

Universidade Estadual Paulista
Instituto de Química de Araraquara

Joseane Fernandes Costa

PROTETOR SOLAR: POR QUE DEVO USAR? A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA
COMO PROMOTORA DO CONHECIMENTO QUÍMICO SOBRE OS PROTETORES
SOLARES E SUA IMPORTÂNCIA PARA SAÚDE HUMANA

Araraquara

2024

JOSEANE FERNANDES COSTA

PROTETOR SOLAR: POR QUE DEVO USAR? A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA
COMO PROMOTORA DO CONHECIMENTO QUÍMICO SOBRE OS PROTETORES
SOLARES E SUA IMPORTÂNCIA PARA SAÚDE HUMANA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Instituto de Química de Araraquara, Universidade
Estadual Paulista, como parte dos requisitos para
obtenção do grau de Licenciada em Química.

Orientador: Prof. Dr. Vagner Antônio Moralles

Araraquara

2024

C837p

Costa, Joseane Fernandes

Protetor solar : por que devo usar? a divulgação científica como promotora do conhecimento químico sobre os protetores solares e sua importância para saúde humana / Joseane Fernandes Costa. -- Araraquara, 2024

66 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura - Química) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Química, Araraquara

Orientador: Vagner Antonio Morales

1. Filtro solar (Cosméticos). 2. Radiação ultravioleta. 3. Comunicação na ciência. 4. Divulgação científica. 5. Exposição a radiação. I. Título.

JOSEANE FERNANDES COSTA

PROTETOR SOLAR: POR QUE DEVO USAR? A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA
COMO PROMOTORA DO CONHECIMENTO QUÍMICO SOBRE OS
PROTETORES SOLARES E SUA IMPORTÂNCIA PARA SAÚDE HUMANA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Estadual
Paulista “Júlio de Mesquita Filho” como
parte dos requisitos para obtenção do
título de Licenciada em Química.

Araraquara, 28 de novembro de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **VAGNER ANTONIO MORALLES**
Data: 02/12/2024 18:05:09-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Vagner Antonio Moralles

Documento assinado digitalmente
 **GUSTAVO PEREIRA SAITO**
Data: 02/12/2024 19:00:52-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Gustavo Pereira Saito

Documento assinado digitalmente
 **MARIAN ROSALY DAVOLOS**
Data: 04/12/2024 18:05:09-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Marian Rosaly Davolos

DADOS CURRICULARES

IDENTIFICAÇÃO

Nome: Joseane Fernandes Costa

Nome em citações: Costa, J. F.

FORMAÇÃO ACADÊMICA/ TITULAÇÃO

Graduação em Licenciatura em Química no Instituto de Química de Araraquara/SP da Universidade Estadual Paulista.

APRESENTAÇÃO DE TRABALHO

Costa, J. F.; Moralles, V. A. A ciência com função social: desvendando os efeitos da radiação ultravioleta e a química dos protetores solares. *In: XXXVI Congresso de Iniciação Científica da UNESP, XXXVI, 2024. Araraquara. Anais[...]. Araraquara: UNESP, 2024.*

Dedico este trabalho à minha mãe e à minha avó, com todo o meu amor.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço imensamente à minha mãe, Magda Ap. Fernandes Costa. Ela não só me acompanhou durante todo este percurso, mas também permaneceu ao meu lado em todas as fases.

Agradeço ao meu namorado, Gabriel, pelo seu apoio em todas as etapas desta jornada, oferecendo o suporte necessário para que eu pudesse alcançar este momento.

Ao meu irmão de coração, João Pedro, que esteve comigo em todos os momentos e fases da minha vida, me incentivando em todas as escolhas.

Aos amigos que fiz durante a graduação, em especial Bruno, Melissa, Mirela, Lara, Ana Clara, Pietra, Gian e Vitor, que estiveram ao meu lado ao longo destes anos, tornando a graduação mais leve e memorável.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Vagner Antonio Moralles, pela orientação durante o trabalho, seu constante incentivo e ensinamentos. Seu apoio foi fundamental durante todo o processo de elaboração do trabalho.

Aos meus amigos de trabalho Ana Carla, Juliana, Márcia e Nathalia, pelo apoio durante todo o período de desenvolvimento do meu TCC. A rotina com vocês tornou tudo mais leve; todas as conversas foram essenciais para que eu passasse por tudo.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Gustavo Pereira Saito e a Prof.^a Dr.^a Marian Rosaly Davolos, cujas contribuições foram essenciais para a finalização deste trabalho.

Ao Instituto de Química da Unesp de Araraquara, por proporcionar o ambiente propício para a minha formação acadêmica.

*"Nada na vida deve ser temido, apenas
compreendido. Agora é hora de compreender mais,
para que possamos temer menos."*

- Marie Curie

RESUMO

Este trabalho aborda a importância do uso e desenvolvimento dos filtros e protetores solares, destacando os riscos associados à exposição aos raios ultravioleta. O objetivo foi elaborar materiais de divulgação científica para conscientizar o público em geral sobre os benefícios do uso adequado dos protetores solares e os riscos associados à exposição desprotegida à radiação ultravioleta. Ademais, se propõe que os materiais possam ser utilizados com estratégias didáticas. A metodologia inclui uma revisão narrativa sobre divulgação científica e uma investigação detalhada sobre filtros e protetores solares e o conhecimento químico associado. A pesquisa caracteriza e diferencia os filtros solares inorgânicos e orgânicos. Além disso, discute a importância da divulgação científica na educação, especialmente na promoção do conhecimento científico acessível ao público geral. A iniciativa se alinha ao movimento ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, buscando integrar aspectos tecnológicos, sociais e ambientais ao ensino de ciências. Os materiais desenvolvidos têm a potencialidade de promover a conscientização sobre a importância do desenvolvimento e uso de protetores solares, apresentando uma estrutura que busca ser acessível ao público em geral. Como produto do trabalho se apresenta dos materiais escritos para divulgação científica, um folheto sanfonado e um cartaz de conscientização.

Palavras-chave: Protetor solar. Radiação ultravioleta. Fator de Proteção Solar. Divulgação científica. CTSA.

ABSTRACT

This work addresses the importance of the use and development of sunscreens and sunblocks, highlighting the risks associated with exposure to ultraviolet rays. The aim was to create scientific outreach materials to raise awareness among the general public about the benefits of proper sunscreen use and the risks of unprotected exposure to ultraviolet radiation. Furthermore, it is proposed that these materials can be used as educational strategies. The methodology includes a narrative review on scientific outreach and a detailed investigation into sunscreens and sunblocks, as well as the associated chemical knowledge. The research characterizes and distinguishes between inorganic and organic sunscreens. In addition, it discusses the importance of scientific outreach in education, particularly in promoting scientific knowledge accessible to the general public. The initiative aligns with the Science, Technology, Society, and Environment movement, seeking to integrate technological, social, and environmental aspects into science education. The developed materials have the potential to promote awareness of the importance of developing and using sunscreens, presenting a structure designed to be accessible to the general public. As a product of this work, two scientific outreach materials are presented: an accordion-fold brochure and an awareness poster.

Keywords: Sunscreen. Ultraviolet radiation. Sun Protection Factor. Science communication. Science, Technology, Society, and Environment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Argumentos do conhecimento científico.....	15
Figura 2. Estrutura química do ácido para-aminobenzóico ($C_7H_7NO_2$).....	18
Figura 3. Fórmula estrutural da Oxibenzona ($C_{14}H_{12}O_3$).....	21
Figura 4. Fórmula estrutural da Benzofenona ($C_6H_5COC_6H_5$).....	21
Figura 5. Estrutura química do polietileno tereftalato (PET).....	23
Figura 6. Representações esquemáticas das tramas de tecidos planos: (a) tafetá, (b) sarja e (c) cetim.....	27
Figura 7. Relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade e o aluno.....	29
Figura 8. Relação entre cultura, ciência e cultura científica no triângulo das oposições.....	33
Figura 9. Espiral da Cultura Científica.....	34
Figura 10. Modelo linear simples para o processo de comunicação científica.....	38
Figura 11. Desenvolvimento do material de DC.....	41
Figura 12. Características de materiais de DC.....	42
Figura 13. Primeira página - Panfleto.....	44
Figura 14. Segunda página - Panfleto.....	45
Figura 15. Terceira página - Panfleto.....	46
Figura 16. Quarta página - Panfleto.....	47
Figura 17. Quinta página - Panfleto.....	48
Figura 18. Material de Divulgação Científica - Panfleto de três dobras (frente).....	49
Figura 19. Material de Divulgação Científica - Panfleto de três dobras (verso).....	50
Figura 20. Primeira divisão - Cartaz.....	51
Figura 21. Segunda divisão - Cartaz.....	52
Figura 22. Terceira divisão - Cartaz.....	53
Figura 23. Quarta divisão - Cartaz.....	53
Figura 24. Quinta divisão - Cartaz.....	54
Figura 25. Material de Divulgação Científica - Cartaz.....	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Classificação da radiação UV em função da energia e comprimento de onda.....	20
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Anvisa = Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

BC = Bandas de condução.

BV = Bandas de valência.

CHEMCOM = Chemistry in the Community

CTS = Ciência, Tecnologia e Sociedade.

CTSA = Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

DC = Divulgação Científica.

DEM = Dose Eritematógena Mínima.

DNA = Ácido desoxirribonucleico.

EUA = Estados Unidos da América.

FPS = Fator de Proteção Solar.

FPU = Fator de Proteção Ultravioleta.

FPUVA = Fator de Proteção UVA.

HOMO = Highest Occupied Molecular Orbital

LUMO = Lowest Unoccupied Molecular Orbital

OMS = Organização Mundial da Saúde.

PABA = Ácido para-aminobenzóico.

PET = Polietileno Tereftalato.

PUS = Public Understanding of Science.

UV = Ultravioleta.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1 Protetores Solares.....	18
2.2 Filtros solares Inorgânicos e Orgânicos.....	24
2.3 CTSA no ensino de ciências.....	28
3 OBJETIVOS.....	35
3.1 Objetivo Geral.....	35
3.2 Objetivos Específicos.....	35
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	36
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
5.1 Análise qualitativa e produção de material.....	43
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
REFERÊNCIAS.....	60
APÊNDICE A: Apresentação Congresso de Iniciação Científica.....	65

MEMORIAL ACADÊMICO

Desde muito jovem fui curiosa pelo funcionamento de tudo ao meu redor e, essa curiosidade, só se intensificou com o tempo. Na minha infância, eu buscava por livros e experimentos científicos, adorava desvendar mistérios e compreender os mecanismos que auxiliam no entendimento dos fenômenos naturais.

À medida que cresci, meu interesse pela ciência se tornou evidente. Foi só no ensino médio que a química capturou minha atenção, principalmente, ao compreender os fenômenos associados às reações químicas e a maneira como os átomos se ligam e interagem para formar todas as substâncias ao nosso redor. Tive uma professora que se formou no Instituto de Química de Araraquara da Universidade Estadual Paulista (IQCAr - UNESP), que me serviu de inspiração, principalmente na didática e na forma como ela se interessava em desenvolver o conhecimento.

Tenho 23 anos e sou de Jaboticabal, interior do estado de São Paulo. Terminei o ensino médio em 2018 e comecei minha trajetória no IQCAr em 2019. Em 2020 me mudei para Araraquara, nesse tempo consegui emprego em um laboratório de análises ambientais, era analista nos departamentos de microbiologia e físico-química.

Com o início da pandemia e por ser filha única, a melhor opção foi voltar para a minha cidade para fazer companhia à minha mãe. Em 2021 encerrei o vínculo empregatício em Araraquara e, desde então, trabalho em uma empresa do ramo farmacêutico, voltada para o desenvolvimento e fabricação de produtos veterinários, desempenhando atividades no laboratório de microbiologia.

Ao buscar uma orientação e, após uma conversa inicial com meu orientador Vagner, ficou claro que tínhamos uma visão alinhada sobre a importância de elaborar um material de divulgação científica como estratégia para desenvolver o ensino formal e informal.

Assim, ao longo desses anos de estudo e pesquisa, pude vivenciar em primeira mão a grande importância da divulgação científica. Ela não apenas amplia nosso entendimento sobre o mundo que nos cerca, mas também nos permite compartilhar desse conhecimento com a sociedade, inspirando novas gerações de cientistas e promovendo avanços significativos em diversas áreas do conhecimento.

1 INTRODUÇÃO

Muitos autores, na literatura especializada, já se debruçaram sobre a questão da importância social do ensino de ciência para o indivíduo. Dessas discussões, surgiram uma série de argumentos que buscam sustentar e fundamentar o valor do conhecimento científico para a construção do cidadão e a importância destes estarem presentes no currículo escolar, a se citar os argumentos: utilitarista, econômico, democrático, cultural e social (Figura 1). Dos 5 argumentos, os 3 últimos são os mais difíceis de serem falseados, pois defendem que o conhecimento científico serve para se posicionar socialmente sobre questões relacionadas à ciência e a tecnologia, humanizar e é basilar para fomentar investimentos para as pesquisas científicas (Millar, 2003).

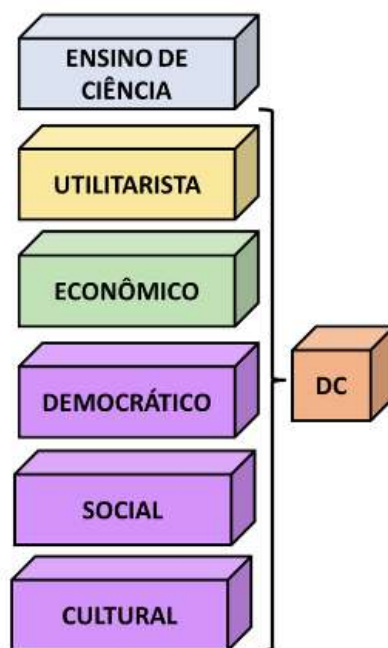


Figura 1. Argumentos do conhecimento científico.

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com Millar (2003), o argumento utilitarista foca no uso prático do conhecimento científico como uma ferramenta útil para solucionar problemas cotidianos. O argumento econômico enfatiza o impacto do ensino de ciências na preparação de indivíduos para o mercado de trabalho, promovendo inovação e contribuindo para o desenvolvimento econômico. O argumento democrático sustenta que a educação científica é crucial para que os cidadãos participem, de maneira fundamentada, em debates e decisões políticas que envolvem ciência e tecnologia.

O argumento cultural considera a ciência como uma parte essencial da herança cultural e do desenvolvimento humano, sendo crucial para a humanização. Por fim, o argumento social defende que o conhecimento científico é indispensável para enfrentar desafios sociais e tecnológicos, tornando-se essencial para a conscientização e o engajamento com as pesquisas científicas.

Considerando esses argumentos, é fundamental compreender que o objetivo não é eliminar algumas perspectivas em favor de outras. A proposta central é reconhecer que todas as visões são relevantes e devem ser contempladas no ensino de ciências, no entanto, alguns argumentos são mais fundamentais e mais dificilmente falseados que outros, sendo os argumentos: democrático, social e cultural.

A educação em ciências é frequentemente considerada fundamental para o desenvolvimento de uma sociedade moderna, seja do ponto de vista utilitarista, econômico, democrático, social ou cultural. No entanto, a definição de um currículo de ciências que realmente atenda às necessidades de todos os estudantes, e não apenas de uma minoria que seguirá carreiras científicas, permanece um desafio (Millar, 2003).

Ainda assim, nem toda população teve acesso ao ensino de qualidade e/ou, por características intrínsecas do próprio processo, a escola não é capaz de discutir todas as temáticas fundamentais para formação do cidadão. É nessa perspectiva que sustenta a Divulgação Científica (DC). A DC que se discute neste trabalho informa os impactos da radiação ultravioleta e importância dos protetores solares para a saúde humana.

A radiação solar é composta por ondas eletromagnéticas que têm diferentes comprimentos de onda e frequências, incluindo a radiação na região do ultravioleta (UV) do espectro eletromagnético, que pode causar danos à saúde humana, principalmente à pele. A exposição excessiva aos raios UV podem causar danos ao DNA (ácido desoxirribonucleico), possibilitando o desenvolvimento de câncer de pele. O uso de protetor solar é uma medida eficaz para reduzir os efeitos nocivos da radiação ultravioleta, já que contém substâncias que atuam por meio de interações físicas e químicas, com a capacidade de proteger a pele, como os filtros solares (Santos; Sobrinho; Oliveira, 2018).

A radiação UV é dividida em três regiões: UVA, UVB e UVC. Tanto a radiação UVA quanto a radiação UVB são prejudiciais à pele. Os raios UVA, que têm

comprimentos de onda entre 320 e 400 nm, penetram profundamente na pele e causam fotoenvelhecimento. Já a radiação UVB, com comprimentos de onda entre 280 e 320 nm, pode provocar queimaduras solares e causar danos ao DNA, aumentando o risco de câncer de pele. A radiação UVC representa grande preocupação, pois são radiação ionizante, porém acaba sendo bloqueada e/ou retida pela atmosfera (Santos; Sobrinho; Oliveira, 2018).

Em 2022 uma pesquisa conduzida pelo Instituto de Cosmetologia de Campinas (SP) revelou que 71% dos brasileiros não utilizam protetor solar diariamente, sendo este o menor percentual registrado desde o ano de 2017. A pesquisa apontou o alto custo do protetor solar como um dos principais motivos para essa baixa adesão. Além disso, 55% dos entrevistados não sabem a quantidade ideal de protetor a ser aplicada para promover uma proteção eficaz. Esses dados foram divulgados no âmbito da campanha “Dezembro Laranja”, que visa prevenir o câncer de pele. Lucas Portilho, especialista em Ciências Médicas pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e líder do estudo, destacou a preocupação com a vulnerabilidade da população à exposição solar. Ele enfatizou a necessidade de campanhas mais eficazes para incentivar e conscientizar sobre o uso regular e correto de protetores solares (G1, 2022).

Considerando a relevância do tema à saúde humana da população geral e tendo em vista que os benefícios deste cosmético são pouco difundidos nos meios de comunicação, no ensino formal e informal, a elaboração de materiais de DC se faz uma via potencial de disseminação desse conhecimento. A DC abrange a disseminação de informações científicas e tecnológicas para o público em geral, por meio de métodos, ferramentas e procedimentos específicos (Bueno, 1985). Esse processo implica na transformação da linguagem especializada em uma linguagem acessível ao grande público (Grillo, 2006).

Além da falta de conhecimento, os preços dos protetores solares no mercado são pouco acessíveis, e não existe um programa governamental específico voltado para a promoção da acessibilidade a esse produto, que é de extrema importância para a saúde pública. Um movimento relevante para a implementação de políticas públicas nesse sentido seria a mobilização popular, sendo essencial, para viabilizá-la, proporcionar o conhecimento sobre os impactos da radiação UV na saúde humana e a importância do uso do protetor solar.

Nas próximas seções se discute o conhecimento científico associado aos protetores solares, o conceito de DC e a perspectiva pedagógica intitulada Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Protetores Solares

A história dos protetores solares começou em 1928, quando os Estados Unidos da América (EUA) lançaram o primeiro produto comercial desse tipo, que era, basicamente, uma emulsão que continha Benzil (2E)-3-fenilprop-2-enóico ($C_{16}H_{14}O_2$) e Benzil 2-hidroxibenzoato ($C_{14}H_{12}O_3$) (Schalka; Reis, 2011).

Durante a Segunda Guerra Mundial (1939 - 1945), o *petrolatum* vermelho (combinação de hidrocarbonetos que é produzido por meio do processo de destilação do petróleo) foi usado como equipamento de proteção padrão para os soldados americanos que lutavam em países tropicais. Já em 1943, o ácido 4-aminobenzóico (PABA) (Figura 2), foi patentado como o primeiro filtro solar oficial (Schalka; Reis, 2011).

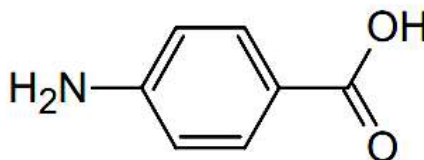


Figura 2. Estrutura química do ácido para-aminobenzóico ($C_7H_7NO_2$).

Fonte: Adaptado de Wang e colaboradores (2010).

O filtro solar refere-se aos compostos ativos, tanto orgânicos quanto inorgânicos, que absorvem, refletem e espalham a radiação UV, atuando na proteção contra os danos causados pelos raios UVA e UVB. Já o protetor solar é o produto formulado para aplicação tópica, composto por uma combinação desses filtros solares, junto com outros componentes como emolientes, conservantes e estabilizantes, que garantem sua eficácia, segurança e facilidade de uso na pele, formando uma barreira de proteção contra a radiação UV (Flor; Davolos; Correa, 2007).

A popularização dos protetores solares só ocorreu na década de 70, com a incorporação de vários filtros UVB em cremes e loções. Os filtros UVB são compostos que atuam na absorção da radiação ultravioleta de tipo B, responsável

por causar queimaduras solares e danos mais imediatos à pele. O uso de filtros UVA começou efetivamente em 1979, sendo estes responsáveis por proteger contra a radiação ultravioleta de tipo A, que penetra mais profundamente na pele e está relacionado ao envelhecimento precoce e ao risco de câncer de pele. No entanto, foi o dióxido de titânio (TiO₂), em 1989, e óxido de zinco (ZnO), em 1992, que proporcionaram uma proteção mais eficaz (Schalka; Reis, 2011).

A avaliação da eficácia fotoprotetora pode ser realizada por meio de metodologias *in vitro* e *in vivo*, cada uma com características e objetivos distintos. O estudo *in vitro* envolve a aplicação de formulações em modelos de pele sintética ou isolada, em condições controladas de laboratório. Esse método é usado para avaliar parâmetros como a capacidade de absorção e espalhamento da radiação ultravioleta pela formulação, sem a interferência de variáveis biológicas, como a resposta imunológica ou a regeneração celular. Embora forneça dados iniciais sobre a eficácia fotoprotetora, os testes *in vitro* não reproduzem a complexidade da interação entre a pele e o produto em um ambiente real (Vicentini *et al.*, 2008).

Em contrapartida, o método *in vivo* envolve a aplicação da formulação diretamente sobre a pele de indivíduos ou modelos animais, com a avaliação da eficácia após a exposição à radiação UV sob condições naturais, considerando fatores como a absorção da radiação, os efeitos biológicos e as respostas imunes da pele. Este método oferece uma análise mais completa sobre os mecanismos de proteção solar, permitindo entender os fenômenos ópticos e fisiológicos que ocorrem na pele em resposta ao uso do produto. Assim, enquanto os testes *in vitro* são essenciais para análises iniciais de segurança e eficácia, os testes *in vivo* são fundamentais para uma avaliação mais precisa e detalhada da resposta do organismo ao protetor solar (Vicentini *et al.*, 2008).

O Fator de Proteção Solar (FPS) é um parâmetro fundamental nesse contexto e é definido como o quociente entre a Dose Eritematógena Mínima (DEM) na pele protegida pelo fotoprotetor em análise e a DEM na pele desprotegida. A DEM representa a quantidade de energia efetiva, expressa com unidade em J.cm⁻², necessária para induzir a primeira reação eritematogena perceptível, com bordas claramente definidas (Balogh *et al.*, 2011). O cálculo de FPS é demonstrado na Equação 1.

$$FPS = \frac{DME (PELE PROTEGIDA)}{DME (PELE DESPROTEGIDA)} \quad (\text{Equação 1})$$

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) estabelece diretrizes para a comercialização de protetores solares. Segundo a Resolução RDC nº 30/2012, esses produtos devem atender a requisitos técnicos que garantam sua segurança e eficácia, incluindo testes tanto *in vivo* quanto *in vitro*, para determinar o Fator de Proteção Solar (FPS) e a proteção contra raios UVA. A Resolução RDC nº 7/2015, modificada pela RDC nº 237/2018, define os critérios para regularizar produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes, abrangendo protetores solares. Eles devem passar por avaliações de eficácia e segurança, comprovando o FPS e a proteção UVA, além de incluir informações detalhadas nas embalagens, em português, sobre composição, modo de uso e advertências. As Resoluções RDC nº 350/2020 e RDC nº 422/2020 da Anvisa atualizam as normas, garantindo que as embalagens contenham informações claras sobre a composição, modo de uso e advertências, e, no caso da RDC nº 422/2020, reforçam requisitos de rotulagem ambiental (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2012; 2015; 2018; 2020).

Compreender a regulamentação é fundamental para garantir a eficácia dos produtos de proteção solar, especialmente, considerando as diferentes faixas de radiação UV, que podem impactar na saúde. A região do UV do espectro eletromagnético pode ser dividida em 3 regiões principais, as regiões UVA, UVB e UVC. Essas 3 regiões estão detalhadas no Quadro 1.

Quadro 1. Classificação da radiação UV em função da energia e comprimento de onda.

Região do ultravioleta no espectro eletromagnética	Características
UVC (100-290 nm)	Faixa mais energética, mas felizmente não atinge a superfície terrestre. A camada de ozônio na atmosfera atua como uma barreira eficaz contra a radiação UVC.
UVB (280-320 nm)	Responsável por causar queimaduras solares e está associada ao desenvolvimento de câncer de pele, incluindo o melanoma.
UVA (320-400 nm)	Menos energética que a UVB, mas penetra de forma mais profunda na pele. Também é subdividida em UVA1 (340-400 nm) e UVA2 (320-340 nm). A exposição crônica à radiação UVA está relacionada ao envelhecimento precoce da pele e ao risco aumentado de câncer de pele não melanoma.

Fonte: Adaptado de Balogh e colaboradores (2011).

Os protetores solares são sistemas coloidais complexos que possuem como principal função a capacidade de proteção solar, ou seja, são destinados a proteger as células viáveis da pele contra os efeitos, potencialmente prejudiciais, da radiação UV (Schalka; Reis, 2011).

Os filtros ultravioleta presentes nos protetores solares podem interagir com a radiação incidente através de reflexão, espalhamento e absorção. Dessa forma, o componente que efetivamente protege a pele dos malefícios da incidência da radiação UV é o filtro solar, que pode ser classificado como filtro orgânico ou inorgânico (Schalka; Reis, 2011).

Além do filtro, o protetor solar contém outros ingredientes em sua formulação, como conservantes, corantes, umectantes, emulsificantes e fragrâncias. Um dos compostos químicos comumente encontrados em produtos cosméticos, industriais e protetores solares é a 2-hidroxi-4-metilfenil(fenil)metanona, conhecida como oxibenzona ($C_{14}H_{12}O_3$) (Figura 3), um derivado da 2-hidroxi-fenil-fenilmetanona, ou benzofenona ($C_{13}H_{10}O$) (Figura 4), que tem a habilidade de absorver os raios UVA (Montero-Cordero, 2019).

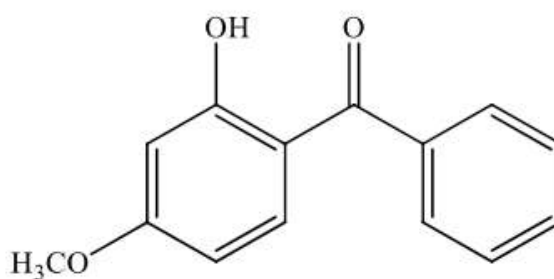


Figura 3. Fórmula estrutural da Oxibenzona ($C_{14}H_{12}O_3$).
Fonte: Santos (2023, p. 21).

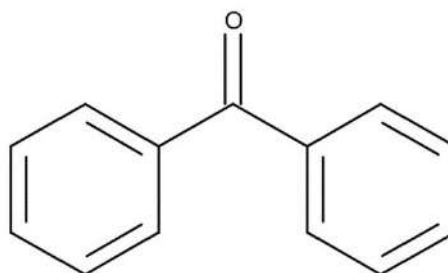


Figura 4. Fórmula estrutural da Benzofenona ($C_{13}H_{10}O$).
Fonte: Elaboração própria.

Contudo, estudos recentes apontam para uma série de efeitos adversos relacionados ao uso de filtros solares orgânicos. Entre eles, estão reações alérgicas cutâneas, neurotoxicidade e efeitos hormonais nocivos (Saucedo; Vallejo; Giménez, 2020). Portanto, é crucial que os indivíduos tomem precauções adequadas para proteger sua pele, incluindo o uso do protetor solar correto. Além disso, é essencial que haja conhecimento sobre os diferentes tipos de produtos disponíveis no mercado para garantir uma escolha adequada e eficaz (Santos; Sobrinho; Oliveira, 2018).

Vale ressaltar que, a crescente conscientização sobre os impactos nocivos da radiação UV, juntamente com as desvantagens associadas ao uso de filtros UV inorgânicos e orgânicos convencionais, impulsionou o desenvolvimento de compostos mais estáveis à luz, que oferecem alta proteção UV e baixa toxicidade para os seres humanos e o meio ambiente. Esses novos compostos, denominados compostos de proteção UV, buscam proporcionar uma alternativa mais segura e eficiente (Lupino *et al.*, 2023).

Notavelmente, a água é o componente predominante na maioria das formulações cosméticas de protetores solares. Em contraste, os filtros solares, responsáveis pela proteção contra os raios UV, constituem apenas uma fração mínima dos ingredientes. Por exemplo, o Dietilamino-hidroxibenzoil hexil benzoato (hexyl 2-[4-(diethylamino)-2-hydroxybenzoyl]benzoate - $C_{26}H_{30}N_2O_3$), Etilhexil salicilato ($C_{15}H_{22}O_3$), Octocrileno ($C_{24}H_{27}NO_2$), Homosalato ($C_{16}H_{22}O_3$) e Benzofenona-3 (2-hydroxy-4-methoxybenzophenone - $C_{14}H_{12}O_3$), são os filtros UV identificados nas formulações, com presença em quantidades relativamente pequenas em comparação com outros componentes como solventes, emolientes e agentes de controle de viscosidade (Menezes *et al.*, 2021).

Considerando que o valor do produto final deve englobar todos os aspectos do processo produtivo, o custo real envolvido na produção de um produto que tem a água como um dos principais ingredientes deve ser levado em consideração. Embora a discussão sobre o preço seja relevante, é essencial estabelecer condições comparativas claras para avaliar os diferentes fatores que influenciam o custo final de um produto.

A importância dos protetores solares, ou fotoprotetores é inegável, e o mercado tem respondido a essa demanda. Além da perspectiva de mercado, a necessidade real de proteção contra o sol é o principal foco desse setor e, para

oferecer produtos mais eficazes, com maior proteção e acessibilidade, os desenvolvedores têm se esforçado para aprimorar suas técnicas e os fabricantes de matérias-primas têm pesquisado e desenvolvido novos outros sistemas de proteção UV (Flor; Davolos; Correa, 2007).

Nesse contexto, as roupas com proteção UV surgem como uma alternativa prática e eficaz, oferecendo menor risco de reações alérgicas e sendo fáceis de usar. A eficácia das roupas de proteção UV está diretamente ligada às características do tecido utilizado, como sua composição química e propriedades ópticas (Lupino *et al.*, 2023). Entre os materiais mais utilizados estão o polietileno tereftalato (PET), amplamente conhecido como poliéster, e o algodão. O PET (Figura 5) é produzido por meio de um processo de polimerização, onde a reação entre o ácido tereftálico ($C_8H_6O_4$) e o etilenoglicol ($C_2H_6O_2$) resulta na formação do polímero. Esse material é bastante eficaz na absorção de UVB devido à sua estrutura eletrônica e molecular, além de ser uma opção de baixo custo e de fácil combinação com fibras naturais (Jaffe *et al.*, 2020 *apud* Lupino *et al.*, 2023, p. 18¹).

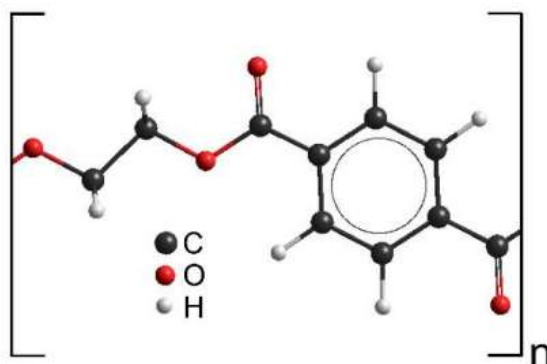


Figura 5. Estrutura química do polietileno tereftalato (PET).

Fonte: Lupino e colaboradores (2023, p. 18).

Após a tecelagem, os tecidos passam por etapas de acabamento, que incluem processos como chamuscamento, purgação, tingimento e tratamento químico. Esses processos são responsáveis por agregar características específicas aos tecidos, como a capacidade de repelir água ou bloquear a radiação UV. Em especial, a incorporação de nanopartículas tem sido uma técnica amplamente empregada para criar tecidos inteligentes, que oferecem benefícios como autolimpeza e ação antibacteriana (Pezzolo, 2007).

¹ Jaffe, Michel; Easts, Anthony J.; Feng, Xianhong. Polyester fibers. In: **Thermal analysis of textiles and fibers**. Woodhead Publishing, 2020.

Em síntese, a evolução dos protetores solares reflete o avanço científico e o aumento da conscientização sobre os riscos da radiação UV. Desde os primeiros produtos, como o PABA, até as formulações mais recentes que combinam filtros orgânicos e inorgânicos, a indústria tem feito esforços para criar soluções mais eficazes e seguras. No contexto brasileiro, as normas da Anvisa são cruciais para garantir que esses produtos atendam a requisitos de segurança e eficácia, alinhando-se aos padrões internacionais. A formulação dos protetores solares inclui uma série de componentes além dos filtros UV, o que revela a complexidade envolvida na criação de produtos que proporcionem proteção efetiva contra os raios UVA e UVB.

Os resultados e discussões deste trabalho exploram as diferenças entre os filtros solares inorgânicos e orgânicos, considerando suas propriedades físico-químicas e mecanismos de ação. Além disso, são analisadas as vantagens e desvantagens de cada tipo, essas características são cruciais para orientar a escolha do consumidor com base em suas necessidades individuais.

Dessa forma, os tópicos discutidos também incluem a predominância da água como ingrediente nas formulações de protetores solares, a importância da relação custo-benefício dos ingredientes e o papel das fibras e tecidos na proteção UV. A análise abrange a eficácia dos tecidos funcionalizados com compostos de proteção UV e como diferentes tramas de fios influenciam a capacidade de bloqueio da radiação solar. Por fim, os desafios regulatórios e o alto custo dos protetores solares são levantados, destacando a necessidade de maior acessibilidade e visibilidade para alternativas mais econômicas e eficazes.

2.2 Filtros solares Inorgânicos e Orgânicos

Dependendo de suas características físico-químicas, esses filtros podem ser inorgânicos ou orgânicos. Os inorgânicos atuam por absorção e espalhamento da radiação UV, já os orgânicos absorvem a radiação UV. Os protetores solares inorgânicos, que atuam como uma barreira física impedindo a passagem da radiação, são importantes devido à sua eficácia na proteção contra a radiação UV e à sua não toxicidade. Esses filtros são compostos por partículas que ficam suspensas quando incorporadas em uma formulação (Lourith; Kanlayavattanakul; Chingunpitak, 2017).

Os filtros solares orgânicos são moléculas orgânicas que possuem grupos cromóforos com um elevado grau de conjugação do sistema π . Assim, a capacidade de absorção UV está associada a transições eletrônicas entre o orbital molecular mais alto ocupado (*HOMO* - *Highest Occupied Molecular Orbital*) e o orbital molecular mais baixo desocupado (*LUMO* - *Lowest Unoccupied Molecular Orbital*). Quando a molécula do filtro solar orgânico absorve um fóton de UV, um elétron é excitado do *HOMO* para o *LUMO*, dissipando a energia absorvida em forma de calor (Flor; Davolos; Correa, 2007).

Dessa forma, os filtros solares orgânicos são compostos por moléculas aromáticas com grupos carboxílicos, capazes de absorver a radiação UV e transformá-la em formas de energia. Essas moléculas contêm grupos doadores de elétrons, como aminas ou grupos metoxila, que estabilizam o anel aromático, aumentando a diferença de energia entre os orbitais *HOMO* e *LUMO*, o que define o comprimento de onda de absorção. Exemplos incluem o PABA, com máxima absorção em 283 nm, e a avobenzona (butil metoxi-dibenzoil-metano - $C_{20}H_{22}O_3$), que absorve em 358 nm, cobrindo a região UVA. Combinações desses filtros são usadas para oferecer proteção de amplo espectro (UVA e UVB), mas podem causar irritação (Flor; Davolos; Correa, 2007).

Por outro lado, os filtros solares inorgânicos utilizam partículas de óxidos metálicos, como óxido de zinco (ZnO) e dióxido de titânio (TiO_2). Estes filtros funcionam a partir da absorção e espalhamento da radiação UV. Em termos de estrutura eletrônica, os filtros inorgânicos possuem bandas de condução (BC) e bandas de valência (BV). A BC vazia e a BV preenchida são fundamentais para a absorção e espalhamento da radiação UV. Quando a radiação UV incide sobre essas partículas, os elétrons na BV são excitados para a BC, e a energia é dissipada, protegendo a pele (Flor; Davolos; Correa, 2007).

As partículas de filtro solar com maior eficiência de difusão são aquelas que conseguem dispersar a luz de maneira mais eficaz, e o tamanho ideal para essa difusão varia de acordo com o material. No caso do óxido de zinco, a máxima eficiência de difusão é obtida com partículas de cerca de 0,8 μm de diâmetro. Para o dióxido de titânio, a difusão é mais eficiente com partículas de aproximadamente 0,25 μm . Quando as partículas ficam menores que 0,8 μm , a eficiência de difusão tende a diminuir consideravelmente (Araújo; Souza, 2011).

Embora tanto os filtros solares orgânicos quanto os inorgânicos sejam eficazes na proteção contra a radiação UV, cada tipo apresenta características distintas. Os filtros solares inorgânicos, têm como vantagem principal a segurança, sendo bem tolerados pela maioria das pessoas e com baixo risco de causar alergias. Além disso, esses filtros oferecem proteção imediata após a aplicação e permanecem estáveis sob exposição à luz UV. Contudo, eles podem deixar aspecto branco na pele, o que pode ser um inconveniente estético. Já os filtros solares orgânicos proporcionam uma proteção mais ampla contra os diferentes tipos de radiação UV, mas alguns de seus componentes têm gerado preocupações tanto em relação à saúde, como reações alérgicas, quanto ao impacto ambiental (Dinardo; Downs, 2018).

Portanto, a escolha entre filtros solares inorgânicos e orgânicos depende das necessidades e preferências individuais do usuário. E, independentemente do tipo de protetor solar que você escolher, é importante ter em mente que a proteção solar adequada também inclui medidas físicas, como vestir roupas de proteção e evitar o sol do meio-dia. Afinal, a melhor defesa contra os danos causados pelo sol é uma abordagem multifacetada (Autier, 2009).

A partir das discussões realizadas, a predominância da água na formulação de protetores solares é uma prática comum, pois a água é um solvente barato e eficaz que ajuda a dispersar outros ingredientes. Além disso, facilita a aplicação uniforme do produto na pele. Por outro lado, os filtros solares, que são os ingredientes mais caros devido ao seu papel crucial na proteção contra os raios UV, estão presentes em quantidades menores. Isso é suficiente para garantir a eficácia do produto, mas também ajuda a controlar os custos de produção. Assim, apesar de serem os componentes mais importantes em termos de função, eles representam uma pequena fração do volume total do produto (Menezes *et al.*, 2021).

Outro ponto a ser levado em consideração é a proteção UV em tecidos. A proteção está diretamente relacionada a diversos fatores, como o tipo de fibra utilizada, o padrão de trama, a espessura do material, a densidade dos fios e as propriedades ópticas dos pigmentos ou corantes. Por exemplo, à medida que a densidade dos fios (número de fios por unidade de comprimento) aumenta, a transmitância solar diminui, enquanto a refletância difusa tende a aumentar. Além dessas características têxteis, o bloqueio de radiação UV pode ser otimizado pela

adição, revestimento ou ancoragem de compostos protetores na superfície das fibras (Lupino *et al.*, 2023).

As tramas dos tecidos planos são geralmente classificadas em tafetá, sarja e cetim, assim como demonstra a Figura 6. O tafetá possui um padrão de trama semelhante a um tabuleiro de xadrez (6a), o que proporciona maior resistência mecânica devido à sua forma homogênea. A sarja apresenta um padrão diagonal (6b), que oferece menor adesão de sujeira e facilita a limpeza, pois o padrão de trama cria mais espaços vazios entre os fios. Já a trama de cetim possui saltos maiores entre os fios em comparação com outros padrões de trama plana (6c), o que influencia diretamente no brilho do tecido (Pezzolo, 2007)

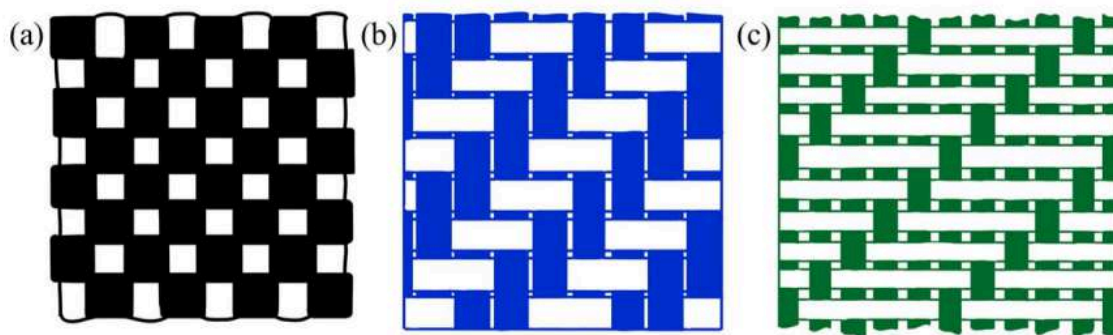


Figura 6. Representações esquemáticas das tramas de tecidos planos: (a) tafetá, (b) sarja e (c) cetim.

Fonte: Lupino e colaboradores (2023, p. 19).

O FPU (Fator de Proteção Ultravioleta) é um bom parâmetro para indicar a capacidade de bloqueio de UV dos tecidos inteligentes que contêm compostos de proteção UV, entretanto, alguns aspectos devem ser considerados na análise e interpretação dos resultados do FPU. Entre eles estão: *I*) a quantidade de composto protetor por área têxtil; *II*) a espessura do tecido; e *III*) as propriedades do tecido alteradas pela incorporação, por exemplo, a rugosidade do tecido (Lupino *et al.*, 2023).

Em resumo, seria razoável esperar que protetores solares fossem mais acessíveis. No entanto, a realidade do mercado mostra o contrário. Outro ponto importante são os custos regulatórios e os processos de aprovação, que, embora cruciais para a segurança, adicionam despesas consideráveis. No entanto, esses custos não justificam completamente a diferença entre o custo de produção e o preço de venda.

Diante das diferenças entre os filtros solares orgânicos e inorgânicos, bem como os desafios econômicos e de produção que envolvem a formulação de protetores solares, é evidente que a conscientização sobre esses produtos é essencial para o consumidor fazer escolhas informadas. Nesse sentido, a DC surge como uma ferramenta poderosa para democratizar o conhecimento e permitir que a população compreenda as características técnico-científicas desses produtos. A próxima seção tratará da importância do conhecimento científico na formação de cidadãos críticos e da relevância da DC na sociedade, destacando como essa prática pode promover uma compreensão mais profunda sobre a ciência por trás de produtos cotidianos, como os protetores solares.

2.3 CTSA no ensino de ciências

A abordagem metodológica do CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) visa trazer para os estudantes conhecimentos que os levem a participar da sociedade moderna, no sentido da busca de alternativas da utilização da ciência e tecnologia, dentro de uma perspectiva de bem-estar social. Diante do impacto atual da tecnologia, torna-se necessária a integração do desenvolvimento técnico-científico com o meio ambiente e com as necessidades vitais da humanidade (Santos; Schnetzler, 2003).

Solomon (1988) aborda, separadamente, os três componentes de CTS, esclarecendo o significado que cada um tem nessa proposta de ensino. Assim, quanto à ciência, afirma que os cursos de CTS devem ensinar o caráter provisório e incerto das teorias científicas. Com tal compreensão, os alunos poderão avaliar as aplicações da ciência, levando em conta as opiniões controvertidas dos especialistas. Ao contrário, com uma visão de ciência verdadeira e acabada, os alunos terão dificuldade de aceitar a possibilidade de duas ou mais alternativas para um mesmo problema ou questão.

A tecnologia deve ser apresentada como aplicação das diferentes formas de conhecimento para atender às necessidades sociais. Dessa forma, o aluno compreenderá as pressões das inovações tecnológicas na sociedade, caracterizando a tecnologia como um processo de produção social e reconhecendo a dependência da sociedade para com os produtos tecnológicos gerados. Sobre a sociedade, deve levar os alunos a perceberem o poder de influência que eles têm

como cidadãos, assim, eles seriam estimulados a participar democraticamente da sociedade por meio da expressão de suas opiniões (Solomon, 1988).

Em termos gerais, o objetivo mais frequentemente apontado por inúmeros pesquisadores para os cursos com preocupação central na formação da cidadania refere-se ao desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão. Essa relaciona-se à solução de problemas da vida real que envolvem aspectos sociais, tecnológicos, econômicos e políticos, o que significa preparar o indivíduo para participar ativamente na sociedade democrática (Santos; Schnetzler, 2003).

O método da CTS, conforme indicada pela seta na Figura 7, pode ser sintetizada nas seguintes etapas: I) uma questão social é apresentada; II) uma tecnologia relacionada ao tema social é analisada; III) a partir disso, o conteúdo científico é definido de acordo com o tema social; IV) a tecnologia correlata é retomada e estudada com base no conteúdo previamente apresentado; e V) finalmente, a questão social original é discutida novamente (Santos; Schnetzler, 2003).

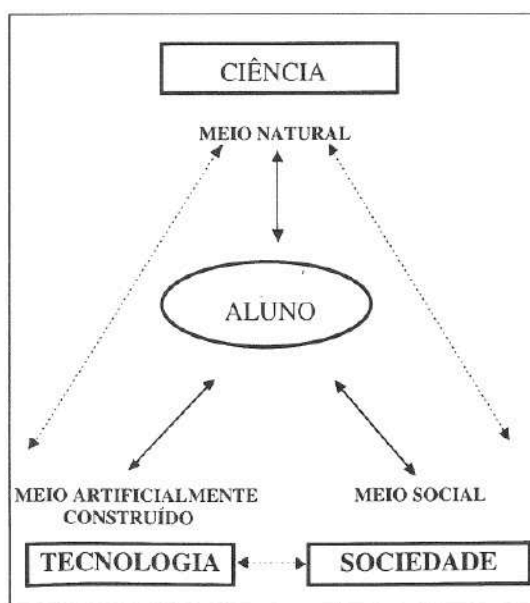


Figura 7. Relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade e o aluno.

Fonte: Hofstein *et al.*, 1988 *apud* Santos; Schnetzler, 2003, p. 60².

Lowe (1985) sugere três tipos de abordagens para o ensino de temas de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). A primeira abordagem consiste em ensinar uma área da ciência que incorpore aspectos relevantes à CTS. Um exemplo seria

estudar o impacto da teoria da evolução de Darwin sobre a religião, integrando o impacto da ciência sobre a sociedade.

A segunda abordagem, sugerida por Lowe (1985), propõe introduzir uma aplicação tecnológica para explorar conceitos científicos, culminando em discussões mais amplas sobre as aplicações do princípio estudado. Um exemplo disso seria estudar o processo de cozimento de alimentos, explorando o fogo como tema, a combustão e os combustíveis como conteúdos científicos, e questões como o manejo de ecossistemas e recursos naturais como aplicações relacionadas.

Na terceira abordagem, parte-se de um problema central para, então, estudar os conceitos científicos necessários à sua resolução. Um exemplo seria abordar a questão das necessidades alimentares da sociedade industrial, explorando tópicos como nutrição e crescimento de plantas. Ao estudar nutrição, seriam incluídos princípios científicos como proteínas, gorduras, carboidratos e digestão, além de questões mais amplas, como dieta balanceada, obesidade e desnutrição, essa abordagem representa uma mudança mais profunda no uso de CTS como princípio organizador do ensino (Lowe, 1985).

O projeto CHEMCOM (*Chemistry in the Community*) é um exemplo de currículo que aborda questões tecnológicas relacionadas à química. Ele é estruturado em unidades que apresentam inicialmente um problema tecnológico, seguido por informações para análise, com o objetivo de que os alunos proponham soluções. As informações são fornecidas por meio de notícias, experiências, teorias químicas e atividades de tomada de decisão (Santos; Schnetzler, 2003).

Os conceitos básicos de química são introduzidos e desenvolvidos ao longo das discussões sobre os temas tecnológicos das unidades, e a sequência dessas unidades pode ser modificada, desde que permita a compreensão dos temas a partir dos conceitos já explorados. Além disso, conceitos de ciências sociais também são incorporados no projeto (Santos; Schnetzler, 2003).

A principal diferença entre CTS e o ensino tradicional de ciências reside na organização curricular. Enquanto o ensino CTS se baseia em temas sociais e no desenvolvimento de uma visão crítica das implicações sociais da ciência, o ensino tradicional foca no conteúdo científico por si só, sem explorar suas aplicações sociais (Santos; Schnetzler, 2003). Esse contraste reflete a organização interdisciplinar do ensino CTS, em oposição ao ensino convencional, que prioriza a transmissão de conceitos científicos isoladamente.

O movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) surge como resultado de uma profunda reflexão sobre o papel da Ciência na sociedade, e, essa reflexão levou à necessidade de um movimento que advoga pela educação científica com uma perspectiva mais ampla, que leve em consideração as influências da Ciência no mundo social e ambiental (Monteiro; Neves da Silva, 2015).

Em vez de apenas transmitir conhecimentos científicos, defende-se que a educação científica deve formar cidadãos capazes de participar ativamente das decisões que impactam o uso e aplicação desses conhecimentos na sociedade. É preciso entender que existem fatores econômicos, sociais e culturais que influenciam diretamente o desenvolvimento científico e tecnológico e que por eles também é influenciada (Monteiro; Neves da Silva, 2015).

A abordagem CTSA no ensino de Química e Ciências visa integrar conhecimentos científicos com aspectos tecnológicos, sociais e ambientais, promovendo um aprendizado mais contextualizado e relevante para os alunos. Essa metodologia³ incentiva a compreensão crítica e reflexiva dos conteúdos, conectando-os com questões cotidianas e desafios contemporâneos (Santos, 2007).

Um dos pilares da abordagem CTSA é a consideração dos impactos sociais e ambientais da ciência e da tecnologia. No ensino de Química, isso significa discutir com os alunos as implicações das práticas científicas e tecnológicas para a sociedade e o meio ambiente. Temas como a produção e descarte de materiais plásticos; o uso de agrotóxicos na agricultura; a exploração de recursos naturais, são exemplos de tópicos que podem ser explorados sob essa perspectiva (Sasseron; Carvalho, 2008).

Ao integrar conceitos científicos em contextos sociais e ambientais reais, o CTSA promove uma aprendizagem significativa, que vai além do simples conhecimento teórico. Essa abordagem permite que os alunos compreendam o impacto da ciência e da tecnologia em suas vidas e na sociedade, incentivando o pensamento crítico e a tomada de decisões informadas sobre questões complexas que envolvem ciência, tecnologia e ambiente (Martins, 2020).

A implementação do CTSA na educação científica visa preparar os estudantes para enfrentar os desafios de um mundo em constante mudança, onde

³ A metodologia de ensino se fundamenta em um plano teórico e está relacionada às estratégias, pois orienta os critérios para sua seleção e organização. Ela envolve um conjunto de princípios e concepções que sustentam o processo de ensino e aprendizagem, baseando-se em abordagens sociais e educacionais. Além disso, a metodologia fornece as diretrizes que guiam a prática pedagógica, funcionando como o alicerce teórico para as escolhas metodológicas no contexto educacional (Alves; Bego, 2020).

as decisões tecnológicas e científicas têm profundas implicações sociais e éticas. Por meio dessa perspectiva, a educação não apenas transmite conhecimentos científicos, mas também promove a reflexão sobre as consequências sociais e ambientais das inovações tecnológicas. Isso é essencial para formar cidadãos conscientes e responsáveis, capazes de participar ativamente em debates e decisões que afetam suas comunidades e o meio ambiente (Martins, 2020).

Além disso, a educação CTSA valoriza a interdisciplinaridade, permitindo que diferentes áreas do conhecimento sejam exploradas de maneira integrada. Isso contribui para uma compreensão mais holística dos problemas enfrentados pela sociedade, como as mudanças climáticas, a poluição e a sustentabilidade. Ao enfatizar a conexão entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, o CTSA ajuda a desenvolver uma cidadania mais engajada e consciente, essencial para enfrentar os desafios do século XXI (Martins, 2020).

Dessa forma, o movimento CTSA amplia ainda mais essa perspectiva ao integrar também a dimensão ambiental na reflexão sobre o papel da ciência e da tecnologia. Enquanto o CTS busca desenvolver uma abordagem crítica e reflexiva sobre as implicações sociais das inovações, o CTSA acrescenta a necessidade de avaliar também as consequências ambientais das práticas científicas. Essa abordagem visa a formação de cidadãos capazes de compreender a complexidade dos desafios contemporâneos e de tomar decisões que considerem não apenas os aspectos sociais, mas também os ambientais. Assim, enquanto o CTS foca nas questões sociais e tecnológicas, o CTSA amplia esse foco para incluir também o impacto ambiental (Monteiro; Neves da Silva, 2015).

Em suma, o movimento CTSA desafia não apenas o papel da ciência em si, mas também destaca a importância de uma formação científica e tecnológica para capacitar os cidadãos a participar das decisões que moldam a sociedade. Esse movimento inspirou uma série de estudos que exploram metodologicamente como o ensino de ciências pode ser realizado sob a perspectiva CTSA, integrando os elementos essenciais identificados nessa discussão.

No âmbito das discussões sobre a relação entre ciência e cultura, pode-se entender essa interação como uma oposição complementar. Segundo Vogt e Morales (2016), cultura e ciência são conceitos interdependentes, pois um não existe sem o outro, ainda que apresentem características opostas. A noção de "cultura científica", conforme explicam os autores, não é uma simples sobreposição

dos dois termos, mas um equilíbrio dinâmico entre elementos culturais e práticas científicas.

Essa relação entre ciência e cultura é ilustrada por meio de um triângulo de oposições, onde cultura e ciência ocupam os vértices opostos da base, e a cultura científica aparece no vértice superior, assim como demonstra a Figura 8. A comunicação e o conhecimento atuam como elementos transformadores nesse processo, sendo a comunicação responsável por integrar a ciência ao contexto cultural mais amplo. O conhecimento científico, por sua vez, molda e transforma a cultura ao longo do tempo, imprimindo novas formas e conteúdos à medida que a sociedade evolui.

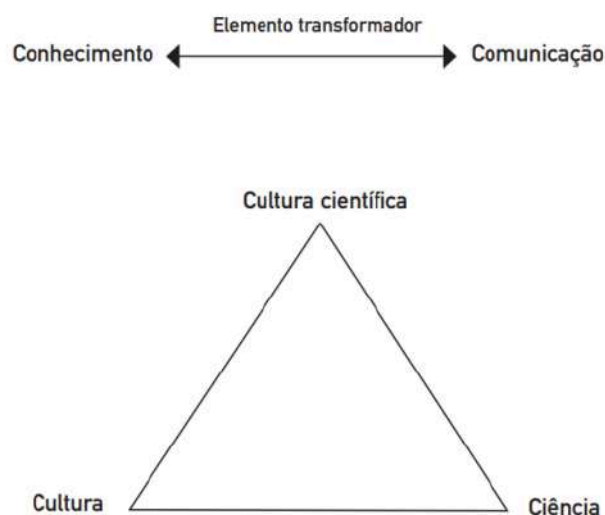


Figura 8. Relação entre cultura, ciência e cultura científica no triângulo das oposições.

Fonte: Vogt e Morales (2016, p. 20).

Para descrever a dinâmica da cultura científica, Vogt (2003) propõe a "Espiral da Cultura Científica", demonstrada na Figura 9, uma representação que utiliza dois eixos perpendiculares (vertical e horizontal), os quais definem quatro quadrantes. A espiral inicia com o foco no compartilhamento desse saber entre os pares. À medida que avança, entra em um segundo estágio, representado pelo quadrante voltado para o ensino da ciência, onde ocorre a formação de novos cientistas. Na sequência, a espiral se desloca para o terceiro quadrante, que abrange as atividades relacionadas ao ensino direcionado à ciência, ou seja, ações que envolvem a preparação de indivíduos para compreender e aplicar o conhecimento científico. Finalmente, ao alcançar o quarto quadrante, a espiral retorna ao ponto de origem, fechando o ciclo e focando nas práticas de DC, que têm como objetivo transmitir o

conhecimento científico para o público mais amplo e não especializado, expandindo o impacto social da ciência (Vogt, 2003).

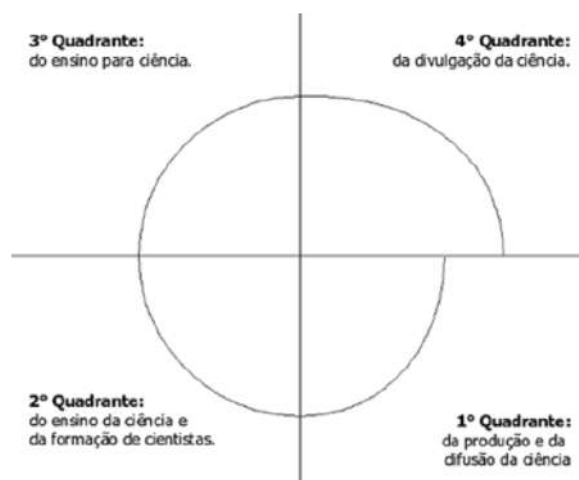


Figura 9. Espiral da Cultura Científica.

Fonte: Vogt (2003, p. 6).

Essa espiral ressalta a importância da comunicação em cada etapa do processo, mostrando que a ciência só alcança sua materialidade social por meio de uma constante interação com a cultura. Assim, a aproximação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) torna-se cada vez mais essencial para entender o papel transformador da ciência na sociedade contemporânea (Vogt; Morales, 2016).

Como foi visto, a elaboração de materiais de DC tem um papel fundamental na promoção do conhecimento científico de forma acessível e direta para o público. Os materiais produzidos, como o panfleto e o cartaz, por serem visuais e compactos, permitem a síntese de informações complexas em formatos simplificados, o que facilita a compreensão. Baseados em estratégias visuais e conteúdo informativo, os materiais conseguem captar a atenção de diferentes públicos, contribuindo para a popularização da ciência e o engajamento social em questões científicas contemporâneas.

Ao desenvolver os materiais de DC, foi importante considerar não apenas a exatidão do conteúdo, mas também a forma de comunicação, alinhada às etapas da Figura 9, demonstrando como a ciência circula, se transforma e se integra à sociedade, destacando a importância da adaptação da mensagem ao público-alvo, tornando a informação acessível e atraente. Ao elaborar os materiais, como o panfleto e o cartaz, o objetivo é garantir um equilíbrio entre o rigor científico e a compreensão pública, promovendo uma interação contínua entre a ciência e a sociedade.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Elaborar materiais de divulgação científica para demonstrar a relevância do uso do protetor solar e os perigos da radiação ultravioleta para a saúde humana. Propõe-se que os materiais podem ser utilizados tanto como divulgação científica como estratégias didáticas.

3.2 Objetivos Específicos

Para operacionalizar a execução do objetivo geral de pesquisa desdobrou-se esse em três objetivos específicos:

- I.* Realizar uma revisão narrativa sobre a temática de divulgação científica.
- II.* Desenvolver uma pesquisa sobre os protetores solares, os efeitos nocivos da exposição excessiva ao sol e os benefícios do uso adequado.
- III.* Elaborar materiais de divulgação científica, que apresentem de forma didática os principais aspectos sobre a importância do uso do protetor solar, visando alcançar um amplo público-alvo e promover a conscientização sobre os benefícios da proteção solar.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este projeto surge da necessidade de desenvolver materiais de DC que promovam a conscientização sobre a importância do uso adequado do protetor solar. Inicialmente concebido com o propósito de abordar os riscos associados à exposição solar, essa iniciativa evoluiu como parte do movimento CTSA e sua relação com o ensino de ciências.

Para iniciar este estudo, foi realizada uma revisão narrativa sobre a DC. A pesquisa foi conduzida em diversas bases de dados acadêmicas, como *Google Scholar*, Periódicos CAPES e Scielo, além de bibliotecas virtuais de universidades e instituições de pesquisa, análise de documentos técnicos de órgãos de saúde e instituições de pesquisa.

Além disso, foi realizada uma pesquisa detalhada sobre os diferentes tipos de protetores solares, incluindo seus ingredientes ativos e eficácia. Foram investigados, também, os efeitos nocivos da exposição excessiva ao sol, como queimaduras solares, envelhecimento prematuro da pele e aumento do risco de câncer de pele, o que ressalta a importância do conhecimento científico para a sociedade. Nesse contexto, o conhecimento científico desempenha um papel crucial na formação do cidadão crítico, e, para justificar a importância desse ensino, 5 argumentos buscam sustentar e fundamentar o valor do conhecimento científico para a sociedade em geral: utilitarista, econômico, democrático, cultural e social. Cada um desses argumentos sublinha a relevância do ensino de ciências na educação contemporânea.

O argumento utilitarista ressalta que o conhecimento em ciências e tecnologia tem um valor prático importante, ou seja, os indivíduos estariam em melhor posição para tomar decisões sobre questões como alimentação e segurança, além de serem mais capazes de criticar as alegações dos fabricantes e realizar escolhas de consumo mais conscientes. Já o argumento econômico indica que existe uma relação entre o entendimento da ciência pela população e o desempenho econômico de um país. Ademais, a capacidade de uma nação em alcançar avanços científicos e tecnológicos é frequentemente interpretada como um reflexo de sua posição no cenário global (Millar, 2003).

O argumento democrático sugere que a compreensão de ciência é necessária para participar de debates e tomada de decisões, fundamentadas, sobre

questões científicas que afetam a sociedade. No entanto, há desafios significativos para implementar esse ideal na prática. A complexidade dos temas científicos e a constante evolução dos debates tornam difícil a preparação dos estudantes para todas as questões que possam surgir ao longo de suas vidas. Dessa forma, o currículo deve priorizar a compreensão das ideias fundamentais que possam servir de base para o aprendizado de questões específicas no futuro (Millar, 2003).

O argumento cultural que defende que a ciência é uma dos principais bens culturais produzidos pela humanidade e, portanto, deve ser compreendida e apreciada por todos. Para se humanizar, o aluno deve ter posse do saber produzido e validado pela humanidade ao longo da história. Por último, o argumento social sustenta que conhecer os benefícios da ciências e todos os seus processos de construção do conhecimento é fundamental para gerar empatia por essa área. Essa aproximação pode ajudar no desenvolvimento de pressão social para que se invista no desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico (Millar, 2003).

Muitas vezes, o ensino formal adquirido durante a jornada escolar não é suficiente para desenvolver toda essa imersão crítica ao conteúdo científico, dessa forma, uma alternativa que se apresenta nesta pesquisa para preencher essa lacuna é a DC. Além de seu vasto valor para conscientização do público em geral, os materiais de DC também podem ser utilizados como uma estratégia didática para o contexto de sala de aula.

A DC pode se manifestar em dois principais domínios: o educacional, que engloba materiais como livros didáticos, aulas de ciências e cursos de extensão para não especialistas; e o jornalismo científico, no qual ciência e tecnologia estão sujeitas às peculiaridades desse campo específico (Grillo, 2006).

O processo de uma DC tem início quando um cientista conduz uma pesquisa e obtém resultados que possam interessar a diferentes tipos de audiência. Os artigos resultantes, redigidos em linguagem técnica para cientistas, devem passar por uma adaptação para uma linguagem mais acessível, destacando o impacto da descoberta na sociedade e esclarecendo aspectos relevantes (Sunaga; Cypriano, 2021).

A difusão do conhecimento científico pode ser vista como um conceito que engloba a divulgação, a disseminação e o jornalismo científico. Na disseminação científica, há uma interação entre especialistas da área, que se comunicam por meio de publicações em revistas acadêmicas e em sociedades científicas, já por outro

lado, a DC tem como foco o público em geral, incluindo leigos e especialistas e, para alcançar esse público diversificado, é necessário adaptar a linguagem, tornando-a acessível e compreensível para pessoas fora do meio científico (Gouvêa, 2015). Essa adaptação pode ser representada na Figura 10.



Figura 10. Modelo linear simples para o processo de comunicação científica.
Fonte: Sunaga; Cypriano (2021, p. 24).

No âmbito educacional, a DC se faz presente em diferentes formas, tais como aulas, livros, manuais e materiais didáticos. Seu público-alvo abrange estudantes de diversas faixas etárias e níveis de escolaridade (Grillo, 2006).

Identificar um tema relevante para o público não é o bastante para despertar seu interesse e contribuir para seu entendimento sobre o assunto, além disso, é importante redigir o texto de forma clara, precisa, leve e com uma linguagem próxima do cotidiano das pessoas (Sunaga; Cypriano, 2021).

Considerando que a educação, especialmente no campo das ciências, transcende os limites da sala de aula, é fundamental desenvolver políticas e estratégias educacionais que apoiem os professores nesse processo e aproximem os alunos desse conhecimento fora do ambiente escolar. Isso implica na integração dos conteúdos com a realidade tanto escolar quanto não escolar, buscando conectar os conhecimentos adquiridos à vida cotidiana dos cidadãos (Dantas *et al.*, 2021).

A DC também desempenha um papel importante no desenvolvimento do pensamento crítico. Ao expor os alunos a diferentes fontes de informação e a debates sobre temas científicos atuais, eles aprendem a avaliar criticamente as informações recebidas e a formar suas próprias opiniões fundamentadas. A produção de materiais também promove a inclusão e acessibilidade ao

conhecimento científico, utilizar linguagens e formatos diversificados pode ajudar a democratizar o acesso ao conhecimento científico, tornando-o mais compreensível para todos os alunos, independentemente de sua origem (University of California, 2024).

A importância do conhecimento científico na formação de cidadãos também se reflete na capacidade de promover o pensamento crítico e a resolução de problemas. A educação científica incentiva os estudantes a questionar, investigar e analisar informações de maneira lógica e sistemática. Isso é essencial em uma sociedade onde a desinformação pode se espalhar rapidamente. A habilidade de discernir entre informações confiáveis e enganosas é uma competência vital que a educação científica pode proporcionar. Além disso, o ensino de ciências pode inspirar a curiosidade e a paixão pela descoberta, motivando os jovens a seguirem carreiras em áreas científicas e tecnológicas, contribuindo para o avanço da sociedade como um todo (University of California, 2024).

Outro aspecto crucial é a integração da ciência com outras disciplinas, promovendo uma abordagem interdisciplinar no currículo escolar. A ciência não deve ser vista isoladamente, mas sim em conexão com a matemática, a tecnologia, a engenharia e até mesmo as ciências humanas. Essa integração pode enriquecer a compreensão dos estudantes sobre como o conhecimento científico se aplica em diferentes contextos e como ele pode ser utilizado para resolver problemas complexos do mundo real (University of California, 2024).

Para que os materiais de DC sejam eficazes, é essencial que possuam certas características que favoreçam a compreensão e o engajamento do público. De acordo com Zamboni (2001), o discurso da DC deve utilizar diferentes procedimentos discursivos, além de incorporar explicações claras para facilitar a compreensão de conceitos complexos. Esses materiais precisam ser organizados de modo que o locutor consiga transmitir todas as informações necessárias, direcionando o conteúdo de forma clara ao público-alvo, estabelecendo um diálogo com o leitor.

Zamboni (2001) também aponta que a DC é, em essência, uma prática comunicativa que busca conectar os cientistas com o público leigo, enfrentando os desafios de tornar compreensíveis os conteúdos científicos, e, além disso, essa atividade utiliza uma combinação de recursos, técnicas e processos para apresentar informações sobre ciência e tecnologia de forma acessível e atraente.

Dessa forma, materiais de DC devem ser comunicativos, explicativos e acessíveis, estruturados para promover a interação com o público, resolver problemas de incompreensão e apresentar o conteúdo de forma coesa e envolvente. Embora a DC não substitua a educação formal, pode complementar o ensino ao suprir lacunas e ajudar o público a adotar atitudes embasadas sobre a ciência, motivando a busca e a aprendizagem de novos conhecimentos.

Em resumo, um material de DC eficaz deve atender a diversas características essenciais para transmitir o conhecimento científico ao público leigo de forma clara, acessível e precisa. Primeiramente, é fundamental que a informação seja apresentada de maneira simplificada, sem comprometer a veracidade e a integridade dos conceitos científicos. Isso envolve adaptar o conteúdo para que ele se insira no discurso cotidiano do público, sem distorções significativas, um processo que é central para a popularização da ciência (Caribé, 2015).

Além disso, a compreensão pública da ciência, termo conhecido como *Public Understanding of Science (PUS)*, é fundamental para a DC, pois envolve não apenas o conhecimento de fatos científicos, mas também a compreensão da natureza da ciência e de suas implicações na sociedade. O relatório *Third Report – Science and Technology do Reino Unido* (2000) complementa essa visão ao afirmar que a *PUS* inclui o entendimento dos métodos científicos e da experimentação, além de manter o público informado sobre os avanços científicos (Caribé, 2015).

Com base nos argumentos apresentados, a construção de um currículo de ciências acessível deve incluir uma combinação dos 3 aspectos fundamentais: I) a compreensão do conteúdo científico substantivo; II) os métodos de investigação usados na ciência; III) e da ciência como um empreendimento social. Além disso, o currículo deve ser apresentado de maneira mais imaginativa e contextualizada, envolvendo estudos de caso históricos, investigações práticas e debates sobre as aplicações da ciência. Dessa forma, os estudantes não apenas aprenderão conceitos científicos, mas também desenvolvem habilidades para aplicá-los em diferentes contextos, promovendo uma educação mais relevante e conectada à realidade (Millar, 2003).

Dessa forma, a DC desempenha um papel essencial na construção de um currículo de ciências, pois auxilia na aproximação dos conceitos científicos ao cotidiano dos alunos, tornando-os mais acessíveis e compreensíveis. Ao integrar a DC ao currículo, é possível promover uma educação que não se limite à transmissão

de conhecimentos, mas que também encoraje os estudantes a compreenderem o impacto da ciência no contexto social, cultural e ambiental. A divulgação científica pode ser utilizada como ferramenta para ilustrar como os métodos de investigação científica e os avanços tecnológicos estão conectados à resolução de problemas reais (Millar, 2003).

Diante da relevância do conhecimento científico e das estratégias de divulgação, é imprescindível reconhecer a interconexão entre ciência, tecnologia e as dimensões sociais e ambientais que nos cercam. O ensino de ciências não apenas empodera os indivíduos com informações essenciais, mas também os prepara para as questões sociais em que a ciência e a tecnologia influenciam diretamente o cotidiano e as decisões. Assim, a abordagem CTSA emerge como uma proposta fundamental para integrar esses conhecimentos, ao incorporar essa perspectiva, os educadores podem cultivar cidadãos mais informados e engajados, prontos para enfrentar os desafios contemporâneos com uma visão crítica e responsável.

Dessa forma, a pesquisa teve como foco o desenvolvimento de materiais de DC sobre a importância do uso do protetor solar e os efeitos nocivos da radiação ultravioleta para a saúde humana. Os materiais foram elaborados de forma a apresentar de maneira fácil e acessível os principais conceitos e/ou conhecimentos relacionados à proteção solar. O desenvolvimento dos materiais foi embasado nos resultados da revisão narrativa e da pesquisa sobre protetores solares e exposição solar, garantindo a fundamentação teórica e relevância das informações transmitidas. Esse processo pode ser demonstrado através da Figura 11.



Figura 11. Desenvolvimento do material de DC.
Fonte: Elaboração própria.

A revisão narrativa e a pesquisa sobre protetores solares e exposição solar forneceram uma base sólida de conhecimento científico, enquanto o desenvolvimento do material garantirá a eficácia na comunicação das informações para o público-alvo.

Por fim, a alfabetização científica é outro conceito importante, vai além da simples capacidade de ler e compreender conteúdos científicos, pois envolve a aplicação de princípios científicos na vida cotidiana e o entendimento da ciência como um empreendimento social, com impactos significativos na sociedade. Assim, para que um material de DC seja eficaz, ele deve não apenas comunicar o conteúdo científico de maneira precisa, mas também ser acessível, relevante e capaz de engajar o público, ajudando a integrar o conhecimento científico no dia a dia das pessoas. A adaptação do discurso científico, a mediação pela mídia e o respeito ao nível de entendimento do público são componentes fundamentais para esse processo (Caribé, 2015). As características estão demonstradas na Figura 12.



Figura 12. Características de materiais de DC.

Fonte: Elaboração própria.

A produção dos materiais de DC teve como objetivo proporcionar uma maneira de aplicar o conhecimento científico no cotidiano, destacando a relevância da ciência em nossas vidas e seu impacto na sociedade. Para alcançar esse objetivo, foi essencial garantir que as informações não apenas fossem teoricamente consistentes, mas também apresentadas de forma acessível. A linguagem foi adaptada para que fosse compreendida por todos. Além disso, os recursos visuais foram utilizados para tornar a comunicação mais clara e envolvente, criando uma apresentação atraente e dinâmica. Dessa forma, procurou-se respeitar o nível de conhecimento do público e criar um ambiente em que a ciência se tornasse compreensível e aplicável à realidade das pessoas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise qualitativa e produção de material

A produção dos materiais de DC enfatizou a importância dos protetores solares na proteção contra a radiação UV. Além disso, foi enfatizado que existem dois tipos principais de filtros solares: os inorgânicos e os orgânicos. O material produzido para esta pesquisa enfatiza que a exposição prolongada ao sol, sem proteção adequada, pode levar, por exemplo, a queimaduras solares e aumentar o risco de câncer de pele. Portanto, a escolha adequada de protetores solares que oferecem proteção contra a radiação UVA e UVB é crucial.

A análise qualitativa do material de DC envolve a avaliação de como as informações sobre protetores solares são apresentadas ao público. A clareza, precisão e relevância das informações são fatores críticos para garantir que o público compreenda a importância do uso de protetores solares e faça escolhas informadas. O material desenvolvido foi escrito em uma linguagem acessível, evitando jargões técnicos que possam confundir os leitores, além disso, foram utilizadas imagens para ajudar a explicar conceitos complexos de maneira visualmente atraente e fácil de entender.

O primeiro material produzido foi um panfleto de três dobras. Após a capa, ao abrir o material, a primeira página (Figura 13) introduz o conceito de radiação ultravioleta, explicando suas três subdivisões: UVA, UVB e UVC. A página demonstra que a radiação UVA, que penetra mais profundamente na pele, é associada ao envelhecimento precoce e ao aumento do risco de câncer de pele. Já a UVB afeta as camadas superficiais, causando queimaduras. Por fim, a UVC, apesar de ser a mais perigosa, é bloqueada pela camada de ozônio. Além disso, ela também apresenta um esquema simplificado do espectro eletromagnético. Aqui, o foco é em fornecer uma base científica clara e direta sobre a radiação UV, essencial para que o público entenda a relevância do assunto.

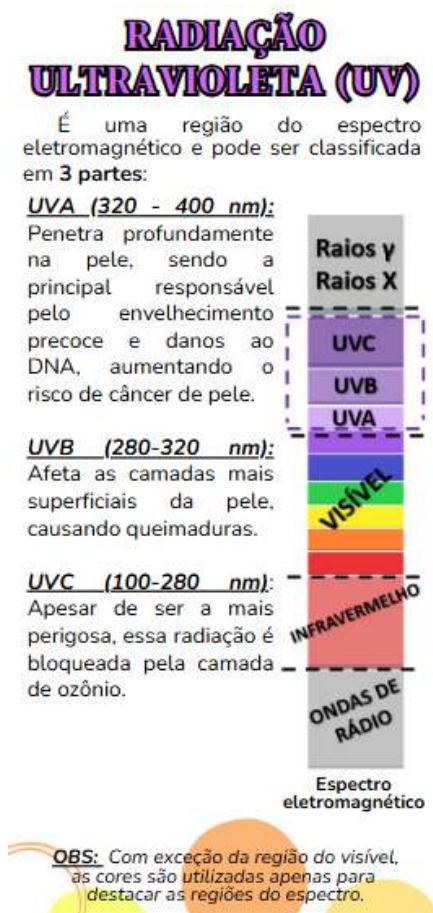


Figura 13. Primeira página - Panfleto.

Fonte: Elaboração própria.

Na segunda página (Figura 14), são descritos os danos que a radiação UV pode causar, como queimaduras, envelhecimento precoce da pele, e o aumento do risco de câncer de pele. Também se menciona a possibilidade de problemas oculares, como a catarata. Além disso, a exposição à radiação UV é explicada como podendo ocorrer de duas formas: exposição direta e/ou indireta por fonte natural, no caso o sol, e exposição direta e indireta por fonte artificial, por exemplo, lâmpadas fluorescentes.

Esta seção, assim como a anterior, visa trazer o conhecimento científico para o cotidiano, destacando os efeitos da exposição à radiação UV. A conexão com o cotidiano das pessoas é fundamental, semelhante ao que foi abordado no texto sobre alfabetização científica, reforçando a importância de integrar o conhecimento científico na vida comum.

⚠ EFETOS ⚠ DA RADIAÇÃO UV

Os raios UV (ultravioleta) do sol podem causar danos significativos à pele, incluindo **queimaduras, envelhecimento precoce e pode aumentar o risco de câncer de pele**. Além disso, pode causar **danos oculares**, como catarata, por exemplo.

EXPOSIÇÃO AO UV

A exposição à radiação UV pode ocorrer de 2 formas: **exposição direta** e/ou **indireta** por **fonte natural**, no caso o sol, e exposição **direta** e **indireta** por fonte **artificial**, por exemplo, lâmpadas fluorescentes.



Figura 14. Segunda página - Panfleto.
Fonte: Elaboração própria.

A terceira página (Figura 15) oferece dicas práticas sobre como se proteger da radiação UV. Entre as recomendações estão o uso de roupas de manga longa, chapéus de aba larga, óculos com proteção UV e buscar sombra em horários de pico da radiação. Nesta página, a informação científica é novamente adaptada para o cotidiano, com conselhos práticos que as pessoas podem aplicar em suas vidas. A acessibilidade e relevância do conteúdo refletem diretamente os princípios mencionados anteriormente, garantindo que o público não apenas entenda a importância da proteção, mas saiba como implementá-la.

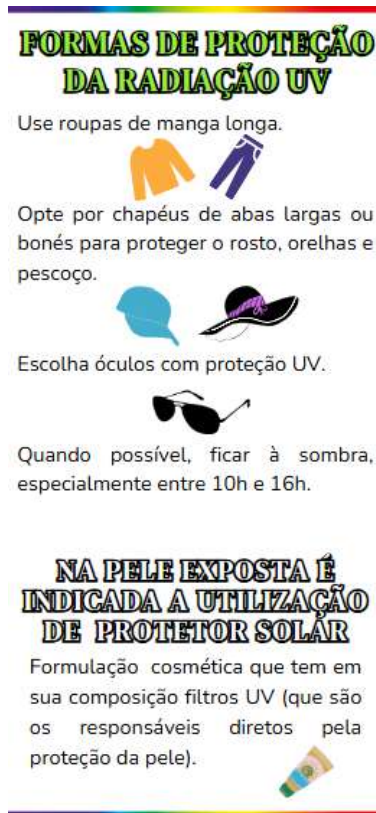


Figura 15. Terceira página - Panfleto.

Fonte: Elaboração própria.

Na quarta página (Figura 16) explica-se o conceito de FPS. Também traz orientações sobre como aplicar corretamente o protetor solar, incluindo a escolha do FPS adequado para cada tipo de pele e a necessidade de reaplicá-lo a cada duas horas ou após atividades como nadar ou suar.

Assim como no texto anterior, essa página busca conectar o público ao conteúdo científico de uma maneira prática e direta. Ao explicar o conceito do FPS e o de FPUVA (Fator de Proteção UVA), o objetivo é tornar um termo técnico acessível, promovendo o uso correto do protetor solar de forma que o conhecimento científico possa ser aplicado facilmente no cotidiano.

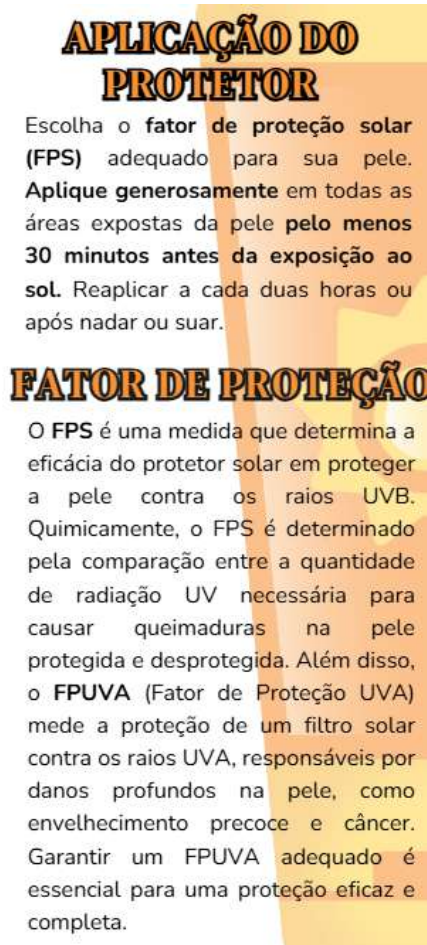


Figura 16. Quarta página - Panfleto.
Fonte: Elaboração própria.

Por fim, a quinta e última página (Figura 17), aborda a o conhecimento químico associados aos filtros solares, diferenciando os filtros orgânicos, que absorvem a radiação UV, dos filtros inorgânicos, que atuam por meio da absorção ou espalhamento da radiação UV. Os filtros inorgânicos, como dióxido de titânio e óxido de zinco, são destacados como exemplos comuns.

Esta seção reforça o ponto de que a ciência é um aspecto prático da vida cotidiana. O uso de termos científicos como "absorção" e "espalhamento" é equilibrado com uma explicação clara e acessível, similar à abordagem do texto de alfabetização científica, tornando a química dos filtros solares compreensível para o público comum.

QUÍMICA DOS FILTROS SOLARES

Filtros solares devem ser química e fotoquimicamente inertes. Podem ser classificados como:

ORGÂNICOS

Compostos orgânicos que protegem a pele pela absorção da radiação UV.

INORGÂNICOS

Protegem a pele por meio da absorção e espalhamento da radiação UV. São, essencialmente, óxidos metálicos como o dióxido de titânio e o óxido de zinco.

Referências:

FLOR, J.; DÁVOLOS, M. R.; CORREA, M. A. Protetores solares. *Química Nova*, v. 30, n. 1, p. 153 - 158, 2007.

SANTOS, S. O.; SOBRINHO, R. R.; OLIVEIRA, T. A. Importância do uso de protetor solar na prevenção do câncer de pele e análise das informações desses produtos destinados a seus usuários. *Journal of Health and Biological Sciences*, v.6, n. 3, p. 279 - 285, 2018.



Figura 17. Quinta página - Panfleto.

Fonte: Elaboração própria.

Dessa forma, a produção do material sobre protetores solares teve como principal foco apresentar conceitos científicos. Por exemplo, ao destacar os benefícios dos protetores solares, foi essencial também abordar os conceitos e definições para que o público compreenda a importância desses produtos na proteção contra a radiação UV. Ao destacar as diferenças entre filtros solares inorgânicos e orgânicos, suas vantagens e desvantagens, e ao apresentar informações de forma clara e acessível, o foco é levar informação ao público de maneira eficaz e promover comportamentos que protejam a saúde, assim como demonstram as Figuras 18 e 19.

RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA (UV)

É uma região do espectro eletromagnético e pode ser classificada em 3 partes:

UVA (320 - 400 nm):

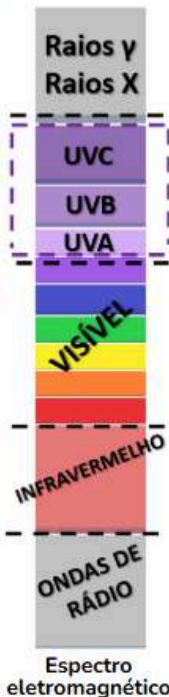
Penetra profundamente na pele, sendo a principal responsável pelo envelhecimento precoce e danos ao DNA, aumentando o risco de câncer de pele.

UVB (280-320 nm):

Afeta as camadas mais superficiais da pele, causando queimaduras.

UVC (100-280 nm):

Apesar de ser a mais perigosa, essa radiação é bloqueada pela camada de ozônio.



OBS: Com exceção da região do visível, as cores são utilizadas apenas para destacar as regiões do espectro.

! EFEITOS ! DA RADIAÇÃO UV

Os raios UV (ultravioleta) do sol podem causar danos significativos à pele, incluindo **queimaduras, envelhecimento precoce e pode aumentar o risco de câncer de pele**. Além disso, pode causar **danos oculares**, como catarata, por exemplo.

EXPOSIÇÃO AO UV

A exposição à radiação UV pode ocorrer de 2 formas: **exposição direta** e/ou **indireta** por **fonte natural**, no caso o sol, e exposição **direta e indireta** por fonte **artificial**, por exemplo, lâmpadas fluorescentes.



FORMAS DE PROTEÇÃO DA RADIAÇÃO UV

Use roupas de manga longa.



Opte por chapéus de abas largas ou bonés para proteger o rosto, orelhas e pescoço.



Escolha óculos com proteção UV.



Quando possível, ficar à sombra, especialmente entre 10h e 16h.

NA PELE EXPOSTA É INDICADA A UTILIZAÇÃO DE PROTETOR SOLAR

Formulação cosmética que tem em sua composição filtros UV (que são os responsáveis diretos pela proteção da pele).



Figura 18. Material de Divulgação Científica - Panfleto de três dobras (frente).

Fonte: Elaboração própria.

APLICAÇÃO DO PROTETOR

Escolha o fator de proteção solar (FPS) adequado para sua pele. Aplique generosamente em todas as áreas expostas da pele, pelo menos 30 minutos antes da exposição ao sol. Reaplicar a cada duas horas ou após nadar ou suar.

FATOR DE PROTEÇÃO

O FPS é uma medida que determina a eficácia do protetor solar em proteger a pele contra os raios UVB. O FPS é determinado pela comparação entre a quantidade de radiação UV necessária para causar queimaduras na pele protegida e desprotegida. Além disso, o FPUVA (Fator de Proteção UVA) mede a proteção de um filtro solar contra os raios UVA, responsáveis por danos profundos na pele, como envelhecimento precoce e câncer. Garantir um FPUVA adequado é essencial para uma proteção eficaz e completa.

QUÍMICA DOS FILTROS SOLARES

Filtros solares devem ser química e fotoquimicamente inertes. Podem ser classificados como:

ORGÂNICOS

Compostos orgânicos que protegem a pele pela absorção da radiação UV.

INORGÂNICOS

Protegem a pele por meio da absorção e espalhamento da radiação UV. São, essencialmente, óxidos metálicos como o dióxido de titânio e o óxido de zinco.

Referências:
FLOR, J.; DÁVOLOS, M. R.; CORREA, M. A. Protetores solares. *Química Nova*, v. 30, n. 1, p. 153 - 158, 2007.

SANTOS, S. O.; SOBRINHO, R. R.; OLIVEIRA, T. A. . Importância do uso de protetor solar na prevenção do câncer de pele e análise das informações desses produtos destinados a seus usuários. *Journal of Health and Biological Sciences*, v.6, n. 3, p. 279 - 285, 2018.



PROTETOR SOLAR? POR QUE DEVO USAR?



JOSEANE FERNANDES COSTA
VAGNER ANTONIO MORALLES

unesp
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JOSÉ DE SERRO" FILHO

Instituto de Química - UNESP
Araraquara

joseane.costa@unesp.br
vagner.moralles@unesp.br

RIPEQ
Rede de Inovação e Pesquisa em Ensino de Química

Figura 19. Material de Divulgação Científica - Panfleto de três dobras (verso).
Fonte: Elaboração própria.

Outro material de DC produzido foi um cartaz. Na primeira parte (Figura 20) é dedicada à evolução histórica dos protetores solares, começando com o primeiro produto comercial lançado em 1928, que continha substâncias como benzil-cinamato e benzil-salicilato. O uso de *petrolatum* vermelho pelos soldados americanos na Segunda Guerra Mundial que fornece proteção contra os raios solares, também é mencionado. Em 1943, o ácido para-aminobenzóico (PABA) foi patenteado como o primeiro filtro solar oficial.

Assim como foi visto, essa página introduz conceitos científicos dentro de um contexto histórico, facilitando a compreensão do público. A inclusão de fatos históricos torna o material mais interessante e relevante, atraindo a atenção do leitor ao fornecer dados que conectam o desenvolvimento dos filtros solares com eventos mundiais. Esse enfoque em acessibilidade e relevância é um reflexo direto da ideia de alfabetização científica discutida no texto anterior.

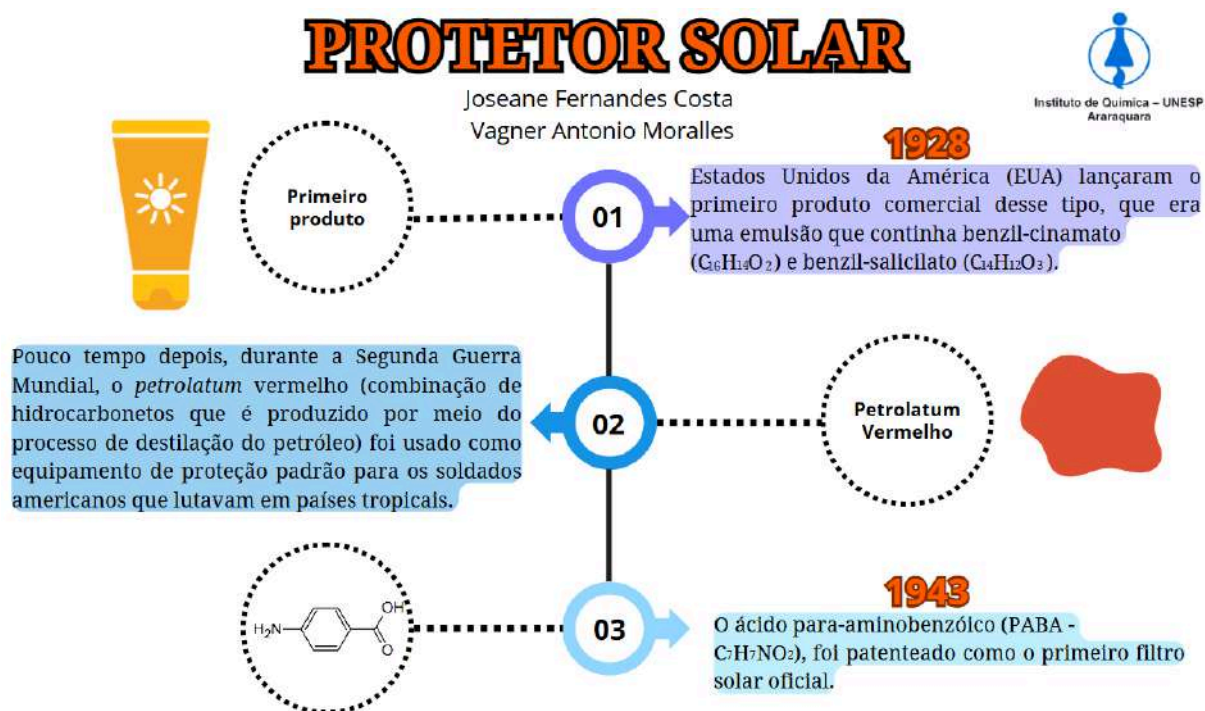


Figura 20. Primeira divisão - Cartaz.

Fonte: Elaboração própria.

A segunda parte (Figura 21) explica como funciona o Índice UV, detalhando o tempo de exposição necessário para a pele queimar em diferentes níveis de intensidade dos raios ultravioleta. O texto também define o que é o protetor solar, descrevendo-o como uma combinação de substâncias que absorvem e espalham a radiação UV, formando uma barreira contra os raios UVA e UVB.

Nesta divisão o conceito de acessibilidade continua forte, pois o Índice UV é explicado de maneira simples e direta, ajudando o público a entender os riscos relacionados à exposição solar em diferentes situações. A explicação sobre o protetor solar, semelhante à abordagem da química dos filtros solares na última versão, desmistifica o conceito para o leitor comum, enfatizando sua função protetora de forma prática e compreensível.

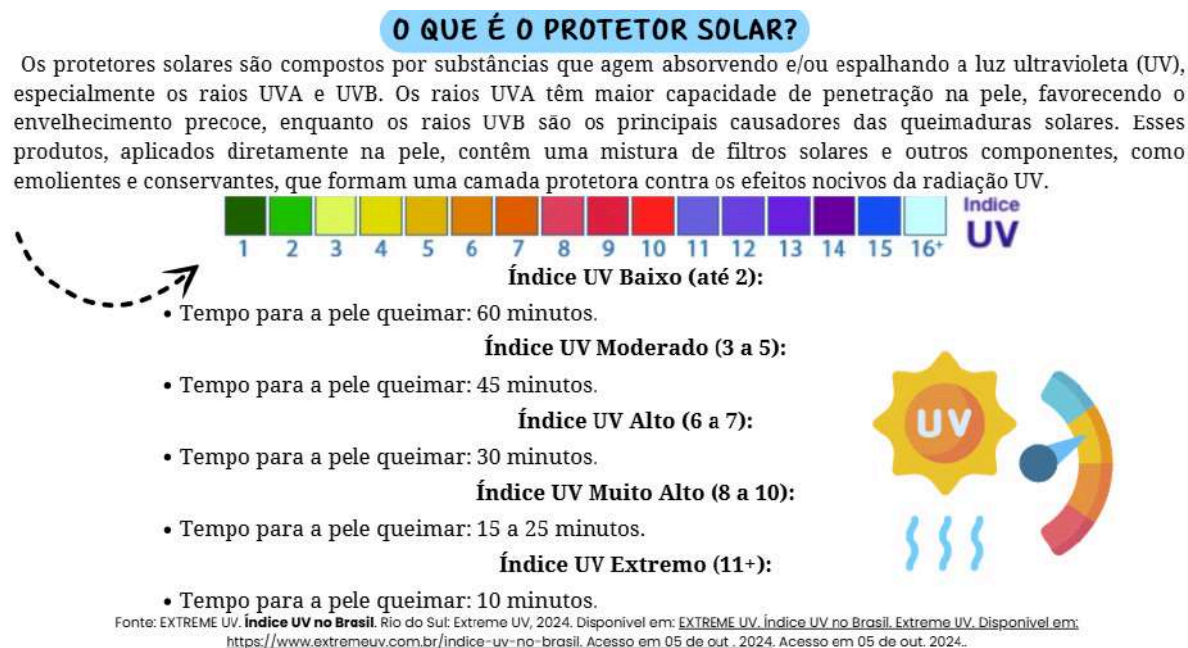


Figura 21. Segunda divisão - Cartaz.

Fonte: Elaboração própria.

Na terceira divisão (Figura 22) são discutidos os riscos da exposição aos raios UV, como o câncer de pele e o fotoenvelhecimento, ambos relacionados à multiplicação anormal de células provocada pela radiação solar. O texto também menciona as áreas do corpo mais afetadas pela exposição ao sol, como o rosto, ombros, orelhas e pescoço, e destaca a importância de utilizar protetores solares regulamentados pela Anvisa, com FPS mínimo de 30, para prevenir esses danos.

Nesta parte a apresentação dos riscos de forma clara ajuda a sensibilizar o público sobre a importância da proteção solar, conectando o conhecimento científico ao dia a dia das pessoas, da mesma maneira que o texto geral busca integrar o conhecimento científico na vida cotidiana.

RAIOS ULTRAVIOLETA: RISCO DA EXPOSIÇÃO

O câncer de pele ocorre devido à multiplicação anormal de células, frequentemente, provocada pela exposição prolongada e intensa à radiação ultravioleta. As regiões mais afetadas são aquelas mais expostas ao sol, como rosto, ombros, orelhas e pescoço. O fotoenvelhecimento, igualmente causado pela radiação solar, resulta em alterações cutâneas como manchas, rugas e perda de elasticidade. No Brasil, os filtros solares são regulamentados pela Anvisa, exigindo um Fator de Proteção Solar (FPS) mínimo de 30 para uma proteção adequada. A correta aplicação e reaplicação do protetor solar são fundamentais para prevenir danos à pele.



Figura 22. Terceira divisão - Cartaz.
Fonte: Elaboração própria.

A quinta divisão (Figura 23) oferece uma série de imagens ilustrando formas de proteção contra a radiação UV, como o uso de roupas de manga longa, chapéus, bonés, óculos de sol e a busca por sombra. Além disso, destaca a importância de adaptar o conhecimento científico para que ele seja utilizado no cotidiano, esta parte fornece orientações práticas para o público se proteger dos raios solares. As imagens são um recurso adicional que torna o conteúdo mais visual e fácil de seguir, o que complementa o objetivo de engajar e tornar o conteúdo relevante para o leitor.

Além disso, foi inserido um *QR Code* que leva o leitor a uma reportagem sobre um novo aplicativo desenvolvido pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Esse aplicativo tem a função de medir os níveis de radiação UV, fornecendo informações sobre a intensidade da radiação solar ao longo do dia, permitindo que as pessoas saibam quando devem reforçar a proteção, como aplicar protetor solar ou buscar sombra. A presença desse *QR Code* enriquece o conteúdo do cartaz, fazendo o público interagir e procurar entender a importância dos perigos da exposição ao sol, além de oferecer uma ferramenta prática para que o público integre o conhecimento científico em suas rotinas diárias, um aspecto fundamental da alfabetização científica abordado anteriormente



Figura 23. Quarta divisão - Cartaz.
Fonte: Elaboração própria.

Por último, a sexta e última seção do cartaz (Figura 24) demonstra as referências utilizadas para a sua elaboração.

REFERÊNCIAS

EXTREME UV. **Índice UV no Brasil**. Rio do Sul: Extreme UV. 2024. Disponível em: <https://www.extremeuv.com.br/indice-uv-no-brasil>. Acesso em 05 de out. 2024.

FLOR, J.; DAVOLOS, M. R.; CORREA, M. A. Protetores solares. **Química Nova**, v. 30, n. 1, p. 153 - 158, 2007.

SANTOS, S. O.; SOBRINHO, R. R.; OLIVEIRA, T. A. Importância do uso de protetor solar na prevenção do câncer de pele e análise das informações desses produtos destinados a seus usuários. **Journal of Health and Biological Sciences**, v. 6, n. 3, p. 279 - 285, 2018.

VEJA. **OMS lança aplicativo de medição UV para reduzir câncer de pele**. São Paulo: Veja. 2024. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/saude/oms-lanca-aplicativo-de-medicao-uv-para-reduzir-cancer-de-pele>. Acesso em: 04 out. 2024.



joseane.costa@unesp.br
vagner.morales@unesp.br

Figura 24. Quinta divisão - Cartaz.

Fonte: Elaboração própria.

Em resumo, este material segue o mesmo princípio de clareza, relevância e acessibilidade discutido nas características dos materiais de DC, buscando engajar o público por meio de uma linguagem simples e informações visualmente atraentes. Cada parte apresenta informações científicas de forma que o leitor possa aplicar em sua vida. O cartaz completo está demonstrado na Figura 25.

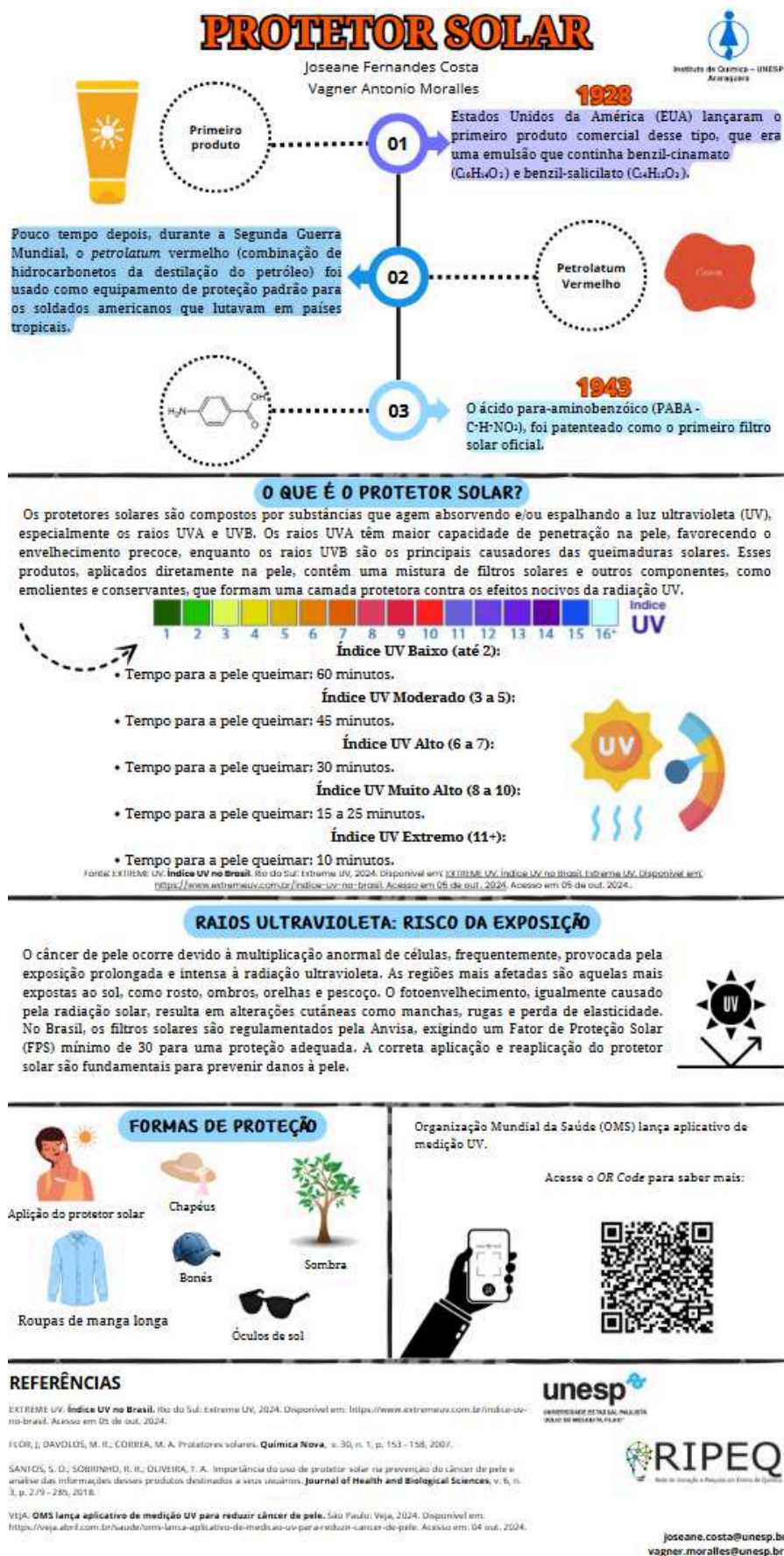


Figura 25: Material de Divulgação Científica - Cartaz.
Fonte: Elaboração própria.

Como foi visto, os movimentos CTS e CTSA têm como objetivo central promover uma educação que conecte o conhecimento científico ao contexto social e ambiental. Ao articular a educação científica com questões práticas do cotidiano, ambos os movimentos enfatizam a formação de cidadãos críticos e ativos, capazes de participar da construção de uma sociedade mais justa e sustentável. O material produzido sobre protetores solares reflete essa abordagem ao integrar ciência e prática de forma acessível e relevante, aproximando o conteúdo técnico das realidades vividas pelos alunos e pela sociedade. Nesse contexto, a compreensão dos impactos da radiação UV e dos mecanismos de proteção, como o uso de filtros solares, não se limita ao conhecimento abstrato, mas se projeta como uma ferramenta essencial para a promoção da saúde pública, um dos pilares fundamentais da formação cidadã que o movimento CTSA propõe.

A proposta de aplicar a metodologia CTS no desenvolvimento de materiais de DC, como o panfleto e o cartaz sobre protetores solares, alinha-se com os princípios defendidos por Solomon (1988), que destaca a importância de tornar o conhecimento científico mais próximo do cotidiano dos alunos. Através dessas produções, foi possível promover um diálogo direto com o público, abordando conceitos de radiação UV e sua relação com os protetores solares, enquanto se discutiam as implicações sociais e ambientais desses produtos. Essa articulação é um reflexo da perspectiva CTSA, que não apenas transmite conhecimento científico, mas também desenvolve a capacidade crítica do indivíduo em relação às suas práticas cotidianas e suas repercussões sociais e ambientais.

Além disso, o movimento CTSA propõe que os alunos sejam incentivados a compreender o impacto da ciência e da tecnologia no meio ambiente e na sociedade, como destacado por Monteiro e Neves da Silva (2015). O material de DC sobre a radiação UV e a proteção solar exemplifica como esse tipo de abordagem pode ser aplicado na prática.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou explorar de maneira detalhada a importância dos protetores solares e sua relação com a saúde pública, principalmente no que diz respeito à proteção contra a radiação ultravioleta (UV) e os desafios no acesso a esses produtos. Os protetores solares desempenham um papel crucial na prevenção de doenças relacionadas à exposição solar, como o câncer de pele, um dos danos à saúde mais prevalentes e preveníveis. A literatura especializada enfatiza a relevância da fotoproteção e da conscientização sobre o uso correto de protetores solares, como evidenciado pelos trabalhos de Santos *et al.* (2018) e a regulamentação da ANVISA para garantir a segurança e a eficácia dos produtos comercializados no Brasil.

Um ponto central discutido foi a divisão dos filtros solares entre inorgânicos e orgânicos, ambos com características que os tornam eficazes, embora apresentem vantagens e desvantagens. Enquanto os protetores inorgânicos, como o dióxido de titânio e o óxido de zinco, são reconhecidos pela segurança e pela baixa toxicidade, sua principal limitação é o aspecto visual, muitas vezes deixando um resíduo branco sobre a pele; versões microparticuladas, no entanto, evitam esse problema e melhoram a estética do produto. Contudo, é importante destacar que os filtros inorgânicos podem apresentar atividade fotocatalítica, contribuindo para impactos ambientais significativos, o que precisa ser considerado. Já os protetores orgânicos, por outro lado, são mais eficientes em oferecer proteção de amplo espectro, mas levantam preocupações quanto a possíveis reações alérgicas e impactos ambientais, como apontado por Saucedo *et al.* (2020).

A análise dos dados revelou que o uso inadequado ou insuficiente de protetores solares no Brasil está diretamente relacionado ao desconhecimento sobre a importância desse tipo de produto e ao alto custo de aquisição, o que foi evidenciado na pesquisa de Santos *et al.* (2018) e no estudo realizado pelo Instituto de Cosmetologia de Campinas. Esta realidade demonstra a necessidade de políticas públicas que garantam a acessibilidade a esses produtos, pois a fotoproteção deve ser vista como uma questão de saúde pública, com impacto direto na redução dos índices de câncer de pele.

Além da acessibilidade econômica, o trabalho destacou a importância da DC como ferramenta essencial para preencher lacunas educacionais sobre a

fotoproteção. A educação formal muitas vezes não consegue cobrir todos os aspectos necessários para a formação de cidadãos conscientes sobre os riscos da exposição solar e a importância do uso de protetores solares. Nesse sentido, a DC surge como uma via complementar para disseminar esse conhecimento de maneira acessível e engajante para o público em geral, como sugerido por Grillo (2006) e Millar (2003).

A elaboração de materiais informativos que utilizem linguagem clara e atrativa pode ser um passo decisivo na promoção de comportamentos preventivos, facilitando a compreensão de conceitos científicos complexos, como a interação entre a radiação UV e a pele, e as diferenças entre os tipos de filtros solares. A utilização de ilustrações e exemplos práticos pode aumentar ainda mais o alcance dessas informações, tornando-as mais acessíveis a diferentes faixas etárias e níveis de escolaridade.

É essencial que o debate sobre fotoproteção e saúde pública avance, considerando a necessidade de democratização do acesso a protetores solares de qualidade e o fortalecimento de campanhas educativas que esclareçam seu uso adequado. O aumento de iniciativas de DC pode também contribuir significativamente para ampliar o conhecimento da população e gerar uma pressão social que leve à implementação de políticas públicas voltadas para a subsidiação de protetores solares, principalmente para as camadas mais vulneráveis da sociedade.

A regulamentação contínua dos ingredientes usados nos protetores solares, tanto em termos de segurança humana quanto ambiental, precisa ser reforçada. Há uma crescente preocupação com os efeitos a longo prazo de alguns filtros químicos, que podem se acumular no organismo humano ou causar danos a ecossistemas marinhos. Políticas mais rígidas sobre o uso desses ingredientes e o incentivo ao desenvolvimento de alternativas mais seguras são medidas necessárias para garantir que o benefício da fotoproteção não venha com riscos adicionais.

No campo da saúde pública, é crucial reconhecer que a fotoproteção vai além do uso de protetores solares. O uso de roupas apropriadas, chapéus e a conscientização sobre a importância de evitar a exposição solar nos horários de maior incidência e/ou intensidade da radiação são estratégias complementares e igualmente importantes. A promoção dessas práticas, juntamente com o uso de

protetores solares, deve ser parte integrante das campanhas de conscientização, ampliando a visão sobre a fotoproteção como uma ação multifacetada.

Em suma, o trabalho desenvolvido aponta para a relevância de integrar a ciência, a tecnologia e as políticas de saúde pública em torno de um objetivo comum: a proteção da pele humana contra os danos causados pela exposição excessiva à radiação solar. O uso de protetores solares deve ser visto como uma ação preventiva essencial, que exige não apenas maior conscientização por parte da população, mas também o suporte de políticas públicas que assegurem seu acesso. Ao abordar essas questões de forma ampla e aprofundada, este trabalho oferece uma contribuição significativa sobre a importância da prevenção solar e abre caminho para novas discussões e iniciativas no futuro.

Como perspectivas para esse trabalho se propõe o desenvolvimento de outros materiais de DC nesta temática, utilizando outras plataformas, como canais de hospedagem de vídeos, por exemplo. Ademais, pretende investigar a potencialidade da utilização dos materiais produzidos como estratégias didáticas.

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **ANVISA revisa atos normativos da área de cosméticos**. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/cosmeticos/informes/anvisa-revisa-atos-normativos-da-area-de-cosmeticos>. Acesso em: 01 de julho de 2024.
- Alves, M.; Bego, A. M. A Celeuma em Torno da Temática do Planejamento Didático-Pedagógico: Definição e Caracterização de seus Elementos Constituintes. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 20, p. 71 - 96, 2020.
- Araújo, T. S.; Souza, S. O. Protetores solares e os efeitos da radiação ultravioleta. **Scientia Plena**, v. 4, n. 11, 2011.
- Autier, P. Sunscreen abuse for intentional sun exposure. **British journal of dermatology**, v. 161, p. 40 - 45, 2009.
- Balogh, T. S., Pedriali, C. A., Baby, A. R., Velasco, M. V. R., Kaneko, T. M. Proteção à radiação ultravioleta: recursos disponíveis na atualidade em fotoproteção. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, 86(4), 732 - 742, 2011.
- Bueno, W. C. Jornalismo científico: conceito e funções. **Ciência e cultura**, v. 37, n. 9, p. 1420 - 1427, 1985.
- Caribé, R. C. V. Comunicação científica: reflexões sobre o conceito. **Informação & amp; Sociedade**, v. 25, n. 3, p. 89 - 104, 2015.
- ComCiência**. A Espiral da Cultura Científica. **ComCiência**, 2003. Disponível em: <http://www.comciencia.br/dossies-1-72/reportagens/cultura/cultura01.shtml>. Acesso em: 17 out. 2024.
- Curie, M. **A biography by Eve Curie**. Nova York: Doubleday, 1937.
- Dantas, E. F.; Costa, J. S.; Silva, F. S. O.; Nicolli, A. A. Espaços não formais de ensino: possibilidades de divulgação científica e formação emancipatória. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 8, n. 2, p. 594 - 612, jan/abr. 2021.

Dinardo, J. C.; Downs, C. A. Dermatological and environmental toxicological impact of the sunscreen ingredient oxybenzone/benzophenone-3. **Journal of cosmetic dermatology**, v. 17, n. 1, p. 15 - 19, 2018.

Extreme UV. **Índice UV no Brasil**. Rio do Sul: Extreme UV, 2024. Disponível em: <https://www.extremeuv.com.br/indice-uv-no-brasil>. Acesso em 05 de out. 2024.

Flor, J.; Davolos, M. R.; Correa, M. A. Protetores solares. **Quim. Nova**, v. 30, n. 1, p. 153 - 158, 2007.

G1. Pesquisa de instituto de cosmetologia aponta que 71% dos brasileiros não utilizam protetor solar diariamente. **G1**, São Paulo, 22 dez. 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/noticia/2022/12/22/pesquisa-de-instituto-de-cosmetologia-aponta-que-71percent-dos-brasileiros-nao-utilizam-protetor-solar-diariamente.ghtml>. Acesso em: 12 ago. 2024

Grillo, S. V. C. Divulgação científica na esfera midiática. **Revista Intercâmbio**, v. 15, 2006.

Gouvêa, G. A divulgação da ciência, da técnica e cidadania e a sala de aula. In: Cunha; M. B.; Giordan, M. (Eds.). **Divulgação científica na sala de aula: Perspectivas e possibilidades**. Ijuí: Editora Ijuí, 2015. Cap. 1, p.13 - 42.

Lourith, N.; Kanlayavattanakul, M.; Chingunpitak, J. Development of sunscreen products containing passion fruit seed extract. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 53, n. 1, 2017.

Lowe, I. STS-Science/Technology/Society: the future mode of science education. **Australian Science Teachers' Journal**, v. 31, n. 1, p. 23 - 32, 1985.

Lupino, J. H. B.; Saito, G. P.; Cebim, M. A.; Davolos, M. R. UV-protective compound-containing smart textiles: A brief overview. **Eclética Química**, v. 48, n. 1, p. 16 - 40, 2023.

Manfredi, S. M. Metodologia do ensino: diferentes concepções. **Campinas: FE**, 1993.

Martins, I. P. Revisitando orientações CTS/CTSA na educação e no ensino das ciências. **APeDuC Revista / APeDuC Journal**, v. 1, n. 1, p. 13 - 29, 2020.

Menezes, N. S.; Oliveira, M. E. S.; Silva, J. G.; Assunção, F. B.; Panontin, J. F. Avaliação da composição (INCI) de 5 marcas de protetores solares com FPS 60. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 4, p. 37605-37615, abr. 2021.

Millar, R. Um currículo de ciências voltado para a compreensão por todos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 5, n. 2, p. 146 - 164, 2003.

Montero-Cordero, Andrea. El protector solar: ¿un nuevo enemigo? **Revista de Biología Tropical**, p. Blog-Blog, 2019.

Monteiro, P. C.; Neves da Silva, J. R. Pesquisando com alunos do ensino médio o papel do protetor solar: Aspectos CTSA na Educação em Química. **Lat. Am. J. Sci. Educ.**, v. 1, p. 12136, 2015.

Pezzolo, D. B. **Tecidos: história, tramas, tipos e usos**. Editora Senac São Paulo, 2021.

Santos, G. M. **Avaliação da degradação simultânea de fipronil, oxibenzona e propilparabeno por UV-C/persulfato em efluente sanitário terciário**. 70 f. Orientador: Alam Gustavo Trovó. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023.

Santos, S. O.; Sobrinho, R. R.; Oliveira, T. A. (2018). Importância do uso de protetor solar na prevenção do câncer de pele e análise das informações desses produtos destinados a seus usuários. **Journal of Health and Biological Sciences**, v. 6 n. 3, p. 279 - 285, 2018.

Santos, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, 2007.

Santos, W. L. P.; Schnetzler, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. 3. ed. Ijuí: Unijuí, 2003.

Sasseron, Lúcia Helena; Carvalho, Ana Maria Pessoa de. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em ensino de ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

Saucedo, G. M. G.; Vallejo, R. S.; Giménez, J. C. M. Efectos de la radiación solar y actualización en fotoprotección. *In: Anales de pediatría. Elsevier Doyma*, p 1 - 377, 2020.

Schalka, S.; Reis, V. M. S. Fator de proteção solar: significado e controvérsias. **An. Bras. Dermatol.**, v. 86, n. 3, 2011.

Solomon, Joan. Science technology and society courses: Tools for thinking about social issues. **International Journal of Science Education**, v. 10, n. 4, p. 379 - 387, 1988.

Sunaga, A. I.; Cypriano, E. F. As características dos textos de divulgação científica que promovem o interesse pela ciência em um público infantojuvenil. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos (SP), n. 31, p. 21 - 35, 2021. Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/534>. Acesso em: 5 maio 2024.

University of California, Berkeley. Benefits of Science. Disponível em: <https://undsci.berkeley.edu/understanding-science-101/how-science-works/benefits-of-science/>. Acesso em: 5 nov. 2024.

VEJA. **OMS lança aplicativo de medição UV para reduzir câncer de pele.** São Paulo: Veja, 2024. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/saude/oms-lanca-aplicativo-de-medicao-uv-para-reduzir-cancer-de-pele>. Acesso em: 04 out. 2024

Vicentini, F. T., Simi, T. R., Del Ciampo, J. O., Wolga, N. O., Pitol, D. L., Iyomasa, M. M.; Fonseca, M. J. Quercetin in w/o microemulsion: in vitro and in vivo skin penetration and efficacy against UVB-induced skin damages evaluated in vivo. **European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics**, v. 69, n. 3, p. 948 - 957, 2008.

Vogt, Carlos. A espiral da cultura científica. **ComCiência: Revista Eletrônica de Jornalismo Científico**, v. 45, 2003.

Vogt, C.; Morales, A. P. **O discurso dos indicadores de C&T e de percepção de C&T.** Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura e Los Libros de la Catarata, Madrid, p. 20, 2016.

Wang, X.; Huang, J.; Huang, K. Surface Chemical Modification on Hyper-Cross-Linked Resin by Hydrophilic Carbonyl and Hydroxyl Groups to Be

Employed as a Polymeric Adsorbent for Adsorption of pAminobenzoic Acid from Aqueous Solution. **Chem. Eng. J.** v. 162, n. 1, p. 158 - 163, 2010.

Zamboni, Lilian Márcia Simões. **Cientistas, jornalistas e a divulgação científica: subjetividade e heterogeneidade no discurso da divulgação científica.** Forward Movement, 2001.

APÊNDICE A: Apresentação Congresso de Iniciação Científica

Este apêndice contém o registro da apresentação do trabalho intitulado "A CIÊNCIA COM FUNÇÃO SOCIAL: DESVENDANDO OS EFEITOS DA RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA E A QUÍMICA DOS PROTETORES SOLARES", elaborado por Joseane Fernandes Costa e Vagner Antonio Moralles. O trabalho foi apresentado durante a 1ª Fase do XXXVI Congresso de Iniciação Científica da UNESP, realizado no Instituto de Química de Araraquara. A apresentação destacou a importância da ciência na compreensão dos efeitos da radiação ultravioleta sobre a saúde humana e a química dos protetores solares como uma forma de proteção.

APÊNDICE A: Apresentação Congresso de Iniciação Científica



XXXVI Congresso de Iniciação Científica da Unesp



A CIÊNCIA COM FUNÇÃO SOCIAL: DESVENDANDO OS EFEITOS DA RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA E A QUÍMICA DOS PROTETORES SOLARES

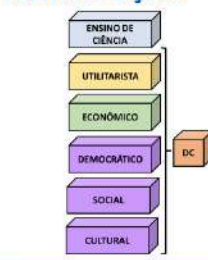
Joseane Fernandes Costa, Vagner Antonio Moralles
Instituto de Química - UNESP





RIPEQ
Rede de Iniciação e Produção em Ensino de Química

INTRODUÇÃO

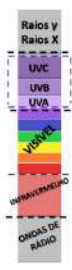


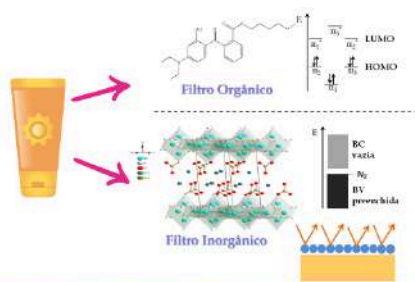
ENERGIA SOLAR

RADIAÇÃO UV (ULTRAVIOLETA)

Pode causar danos à saúde

71% dos brasileiros não usam protetor solar diariamente





Filtro Orgânico

Filtro Inorgânico

OBJETIVOS

Elaborar um material de divulgação científica (DC) para conscientizar sobre os malefícios da radiação ultravioleta e a importância da proteção da radiação solar. Ademais, pretende-se disseminar o conhecimento químico sobre filtros e protetores solares.

RESULTADOS

APLICAÇÃO DO PROTETOR

Escolha o fator de proteção solar (FPS) adequado para sua pele. Aplique generosamente em todas as áreas expostas da pele, pelo menos 30 minutos antes da exposição ao sol, e reaplique a cada duas horas ou após nadar ou suar.

FATOR DE PROTEÇÃO SOLAR (FPS)

É uma medida que determina a eficácia do protetor solar em proteger a pele contra os raios UVB. Quimicamente, o FPS é determinado pela comparação entre a quantidade de radiação UV necessária para causar queimaduras na pele protegida e desprotegida.

QUÍMICA DOS FILTROS SOLARES

Filtros solares devem ser química e fotoquimicamente inertes. Podem ser classificados como:

ORGÂNICOS (ABSORVEDORES QUÍMICOS)

Compostos orgânicos que protegem a pele pela absorção da radiação UV.

INORGÂNICOS (BLOQUEADORES FÍSICOS)

Protegem a pele por meio da absorção/reflexão da radiação UV. São, essencialmente, óxidos metálicos como o dióxido de titânio e o óxido de zinco.

PROTETOR SOLAR? POR QUE DEVO USAR?



JOSEANE FERNANDES COSTA
VAGNER ANTONIO MORALES

MATERIAIS E MÉTODOS



CONCLUSÃO

A produção de materiais de DC com informações claras e acessíveis é crucial para conscientizar o público em geral sobre a importância da proteção contra a radiação solar e para disseminação do conhecimento científico. Como perspectiva desse trabalho se pretende desenvolver mais materiais DC sobre a temática e utilizados outros meios de divulgação.

REFERÊNCIAS

- FLOR, J.; DAVOLOS, M. R.; CORREA, M. A.. Protetores solares. *Quim. Nova*, v. 30, n. 1, p. 153 - 158, 2007.
- GRILLO, S. V. C. Divulgação científica na esfera midiática. *Revista Intercâmbio*, v. 15, p. 1 -11, 2006.
- Santos, S. O.; Sobrinho, R. R.; Oliveira, T. A. Importância do uso de protetor solar na prevenção do câncer de pele e análise das informações desses produtos destinados a seus usuários. *Journal of Health and Biological Sciences*, v. 6, n. 3, p. 279 - 285, 2018.

RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA (UV)

É uma região do espectro eletromagnético e pode ser classificada em 3 partes:

UVA (320 - 400 nm): Penetra profundamente na pele, sendo a principal responsável pelo envelhecimento precoce e danos ao DNA, aumentando o risco de câncer de pele.

UVB (280-320 nm): Afeta as camadas mais superficiais da pele, causando queimaduras.

UVC (100-280 nm): Apesar de ser a mais perigosa, essa radiação é bloqueada pela camada de ozônio.

Raios γ e Raios X

UVC

UVB

UVA

VISÍVEL

INFRAVISÍVEL

ONDAS DE RÁDIO

Espectro eletromagnético

OBS: Com exceção da região do visível, as cores são utilizadas apenas para destacar as regiões do espectro.

FORMAS DE PROTEÇÃO DA RADIAÇÃO UV

Use roupas de manga longa.

Opte por chapéus de abas largas ou bonés para proteger o rosto, orelhas e pescoço.

Escolha óculos com proteção UV

Quando possível, ficar à sombra, especialmente entre 10h e 16h, quando o sol está mais forte.

NA PELE EXPOSTA É INDICADO A UTILIZAÇÃO DE PROTETOR SOLAR

Formulação cosmética que tem em sua composição filtros UV (que são os responsáveis diretos pela proteção da pele)

EXPOSIÇÃO AO UV

A exposição natural ao UV (radiação solar) pode ocorrer em nosso dia a dia de 3 formas: direta dos raios solares, por dispersão no céu aberto e/ou por reflexão do ambiente.





UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "SOLDO DE MENDIQUITA FILHO"



Instituto de Química - UNESP Araraquã



Rede de Iniciação e Produção em Ensino de Química