pele produz melanina?
- b) Como a melanina interfere no envelhecimento e na proteção da pele dos raios UV?

Questões: Grupo 05

- a) Quais são as implicações do envelhecimento da pele?
- b) Quais são os fatores que contribuem para o envelhecimento da pele?
- c) Como o envelhecimento da pele pode ser retardado?

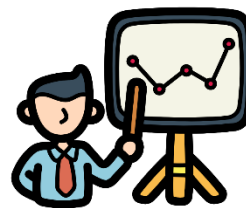
Questões: Grupo 06

- a) Observando os modelos didáticos, façam um quadro comparativo indicando diferenças entre os dois modelos.
- b) Apresente para a turma qual dos modelos representa uma pele jovem e qual representa uma pele envelhecida. Justifiquem a resposta.

MATERIAIS

- Smartphone com internet;
- Aplicativo de envelhecimento facial;
- Notebook;
- Projetor de imagens;
- Fichas com as atividades;
- Cartolina;
- Canetas;
- Modelos didáticos

MOMENTO AULA EXPOSITIVA



Temas abordados e atividade:

- Características estruturais da pele e associação com a fisiologia do órgão;
- Funções da pele;
- Composição do órgão;
- Processo de envelhecimento;
- Teorias do encurtamento dos telômeros e radicais livres;
- Informações sobre as alterações estruturais da pele;
- Dinâmica com recurso digital: Quizizz.com

Faça o download do aplicativo do Quizizz em seu celular!



EM SEGUIDA. . .



Nas próximas etapas desta sequência didática, você terá a oportunidade de vivenciar a experiência de ser um médico e colocar em prática todo o conhecimento que adquiriram até agora para analisar casos clínicos de pessoas com problemas relacionados ao envelhecimento da pele! Então, capriche e mostre ao seu professor e colegas de turma o quanto você aprendeu.

ESTUDOS DE CASOS CLÍNICOS



1º MOMENTO

Atividade em grupo: Análise de casos clínicos sobre problemas de pele relacionados com o envelhecimento.

MATERIAIS

- Cinco casos clínicos diferentes
- Papel e caneta para anotações
- Celulares com internet

INSTRUÇÕES

Agora que vocês já estão organizados em grupos e com seus casos clínicos em mãos, podem iniciar a pesquisa utilizando seus celulares. Vocês devem identificar quais são os componentes da pele envolvidos na situação dos seus casos e como eles são afetados pelo envelhecimento. Vocês também devem apontar as seguintes causas e soluções para o problema relatado. Após terminarem essa primeira etapa, vocês participarão de uma discussão ampla com toda a turma sobre cada caso sugerido.



CASOS CLÍNICOS

ATIVIDADE 01 - GRUPO 01 - 1º CASO

Para responder esta atividade, analise o caso clínico associado ao envelhecimento da pele e busque associá-lo com os conceitos trabalhados ao longo desta sequência didática.

Caso clínico: paciente do sexo feminino, 24 anos de idade, apresentando queixa de sinais de envelhecimento na pele. História clínica: relatouPara responder esta atividade, analise o caso clínico associado ao envelhecimento da pele e busque associá-lo com os conceitos trabalhados ao longo desta sequência didática. Caso clínico: paciente do sexo feminino, 24 anos de idade, apresentando queixa de sinais de envelhecimento na pele. História clínica: relatou durante a consulta que a pele estava apresentando manchas, rugas e que a pele estava mais fina e seca. A paciente não tem histórico de pessoas na família com problemas de pele, não fuma, não ingere bebida alcoólica, mas tem frequentemente se exposto à radiação solar devido ao seu trabalho como entregadora de panfletos na rua, sem utilização de protetor solar e sem utilizar vestimentas adequadas para a proteção do órgão. Tem como sintomas: rugas em torno dos olhos, melanose solar, pele avermelhada na região do nariz, vasos sanguíneos aparentes, além de pele seca e descamando.

QUESTÕES

- Quais os sinais de envelhecimento foram apresentados pela paciente?
- O caso apresentado tem mais relação com o envelhecimento intrínseco ou extrínseco? Justifique sua resposta.
- Qual a causa da melanose solar que a paciente apresenta?
- Por que o fotoenvelhecimento deixa a pele mais fina e ressecada?
- Como propor um tratamento eficaz para a paciente considerando os fatores que causaram os sintomas?



CASOS CLÍNICOS

ATIVIDADE 02 - GRUPO 02 - 2º CASO

Para responder esta atividade, analise o caso clínico associado ao envelhecimento da pele e busque associá-lo com os conceitos trabalhados ao longo desta sequência didática.

Caso clínico: paciente com 30 anos de idade, do sexo masculino, cabelos grisalhos desde os 13 anos, apresentando queda de cabelo, pele enrugada, anorexia, voz estridente, osteoporose, problemas renais e no coração, características da face afiadas e envelhecimento acelerado. Na família há relatos de casos de Síndrome de Werner.

QUESTÕES

- a) O que causa a Síndrome de Werner já diagnosticada em outros familiares do paciente?
- b) Quais são os sintomas que caracterizam a Síndrome de Werner?
- c) Como as síndromes progeróides ajudaram a compreender o envelhecimento?
- d) Como os fatores genéticos podem interferir no envelhecimento da pele?



CASOS CLÍNICOS

ATIVIDADE 03 - GRUPO 03 - 3º CASO

Para responder esta atividade, analise o caso clínico associado ao envelhecimento da pele e busque associá-lo com os conceitos trabalhados ao longo desta sequência didática.

Caso clínico: paciente do sexo feminino, com 52 anos de idade, queixando-se da aparência da pele e de recorrentes infecções no órgão. Apresenta a pele mais seca, há pelo menos cinco anos, tem acantose na região do pescoço, exibe acrocórdons no pescoço e na axila, além disso, a dosagem de alguns hormônios esteroides está com níveis muito abaixo do esperado para a idade da paciente. Ainda faz uso de medicação para diabetes do tipo 2, não pratica atividade física, tem alimentação rica em gorduras e carboidratos além de relatar que frequentemente tem insônia.

QUESTÕES

- a) Quais as complicações cutâneas mais comuns associadas ao diabetes?
- b) Como o estilo de vida interfere no envelhecimento da paciente?
- c) Como sugerir mudanças nos hábitos da paciente para melhorar a saúde da pele?
- d) Como a diminuição dos hormônios esteroides tem afetado a saúde da pele da paciente?



CASOS CLÍNICOS

ATIVIDADE 04 - GRUPO 04 - 4º CASO

Para responder esta atividade, analise o caso clínico associado ao envelhecimento da pele e busque associá-lo com os conceitos trabalhados ao longo desta sequência didática.

Caso clínico: paciente do sexo feminino, 55 anos de idade, procurou consultório para melhorar o aspecto da sua pele. A paciente é fumante, tem rugas profundas na face, especialmente ao redor da boca e dos olhos, além de apresentar manchas no pescoço, exibe área da pele despigmentadas e ressecadas. Afirmou que é fumante e ingere bebida alcoólica com frequência.

QUESTÕES

- a) Quais as causas naturais para o surgimento das rugas?
- b) Qual o fator ambiental relatado que está associado com o envelhecimento precoce?
- c) O que leva a formação de manchas escuras na pele?
- d) Como os fatores extrínsecos afetam a produção de colágeno e de elastina?



CASOS CLÍNICOS

ATIVIDADE 05 - GRUPO 05 - 5º CASO

Para responder esta atividade, analise o caso clínico associado ao envelhecimento da pele e busque associá-lo com os conceitos trabalhados ao longo desta sequência didática.

Caso clínico: paciente do sexo masculino, 34 anos, queixando-se da pele mais ressecada, queda excessiva de cabelo, rosto mais flácido, perda de gordura facial, treina corrida intensivamente ao ar livre todas as tardes, faz musculação e utiliza anabolizantes.

QUESTÕES

- a) Como os hábitos do paciente interferem no envelhecimento?
- b) Quais fatores contribuem para a produção de radicais livres?
- c) Como os radicais livres interferem no envelhecimento?
- d) Qual a relação entre a prática de atividades físicas e o envelhecimento?
- e) O que pode ser feito para retardar o processo de envelhecimento da pele relacionado ao caso do paciente?



ATIVIDADE DE ENCERRAMENTO: APRESENTAÇÕES ORAIS DAS ANÁLISES DOS CASOS CLÍNICOS

MATERIAIS

- *Data-show*
- *Notebook*

INSTRUÇÕES

Ao longo da sequência didática vocês puderam conhecer os principais atributos da pele e do envelhecimento, destacando causas, teorias do envelhecimento, conceitos biológicos e impactos na saúde e fisiologia da pele.

Como etapa conclusiva, vocês devem elaborar uma apresentação na forma de slides sobre as soluções sugeridas para os problemas analisados.

Aproveitem a oportunidade de discussão para se posicionarem sobre o que aprenderam nesta sequência didática!



REFERÊNCIAS

BERNARDO, A. F. C., SANTOS, K. D., & SILVA, D. P. D. (2019). Pele: alterações anatômicas e fisiológicas do nascimento à maturidade. *Revista Saúde em foco*, 1(11), 1221-33.

CARBINATTO, Fernanda Mansano; COELHO, Vitória Helena Maciel. Feridas: um desafio para a saúde pública. São Carlos: Instituto de Física de São Carlos - IFSC. 2019. Disponível em: <<https://www.ifsc.usp.br/cepof/wp-content/uploads/2023/06/Feridas-um-desafio-para-saude-publica.pdf#page=17>> Acesso em: 04 nov. 2023.

COSTA, Arminda Patrícia Oliveira. Fitoterapia - O elixir da juventude da pele. 2018. Dissertação de Mestrado.

FORTES, Tais Masotti Lorenzetti; SUFFREDINI, Ivana. Barbosa. (2014). Avaliação de pele em idoso: revisão da literatura. *J Health Sci Inst*, 32(1), 94-101. Disponível em: <http://repositorio.unip.br/wp-content/uploads/2014/03/34088/35781/V32_n1_2014_p94a101.pdf> Acesso em: 04 nov. 2023.

FOSFORILAÇÃO OXIDATIVA. Opentax.org, 2023. Disponível em: <<https://openstax.org/books/biology/pages/1-introduction>> Acesso em: 05 nov. 2023.

DA COSTA PEREIRA, Jaqueline; NEVES, Monike Caboclo; FERREIRA, Maria Rosangela da Silva; MARTINEZ, Viviane dos Santos; DE FREITAS, Thalita Carla Carvalho.; TALHATI, Fernanda. Envelhecimento cutâneo e os cuidados estéticos na pele masculina. 2019. *Revista Pesquisa e Ação*, 5(1), 26-34.

MOTA, Maria. Paula; FIGUEIREDO, Pedro A.; DUARTE, José Alberto. Teorias biológicas do envelhecimento. *Revista portuguesa de ciências do desporto*, v. 4, n. 1, p. 81-110, 2004.

NETO, Antônio Viana Neves.; DRUMOND, Ktity Nardy.; LUBIANA, Aline.; SILVEIRA, Ana Luiza Souza da; SILVA, Fabricia Araújo e; MOREIRA, Gustavo Neves; JÚNIOR, Marco Aurélio Moreira; BARROS, Patrícia Peres de; OLIVEIRA, Márcia Farsura de. Relação entre o uso de telas e o envelhecimento da pele: atualização clínica. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, v. 13, n. 5, p. e7410, 19 maio 2021.

RODRIGO, F. Guerra; MAYER-DA-SILVA, A. J.; FREITAS, J. Pedro. (1990). Envelhecimento cutâneo. Fisiopatologia e perspectiva clínica. *Acta Médica Portuguesa*, 3(5), 311-8.

SILVERTHORN, Dee Unglaub. *Fisiologia Humana: uma Abordagem Integrada*, 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TESTON, Ana Paula; NARDINO, Deise; PIVATO, Leandro. Envelhecimento cutâneo: teoria dos radicais livres e tratamentos visando a prevenção e o rejuvenescimento. *Uningá Review*, v. 1, n. 1, 2010.

VITAL, Ana Carolina Pelaes, SARAIVA, Bianka Rocha, DA SILVA, Lucas Henrique Maldondo, PINTRO, Paula Toshimi Matumoto. Ingredientes funcionais e seus benefícios a saúde humana. *Revista PubSaude*. 2018.

GANCEVICIENE, Ruta; LIAKOU; Aikaterini I.; THEODORIDIS; Athanasios MAKRANTONAKI; Eugenia, ZOUBOULIS, Christos C. Skin anti-aging strategies. *Dermatoendocrinol*. 2012 Jul 1;4(3):308-19. doi: 10.4161/derm.22804. PMID: 23467476; PMCID: PMC3583892.

E-BOOK DIDÁTICO PARA ALUNOS

O PRESENTE TRABALHO FOI REALIZADO COM APOIO DA
COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL
SUPERIOR (CAPES)-BRASIL-CÓDIGO DE FINANCIAMENTO 001



Anexo A – Termo de Anuência da Instituição Participante

ESTADO DA PARAÍBA
SECRETÁRIA DA EDUCAÇÃO
Departamento de Ensino Médio - Modalidade Normal
Escola Normal Estadual Dom Expedito Eduardo de Oliveira
Criada pelo Decreto Nº 5.240 – Pub. Nº D.O de 27/02/71
Autorizada pela resolução Nº 73/85
Reconhecida pela Resolução Nº 178/2003
Rua: Paulo Leite Ferreira, S/N
PATOS-PB

01.391.906/0001-47
ESCOLA NORMAL ESTADUAL
DOM EXPEDITO EDUARDO DE OLIVEIRA
Rua: Paulo Leite, SN Liberdade
CEP: 58.703-130
PATOS-PB

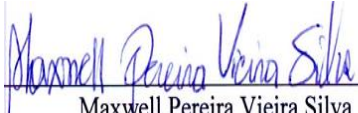
CARTA DE ANUÊNCIA

Declaramos para os devidos fins, que aceitaremos o pesquisador **Kayo César Araújo da Nóbrega**, para desenvolver o seu projeto de pesquisa **“FATORES DO ENVELHECIMENTO DA PELE: PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA À LUZ DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA”**, sob a coordenação/orientação da **Profa. Dra. Vivyanne Falcão Silva da Nóbrega**, cujo objetivo é oportunizar a compreensão do envelhecimento da pele por meio de uma abordagem investigativa voltada para o ensino de Biologia, colaborando com o desenvolvimento da aprendizagem significativa nesta unidade de ensino, a **Escola Normal Estadual Dom Expedito Eduardo de Oliveira**.

Esta autorização está condicionada ao cumprimento do (a) pesquisador (a) aos requisitos da Resolução 466/12 CNS e suas complementares, comprometendo-se o mesmo a utilizar os dados pessoais dos sujeitos da pesquisa, exclusivamente para os fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades.

Antes de iniciar a coleta de dados o/a pesquisador/a deverá apresentar a esta Instituição o Parecer Consubstanciado devidamente aprovado, emitido por Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, credenciado ao Sistema CEP/CONEP.

Patos-PB, em 01 de dezembro de 2022.


Maxwell Pereira Vieira Silva
Diretor Escolar

Anexo B – Certidão

PROFBIO
Mestrado Profissional
em Ensino de Biologia

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE
NACIONAL

CERTIDÃO

Certifico que o Projeto do Trabalho de Conclusão de Mestrado (PTCM), cujo título, **“Fatores do envelhecimento da pele: Proposta de uma Sequência Didática Investigativa À Luz da Aprendizagem significativa”**, do mestrando KAYO CÉSAR ARAÚJO DA NÓBREGA, matrícula 20221011282, foi **APROVADO** pelo Colegiado do PROFBIO, na reunião de 10 de novembro de 2022. O mestrando desenvolverá o trabalho sob a orientação da Profª. Dra. Vivyanne Falcão Silva da Nóbrega. Este projeto faz parte das etapas do PROFBIO e a sua execução e apresentação final é condição para a conclusão do curso.

João Pessoa, 10 de novembro de 2022.

Profª Dra. Maria de Fátima Camarotti
Coordenadora PROFBIO/UFPA
SIAPE - 1575021

Profª Drª. Maria de Fátima Camarotti
Coordenadora do PROFBO
SIAPE - 1575021

Anexo C – Parecer Consubstanciado do CEP

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - CCS/UFPB	
--	---

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: FATORES DO ENVELHECIMENTO DA PELE: PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA À LUZ DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Pesquisador: KAYO CESAR ARAUJO DA NOBREGA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 65934622.8.0000.5188

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.813.398

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um protocolo de pesquisa egresso do Programa pós-graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), do Centro de Ciências Exatas e da Natureza, da Universidade Federal da Paraíba.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Compreender o envelhecimento da pele por meio de uma abordagem investigativa voltada para o ensino de biologia colaborando com o desenvolvimento da aprendizagem significativa.

Objetivo Secundário:

- * Planejar e praticar no ensino médio uma sequência didática investigativa focada no envelhecimento cutâneo, com procedimentos didáticos orientados pelas metodologias ativas e pelo ensino por investigação;
- Proporcionar o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa a partir das concepções prévias dos alunos acerca das alterações ocorridas durante o processo de envelhecimento da pele que podem ser percebidas numa pessoa idosa;
- Averiguar os possíveis fatores intrínsecos e extrínsecos associados ao envelhecimento da pele;
- Investigar, por meio de pesquisa bibliográfica, os conhecimentos científicos sobre as formas de

Endereço: Prédio da Reitoria da UFPB, 1º Andar			
Bairro: Cidade Universitária	CEP: 58.051-900		
UF: PB	Município: JOAO PESSOA		
Telefone: (83)3216-7791	Fax: (83)3216-7791	E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br	

**CENTRO DE CIÊNCIAS DA
SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA -
CCS/UEPB**



Continuação do Parecer: 5.813.398

retardar o envelhecimento da pele e confrontá-los com a publicidade de produtos que prometem reverter o processo de forma milagrosa;

- Estimular adoção de hábitos de vida saudáveis como medida mais viável para retardar o envelhecimento de forma segura.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

O presente estudo oferece a seus participantes um risco mínimo. Os participantes poderão sentir certo desconforto psicológico diante do questionário ou constrangimento por não saber como responder a algumas perguntas que serão propostas.

Benefícios:

A pesquisa oferece como benefícios a construção da aprendizagem com base na abordagem investigativa a respeito de um tema biológico relevante, os fatores de envelhecimento da pele.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O trabalho irá adotar a investigação qualitativa através da pesquisa-ação. Terá como público-alvo estudantes de uma turma da 3ª Série do Ensino Médio, da Escola Normal Estadual Dom Expedito Eduardo de Oliveira, localizada em Patos-PB. A coleta dos dados será feita a partir de levantamento bibliográfico, questionário, observação continuada das colocações realizadas pelos estudantes e por meio dos registros em diário de bordo durante a aplicação da sequência didática. As análises dos dados textuais serão realizadas pelo agrupamento de palavras, através do software gratuito, o IRAMUTEQ (www.iramuteq.org).

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação obrigatória foram anexados tempestivamente.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do cumprimento das exigências éticas e legais de pesquisas com seres humanos, somos de parecer favorável à execução do presente protocolo de pesquisa, salvo melhor juízo.

Considerações Finais a critério do CEP:

Certifico que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – CEP/CCS aprovou a execução do referido projeto de pesquisa. Outrossim, informo que a autorização para posterior publicação fica condicionada à submissão do Relatório Final na Plataforma Brasil, via Notificação, para fins de apreciação e aprovação por este egrégio Comitê.

Endereço: Prédio da Reitoria da UFPB 6 1º Andar
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 58.051-900
UF: PB **Município:** JOAO PESSOA
Telefone: (83)3216-7791 **Fax:** (83)3216-7791 **E-mail:** comitedeetica@ccs.ufpb.br

**CENTRO DE CIÊNCIAS DA
SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA -
CCS/UFPB**



Continuação do Parecer: 5.813.398

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2056596.pdf	05/12/2022 20:28:20		Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_PTCM_Kayo_Cesar_Araujo_da_Nobrega.pdf	05/12/2022 20:27:39	KAYO CESAR ARAUJO DA NOBREGA	Aceito
Outros	Certidao_de_Aprovacao_PTCM_Kayo_Cesar_Araujo_da_Nobrega.pdf	04/12/2022 16:11:01	KAYO CESAR ARAUJO DA NOBREGA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PTCM_KAYO_CESAR_ARAUJO_DA_NOBREGA_VERSAO_CEP.docx	01/12/2022 17:23:36	KAYO CESAR ARAUJO DA NOBREGA	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	01/12/2022 16:28:31	KAYO CESAR ARAUJO DA NOBREGA	Aceito
Outros	Questionario.pdf	01/12/2022 16:25:26	KAYO CESAR ARAUJO DA NOBREGA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_PAIS_RESPONSABLEIS.pdf	01/12/2022 16:24:20	KAYO CESAR ARAUJO DA NOBREGA	Aceito
Outros	ORCAMENTO_PTCM_KAYO_CESAR_ARAUJO_DA_NOBREGA.pdf	01/12/2022 16:22:45	KAYO CESAR ARAUJO DA NOBREGA	Aceito
Outros	TALE_PTCM_KAYO_CESAR_ARAUJO_DA_NOBREGA.docx	01/12/2022 16:20:14	KAYO CESAR ARAUJO DA NOBREGA	Aceito
Outros	Termo_de_Compromisso_PTCM_KAYO_CESAR_ARAUJO_DA_NOBREGA.pdf	01/12/2022 16:19:03	KAYO CESAR ARAUJO DA NOBREGA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_ASSENTIMENTO_LIVRE_ESC_LARECIDO_PTCM_KAYO_CESAR_ARAUJO_DA_NOBREGA.pdf	01/12/2022 16:16:42	KAYO CESAR ARAUJO DA NOBREGA	Aceito
Outros	TCLE_Participante_adulto.pdf	01/12/2022 16:06:51	KAYO CESAR ARAUJO DA NOBREGA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Prédio da Reitoria da UFPB, 1º Andar
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 58.051-900
UF: PB **Município:** JOAO PESSOA
Telefone: (83)3216-7791 **Fax:** (83)3216-7791 **E-mail:** comitedeetica@ccs.ufpb.br

CENTRO DE CIÊNCIAS DA
SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA -
CCS/UFPB



Continuação do Parecer: 5.813.398

JOAO PESSOA, 14 de Dezembro de 2022

Assinado por:
Eliane Marques Duarte de Sousa
(Coordenador(a))