



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Presidente Prudente



RADIAÇÃO UV: EFEITOS, RISCOS E BENEFÍCIOS À SAÚDE HUMANA – PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA

Leandro William Franco

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, do Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:
Prof. Dr. Celso Xavier Cardoso

Presidente Prudente - SP
2018

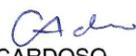
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Radiação UV: Efeitos, Riscos e Benefícios à Saúde Humana - Proposta de Sequência Didática para o Ensino de Física.

AUTOR: LEANDRO WILLIAM FRANCO

ORIENTADOR: CELSO XAVIER CARDOSO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em ENSINO DE FÍSICA, área: Física na Educação Básica pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. CELSO XAVIER CARDOSO
Departamento de Física / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente


Prof. Dr. MAURÍCIO ANTÔNIO CUSTÓDIO DE MELO
Departamento de Física / Universidade Estadual de Maringá


Profa. Dra. PRISCILA ALESSIO CONSTANTINO
Departamento de Física / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente

Presidente Prudente, 14 de março de 2018

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação -
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Campus de Presidente Prudente

F895r Franco, Leandro William.
Radiação UV : efeitos, riscos e benefícios à saúde humana :
proposta de sequência didática para o ensino de Física / Leandro
William Franco. - 2018
xi, 114 f. : il.

Orientador: Celso Xavier Cardoso
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista.
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2018
Inclui bibliografia

1. Radiação UV. 2. Sequência didática. 3. Ensino médio. I.
Cardoso, Celso Xavier. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade
de Ciências e Tecnologia. III. Título.

Alessandra Kuba Oshiro Assunção
CRB-8/9013

*Dedico esta dissertação à minha
companheira e esposa Margaret.*

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a DEUS pelo dom da vida, pelo dom do conhecimento, pelo dom da sabedoria e pelo dom da fé.

A minha esposa Margaret pelo apoio, tolerância e compreensão durante todo este curso de Mestrado.

À família pelas palavras de estímulo que contribuíram para a busca incessante dos meus objetivos.

À equipe gestora pelo apoio e aos alunos do 2º Termo EJA da Escola Estadual Domingos Camerlingo Caló pela participação e comprometimento no desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores de cada módulo do curso de Mestrado que marcaram contribuindo e orientando na aquisição de novos conhecimentos.

À CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida, sem o qual seria muito difícil concretizar esta importante etapa da minha vida.

A todos os colegas do curso de Mestrado pela amizade e troca de experiências.

À UNESP de Presidente Prudente pelo apoio e receptividade durante todo o curso.

Às Professoras Ana Maria e Agda pelas considerações, sugestões e apontamentos na fase de qualificação desta dissertação.

E especialmente, ao meu orientador, Prof. Dr. Celso Xavier Cardoso pela condução e orientação desta Dissertação.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Quadro síntese de apresentação da Fundamentação Teórica	5
Figura 2 - Espectro Eletromagnético	16
Figura 3 - Capacidade de penetração da radiação UV na pele	19
Figura 4 - Percentual de indivíduos com idade igual ou superior a 20 anos expostos à radiação solar por pelo menos 30 minutos por região do Brasil (2002-2005)	22
Figura 5 - Eritema ou Queimadura Solar	24
Figura 6 - Envelhecimento precoce	25
Figura 7 - Câncer de pele	26
Figura 8 - Olho com catarata	26
Figura 9 - Foto conjuntivite (Figura a esquerda) e Ceratite (Figura a direita)	27
Figura 10 - Olho com Pterígio	27
Figura 11 - IUV diário (América do Sul e Brasil)	29
Figura 12 - Imagem frontal da escola	34
Figura 13 - Quadro síntese de apresentação das etapas da Sequência Didática	35
Figura 14 - Câmara de bronzeamento artificial	38
Figura 15 - Imagem do Sol	38
Figura 16 - Questionário Investigativo aplicado aos alunos	39
Figura 17 - Foto dos alunos respondendo o questionário	40
Figura 18 - Quadro de preenchimento dos tipos de radiação UV	48
Figura 19 - Foto dos alunos realizando atividade em grupo	49
Figura 20 - Categoria de respostas produzida pelo grupo G8	49
Figura 21 - Questões propostas para verificação de aprendizagem	52
Figura 22 - Foto dos alunos realizando atividade em grupo	53
Figura 23 - Atividade de pesquisa na internet	53
Figura 24 - Gráficos do IUV de duas cidades litorâneas do Brasil	55

Figura 25 - Quadro a ser preenchido em grupo pelos alunos	57
Figura 26 - Categoria de respostas produzida pelo grupo G2	58
Figura 27 - Foto dos alunos fazendo pesquisa no Laboratório de Informática	59
Figura 28 - Quadro para coleta de dados sobre medidas do IUV do Sol realizada na cidade de Ourinhos (SP) no dia 18/10/2017	60
Figura 29 - Categoria de respostas produzida pelo grupo G1	61
Figura 30 - Fotos dos alunos realizando atividade experimental	62
Figura 31 - Categoria de respostas produzidas pelos alunos	63
Figura 32 - Temas para pesquisa e apresentação na Feira Cultural	65
Figura 33 - Foto dos alunos no Laboratório de Informática pesquisando os temas de suas apresentações	65
Figura 34 - Exposição dos cartazes na Feira Cultural	66
Figura 35 - Distribuição do folder na Feira Cultural	67
Figura 36 - Foto dos alunos apresentando os seminários	67

LISTA DE ABREVIACÕES

Sigla

CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CPTEC	Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos
EE	Escola Estadual
EJA	Educação de Jovens e Adultos
FPS	Fator de Proteção Solar
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IUV	ndice Ultravioleta
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
MEC	Ministério da Educação e Cultura
MNPEF	Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
MS	Ministério da Saúde
OMS	Organização Mundial da Saúde
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UV	Ultravioleta
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

RESUMO

RADIAÇÃO UV: EFEITOS, RISCOS E BENEFÍCIOS À SAÚDE HUMANA – PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA

Leandro William Franco

Orientador: Prof. Dr. Celso Xavier Cardoso

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, do Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Neste trabalho é proposta uma Sequência Didática para alunos do 2º Termo do Ensino Médio da Educação de Jovens e Adultos, abordando os efeitos desencadeados pela radiação ultravioleta (UV) à saúde humana. Na elaboração deste material foram utilizados vários referenciais teóricos: Lev Vygotsky, Antoni Zabala, Emico Okuno, Maria Aparecida Constantino Vilela e o Currículo de Física do Estado de São Paulo. Quanto ao objeto de ensino são abordadas situações cotidianas de excessiva exposição à radiação UV, em especial, à radiação solar. No desenvolvimento das atividades são apresentadas algumas fotografias e um questionário investigativo, além de vídeos, leituras de textos de divulgação científica, leitura e interpretação de gráficos representativos do índice UV e uma atividade experimental. Ressalta-se que a produção deste trabalho valeu-se de uma pesquisa qualitativa e de natureza descritiva. Destaca-se também que o produto educacional pode ser utilizado num trabalho interdisciplinar no ensino de Física, Química e Biologia. Assim sendo, espera-se que a aplicação dessa Sequência Didática propicie aos estudantes a aquisição de novos conhecimentos, para assim, assumirem nova postura sobre os cuidados e medidas preventivas que possibilite a eles a ruptura de certas concepções em relação às situações de exposição à radiação UV.

Palavras-chave: Radiação UV, Sequência Didática, Ensino Médio.

ABSTRACT

UV RADIATION: EFFECTS, RISKS AND BENEFITS TO HUMAN HEALTH - PROPOSAL OF DIDACTIC SEQUENCE FOR PHYSICAL EDUCATION

Leandro William Franco

Supervisor: Celso Xavier Cardoso

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

This paper proposes a Didactic Sequence for students of the 2nd Term of Secondary Education of Young and Adult Education, addressing the effects of ultraviolet (UV) radiation on human health. In the elaboration of this material several theoretical references were used: Lev Vygotsky, Antoni Zabala, Emico Okuno, Maria Aparecida Constantino Vilela and the Curriculum of Physics of the State of São Paulo. Regarding the teaching object, daily situations of excessive exposure to UV radiation, especially solar radiation, are addressed. In the development of the activities are presented some photographs and an investigative questionnaire, as well as videos, readings of scientific dissemination texts, reading and interpretation of graphs representative of the UV index and an experimental activity. It is emphasized that the production of this work was based on a qualitative and descriptive research. It is also emphasized that the educational product can be used in an interdisciplinary work in the teaching of Physics, Chemistry and Biology. Therefore, it is expected that the application of this Didactic Sequence will allow the students to acquire new knowledge to take a new stance on the precautions and preventive measures that allow them to break certain concepts regarding the situations of exposure to radiation UV.

Keywords: UV Radiation, Didactic Sequence, High School.

Sumário

INTRODUÇÃO	1
JUSTIFICATIVA	3
OBJETIVOS	4
Capítulo 1 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	5
1.1. A Teoria de Aprendizagem Construtivista e Sócio-Interacionista	6
1.2. O Currículo do Estado de São Paulo	8
1.3. Sequências Didáticas no Ensino de Física	11
1.4. Conceitos físicos abordados na Sequência Didática	14
1.4.1. A descoberta da radiação ultravioleta	14
1.4.2. Radiação ultravioleta – características	14
1.4.3. Benefícios da radiação ultravioleta	20
1.4.4. Riscos da radiação ultravioleta	21
1.4.5. Danos causados pela radiação ultravioleta do Sol à saúde humana	24
1.4.5.1. Efeitos biológicos da radiação UV do Sol em doenças na pele	24
1.4.5.2. Efeitos biológicos da radiação UV do Sol em doenças oftálmicas	26
1.4.6. Índice ultravioleta e medidas de proteção	28
Capítulo 2 – METODOLOGIA	33
2.1. Caracterização da pesquisa	33
2.2. Local e participantes da pesquisa	33
2.3. Apresentação das Etapas da Sequência Didática	35
Capítulo 3 – DESCRIÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DAS ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA E ANÁLISE DOS RESULTADOS	38
3.1. Etapa 1 – Levantamento de conhecimentos prévios	38
3.2. Etapa 2 – Ampliação de conhecimentos	45
3.3. Etapa 3 – Sistematização de conhecimentos	54
3.4. Etapa 4 – Produção de cartazes e folder para a Feira Cultural	64
Capítulo 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
APÊNDICES	74
APÊNDICE A – Folder produzido para a Feira Cultural	75
APÊNDICE B – Sequência Didática para o Ensino de Física	77

INTRODUÇÃO

Este trabalho foi desenvolvido tendo como principal propósito responder a pergunta: “*Quais os efeitos gerados pela radiação UV à saúde humana?*”. Esta questão considera a necessidade de uma discussão mais ampla sobre o desconhecimento científico por uma parcela significativa da sociedade, em relação ao tema que será abordado.

A elaboração deste trabalho surgiu a partir de uma reflexão sobre a importância de discutir os efeitos, riscos e benefícios produzidos pela radiação UV à saúde humana no âmbito escolar.

Após essa reflexão, notou-se a necessidade de desenvolver uma Sequência Didática com estudantes do Ensino Médio da Educação de Jovens e Adultos (EJA), período noturno, da EE Domingos Camerlingo Caló, localizada no município de Ourinhos, cuja região é predominantemente canavieira e sofre forte influência da radiação solar, radiação esta que afeta estudantes, trabalhadores da construção civil, trabalhadores rurais entre outros, que ficam expostos de forma excessiva a tal radiação.

Assim sendo, foi desenvolvido o tema “*Radiação UV: efeitos, riscos e benefícios à saúde humana*”, na disciplina de Física contextualizando-o com o Currículo do Estado de São Paulo, na 2ª série do Ensino Médio, situação de aprendizagem “*O Espectro Eletromagnético*”, na perspectiva de apresentar medidas preventivas que levem os alunos à mudanças significativas de atitudes em decorrência dos benefícios e malefícios gerados pela radiação UV proveniente principalmente do Sol.

O trabalho é dividido em quatro capítulos.

No *primeiro* destaca-se a *Fundamentação Teórica*, também denominado de *Referenciais Teóricos*, cujo objetivo é relatar uma coletânea de trabalhos científicos já realizados na mesma linha de pesquisa que ancoram este trabalho, bem como a forma como estes referenciais estão relacionados com o tema proposto.

No *segundo* é apresentada a *Metodologia*. Nesta parte é descrito o local de desenvolvimento e os participantes desta pesquisa, além de uma

apresentação da forma de utilização do trabalho sugerido (Sequência Didática) e as etapas, ou momentos, a serem seguidas para a sua aplicação.

No *terceiro* é relatada a *Descrição do Desenvolvimento das Etapas da Sequência Didática e Análise dos Resultados* que foram obtidos após a execução deste trabalho. Nesta seção os dados coletados no estudo são apresentados, comentados e interpretados (com o auxílio de um ou mais exemplos) para que possam ser discutidos em relação ao que se evoluiu no conhecimento do problema inicialmente apontado “*Quais os efeitos gerados pela radiação UV à saúde humana?*”, evidenciando se os objetivos indicados foram ou não atingidos.

Finalmente, no *quarto capítulo* são feitas as *Considerações Finais* onde é apresentada uma reflexão sobre o tema. Nesta seção são discutidos quais os aspectos que o trabalho desenvolvido conseguiu avançar em relação à pergunta inicialmente proposta, bem como se ampliou a compreensão sobre a mesma ou se foram descobertas novas perguntas ou problemas, além de verificar se as hipóteses levantadas foram confirmadas ou refutadas.

JUSTIFICATIVA

O presente trabalho justifica-se pela necessidade de conscientizar os estudantes sobre os efeitos das radiações eletromagnéticas, em especial a radiação UV. Dessa forma, foi elaborada uma Sequência Didática que contempla uma diversidade de informações relacionadas a esta radiação, enfatizando tanto benefícios quanto malefícios ou perigos à saúde humana.

O desenvolvimento das atividades pautou-se em situações reais sobre a exposição excessiva à radiação solar, cenário muito comum no cotidiano dos alunos envolvidos na aplicação dessa Sequência Didática.

Durante o desenvolvimento das atividades, deseja-se que algumas concepções prévias decorrentes do senso comum sejam rompidas, pois se observa que parte dos alunos acreditam que a radiação UV só produz malefícios à saúde, esquecendo-se que ela é essencial na síntese da vitamina D na pele, principalmente, em jovens e crianças para que haja o fortalecimento dos ossos e crescimento saudável.

Sabe-se também que parte dos alunos se preocupa apenas em proteger a pele da radiação UV se esquecendo da proteção aos olhos, uma vez que, o cristalino do olho é um bom absorvedor dessa radiação.

Percebe-se que há alunos que acreditam que os bronzamentos, tanto natural quanto artificial, devem ser vistos como sinônimo de beleza e saúde, sendo que em decorrência do desconhecimento científico, o que de fato ocorre na pele é na verdade uma mera reação do nosso organismo como forma de medida de proteção à excessiva exposição a essa radiação.

Enquanto proposta de ensino pretende-se associar não apenas teoria e prática, mas ciência e vivência, conhecimento científico e tecnologia, divulgação científica e construção de cultura, além de dar oportunidades para que o estudante entenda que existe uma relação estreita entre conhecimento científico e transformação social, visto que há evidências concretas do pouco conhecimento dos estudantes sobre a temática em questão e que pouco fazem para se proteger.

A expectativa é que ao final deste trabalho os estudantes possam compreender, de forma mais aprofundada, os efeitos gerados pela radiação UV

à saúde e mudar comportamentos sobre os cuidados e medidas preventivas principalmente em relação a situações de excessiva exposição ao Sol. Desse modo, pretende-se atingir os seguintes objetivos apresentados a seguir.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Construir uma Sequência Didática, como produto educacional de apoio ao professor de Física do Ensino Médio, para abordar conteúdos referentes aos principais efeitos gerados pela radiação UV à saúde humana.

Objetivos Específicos

- Aplicar uma Sequência Didática referente à temática “*Radiação UV: efeitos, riscos e benefícios à saúde humana*”, priorizando o diálogo como elemento norteador e tendo o professor como principal mediador do conhecimento;
- Desenvolver nos alunos atitude reflexiva para que sejam capazes de emitir juízos de valor em relação aos efeitos, riscos e benefícios produzidos pela radiação UV à saúde;
- Disponibilizar a Sequência Didática, compartilhando todas as etapas e informações para a sua aplicação, por meio de um site para que possa ser utilizada como material de apoio às práticas pedagógicas dos professores de Física do Ensino Médio.

Capítulo 1

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Temas	Tópicos/Contribuições	Fontes/Referências
A Teoria de Aprendizagem Construtivista e Sócio-Interacionista	<p>Teorias de Aprendizagem</p> <p>O papel do Professor (Mediador)</p> <p>O papel do aluno (Ser ativo)</p> <p>Ensino-Aprendizagem (Valorizar o erro)</p> <p>Metodologia (Valorizar o que o aluno sabe)</p> <p>Avaliação (Formativa)</p>	<p>Moreira (1999)</p> <p>Vygotsky (1984) e Vygotsky (2001)</p>
O Currículo do Estado de São Paulo	<p>Ensino contextualizado</p> <p>A interdisciplinaridade</p> <p>A experimentação</p> <p>Situação de Aprendizagem</p>	<p>Brasil (2002), Brasil (2006) e Currículo do Estado de São Paulo (2008)</p>
Sequências Didáticas no Ensino de Física	<p>Sequência Didática (Recurso)</p> <p>Prática educativa em sala de aula</p> <p>Tipos de conteúdos</p> <p>Avaliação Formativa</p>	<p>Zabala (1998)</p>
Conceitos físicos abordados na Sequência Didática	<p>Descoberta da radiação UV</p> <p>Radiação UV – características</p> <p>Riscos da radiação UV</p> <p>Benefícios da radiação UV</p> <p>Danos causados pela radiação UV do Sol à saúde humana</p> <p>Índice ultravioleta e medidas de proteção</p>	<p>Torres <i>et al.</i> (2013)</p> <p>Pimenta (2001), Hewitt (2002) e Okuno e Vilela (2005)</p> <p>Horowicz (1999), Pimenta (2001), Okuno e Vilela (2005), Okuno (2009) e Oliveira (2013)</p> <p>Horowicz (1999) e Okuno e Vilela (2005)</p> <p>Okuno e Vilela (2005)</p> <p>Costa e Silva (1995), Okuno e Vilela (2005), Okuno (2009) e Torres <i>et al.</i> (2013)</p>

Figura 1 - Quadro síntese de apresentação da Fundamentação Teórica

1.1. A Teoria de Aprendizagem Construtivista e Sócio-Interacionista

Ao longo dos tempos, vários foram os teóricos e pesquisadores que formalizaram suas Teorias da Aprendizagem (construção humana que busca interpretar como o sujeito cognoscente adquire novos conhecimentos). Em especial, se destacam: o Comportamentalismo (ou Behaviorismo) que possui como principal líder Skinner, o Construtivismo (ou Cognitivismo) que tem como principais representantes Jean Piaget e Lev Vygotsky e o Humanismo representado principalmente por Carl Rogers.

Segundo Moreira (1999) pode-se afirmar que o Comportamentalismo se preocupa com comportamentos observáveis e mensuráveis do indivíduo, já o Humanismo valoriza no indivíduo seus sentimentos, pensamentos e ações de forma inseparável e integrada. Ao passo que, o Construtivismo se ocupa da cognição (o ato de conhecer), ou seja, como o indivíduo conhece e interage com o mundo a sua volta.

Não é objetivo deste trabalho determinar os aspectos positivos ou negativos entre as teorias de aprendizagem, mas escolher uma que possa oferecer possibilidades reais de melhorias na qualidade de ensino. Neste sentido é necessário considerar, principalmente, o perfil dos estudantes, seus conhecimentos prévios e seus estilos cognitivos.

Observa-se que o modelo que melhor se ajusta às condições atuais de educação, no desenvolvimento deste trabalho, é o modelo construtivista com abordagem sócio-interacionista, pois parte-se do pressuposto de que o educando é capaz de construir progressivamente seu conhecimento, por meio de atividades e interações com o meio em que vive e intermediadas pela ação do professor. Assim sendo, o foco deste trabalho é embasado nessa teoria de aprendizagem que possui como principal líder Lev Vygotsky.

De acordo com Nogueira e Leal (2015) Lev Semenovitch Vygotsky (1896-1934) nasceu em 5 de novembro de 1896, em Orsha, na Bielo-Rússia, foi pesquisador e educador, se dedicou intensamente a Psicologia Evolutiva, a Educação e a Psicopatologia. Embora tenha vivido muito pouco tempo (vítima de tuberculose, doença que o levou à morte em 1934, aos 37 anos), obteve também grandes conhecimentos em outras áreas científicas importantes, tais como, Ciências Sociais, Filosofia, Literatura e Linguística.

Conforme Vygotsky (1984), o indivíduo é um ser interativo, pois é capaz de adquirir conhecimentos por intermédio de relações não só interpessoais, mas também intrapessoais e de troca com o *meio* (entenda-se por *meio* algo amplo que abrange sociedade, cultura, práticas e interações), a partir de um processo chamado mediação. É fundamentalmente neste ponto que se encontra um dos maiores desafios dos professores no âmbito educacional, ou seja, a capacidade de promover o desenvolvimento dos estudantes a partir de uma aprendizagem que ocorra pela mediação. Assim, através da observação e da investigação dos conhecimentos que o estudante traz à escola, o educador deve intervir para que possa reorganizá-lo, de maneira a elevar tal conhecimento a outro nível. Vygotsky (1984) definiu três etapas importantes de desenvolvimento do educando neste processo:

- *Nível de Desenvolvimento Real*: são atividades ou capacidades que o indivíduo realiza sozinho, de forma totalmente independente, sem a ajuda de outro indivíduo;
- *Nível de Desenvolvimento Potencial*: são atividades ou situações que o indivíduo pode realizar com a ajuda de outro indivíduo mais capaz ou em cooperação com colegas mais experientes;
- *Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP)*: é a distância entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial.

Observa-se que são as aprendizagens que acontecem na ZDP que possibilitam o indivíduo evoluir ainda mais, ou seja, desenvolvimento que ocorre na ZDP gera ainda mais desenvolvimento. A utilização dessa abordagem na prática educacional requer, em primeiro lugar, que o educador reconheça a existência desta ZDP e, em seguida, a estimule ao desenvolvimento gerando um caminho de aprendizagem que seja mais eficiente e capaz de levar o educando de sua ZDP ao Nível de Desenvolvimento Real. Segundo Vygotsky (1984):

Aquilo que é zona de desenvolvimento proximal hoje será o nível de desenvolvimento real amanhã – ou seja, aquilo que uma criança pode fazer com assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã (VYGOTSKY, 1984, p. 98).

Nessa perspectiva, a função do professor é a de favorecer esta aprendizagem, servindo de mediador entre o indivíduo e o conhecimento. Dessa forma, quando o professor atua como mediador nesse processo ele auxilia o aluno a concretizar o desenvolvimento que está próximo.

Outro aspecto relevante para o qual Vygotsky chamou a atenção refere-se ao fato de que cada situação de aprendizagem presume a existência de um contexto histórico, ou seja, assim que o educando entra na escola, ele possui um conjunto de conhecimentos adquiridos (não é uma “*tabula rasa*”). Contudo, ao ingressar a escola o educando deverá desenvolver outro tipo de conhecimento. Em sua teoria, Vygotsky (2001) separa o conhecimento em dois grandes grupos:

- *Conhecimentos cotidianos ou espontâneos*: seriam aqueles provenientes da experiência pessoal, ou seja, aqueles construídos na relação e caracterizados por manipulações, observações e vivências do indivíduo, mas não de maneira hierarquizada;
- *Conhecimentos científicos*: seriam aqueles adquiridos no ambiente escolar, ou seja, aqueles coerentes com uma cadeia de outros conhecimentos inseridos num paradigma.

Assim, acredita-se que o professor ao partir de um conhecimento cotidiano ou espontâneo para um científico, no trabalho com a ZDP, estará mediando uma reorganização, impedindo que se trabalhe com um conhecimento que não irá produzir aprendizagem significativa ao educando.

1.2. O Currículo do Estado de São Paulo

O Currículo atualmente vigente no Estado de São Paulo foi implantado em 2008, sendo único em todas as escolas da rede estadual. Isto aconteceu em decorrência das políticas públicas no campo da educação, que ocasionaram na criação da nova Lei de Diretrizes e Bases (LDB – 9394/96) e dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), a autonomia consentida aos estados para a criação de suas próprias propostas

curriculares, acarretou na promulgação, no ano de 2008, da nova Proposta Curricular do Estado de São Paulo.

Esta proposta teve como objetivo, “*organizar melhor o sistema educacional de São Paulo*” (SÃO PAULO, 2008, p. 5), de forma a constituir maior integração e um foco definido entre as escolas para que se possa obter, sobretudo, maior uniformidade nos conteúdos abordados em sala de aula.

Esta fundamenta-se na contextualização do Currículo na sociedade contemporânea, intitulada como *sociedade do conhecimento*, que busca, desta maneira, uma educação correspondente aos elementos que elenca como os desafios contemporâneos. Quanto a este conhecimento, a proposta se posiciona em prol do Currículo como espaço de cultura e que apresenta o potencial para assegurar as competências necessárias para a vida em sociedade e para o entendimento das diversas linguagens, como a das artes, da literatura e da ciência.

Por conseguinte, além de se apropriar do Currículo é preciso pôr em prática de forma contínua os princípios para um Currículo comprometido com o seu tempo, articulá-los com as disciplinas e os segmentos de ensino que a escola atende. Fundamentalmente, são estes os princípios que norteiam o Currículo do Estado de São Paulo (2008):

- Uma escola que também aprende;
- O currículo como espaço de cultura;
- As competências como referência;
- Prioridade para competência da leitura e escrita;
- Articulação das competências para aprender;
- Articulação com o mundo do trabalho.

O Ensino de Física, de acordo com o Currículo, deve abranger o conhecimento das concepções preexistentes dos alunos para que o professor possa relacioná-los com o conhecimento científico que está sendo ensinado. Desse modo, antes do desenvolvimento de cada atividade (seja ela de leitura, experimentação, escrita entre outras) é de suma importância propor discussões que possam levar os alunos a uma reflexão sobre determinado conceito ou situação.

Propor aos alunos atividades que possam desenvolver como, por exemplo, em grupo, favorece ações associadas à mediação do conhecimento. Isso porque o desenvolvimento de uma pessoa ocorre no mundo e no grupo social que a acolhe, onde convive com os sistemas de representação do real.

Em conformidade com Vygotsky (1984), o desenvolvimento psicológico do ser humano tem como fonte alimentadora a interação social, significando com isso que, nessas relações interpessoais, ele tem a possibilidade de internalizar as formas estabelecidas. Para Oliveira (1993):

O processo de desenvolvimento do ser humano, marcado por sua inserção em determinado grupo cultural, se dá 'de fora para dentro'. Isto é, primeiramente o indivíduo realiza ações externas, que serão interpretadas pelas pessoas ao seu redor; de acordo com os significados culturalmente estabelecidos. A partir dessa interpretação é que será possível para o indivíduo atribuir significados a suas próprias ações e desenvolver processos psicológicos internos que podem ser interpretados por ele próprio a partir dos mecanismos estabelecidos pelo grupo cultural e compreendidos por meio de códigos compartilhados pelos membros desse grupo (OLIVEIRA, 1993, p. 38).

Logo, no âmbito escolar, a mediação dos conhecimentos deve ser realizada não só pelos professores, mas também pelos próprios alunos e entre eles. De forma mais abrangente, as pessoas e as situações que integram o mundo do aluno são os mediadores do conhecimento.

Sabe-se também, que esse aluno que se pretende formar como cidadão necessita de uma escola na qual a formação não se restrinja a uma função passiva de apenas receber, assimilar e aplicar conhecimentos prontos que lhe são transmitidos. Ao contrário, o estudante deve ser estimulado a analisar desafios contextualizados, fazendo uso do conhecimento científico para construir argumentos e se posicionar a respeito de situações do seu cotidiano. Assim sendo, a forma contextualizada de abordar os conteúdos de estudo deve explorar as relações existentes entre o conhecimento e a vida pessoal e o ambiente social vivenciado pelo aluno, dando significado ao que está sendo aprendido. Dessa maneira, de acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006):

A contextualização como recurso didático serve para problematizar a realidade vivida pelo aluno, extraí-la do seu contexto e projetá-la para

a análise. Ou seja, consiste em elaborar uma representação do mundo para melhor compreendê-lo (BRASIL, 2006, p. 51).

Nessa perspectiva, trata-se de um processo de análise, mediado pelo professor, em que o aluno irá perceber que o conhecimento desenvolvido na teoria pode ser aplicado na prática para a compreensão de seu cotidiano e do mundo, pois, gradativamente, esse aluno irá transformar suas respostas, conclusões e conhecimentos num saber que possua um caráter mais geral.

Verifica-se que o ambiente cotidiano, inclusive o escolar, está repleto de situações que possibilitam, por exemplo, a interdisciplinaridade e a experimentação.

Um aspecto considerado pelo Currículo do Estado de São Paulo, em particular, ao Ensino de Física, é o fato de que atividades que promovam a interdisciplinaridade bem como a experimentação quando sugeridas com ênfase investigativa, de maneira que, o aluno não faça simplesmente constatações de certo fenômeno, permitirá de forma estratégica levantar os conhecimentos prévios e concepções cotidianas (espontâneas) do aluno sobre o assunto, além de promover a argumentação e o uso da linguagem científica. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) esclarecem a função do ensino na consolidação dessa perspectiva, pois segundo ela:

É importante enfatizar que a interdisciplinaridade supõe um eixo integrador que pode ser o objeto de conhecimento, um projeto de investigação, um plano de intervenção. Nesse sentido ela deve partir da necessidade sentida pelas escolas, professores e alunos de explicar, compreender, intervir, mudar, prever, algo que desafia uma disciplina isolada e atrai a atenção de mais de um olhar, talvez vários (BRASIL, 2002, p. 88).

Portanto, conhecendo as ideias preconcebidas pelo aluno, o professor poderá utilizá-las como referência para melhor desenvolver o processo de construção do conhecimento.

1.3. Sequências Didáticas no Ensino de Física

Segundo Vygotsky (2001), em certas situações, deve-se utilizar o conhecimento cotidiano ou espontâneo dos alunos para auxiliar na

compreensão do conhecimento científico, conforme discutido anteriormente. Nessa perspectiva, uma possível forma de melhorar a qualidade da aprendizagem se daria, por exemplo, mediante o uso de *sequências didáticas* pelos docentes.

Uma sequência didática é constituída por diversas atividades que estão intimamente interligadas por ações, atitudes, questionamentos e procedimentos que os estudantes realizam através da mediação de um educador.

Essas atividades, que compõem a sequência didática, são organizadas de forma a aprofundar o assunto que está sendo abordado e devem ser fundamentalmente diversificadas em termos de estratégias, tais como: levantamento de conhecimentos prévios, experimentação, leitura e interpretação de textos, pesquisas em grupos, debates, uso da internet e de vídeos em documentários, reportagens, seminários, entre outras, visto que, o estudante terá diferentes oportunidades e formas de aprender e se apropriar do assunto que está sendo tratado pelo professor.

O pesquisador e educador Antoni Zabala (1998) defende a ideia de que as sequências didáticas são uma das possibilidades mais completas a serem usadas para promover a melhoria da prática educativa em sala de aula. Antoni Zabala é licenciado em Filosofia e Ciências da Educação, professor do programa de Psicologia da Educação da Universidade de Barcelona, trabalha com inovação educativa, participa da elaboração dos currículos e planos de formação de professores. Um de seus livros mais importantes é *“A prática educativa: como ensinar”*, que trata das relações interativas na sala de aula, do papel dos educadores e estudantes, da distribuição do tempo e da organização dos conteúdos.

A partir de uma perspectiva de investigação e reflexão da prática educativa, Zabala sugere pautas e diretrizes que objetivam melhorá-la. De acordo com Zabala (1998) sequências didáticas são:

Um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos (ZABALA, 1998, p. 18).

Sobre o ponto de vista da aprendizagem, Zabala assegura que não é possível ensinar sem se deter nas referências de como os estudantes aprendem, chamando a atenção para as diversidades dos processos de aprendizagem de cada educando. Segundo ele, o construtivismo é escolhido como concepção metodológica em virtude da confirmação experimental de um conjunto de princípios psicopedagógicos, tais como: os *esquemas de conhecimento*, o *nível de desenvolvimento*, os *conhecimentos prévios* e a *aprendizagem significativa*. Conforme Zabala (1998):

Nossa estrutura cognitiva está configurada por uma rede de *esquemas de conhecimento*. Estes esquemas se definem como representações que uma pessoa possui, num momento dado de sua existência, sobre algum objeto de conhecimento. Ao longo da vida, estes esquemas são revisados, modificados, tornam-se mais complexos e adaptados à realidade, mais ricos em relações. A natureza dos esquemas de conhecimento de um aluno depende de seu *nível de desenvolvimento* e dos *conhecimentos prévios* que pôde construir; a situação de aprendizagem pode ser concebida como um processo de comparação, de revisão e de construção de esquemas de conhecimento sobre os conteúdos escolares (ZABALA, 1998, p. 37).

Em resumo, para que tal processo ocorra não basta necessariamente que os estudantes se apresentem frente a conteúdos para aprender, pois de acordo com Zabala (1998):

É necessário que diante dos conteúdos os alunos possam atualizar seus esquemas de conhecimento, compará-los com o que é novo, identificar semelhanças e diferenças e integrá-las em seus esquemas, comprovar que o resultado tem certa coerência etc. Quando acontece tudo isto – ou na medida em que acontece – podemos dizer que está se produzindo uma *aprendizagem significativa* dos conteúdos apresentados (ZABALA, 1998, p. 37).

Logo, para desenvolver um ensino que seja ao mesmo tempo de qualidade e contextualizado deve-se dar prioridade à formação e compreensão de conceitos os quais estão intimamente associados aos conhecimentos cotidianos e científicos. Nota-se que a utilização de sequências didáticas é um possível caminho neste processo de construção e aquisição de novos conhecimentos de forma a proporcionar uma aprendizagem que possa ser realmente mais ampla e com mais significados para os estudantes.

1.4. Conceitos físicos abordados na Sequência Didática

1.4.1. A descoberta da radiação ultravioleta

Em 1800, após a descoberta da radiação infravermelha pelo astrônomo alemão Friedrich W. Herschel (1738-1822), o físico e químico alemão Johann W. Ritter (1776-1810) decidiu investigar a possível existência de outra forma de radiação fora do espectro visível, mas na outra extremidade da faixa do espectro visível, além do violeta.

Em suas pesquisas na área de Eletroquímica, Ritter constatou que sais de cloreto de prata (AgCl) sofriam decomposição quando expostos a luz e que os íons Ag^+ liberados podiam escurecer uma placa transparente onde, anos depois, essa reação química viria a ser a base tecnológica da fotografia.

Ritter, em 1801, observou como era a velocidade de decomposição do AgCl sob a ação de luzes de cores diferentes e percebeu que ao incidir um feixe de luz solar através de um prisma (sistema ótico que decompõe o espectro da luz do Sol em cores diferentes), constatou que a luz de cor azul escurecia a placa transparente que continha AgCl mais rapidamente que a luz de cor vermelha.

Notou, também, que a placa se tornava ainda mais escura numa região próxima da cor de luz violeta, fora do espectro visível. Conforme Torres *et al.* (2013), Ritter acabou concluindo que havia uma radiação invisível aos olhos humanos e que era “*quimicamente mais poderosa*”, além do violeta no espectro eletromagnético.

Esta nova forma de radiação, o qual Ritter chamou em princípio de “*raios químicos*”, foi mais tarde chamada de *radiação ultravioleta* (a palavra *ultra* significa além). Tal descoberta concedeu grande notoriedade a Ritter que produziu, posteriormente, muitas outras contribuições científicas importantes no campo das Ciências.

1.4.2. Radiação ultravioleta – características

Sabe-se através de estudos e pesquisas científicas que o campo elétrico é uma propriedade adquirida pelo espaço relacionada à posição ocupada por

uma partícula eletricamente carregada. Entretanto, se essa partícula oscilar e alterar sua coordenada de posição, verifica-se que a intensidade, a direção e o sentido do campo elétrico, em certo ponto do espaço, também irão oscilar com a mesma frequência de oscilação dessa partícula.

De acordo com as Leis do Eletromagnetismo, esse campo elétrico variável irá produzir um campo magnético também variável no tempo e no espaço acarretando a emissão de uma *onda eletromagnética*.

Assim, uma *onda eletromagnética* ou *radiação eletromagnética* pode ser representada pela Teoria Eletromagnética como sendo uma onda portadora de energia emitida por cargas oscilantes (em geral elétrons), composta por campos elétricos e magnéticos oscilantes em que um produz o outro, ou seja, é essa mútua indução eletromagnética, entre variações sucessivas de campos elétricos e magnéticos que se propaga no espaço que chamamos cientificamente de radiação eletromagnética ou onda eletromagnética.

Verifica-se experimentalmente que as radiações eletromagnéticas podem ser geradas por diferentes formas, tais como: desintegrações nucleares, transições eletrônicas, aquecimento (efeito térmico), movimentos curvilíneos de elétrons e até mesmo por vibrações e torções moleculares.

Na prática, essas radiações podem ser produzidas em reatores nucleares, isótopos radioativos (por exemplo, cobalto-60 na geração de raios gama), tubos de raios-X, lâmpadas elétrica e solar, aquecedores elétricos, forno de micro-ondas entre outras fontes.

Embora tais radiações possuam mesma natureza elas recebem nomes diferentes, conforme sua faixa de frequência de oscilação, e são divididas basicamente em: *ondas de rádio, microondas, radiação infravermelha, radiação visível ou luz, radiação ultravioleta, raios-X e raios gama*.

Porém, a definição dos limites dessas faixas não é muito precisa, pois essas faixas são determinadas algumas vezes pela forma de utilização e outras vezes pelo modo de produção dessas radiações.

O conjunto das faixas de frequências (ou dos respectivos comprimentos de onda) dessas radiações eletromagnéticas denomina-se *espectro eletromagnético*, conforme indica a Figura 2.

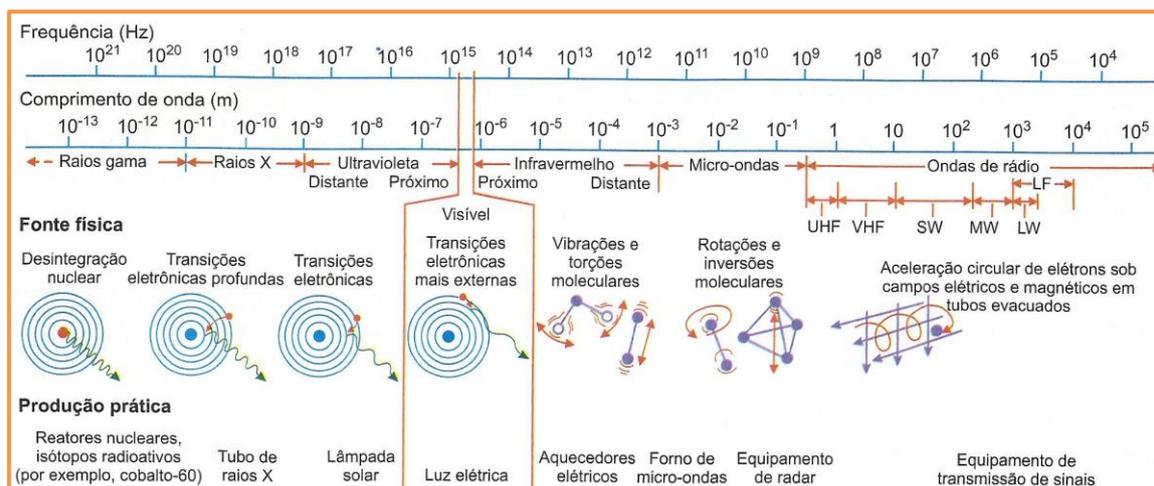


Figura 2 - Espectro Eletromagnético
(Fonte: <https://www.infoescola.com/fisica/ondas-eletromagneticas/>)

Em especial, a radiação UV é a faixa do espectro eletromagnético referente aos comprimentos de onda compreendidos, aproximadamente, entre 100 a 400 nm.

Ainda de acordo com a Figura 2, destaca-se que a radiação UV pode ser produzida através de transições eletrônicas sofridas pelos elétrons ao absorverem energia (por exemplo, através do calor, raios X ou gama) saltando para orbitais mais externos do átomo, de maneira que, na volta para orbitais que possuem menor nível de energia podem devolver a energia recebida como radiação UV, visível entre outras, dependendo do salto energético realizado pelo elétron.

Assim sendo, ao se deslocar para uma órbita mais afastada no núcleo do átomo, o elétron absorve energia e, ao passar para uma órbita mais próxima, o elétron emite energia na forma de radiação.

Esses conceitos são à base de estudo do que se denomina atualmente de *Mecânica Quântica*, que é a teoria científica empregada para descrever a estrutura da matéria e sua interação com a radiação.

Observa-se que a radiação UV é uma das radiações que compõe a radiação solar. De acordo com a intensidade com que essa radiação é absorvida pela camada de ozônio e por outros gases na alta camada atmosférica, em virtude dos efeitos biológicos produzidos seu espectro pode ser dividido em três regiões ou categorias: **UVC** de 100 a 280 nm, **UVB** de 280

a 315 nm e **UVA** de 315 a 400 nm, aproximadamente, conforme ilustra a Tabela 1.

Tabela 1 - Intervalo espectral e características da radiação UV
(Fonte: Okuno e Vilela, 2005 – Adaptada)

Radiação	Frequência	Comprimento de Onda (nm)	Energia do Fóton (eV)	Principais características
UVC	3 PHz – 1,07 PHz	100 – 280	12,42 – 4,42	Completamente absorvida pelos gases oxigênio (O ₂) e ozônio (O ₃) estratosférico e, portanto, não atinge a superfície da Terra. É usada na esterilização de água e materiais cirúrgicos, pois possui ação bactericida.
UVB	1,07 PHz – 0,952 PHz	280 – 315	4,42 – 3,94	Fortemente absorvida pelo ozônio (O ₃) estratosférico. É prejudicial à saúde humana, podendo causar queimaduras e, a longo prazo, câncer cutâneo. Contudo, quando a exposição ocorre em pequenas doses, pode ajudar na fabricação de vitamina D no organismo.
UVA	0,952 PHz – 0,75 PHz	315 – 400	3,94 – 3,10	Sofre pouca absorção pelo ozônio (O ₃) estratosférico. É essencial para sintetizar a vitamina D no organismo, quando há exposição de forma moderada. Em casos de excessiva exposição está associada ao bronzeamento da pele e, a longo prazo, pode causar o envelhecimento precoce.

Onde: P (peta) = 10¹⁵; 1 nm = 10⁻⁹ m; 1 eV (elétron-volt) = 1,6.10⁻¹⁹ J

Em 1905 Albert Einstein mostrou que a radiação eletromagnética, embora tenha natureza ondulatória, pode apresentar comportamento corpuscular análogo ao de uma partícula (no caso, *partícula de energia*, chamada cientificamente de *fóton*). Segundo ele, a energia eletromagnética é emitida em feixes constituídos de fótons, onde cada fóton corresponde a menor quantidade mensurável de energia transportada por uma dada radiação eletromagnética.

Conforme Hewitt (2002) observa-se que cada radiação eletromagnética é definida por sua frequência (f) que para a radiação visível aumenta, da cor de luz vermelha para o violeta, na mesma sequência em que as cores aparecem no arco-íris (vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil e violeta).

A teoria construída por Einstein também evidenciou que cada quantum de energia eletromagnética, ou seja, quantidade de energia (E) associada a cada fóton de radiação, será diretamente proporcional à sua frequência. Assim, tem-se:

$$E = h \cdot f \quad (\text{Equação I})$$

em que h é a constante de Planck e cujo valor vale $6,6 \cdot 10^{-34}$ J.s. Porém, de acordo com a equação fundamental da ondulatória, tem-se:

$$c = \lambda \cdot f \rightarrow f = (c / \lambda) \quad (\text{Equação II})$$

Desse modo, substituindo II em I, tem-se:

$$E = h \cdot (c / \lambda) \quad (\text{Equação III})$$

onde c representa a velocidade de propagação da luz no vácuo ($3 \cdot 10^8$ m/s) e λ é o comprimento de onda da radiação.

Logo, a energia do fóton é inversamente proporcional ao comprimento de onda da radiação e, conseqüentemente, radiações eletromagnéticas de menor comprimento de onda são mais energéticas. Desse modo, das três categorias da região do espectro UV a radiação UVC é a mais energética, pois segundo Pimenta (2001) em seu artigo:

Como a frequência da radiação eletromagnética é inversamente proporcional a seu comprimento de onda, quanto menor este último maior a frequência da radiação e, conseqüentemente, maior sua energia, já que a energia de um fóton é proporcional à sua frequência. Assim, os fótons no UVC têm mais energia que os fótons no UVB, e estes mais energia que os fótons no UVA (PIMENTA, 2001).

Nota-se que a radiação UV é responsável por produzir vários efeitos à nossa saúde e que podem oferecer riscos ou benefícios conforme a intensidade e tempo de exposição a essa radiação, pois a capacidade de

penetração da radiação UV na pele varia de acordo com o comprimento de onda e, também, com a forma de interação desta radiação com a matéria.

Por exemplo, de acordo com Okuno e Vilela (2005) a absorção da radiação UVA pela pele é essencialmente influenciada pelo grau de melanização da pele, ao passo que para a radiação UVB a absorção depende não só do grau de melanização, mas da espessura da epiderme.

Observando a Figura 3, nota-se que a radiação UVA, embora menos energética, atinge as camadas mais profundas da derme estimulando a geração de melanina (substância que produz o escurecimento da pele) estando associada ao bronzeamento. Já a UVB alcança até a camada superior da derme, responsável por dilatar os capilares sanguíneos e acarretar a vermelhidão da pele, enquanto a UVC (a mais energética) chega apenas até a camada superior da epiderme. Isto ocorre, porque as radiações UVB e UVC são absorvidas pelas proteínas existentes nas camadas superficiais da pele.

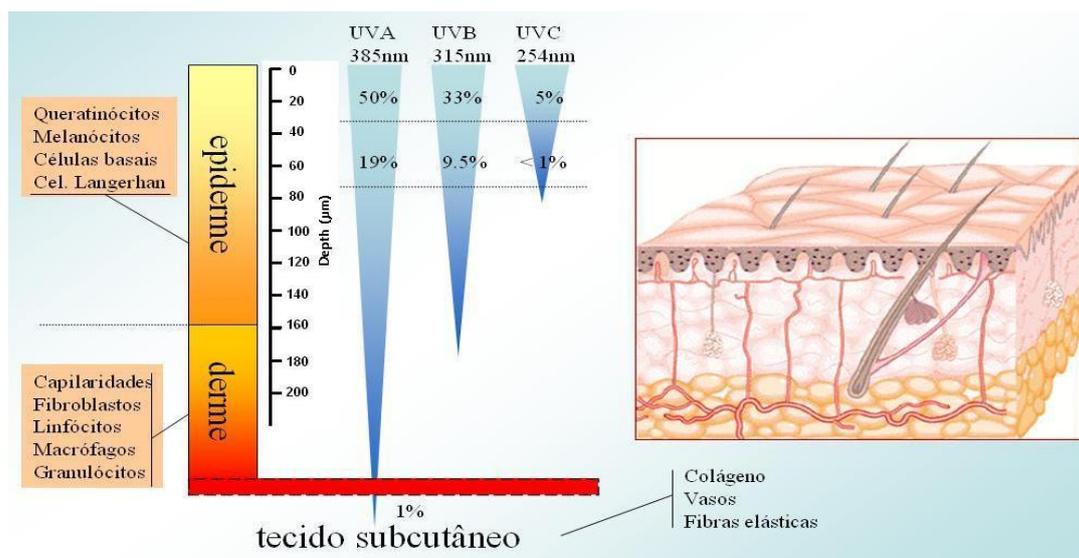


Figura 3 - Capacidade de penetração da radiação UV na pele
(Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAeiqAAJ/ultravioleta>)

Ainda segundo Okuno e Vilela (2005) fatores geográficos, temporais e meteorológicos podem influenciar na irradiância espectral da radiação UV que atinge a superfície terrestre. São eles:

1) Hora do dia: observa-se que quanto mais próximo do meio-dia, maior é a intensidade de radiação UV sobre a superfície da Terra.

2) Estação do Ano: verifica-se que a intensidade da radiação tende a ser maior no verão.

3) Latitude geográfica: o fluxo da radiação UV diminui com o aumento da distância ao Equador.

4) Altitude: nota-se que quanto maior a altitude, maior a intensidade de radiação UV.

5) Nuvem: a presença de nuvens no céu afeta muito a irradiância de radiação infravermelha, mas pouco a de radiação UV. Assim, se o Sol estiver encoberto por nuvens, a intensidade de radiação UVB pode atingir cerca de 50% daquela de um dia claro.

6) Reflexão na Superfície: água, areia e neve podem refletir a radiação UV. Dessa forma, se um indivíduo estiver sob um guarda-sol na praia, não receberá diretamente radiação solar, mas poderá receber a radiação refletida pela areia.

7) Ozônio: é o maior responsável pela absorção da radiação UV, principalmente das radiações UVB e UVC solar dirigida à superfície da Terra.

1.4.3. Benefícios da radiação ultravioleta

Observa-se que a radiação UV se constitui numa das principais causas de benefícios à saúde, como por exemplo, a síntese de vitamina D, agente fundamental para a saúde do tecido ósseo que evita que um indivíduo na infância contraia o raquitismo e que no futuro, na fase adulta, tenha predisposição à osteoporose, conforme relata Horowicz (1999):

O ser humano precisa da radiação ultravioleta (UV), principalmente quando criança. O UV é necessário para a produção da vitamina D, importante para o crescimento e a fortificação dos ossos (HOROWICZ, 1999, p. 50).

Essa vitamina, em particular, é produzida em nosso organismo quando a pele absorve pequenas quantidades de radiação UV. Okuno e Vilela (2005) também apresentam um trabalho científico que ratifica o que foi descrito acima referente aos benefícios gerados pela radiação UV e, ainda, acrescentam:

A radiação UV faz a síntese da vitamina D na pele. A falta dessa vitamina causa o raquitismo nas crianças, um distúrbio no qual os ossos tornam-se dolorosos e moles, curvando-se facilmente. Cerca de 10 minutos por dia de exposição ao Sol, antes das 10 horas ou

depois das 16 horas, associados a uma dieta alimentar adequada são suficientes para o ser humano manter sua cota de vitamina D (OKUNO E VILELA, 2005, p. 56).

Verifica-se que a vitamina D é, na verdade, um importante hormônio à saúde humana que previne várias outras doenças, pois sua carência é responsável por uma das principais causas de um sistema imunológico fraco e um organismo sensível a muitos outros danos, como por exemplo, problemas musculares, circulatórios entre outros.

A radiação UV também gera benefícios ao meio ambiente, pois além de ser necessária aos seres humanos, é fundamental a outros animais e no crescimento e desenvolvimento das plantas. Destaca-se que a radiação UV, em particular a UVC, por ser bastante energética possui ação bactericida, sendo muito empregada para esterilizar alimentos e equipamentos cirúrgicos.

Na Astronomia, detectores de radiação UV instalados em satélites artificiais podem produzir informações importantes sobre a temperatura, composição química e densidade da poeira e dos gases interestelares.

Em Fotoquímica, a radiação UV é usada para produzir compostos de flúor, fósforo e branqueadores de detergentes. Enquanto que em Microscopia, por ter um comprimento de onda pequeno pode gerar imagens mais ampliadas e de maior definição de certos materiais (por exemplo, amostras biológicas) indicando maiores detalhes do que a luz visível.

1.4.4. Riscos da radiação ultravioleta

Nosso organismo tem a capacidade de identificar a presença e a ação das radiações do espectro solar que chegam à superfície terrestre (composta pelas radiações infravermelha, visível e ultravioleta) de formas distintas. Por exemplo, nossa pele possui receptores sensoriais, os chamados *termorreceptores*, que são sensíveis à radiação infravermelha e que nos permitem detectá-la na forma de calor; a radiação visível é a que sensibiliza as células receptoras da nossa *retina* nos causando estímulos visuais e que nos permite a visão das coisas e a radiação UV que, embora não possa ser detectada pelo ser humano, é responsável, por exemplo, pela *produção da*

melanina nas células da pele que gera a cor bronzeada quando ficamos expostos ao Sol durante algum tempo e, conseqüentemente, podemos sentir seus efeitos através de *reações foto biológicas e químicas*.

Verifica-se, experimentalmente, que a radiação UV pode desencadear problemas à saúde das pessoas, pois esta radiação em excesso pode causar uma série de danos, tais como: eritema, envelhecimento precoce, catarata, câncer de pele entre outros. Dessa forma, a exposição à radiação UV proveniente do Sol e através de câmara de bronzeamento artificial, por exemplo, devem ser tratadas como sendo uma questão de *saúde pública*, pois de acordo com Pimenta (2001):

Uma super exposição aos raios ultravioleta pode causar sérios danos à saúde. O DNA das células absorve radiação UV de alta energia, e a energia absorvida pode romper ligações químicas da molécula. As células da epiderme são danificadas e podem, em caso extremo, dar origem a um câncer de pele. Altas doses de UV podem também ser prejudiciais aos olhos, uma vez que o cristalino é um bom absorvedor de UV. Alterações provocadas nas proteínas do cristalino podem levar à formação de catarata (PIMENTA, 2001).

No período de 2002 e 2005 o Ministério da Saúde (MS) realizou uma pesquisa relativa ao comportamento de risco da porcentagem de pessoas (a partir de 20 anos de idade) que ficam expostas à radiação UV do Sol por, no mínimo, 30 minutos (Figura 4), concluindo que esse percentual de indivíduos no Sul do Brasil que se expõe a essa radiação é muito alto, acima de 75%, seguido das regiões Sudeste e Centro-Oeste que se encontram acima de 70%.

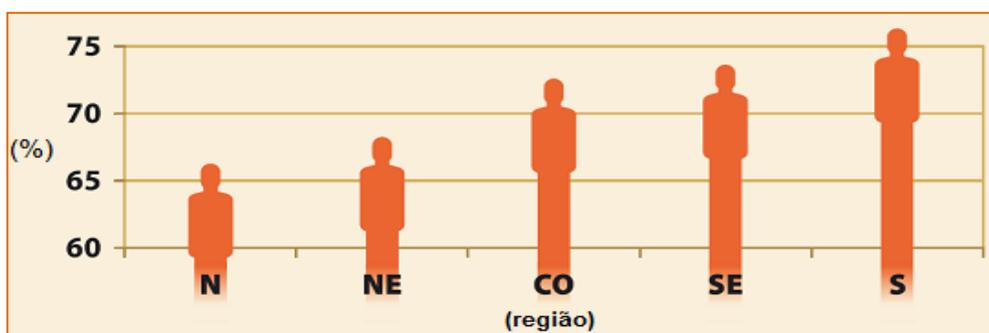


Figura 4 - Percentual de indivíduos com idade igual ou superior a 20 anos expostos à radiação solar por pelo menos 30 minutos por região do Brasil (2002-2005) (Fonte: OLIVEIRA, 2013).

Legenda: N (Região Norte), NE (Região Nordeste), CO (Região Centro-Oeste), SE (Região Sudeste) e S (Região Sul).

Segundo Oliveira (2013), de acordo com a Organização Mundial da Saúde – OMS (2006), *“um em cada três casos de câncer diagnosticados no mundo corresponde ao câncer de pele”*.

Por outro lado, há a questão referente às situações de exposição à radiação UV artificial, como é o caso das câmaras de bronzamento. Com relação a elas, estudos científicos confirmam a relação entre o seu uso e problemas proporcionados à saúde quando a pele se expõe de forma excessiva à radiação UV, tais como, o envelhecimento precoce da pele e, em situações extremas, o câncer de pele. Infelizmente, parte da sociedade tem uma visão distorcida referente ao bronzamento da pele, acreditando que por ter uma pele super bronzeada isso seja sinônimo de beleza e estilo de vida saudável. Em especial, Okuno (2009) em seu artigo publicado a Revista Brasileira de Física Médica diz:

Os aparelhos de bronzamento artificial estão hoje espalhados pelo país por existir uma cultura de pele bronzeada como sinal de beleza e de saúde. Apesar de todos os anos, no início do verão, os dermatologistas fazerem propaganda extensiva sobre os perigos do bronzamento artificial, trata-se de uma cultura difícil de ser mudada (OKUNO, 2009, p. 52).

Na verdade, o bronzamento da pele seja ele obtido de forma natural (através do Sol) ou artificial (através de câmara de bronzamento) nada mais é que uma reação natural do nosso organismo como medida de proteção a uma situação de excessiva exposição à radiação UV como bem descreve Horowicz (1999):

Quando você vai à praia e fica exposto ao Sol, um dos efeitos mais visíveis é a mudança na cor de sua pele. Os pequenos vasos sanguíneos se dilatam, produzindo a cor avermelhada. Sua pele adquire uma cor mais bronzeada, caso você tenha ficado mais tempo ao Sol, porque os pigmentos na camada interna da pele são ativados pela radiação ultravioleta e migram para a superfície. Esse é um processo natural de defesa do corpo para proteger a pele de maiores danos (HOROWICZ, 1999, p. 50).

Portanto, a radiação UV é responsável por produzir vários efeitos à saúde e que podem oferecer riscos ou benefícios de acordo com a intensidade e tempo de exposição a essa radiação.

1.4.5. Danos causados pela radiação ultravioleta do Sol à saúde humana

Segundo Okuno e Vilela (2005) pesquisas revelam que os problemas desencadeados à saúde humana pela radiação UV solar ocorrem principalmente na *pele* e nos *olhos*, pois são órgãos externos do nosso corpo que se apresentam mais expostos e sensíveis a esta radiação. Tais problemas produzem efeitos biológicos que podem ser classificados como *imediatos* e *tardios*.

- *Imediatos* – São aqueles que ocorrem a curto prazo, ou seja, em poucas horas ou poucos dias após a exposição excessiva à radiação UV solar. Exemplos: eritema, ceratite entre outros.
- *Tardios* – São aqueles que se manifestam ao longo de anos em decorrência do histórico de exposições individuais à radiação UV solar ao longo da vida. Exemplos: envelhecimento precoce, catarata, câncer de pele entre outros.

1.4.5.1. Efeitos biológicos da radiação UV do Sol em doenças na pele

i. Eritema ou Queimadura Solar – É uma forma de reação inflamatória que ocorre na pele após exposição à radiação UV do Sol, de forma aguda, em virtude da dilatação e do aumento do fluxo sanguíneo dos vasos dermais superficiais acarretando processos de avermelhamento da pele. Nos casos mais agressivos a pele fica dolorida, gerando formação de bolhas, edemas e descamação da pele, conforme ilustra a Figura 5.



Figura 5 – Eritema ou Queimadura Solar
(Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAeigAAJ/ultravioleta>)

ii. *Miliária Solar (Brotoeja)* – Doença de pele caracterizada por pequenas manchas vermelhas e bolhas na pele e que geram coceira e ardor. A brotoeja ocorre quando as glândulas de suor do corpo ficam bloqueadas e o corpo transpira mais que o normal, principalmente após sofrer queimaduras de Sol num dia úmido e quente.

iii. *Fotoenvelhecimento* – Trata-se do envelhecimento da pele por exposição excessiva ao Sol que danificam as fibras de colágeno e que dilatam os vasos sanguíneos devido à ação cumulativa da radiação UV proveniente do Sol, isto é, não é o envelhecimento natural causado pela idade, mas o envelhecimento precoce gerado pela falta de cuidados. O fotoenvelhecimento (Figura 6) deixa a pele seca, manchada e áspera podendo, inclusive, produzir um câncer de pele no futuro.

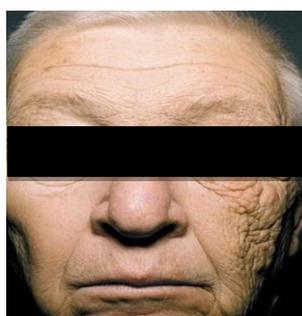


Figura 6 - Envelhecimento precoce

(Fonte: <http://extra.globo.com/noticias/saude-e-ciencia/caminhoneiro-se-expoe-ao-sol-por-28-anos-fica-com-uma-metade-do-rosto-muito-mais-envelhecida-que-outra-5103862.html>)

iv. *Melanose Solar* – Popularmente chamada de *mancha senil*, é um problema provocado por danos causados pelo Sol ao longo dos anos e que produz manchas na pele. Observa-se que o dano solar acumulado induz a produção de melanócitos, célula que gera o pigmento que dá cor à pele, resultando em seu escurecimento.

v. *Queratose Solar* – Trata-se de uma lesão que ocorre na pele em áreas expostas cronicamente ao Sol caracterizadas por áreas avermelhadas ou ligeiramente acastanhadas com uma superfície áspera. Geralmente, surgem em determinadas regiões do corpo (rosto, colo, antebraços e mãos).

vi. Elastose Solar – Lesão solar grave que ocorre devido à produção exagerada de queratina na epiderme da pele em células danificadas pela ação cumulativa da radiação UV do Sol. A pele torna-se espessada, enrugada, cor amarelada e superfície sulcada semelhante a uma casca de laranja.

vii. Câncer de Pele – Conforme sua ordem de gravidade, existem três formas possíveis de câncer de pele: o Carcinoma Basocelular e o Carcinoma Espinocelular, ambos designados como Câncer de Pele Não-Melanoma e o Melanoma Maligno. Pesquisas apontam que a ação cumulativa da radiação UV do Sol é considerada o principal agente causador para o desenvolvimento das três formas de câncer cutâneo nos seres humanos.



Figura 7 - Câncer de pele
(Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAeiqAAJ/ultravioleta>)

1.4.5.2. Efeitos biológicos da radiação UV do Sol em doenças oftálmicas

i. Catarata – Trata-se de uma opacidade parcial ou total do cristalino do olho. O cristalino tem a função de auxiliar na convergência dos raios luminosos para a formação da imagem na retina, qualquer mudança na sua constituição afeta a visão nítida. A catarata (Figura 8) é uma doença que pode aparecer em distintos níveis de intensidade nas pessoas, porém, com o passar dos anos, a exposição excessiva à radiação UV do Sol leva ao aceleração desse processo.



Figura 8 - Olho com catarata
(Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAeiqAAJ/ultravioleta>)

ii. *Foto conjuntivite e Ceratite* – A foto conjuntivite é uma inflamação da membrana que reveste a superfície interna das pálpebras e a parte branca dos olhos, denominada de *conjuntiva*. Já a ceratite é a inflamação na *córnea* do olho. Observa-se que estas reações inflamatórias surgem dentro de poucas horas após intensa exposição à radiação solar. Tanto a foto conjuntivite quanto a ceratite são facilmente prevenidas com a utilização de óculos adequados de sol que possuem proteção as radiações UVA e UVB. A Figura 9 ilustra a foto conjuntivite e a ceratite.



Figura 9 – Foto conjuntivite (Figura a esquerda) e Ceratite (Figura a direita)
(Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAeigAAJ/ultravioleta>)

iii. *Pterígio* – É uma formação carnosa que avança sobre a córnea, geralmente do lado nasal, diminuindo dessa maneira a visão. Tal problema deve-se a uma resposta do olho a um processo de irritação ocular crônica, em que a exposição à radiação UV do Sol e ao vento desempenham uma função importante na evolução deste problema. A Figura 10 mostra um olho com pterígio.



Figura 10 - Olho com Pterígio
(Fonte: <http://www.ipvisao.com.br/site/institucional-pterigioprotejase-15>)

iv. *Câncer nos Olhos* – Dentre as várias formas possíveis de câncer relacionadas à visão, a maioria deles estão associadas com a exposição à radiação do Sol ao longo da vida e por isso, em geral, tal doença ocorre em pessoas mais velhas. Pesquisas indicam que os tipos de câncer nos olhos mais frequentes são o *melanoma* e o *carcinoma de células escamosas*. Na maioria dos casos há a necessidade de intervenções cirúrgicas.

1.4.6. Índice ultravioleta e medidas de proteção

Tendo observado a grande incidência de câncer de pele em escala mundial a Organização Mundial de Saúde (OMS) em parceria com outras instituições resolveu desenvolver um projeto conjunto de proteção da população contra os riscos e perigos que podem ser gerados pela radiação UV.

A proposta foi a de ajustar uma escala denominada *Índice ultravioleta (IUV)*, uma grandeza adimensional que indica os níveis máximos de radiação UV do Sol em dias claros e sem nuvens relevantes aos efeitos biológicos estabelecidos no ser humano, particularmente quando há formação de eritema (avermelhamento da pele) após certa exposição à radiação UV, pois de acordo com Okuno (2009):

Esse índice, que é associado a cores, pode ser usado e compreendido facilmente pela população. Os boletins meteorológicos divulgam diariamente o valor máximo do índice UV do dia, que é atingido ao redor do meio-dia. De acordo com o valor do índice UV, recomenda-se o uso de protetores solares, óculos e chapéus e até a permanência em ambientes fechados em alguns horários (OKUNO, 2009, p. 51).

Verifica-se através de pesquisas que quanto mais elevado for o índice UV maiores serão os riscos de danos não só a pele das pessoas, mas também aos olhos, pois segundo Okuno e Vilela (2005):

Esse estudo se baseou no fato de que 90% das ocorrências de câncer de pele do tipo não-melanoma se dão em pele tipos I e II. Além disso, ao proteger esses grupos, os demais, com pele tipos III, IV, V e VI, estarão automaticamente protegidos. É importante, entretanto, lembrar que, se estes últimos indivíduos são menos suscetíveis a câncer de pele, o mesmo não se aplica quanto aos efeitos nos olhos e no sistema imune (OKUNO E VILELA, 2005, p. 62).

Assim, indivíduos com pele tipos I e II (pele branca) são mais vulneráveis ao câncer de pele do que em relação a indivíduos com pele tipos III (pele clara), IV (pele morena), V (pele mulata ou mestiça) e VI (pele negra), porém, independentemente do tipo de pele todos são sensíveis a danos aos olhos e ao sistema imunológico.

O Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) em colaboração com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) via site <http://www.cptec.inpe.br/> disponibiliza diariamente o IUV para a América do Sul, Brasil e suas regiões; a Figura 11 ilustra um exemplo destas informações.

Índice Ultravioleta (IUV) para 26APR2017

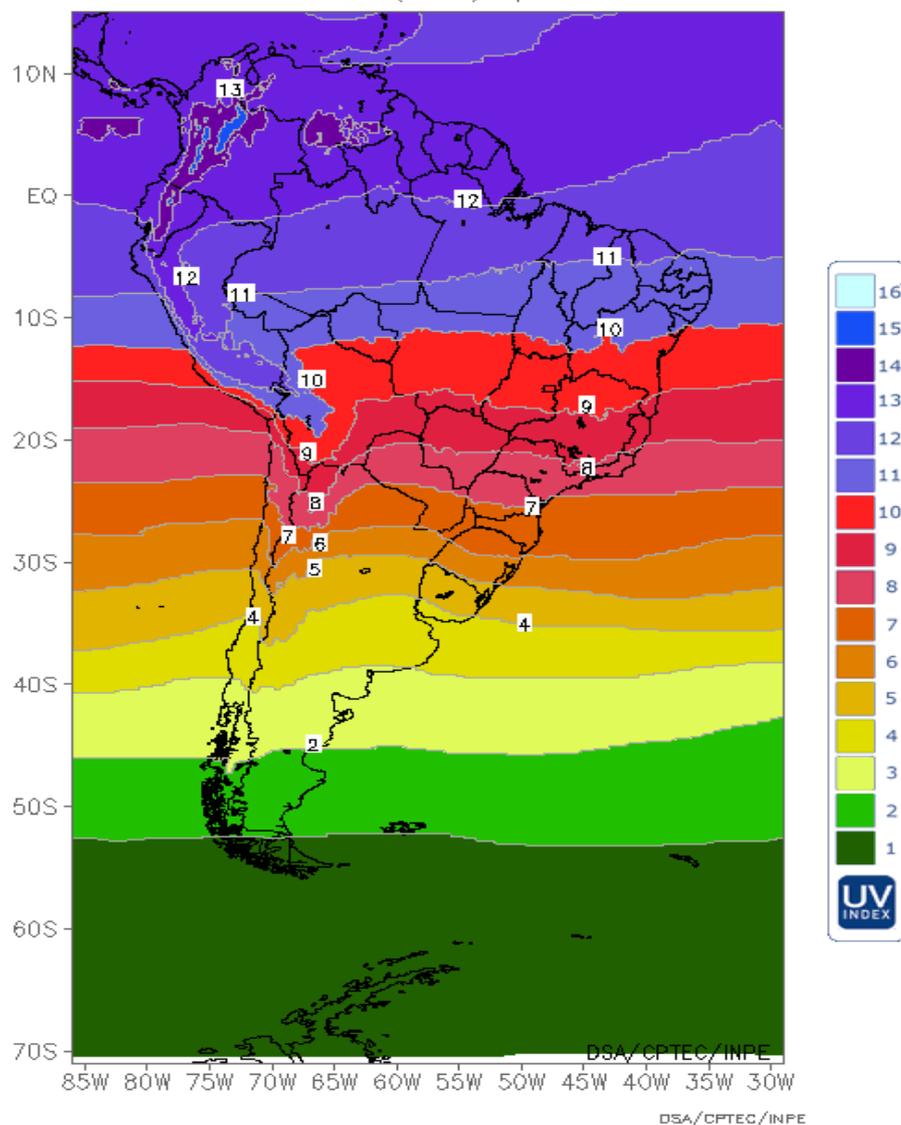


Figura 11 - IUV diário (América do Sul e Brasil)
(Fonte: <http://satelite.cptec.inpe.br/imagens9/ultravioleta/figuras/UVI-AMS.gif>)

Conforme CPTEC/INPE (2017), o IUV representa o valor de máxima intensidade diária da radiação UV referente ao meio-dia solar que atinge a superfície terrestre.

Como a cobertura de nuvens é algo muito dinâmico e variável, o IUV é sempre apresentado para uma condição de céu claro, ou seja, sem nuvens, indicando sempre o nível máximo de IUV.

De acordo com recomendações da OMS, esses valores são representados por números inteiros e agrupados em categorias de intensidades. A Tabela 2 ilustra um exemplo de algumas medidas preventivas que devemos ter para evitar o efeito nocivo causado pelo Sol ao interpretar o valor do IUV.

Tabela 2 - Categorias de exposição à radiação UV, intervalo respectivo de índice UV e ação protetora (Fonte: Okuno e Vilela, 2005 – Adaptada)

Categoria de exposição	Intervalo de índice UV	Cor do número do índice	Ação protetora
Baixa	< 2	Verde	Nenhuma; pode-se permanecer ao ar livre.
Moderada	3 a 5	Amarela	Há necessidade de proteção; vista uma camiseta, use protetor solar, óculos escuros, chapéu ou boné.
Alta	6 a 7	Alaranjada	Há necessidade de proteção; vista uma camiseta, use óculos escuros com filtro UV, protetor solar, chapéu ou boné e próximo ao meio-dia procure locais sombreados ou ambientes fechados.
Muito alta	8 a 10	Vermelha	Proteção extra; evite sair ao redor do meio-dia, permaneça em ambientes fechados, use óculos escuros com filtro UV, protetor solar, chapéu ou boné.
Extrema	> 11	Violeta	Proteção extra; evite sair ao redor do meio-dia, permaneça em ambientes fechados, use óculos escuros com filtro UV, protetor solar, chapéu ou boné.

Além das medidas preventivas citadas, vale lembrar que atividades ao ar livre entre as 10 e 16 horas devem ser evitadas, pois neste período a incidência de radiação UV é mais intensa.

Desse modo, caso seja inevitável a exposição ao Sol, o uso de roupas adequadas, óculos escuros com filtro UV, chapéus e protetor solar são formas

importantes de prevenir lesões agudas e/ou crônicas, pois de acordo com Costa e Silva (1995):

O excesso de radiação UV causa envelhecimento precoce – a pele torna-se coriácea e enrugada. Esse dano, que pode começar enquanto você está ainda com seus 20 anos, é cumulativo e irreversível. Felizmente, muitos destes efeitos podem ser evitados. Uma forma de prevenção é ficar fora do Sol ou se cobrir. Para a maioria das pessoas, entretanto, um método mais prático é usar protetores solares industrializados (COSTA E SILVA, 1995, p. 5).

Verifica-se que os protetores solares permitem que o tempo de exposição da pele às radiações solares UVA e UVB seja aumentado algumas vezes. Contudo, essa proteção apenas será eficaz se o protetor solar for utilizado de maneira correta, ou seja, deve-se escolher um protetor com fator de proteção solar (FPS) apropriado à cor da pele e seguir as recomendações do fabricante, pois em conformidade com Torres *et al.* (2013):

O FPS é indicado por um número; FPS-30, por exemplo, indica que, usando esse filtro solar de forma adequada, uma pessoa pode ficar exposta ao Sol por um tempo até 30 vezes maior do que poderia ficar sem nenhuma proteção (TORRES *et al.*, 2013, p. 144).

Nota-se que na composição do protetor solar há substâncias que possuem a capacidade de absorver as radiações UVA e UVB do Sol como o *ácido paraminobenzoico* (comumente conhecido como *PABA*) e substâncias como, por exemplo, o *dióxido de titânio* (TiO_2) e o *óxido de zinco* (ZnO) que refletem a energia dessas radiações. Com relação aos protetores solares, Okuno e Vilela (2005) ainda acrescentam:

Os filtros (protetores) solares de última geração já contêm substâncias para proteger a pele contra a radiação UVA, enquanto os anteriores só protegiam contra a radiação UVB. Essas substâncias podem ser físicas ou químicas. As químicas são orgânicas e agem absorvendo a radiação UV e dissipando sua energia. As físicas são inorgânicas ou misturadas com substâncias orgânicas e agem aumentando a reflexão e a absorção. Essa última, assim como o espalhamento, é exercida pelo dióxido de titânio e óxido de zinco, que têm alto índice de refração. As substâncias químicas não espalham a radiação (OKUNO E VILELA, 2005, p. 65).

Como a caracterização da "cor da pele" é muito subjetiva, a interpretação do tempo de exposição pode ser duvidosa e a pessoa pode estar correndo riscos de se expor de forma excessiva à radiação UV do Sol. No entanto, o IUV é uma escala que foi criada de maneira totalmente independente do tipo de pele cujos valores extremos do IUV servem como alerta para todo e qualquer indivíduo.

Assim sendo, pessoas com pele mais clara devem se prevenir de forma mais rigorosa, enquanto pessoas de pele mais escura devem tomar os cuidados mínimos, como procurar lugares sombreados e evitar a exposição ao Sol em horários próximos ao meio-dia. Conseqüentemente, associar os valores de IUV ao "*tempo necessário para se queimar*" ou "*tempo de exposição segura*" trata-se de uma informação equivocada, ou seja, o IUV não deve implicar em uma extensão do tempo de exposição, mas sim estar associada a uma escala relativa aos perigos oferecidos pela radiação UV do Sol.

A proposta da OMS é de popularizar essa escala a fim de que as pessoas se conscientizem dos efeitos nocivos do excesso de exposição ao Sol. Dessa maneira, aprendendo a usar o índice UV a população terá melhores condições de organizar o seu dia a dia e usufruir do Sol sem prejudicar sua saúde.

Capítulo 2

METODOLOGIA

2.1. Caracterização da pesquisa

A metodologia será apresentada em duas partes nas quais serão contempladas, inicialmente, o contexto (local e participantes) onde a pesquisa foi realizada e, em seguida, uma apresentação das etapas propostas para o desenvolvimento dessa Sequência Didática.

Ressalta-se que no desenvolvimento desta pesquisa, usou-se uma abordagem qualitativa e de natureza descritiva, pois esta pesquisa continha características capazes de identificá-la como tal (GODOY, 1995 apud NEVES, 1996), uma vez que:

- Foi desenvolvida no ambiente natural dos alunos;
- Teve um caráter descritivo dos resultados, pois este tipo de pesquisa ocorre quando se registra, analisa e correlaciona fatos ou fenômenos;
- Levou em consideração as características do ambiente e dos participantes;
- Teve como base de análise o significado que os participantes atribuíram ao conhecimento científico e tecnológico.

Assim sendo, na pesquisa qualitativa considera-se a existência de uma relação dinâmica entre o sujeito e o mundo real, objetivando o que os indivíduos têm a dizer sobre o assunto, de maneira que a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são essenciais e de grande relevância neste tipo de pesquisa.

2.2. Local e participantes da pesquisa

Para a realização desta pesquisa, foi selecionada uma turma de 24 alunos frequentes do 2º Termo do Ensino Médio da Educação de Jovens e Adultos (EJA), período noturno, da Escola Estadual Domingos Camerlingo Caló

que está sob jurisdição da Diretoria de Ensino de Ourinhos, instituição pertencente à Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. Embora a lista de presença contenha 41 alunos cadastrados, 17 alunos desse total ou são transferidos, evadidos ou muito faltosos. Assim, somente 24 alunos tiveram seus dados validados para esta pesquisa, sendo ela desenvolvida no período de 14/09/2017 a 18/11/2017.



Figura 12 - Imagem frontal da escola

A escola oferta atendimento a 860 alunos pertencentes das classes sociais C, D e E, no qual 15 desses são do processo de inclusão. Ainda, para melhor atender a comunidade escolar, a instituição oferece os seguintes seguimentos da Educação Básica:

- Séries finais do Ensino Fundamental II, no período vespertino, das 12h e 40min às 18h;
- Ensino Médio Regular nos períodos matutino, das 7h às 12h e 20min e noturno, das 19h às 23h;
- Modalidade EJA – Educação de Jovens e Adultos, no período noturno, das 19h às 23h.

Em relação à estrutura física, a escola possui uma sala de vídeo, um laboratório de ciências para atividades experimentais, uma sala de informática com vinte computadores, duas quadras esportivas (uma coberta e outra descoberta) e uma sala de leitura com amplo acervo de livros nas diferentes áreas de conhecimento.

A escolha por trabalhar com o 2º Termo do Ensino Médio da EJA está embasada, principalmente, pelo fato de grande parte dos alunos serem trabalhadores que durante suas atividades ficam expostos por longos períodos à radiação solar.

Além disso, o Currículo do Estado de São Paulo sugere nesta série a abordagem do conteúdo *Espectro Eletromagnético*, o que possibilitou um estudo mais amplo e profundo referente ao tema escolhido para o desenvolvimento da Sequência Didática em questão.

2.3. Apresentação das Etapas da Sequência Didática

Este trabalho foi realizado tendo como fundamento responder a pergunta: “*Quais os efeitos gerados pela radiação UV à saúde humana?*”. A busca de respostas para esta pergunta ocorreu a partir do desenvolvimento de uma Sequência Didática, tendo como conteúdo específico a radiação UV e esta se constituiu nas seguintes etapas indicadas pela Figura 13 abaixo.

Etapa 1 – Levantamento de conhecimentos prévios

Tempo	Conteúdos	Metodologia / Ferramentas
Aula 1 45min	Noções sobre radiação UV	-Apresentação dos conteúdos; -Leitura de imagens (fotografias): Fotografia 1 (câmara de bronzeamento artificial) e Fotografia 2 (imagem do Sol) ; -Atividade escrita: Questionário investigativo (Levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos).

Etapa 2 – Ampliação de conhecimentos

Aulas 2 e 3 90min	Radiação UV - Características	-Leitura de textos de divulgação científica: Texto 1 - “Radiação Ultravioleta” (Leitura silenciosa). <i>Disponível em:</i> www.coladaweb.com/fisica/ondas/radiacao-ultravioleta Texto 2 - “Da pele morena ao branco total” (Leitura colaborativa). <i>Disponível em:</i> http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/fisica/0009.html -Debate com os alunos sobre os efeitos, riscos e benefícios da radiação UV à saúde humana; -Apresentação e discussão do vídeo: “Entenda a diferença entre os raios UVA e UVB” . <i>Disponível em:</i> http://g1.globo.com/bemestar/videos/t/edicoes/v/entenda-a-diferenca-entre-raios-uva-e-uvb/3076458/ -Atividade em grupo: preenchimento do quadro investigativo sobre os tipos de radiações UV; -Socialização da atividade proposta.
-----------------------------	-------------------------------	--

<p>Aula 4 45min</p>	<p>Índice UV</p>	<p>-Leitura silenciosa de textos de divulgação científica: Texto 1 - “Índice UV mede nível de radiação na superfície da Terra; saiba como se proteger”. Disponível em: http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u529971.shtml Texto 2 - “Luz solar”. Disponível em: http://www.cives.ufri.br/informacao/ls/luzsolar-iv.html</p> <p>-Debate com os alunos sobre os conteúdos das leituras realizadas; -Apresentação do vídeo: “Índice UV”. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=dkiwUJKJ2Ik</p> <p>-Apreciação do vídeo e atividade escrita: responder as questões propostas; -Tarefa: pesquisa na internet sobre qual é o parecer da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) sobre o bronzamento artificial.</p>
---------------------------------------	------------------	---

Etapa 3 – Sistematização de conhecimentos

<p>Aula 5 45min</p>	<p>Índice UV – Exercícios Propostos</p>	<p>-Leitura e interpretação dos gráficos representativos do IUV das cidades litorâneas de Santos e Florianópolis; -Atividade escrita: responder as questões propostas; -Pesquisa em grupo, no laboratório de informática, sobre a opinião de médicos dermatologistas referente ao bronzamento e sua relação com o aumento da incidência de câncer de pele no decorrer dos séculos XX e XXI, observando também como essa doença está relacionada com certas profissões, como por exemplo, dos trabalhadores rurais e pescadores que são mais expostos ao Sol; -Socialização sobre a pesquisa proposta.</p>
<p>Aulas 6 e 7 90min</p>	<p>Índice UV e medidas de proteção</p>	<p>-Atividade experimental demonstrativa com um medidor de índice ultravioleta (IUV) portátil e atividade escrita: preenchimento do quadro para coleta de dados sobre a medição do IUV; -Socialização dos resultados do experimento proposto na aula anterior; -Atividade escrita: responder a questão proposta para análise comparativa.</p>

Etapa 4 – Produção de cartazes e folder para a Feira Cultural

<p>Aulas 8 e 9 90min</p>	<p>Radiação UV (Efeitos à saúde)</p>	<p>-Atividade em grupo no laboratório de informática: produção de cartazes e folder sobre os efeitos produzidos pela radiação UV à saúde humana.</p>
<p>Feira Cultural</p>	<p>Radiação UV (Efeitos à saúde)</p>	<p>-Exposição dos cartazes e distribuição de folders; -Apresentação oral (Seminários), e em grupo, durante a Feira Cultural dos seguintes temas: Radiação UV (características), Efeitos (imediatos e tardios à pele e aos olhos) produzidos pela radiação UV, Efeitos benéficos da radiação UV, Índice UV e medidas de proteção, Mitos e verdades sobre a radiação UV do Sol.</p>

Figura 13 - Quadro síntese de apresentação das etapas da Sequência Didática

De acordo com o quadro apresentado na Figura 13, a *primeira etapa* desta Sequência Didática, consistiu em apresentar brevemente os conteúdos a serem estudados e de levantar os conhecimentos prévios dos estudantes a partir da apresentação de fotografias de uma câmara de bronzeamento artificial e do Sol, além da aplicação de um questionário, com objetivo de coletar dos alunos hipóteses sobre o assunto que seria tratado.

Já na *segunda etapa*, realizou-se leituras de textos científicos, debates, pesquisas, atividades em grupos, além de apresentações de vídeos sobre a temática em questão que trouxe novas informações aos estudantes configurando assim, a ampliação de conhecimentos.

A *terceira etapa* foi a de sistematização de conhecimentos, na qual foram apresentados uma tabela e gráficos representativos do índice ultravioleta (IUV) das cidades litorâneas de Santos (SP) e Florianópolis (SC), como proposta de conscientização sobre os efeitos e riscos gerados pela radiação UV do Sol à saúde humana, bem como as medidas de proteção em situações de excessiva exposição a essa radiação. Nesta etapa, foi realizada também uma atividade experimental com um medidor de índice ultravioleta portátil, em que sugeriu-se uma pesquisa de campo para coleta de dados, que culminou em atividades na sala de aula com preenchimento de um quadro elaborado para essa atividade, ampliando ainda mais o repertório de conhecimentos científicos dos alunos.

A *quarta e última etapa* desta Sequência Didática foi finalizada, na Feira Cultural realizada pela escola, com os alunos conscientizando a comunidade escolar sobre os efeitos produzidos pela radiação UV à saúde, através de apresentação oral (Seminários), distribuição de folderes e exposição de cartazes elaborados por eles e sob a mediação do professor.

Capítulo 3

DESCRIÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DAS ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo é apresentado a descrição e a análise do desenvolvimento das quatro etapas propostas desta Sequência Didática.

3.1. Etapa 1 - Levantamento dos conhecimentos prévios

A Sequência Didática teve início com o gênero fotografia, cujo objetivo foi de levantar junto aos alunos, na oralidade, hipóteses sobre o tema que seriam abordados durante a Sequência Didática. As fotografias selecionadas para essa Sequência Didática foram uma câmara de bronzamento artificial e uma imagem do Sol, conforme ilustrações abaixo.



Figura 14 - Câmara de bronzamento artificial
(Fonte: <http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/bronzamento.html>)

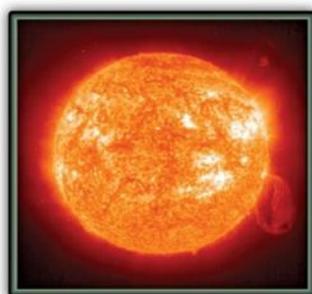


Figura 15 - Imagem do Sol
(Fonte: http://obviousmag.org/archives/2011/07/o_sol_visto_de_bem_perto.html)

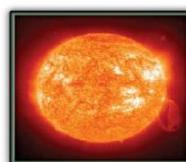
Com relação à importância do uso da fotografia, enquanto fonte de informação, Kossoy (1989) destaca:

As fontes fotográficas são uma possibilidade de investigação e descoberta que promete frutos na medida em que se tenta sistematizar suas informações, estabelecer metodologias adequadas de pesquisa e análise para a decifração de seus conteúdos e, por consequência da realidade que os originou (KOSSOY, 1989, p. 20).

A partir do levantamento de hipóteses, utilizando-se das imagens, foi entregue aos alunos um questionário investigativo para coletar informações sobre os efeitos que podem ser desencadeados pela radiação UV à saúde humana, dando continuidade a sondagem de conhecimentos prévios dos estudantes. A Figura 16 ilustra o questionário aplicado aos alunos.

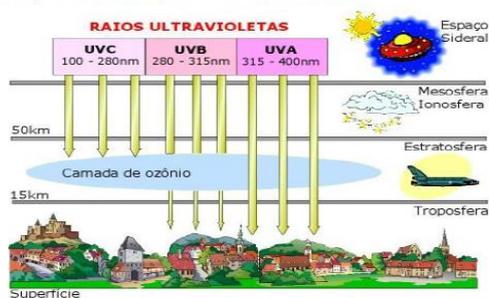
EE Domingos Camerlingo Caló – Prof. Leandro – Física
Nome _____ Nº ___ 2º Termo/EJA (Ensino Médio)

Questionário Investigativo



1) Ao longo do dia, durante suas atividades, você se expõe muito à radiação solar? Justifique sua resposta.

2) Sabe-se que a radiação ultravioleta é uma das radiações que compõe a radiação solar, conforme ilustra a figura abaixo. Em sua opinião, como essa radiação ao longo do dia pode afetar a nossa saúde? Quais são os principais efeitos produzidos por tal radiação à saúde humana?



Fonte: <http://sunmarket.com.br/blog/category/raios-uv/>

3) Você já ouviu falar e sabe até mesmo o que é índice ultravioleta (IUV)? Explique.

Figura 16 - Questionário Investigativo aplicado aos alunos

O local de aplicação do questionário aconteceu na própria escola, no dia 14 de setembro de 2017.



Figura 17 - Foto dos alunos respondendo o questionário

O preenchimento do questionário foi estritamente individual, cujo tempo de duração para tal preenchimento não excedeu a 30 minutos. Por questões éticas, a identificação nominal dos estudantes não foi divulgada a fim de assegurar o sigilo da identidade dos mesmos, de forma que, todos os estudantes pudessem se sentir mais a vontade para se expressarem.

Nas atividades individuais os alunos foram identificados como A1, A2, A3, ... e A24. Já nas atividades em grupos, estes foram formados de forma permanentes em 8 grupos e identificados como G1, G2, G3, ... e G8, para fins de análise, aquisição de dados e resultados para esta pesquisa.

Após a aplicação do questionário foi realizada uma tabulação, referente as categorias de respostas apresentadas pelos alunos, visando a continuidade das atividades propostas. Dessa forma, utilizou-se como classificação das respostas o seguinte procedimento de análise:

Questão 1 - Ao longo do dia, durante suas atividades, você se expõe muito à radiação solar? Justifique sua resposta.

Esta questão apresentou duas categorias de respostas: “*Sim, há muita exposição à radiação solar*” ou que “*Não, há pouca ou quase nenhuma exposição à radiação solar*”.

A análise das respostas para a primeira questão indicou que dos 24 alunos que participaram do questionário, 16 alunos (aproximadamente 66,7%) responderam que “*Sim, há muita exposição à radiação solar*” e que, em especial, justificaram que isso acontecesse em função das atividades profissionais que exercem, evidenciando que dois terços dos alunos possuem a mesma realidade, tais como:

Aluno (A8): “Sim, pois meu serviço é externo, trabalho com instalação de toldos e painéis. Fico no Sol quase o dia todo”.

Aluno (A12): “Sim, trabalho em uma fazenda executando diversos trabalhos”.

Aluno (A3): “Sim, pois no meu trabalho ando o tempo todo de moto e não uso protetor”.

Aluno (A7): “Sim, em meu serviço tenho várias funções que preciso estar me expondo ao Sol”.

No entanto, 8 alunos (aproximadamente 33,3%) responderam que “*Não, há pouca ou quase nenhuma exposição à radiação solar*”. Embora eles também trabalhem (em sua quase totalidade), suas atividades são desenvolvidas em ambientes praticamente fechados, tais como:

Aluno (A5): “Não. Porque eu trabalho no comércio e fico dentro da loja”.

Aluno (A19): “Não muito, pois passo a maior parte do tempo no trabalho e lá o local é coberto”.

Aluno (A10): “Não. Trabalho em ambiente coberto”.

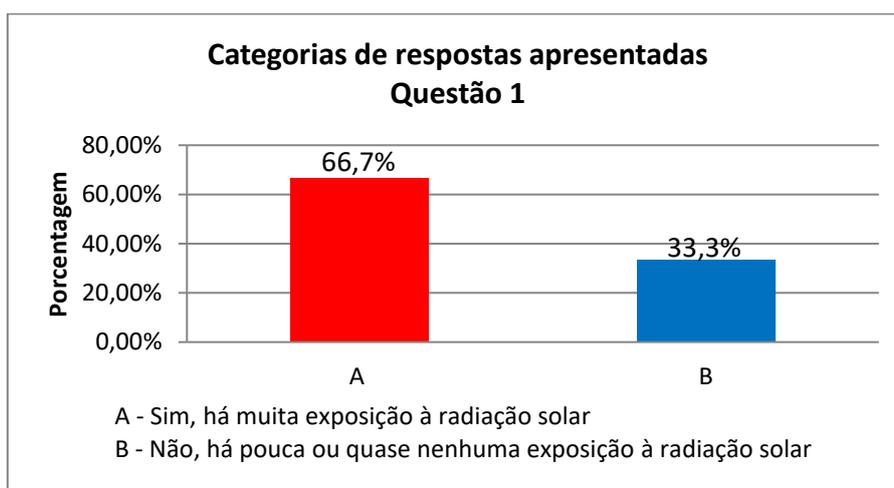
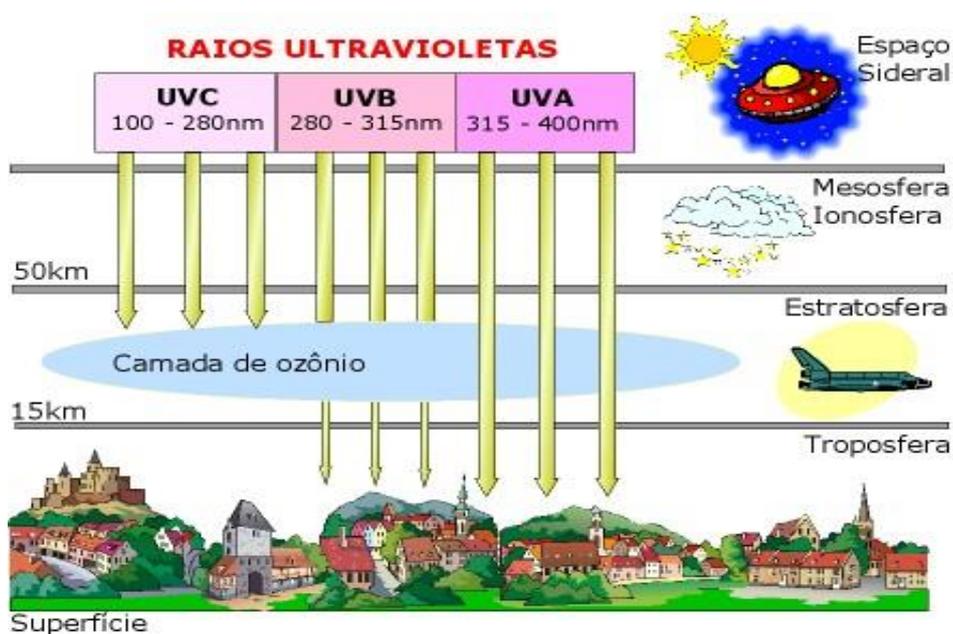


Gráfico 1 - Porcentagem das categorias de respostas apresentadas para a Questão 1

De acordo com o Gráfico 1, observa-se que a cada três alunos que participaram desta pesquisa, dois são alunos que ficam expostos ao longo do dia de forma excessiva à radiação UV do Sol.

Assim sendo, este resultado indicou a necessidade de um trabalho de intervenção pedagógica voltado para uma maior conscientização dos reais riscos e perigos que podem ser desencadeados pela radiação UV à saúde humana.

Questão 2 - Sabe-se que a radiação ultravioleta é uma das radiações que compõe a radiação solar, conforme ilustra a figura abaixo. Em sua opinião, como essa radiação ao longo do dia pode afetar a nossa saúde? Quais são os principais efeitos produzidos por tal radiação à saúde humana?



Fonte: <http://sunmarket.com.br/blog/category/raios-uv/>

Esta questão apresentou cinco categorias de respostas, conforme indicam a Tabela 3 e o Gráfico 2:

Tabela 3 - Categorias de respostas apresentadas pelos alunos para a Questão 2

CATEGORIAS DE RESPOSTAS	FREQUÊNCIA DAS RESPOSTAS	PORCENTAGEM CORRESPONDENTE
A - Afeta a pele e gera como efeito câncer de pele.	12 alunos	50,0%
B - Afeta a pele e produz como efeitos o bronzeamento e o câncer de pele.	7 alunos	29,1%
C - Afeta a pele e os olhos podendo produzir como efeitos o bronzeamento, envelhecimento precoce, câncer de pele, catarata e vitamina D.	1 aluno	4,2%
D - Afeta a pele e os olhos produzindo como efeitos câncer de pele e pterígio.	1 aluno	4,2%
E - Não soube responder ou que desconhecia tal situação.	3 alunos	12,5%

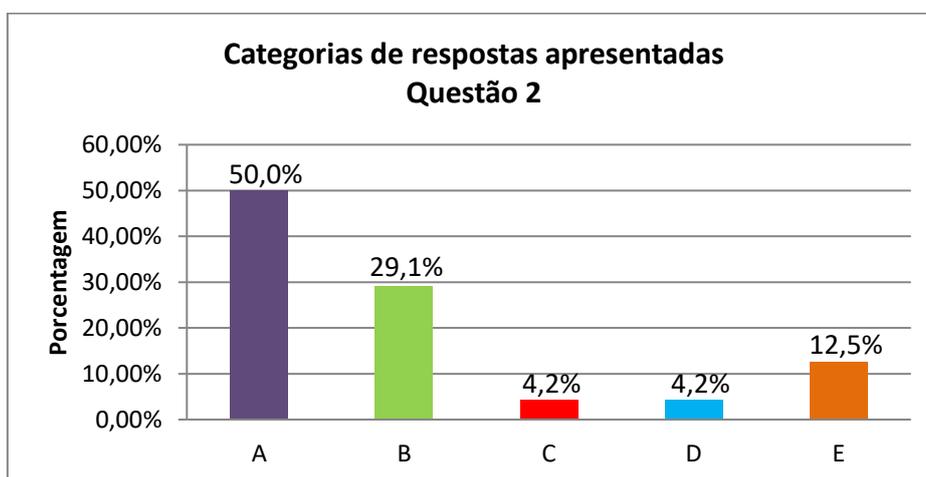


Gráfico 2 - Porcentagem das categorias de respostas apresentadas para a Questão 2

Nesta questão, observou-se que os alunos demonstraram ter domínio insuficiente dos conteúdos referentes aos efeitos gerados pela radiação UV à saúde, pois:

- 87,5% (21 alunos) possuem preocupação apenas com a pele;
- 4,2% (apenas um aluno) destacou que há benefícios, como a síntese da vitamina D;
- 8,4% (dois alunos apenas) possuem preocupação não apenas com a pele, mas também com os olhos ao destacarem a catarata e o pterígio;
- 12,5% (três alunos) desconhecem os reais riscos e benefícios produzidos pela radiação UV.

Dessa forma, ficou outra vez evidente através desses dados a necessidade de um trabalho educacional voltado para essa temática por se tratar, principalmente, de uma questão de saúde pública.

Questão 3 - Você já ouviu falar e sabe até mesmo o que é índice ultravioleta (IUV)? Explique.

Esta questão, de acordo com as respostas apresentadas pelos alunos, pode ser classificada em duas categorias: “*Não, nunca ouvi falar*” ou “*Sim, já ouvi falar, mas não sei explicar*”.

A análise das respostas para a terceira questão indicou que dos 24 alunos que participaram do questionário, 21 alunos (87,5%) responderam que não sabiam ou que nunca ouviram falar em índice UV, evidenciando total desconhecimento sobre o assunto, enquanto que 3 alunos (12,5%) disseram já terem ouvido falar, mas que não sabiam explicar o que era o índice UV. Abaixo, apresentamos alguns exemplos de respostas dadas pelos alunos, tais como:

Aluno (A11) – “Não ouvi falar”.

Aluno (A8) – “Não sei o que é, nunca ouvi falar”.

Aluno (A6) – “Já ouvi falar, mas não recordo, não vou saber explicar o que é”.



Gráfico 3 - Porcentagem das categorias de respostas apresentadas para a Questão 3

Ressalta-se que para esta questão, lamentavelmente, nenhum aluno soube explicar o que era o índice UV.

Justifica-se a importância de conhecer e popularizar o índice UV, pois tal índice mede o nível de radiação UV solar na superfície da Terra ao longo do dia. Nota-se que quanto mais alto for esse índice, maior o risco de danos à pele e aos olhos, pois são estes os órgãos do corpo normalmente mais sensíveis a essa radiação.

Destaca-se que a compreensão sobre o índice UV auxilia as pessoas a planejarem melhor suas atividades ao ar livre, e a se prevenirem de problemas à saúde.

Assim sendo, de acordo com os resultados obtidos no questionário e gráficos apresentados, partiu-se para a ampliação dos conhecimentos dos alunos, etapa 2 da Sequência Didática.

3.2. Etapa 2 - Ampliação de Conhecimentos

Nesta etapa foi apresentado aos alunos dois textos de divulgação científica: *“Radiação Ultravioleta”* de Renan Bardine e *“Da pele morena ao branco total”* de Marcos A. Pimenta.

É importante ressaltar que o texto de divulgação científica possibilita ao aluno do Ensino Médio, na disciplina de Física, refletir sobre os conhecimentos científicos adquiridos e articulá-lo no contexto de seu cotidiano. Assim, cabe ao professor proporcionar atividades em sala de aula que favoreçam a compreensão do mundo e de suas transformações.

Segundo Salém e Kawamura (1996) apud Menegat e Weber (2008):

Ressaltam que os textos de divulgação apresentam uma diversidade de abordagens principalmente na ciência do dia a dia. A suas linguagens são marcadas pela ausência de formalismo matemático, pelo uso de analogias e metáforas, pelo convite à reflexão e pelo apelo à curiosidade (MENEGAT E WEBER, 2008, p. 3).

Para a leitura do texto *“Radiação Ultravioleta”*, aplicou-se a modalidade de leitura silenciosa, que ao seu término abriu-se um debate cujos alunos manifestaram suas curiosidades sobre o que leram, como por exemplo, as

diferenças entre radiação infravermelha (ondas de calor) e radiação UV. Dessa maneira, eles compreenderam que o fato de um determinado dia estar quente ou frio não indica necessariamente que tenhamos mais ou menos radiação UV, uma vez que, radiação infravermelha e radiação UV são ondas eletromagnéticas distintas.

Esse debate contribuiu muito para a continuidade da Sequência Didática, pois os alunos compreenderam que embora o ser humano tenha a capacidade de perceber a radiação infravermelha através da pele, por meio das células termorreceptores, o mesmo não ocorre com a radiação UV, ou seja, nosso corpo não possui mecanismos de como detectá-la percebendo apenas seus efeitos (imediatos e/ou tardios) tempo depois de sua exposição.

Dando sequência a leitura científica com o propósito de ampliar ainda mais os conhecimentos dos alunos, apresentou-se o texto *“Da pele morena ao branco total”* complementando a leitura anterior. Nesta atividade foi utilizada a modalidade de leitura colaborativa tendo o professor como mediador. Segundo Bräkling (2004) nessa modalidade professor e alunos realizam em parceria a leitura do texto. Tal prática é importante para ensinar os alunos procedimentos de um leitor proficiente. Essa modalidade contribuiu para o desenvolvimento da competência leitora dos estudantes dessa turma de EJA.

A finalidade de apresentar este texto aos alunos foi para que eles conhecessem os efeitos da radiação UV sobre os seres vivos em sua totalidade e rompam certas concepções provenientes do senso comum, tais como:

- A radiação UV não produz apenas malefícios à saúde humana, mas também benefícios como a síntese de vitamina D no organismo que é fundamental no fortalecimento dos ossos como bem lembrou 4,2% do alunado na questão 2 do questionário investigativo;
- A maioria das pessoas se preocupam apenas em proteger a pele da radiação UV e se descuidam da proteção aos olhos, uma vez que, o cristalino do olho é um bom absorvedor de radiação UV como foi percebido por apenas 8,4% dos alunos na questão 2 do questionário investigativo.

Após as leituras e o debate, os alunos aprenderam que o bronzeamento, visto em princípio, como um sinônimo de beleza e saúde, é na verdade uma mera reação natural do organismo como mecanismo de defesa contra situações de excessiva exposição da pele à radiação UV.

Em seguida à leitura, foi apresentado e discutido o vídeo “*Entenda a diferença entre os raios UVA e UVB*” (link e comentários no APÊNDICE B, atividade 2). A utilização desse vídeo em sala de aula viabilizou várias formas de explorar os conteúdos e tornou a aula bem mais atraente.

Diante disso, percebeu-se que mesmo com o surgimento de vários recursos tecnológicos no século XXI, o vídeo ainda é uma ferramenta que contribui de maneira significativa para a aprendizagem, pois valoriza a interatividade e a possibilidade de formar novos conceitos. Nesse sentido, a linguagem do vídeo têm muitos recursos expressivos para serem explorados para fins didáticos. De acordo com Moran (1995):

O vídeo é sensorial, visual, linguagem falada, linguagem musical e escrita. Linguagens que interagem superpostas, interligadas, somadas, não separadas. Daí a sua força. Somos atingidos por todos os sentidos e de todas as maneiras. O vídeo nos seduz, informa, entretém, projeta em outras realidades (no imaginário), em outros tempos e espaços (MORAN, 1995, p. 28).

A apresentação do vídeo, em que duas médicas, uma dermatologista e uma endocrinologista, discutiam os riscos e benefícios da radiação UV do Sol, possibilitou ampliar as informações referentes aos cuidados que se deve ter em situações quando se expõe muito ou pouco a essa radiação, proporcionando uma aprendizagem mais significativa.

Após esse vídeo os alunos compreenderam que é importante se proteger usando protetor solar quando ficam expostos por longos períodos ao Sol. No entanto, entenderam também que essa exposição (não de forma excessiva e por longos períodos, mas em pequenas doses) pode ser fundamental para a saúde, já que estimula a produção de vitamina D.

Os estudantes notaram, durante o debate, que as especialistas enfatizaram que esses cuidados dependem essencialmente não só da intensidade, mas também do tempo de exposição à radiação UV solar.

Para finalizar essa atividade foi realizado, em grupo com três ou quatro alunos, o preenchimento de um quadro sobre os tipos de radiações UV existentes na natureza, conforme ilustram as Figuras 18 e 19.

QUADRO DE INVESTIGAÇÃO DOS TIPOS DE RADIAÇÕES UV		
1. Identifique a faixa espectral (frequências e comprimentos de onda) e as características da cada tipo de radiação UV e, em seguida, preencha o quadro abaixo.		
UVA	UVB	UVC
2. O que essas radiações têm em comum?		
3. Onde são produzidas?		
4. Como são detectadas pelo ser humano?		
5. Quais os benefícios (utilidade) para o ser humano?		
6. Quais os malefícios ou perigos para o ser humano?		

Figura 18 - Quadro de preenchimento dos tipos de radiação UV



Figura 19 - Foto dos alunos realizando atividade em grupo

Após o preenchimento do quadro, ocorreu a socialização dos resultados da atividade proposta, no qual constatou-se que os objetivos desejados para esta atividade foram alcançados. Na Figura 20, tem-se um exemplo de categoria de respostas produzida por um grupo de alunos.

QUADRO DE INVESTIGAÇÃO DOS TIPOS DE RADIAÇÕES UV		
1. Identifique a faixa espectral (frequências e comprimentos de onda) e as características da cada tipo de radiação UV e, em seguida, preencha o quadro abaixo.		
UVA	UVB	UVC
* Frequência - $7,5 \cdot 10^{14}$ a $9,4 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ * Comprimento de onda - $300 \text{ a } 400 \text{ nm}$ * Características - não chega a nível profundo na pele. Produz o bronzeamento e pode gerar envelhecimento precoce.	* Frequência - $9,4 \cdot 10^{14}$ a $13 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ * Comprimento de onda - $280 \text{ a } 320 \text{ nm}$ * Características - não de energia intermediária e em pequenas doses produz Vitamina D no organismo.	* Frequência - $1,2 \cdot 10^{15}$ a $3,0 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ * Comprimento de onda - $100 \text{ a } 280 \text{ nm}$ * Características - não os mais energéticos dos três e os mais nocivos à saúde, em geral não atingem o solo.
2. O que essas radiações têm em comum?		
São todas ondas eletromagnéticas.		
3. Onde são produzidas?		
Pelo sol, lâmpadas elétricas, lâmpadas fluorescentes, etc.		
4. Como são detectadas pelo ser humano?		
São detectadas, porém podemos sentir seus efeitos depois de certo tempo, como o bronzeamento da pele.		
5. Quais os benefícios (utilidade) para o ser humano?		
Produção de Vitamina D no organismo.		
6. Quais os malefícios ou perigos para o ser humano?		
Pode afetar a pele e os olhos podendo gerar câncer de pele, cataratas entre outros.		

Figura 20 - Categoria de respostas produzida pelo grupo G8

Para ampliar ainda mais os conhecimentos dos alunos foram lidos e discutidos mais dois textos de divulgação científica, são eles: “Índice ultravioleta mede nível de radiação na superfície da Terra; saiba como se proteger” e “Luz solar”.

Observou-se que o primeiro texto teve sua relevância na compreensão do que era o índice UV, pois 87,5% dos alunos desconheciam o que era índice UV de acordo com o questionário investigativo, enquanto o segundo texto foi importante na compreensão dos efeitos imediatos e tardios que podem ser desencadeados pelo excesso de exposição à radiação UV do Sol à pele e aos olhos dos seres humanos.

Após a leitura silenciosa do primeiro texto foi realizada uma discussão que levou os alunos a compreenderem o que significa índice UV, grandeza que mede o nível de radiação UV solar, observando que quanto mais alto é esse índice maior o risco de danos à pele e aos olhos, bem como os fatores que são levados em consideração na sua determinação, tais como:

- *A concentração de ozônio na atmosfera* – maior responsável pela absorção de radiação UV;
- *A localização geográfica* – os alunos observaram que quanto mais afastado do Equador, menor o nível de radiação UV;
- *A altitude e a hora do dia* – quanto maior a altitude e quanto mais próximo do meio-dia, maior a quantidade de energia UV;
- *A superfície* – os alunos perceberam que a areia e a água refletem a radiação UV;
- *As condições atmosféricas* – nuvens podem absorver parte da radiação solar (principalmente a radiação infravermelha), porém mesmo em dias nublados, embora a intensidade da radiação UV diminua, pode-se ter ainda a sua presença em intensidade que pode ser nociva à saúde humana;
- *A estação do ano* – os alunos também perceberam que o verão é a estação do ano em que o nível de radiação UV normalmente mais cresce.

Ainda com relação a este texto foram novamente discutidas as medidas de proteção, como por exemplo, a importância do uso de protetores solares

para a pele (aqui foi discutido com os alunos que tal produto somente começa a agir cerca de meia hora depois de aplicado), o uso de lentes adequadas para óculos de Sol que ofereçam proteção aos olhos contra a radiação UV, além do uso de chapéus, bonés e roupas feitas, preferencialmente, de tecidos sintéticos, pois tecidos de algodão de cor branca, por exemplo, deixam passar até 20% da radiação UV.

Já o segundo texto, cuja leitura também foi feita de forma silenciosa, permitiu ao professor, além de ratificar as mesmas medidas de proteção descritas no texto anterior, debater com os alunos os efeitos imediatos e tardios à pele e aos olhos que podem ser gerados pelo excesso de exposição à radiação UV do Sol.

Com relação à pele, os principais efeitos imediatos destacados foram o bronzeamento e o eritema (queimadura solar) que podem ocorrer após alguns minutos ou horas de exposição. Enquanto que os principais efeitos tardios (acumulados após anos de excessiva exposição) seriam o envelhecimento precoce e o câncer de pele.

Conseqüentemente, em relação aos olhos, os alunos perceberam que a radiação UV pode gerar danos principalmente a conjuntiva, a córnea e ao cristalino do olho acarretando como efeitos imediatos problemas como foto conjuntivite e ceratite, além de efeitos tardios como a catarata e o pterígio.

Para complementar e enriquecer ainda mais a discussão foi apresentado um vídeo de curta duração (aproximadamente 5 minutos), sobre o “Índice UV” (link e comentários no APÊNDICE B, atividade 3). O uso deste vídeo possibilitou debater com os alunos questões como:

- A importância de se expor ao Sol como fonte de produção de vitamina D no nosso organismo deve ocorrer, preferencialmente, até às 10 h da manhã ou no final do dia após as 16 h da tarde;
- A compreensão do índice UV pode auxiliar as pessoas a planejarem melhor suas atividades ao ar livre quando há necessidade de ficarem expostos ao Sol por longos períodos do dia e a se prevenirem contra queimaduras e câncer de pele;
- A importância do uso de protetor solar, óculos de sol, chapéus e roupas adequadas em situações de excessiva exposição ao Sol.

Logo depois foi realizada uma atividade escrita em grupo, de três ou quatro alunos, como forma de verificar se houve ou não apropriação de conhecimentos. A atividade foi discursiva e composta por três questões, conforme ilustra a Figura 21.

- 1) Explique o que é o índice UV e quais são os fatores levados em consideração na sua determinação.
- 2) A utilização de protetores solares em forma de creme protege as pessoas particularmente contra quais radiações? Explique como é estabelecida essa proteção.
- 3) De acordo com o vídeo e leituras realizadas, explique por que mesmo em **dias nublados** a radiação UV do Sol pode oferecer riscos à saúde humana.

Figura 21 - Questões propostas para verificação de aprendizagem

Embora todos os grupos tenham apresentado respostas adequadas e satisfatórias às questões sugeridas, foram selecionadas algumas categorias de respostas que exemplificam a atividade realizada. Abaixo alguns exemplos de categorias de respostas produzidas por alguns grupos de alunos:

Questão 1:

“Mede o nível de radiação UV do Sol na superfície da Terra. Quanto mais alto, maior o risco de danos à pele e aos olhos e seu valor depende dos seguintes fatores: concentração de ozônio, posição geográfica, altitude, hora do dia, superfície, condição atmosférica, estação do ano”, G7.

Questão 2:

“Os protetores solares protegem a pele contra as radiações UVA e UVB do Sol porque possuem na sua composição substâncias que podem absorver e outras que podem refletir a energia dessas radiações. O uso de protetores solares permitem que o tempo de exposição da pele a essas radiações seja aumentado algumas vezes, mas essa proteção apenas será eficiente se o protetor solar for utilizado corretamente, ou seja, deve-se escolher um protetor com fator de proteção solar adequado à cor de sua pele e seguir as instruções do fabricante”, G5.

Questão 3:

“Mesmo o dia estando nublado você tem que se proteger porque os raios UV podem atravessar as nuvens e provocar queimaduras sem você perceber”, G4.



Figura 22 - Foto dos alunos realizando atividade em grupo

Além das questões propostas nesta atividade, foi solicitada uma pesquisa na internet, como tarefa de casa a ser entregue na próxima aula, indicada pela Figura 23.

Tarefa

Para você, o bronzeamento artificial é seguro? Justifique sua resposta.

Faça uma pesquisa sobre qual é o parecer da **ANVISA** (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) sobre o bronzeamento artificial.

Figura 23 - Atividade de pesquisa na internet

A internet como recurso educacional pode ser uma parceira no processo de construção da aprendizagem, uma vez que cada aluno tem habilidades distintas para aprender, pois segundo Tajra (2004):

A internet traz muitos benefícios para a educação, tanto para professores como para os alunos. Com ela é possível facilitar as pesquisas, sejam grupais ou individuais, e o intercâmbio entre os professores e alunos, permitindo a troca de experiências entre eles. Podemos mais rapidamente tirar as nossas dúvidas e dos nossos alunos, sugerir muitas fontes de pesquisas. Com todas estas vantagens será mais dinâmica a preparação de aula (TAJRA, 2004, p. 157).

A pesquisa revelou o quanto um aluno do EJA tem maturidade e responsabilidade para desenvolver as atividades escolares. Todos os grupos realizaram o que foi proposto como tarefa e para confirmar isto segue abaixo um exemplo de categoria de resposta:

“Não é seguro, pois esse procedimento pode acelerar o envelhecimento, causando o aparecimento de rugas e de outras imperfeições na pele, pode causar queimaduras e manchas vermelhas por todo o corpo, pode causar até câncer de pele. A ANVISA proibiu os procedimentos com câmara de bronzamento artificial desde 2009”, G8.

Assim sendo, de acordo com os resultados obtidos e considerados todos satisfatórios, partiu-se para a sistematização dos conhecimentos dos alunos, etapa 3 da Sequência Didática.

3.3. Etapa 3 - Sistematização de Conhecimentos

A terceira etapa da Sequência Didática foi a de sistematização de conhecimentos, no qual foram apresentados, inicialmente, uma tabela e gráficos representativos do índice ultravioleta (IUV) de duas cidades litorâneas do Brasil (Santos-SP e Florianópolis-SC).

Para a construção da tabela e dos gráficos foram extraídas informações do site www.cptec.inpe.br do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que indicava o índice de radiação UV em distintos pontos do país, atualizado a cada 30 minutos e, que teve como proposta conscientizar os estudantes sobre os efeitos e riscos gerados pela radiação UV do Sol, além de sugerir as medidas de proteção.

Os gráficos indicados na Figura 24 são resultados de pesquisas do professor, no período das 7 h às 17 h, no dia 5 de fevereiro de 2017.

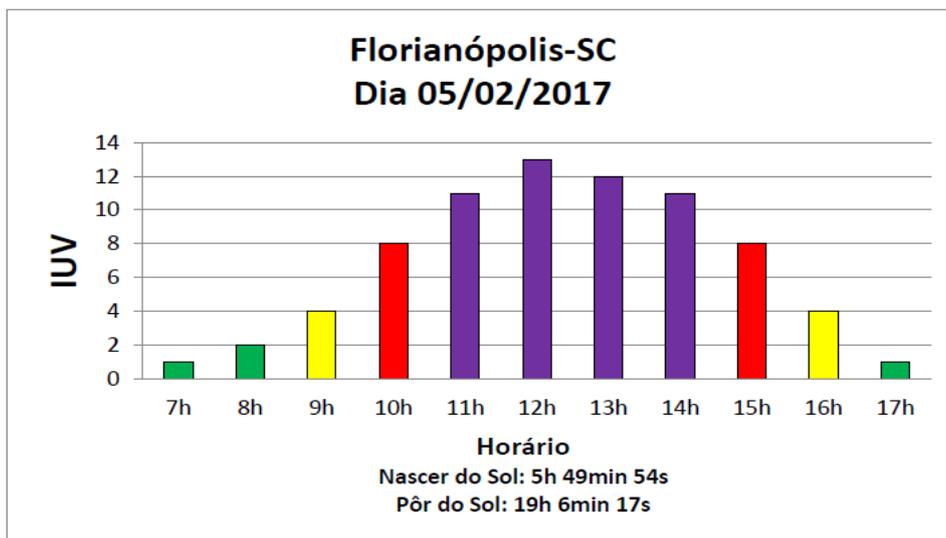
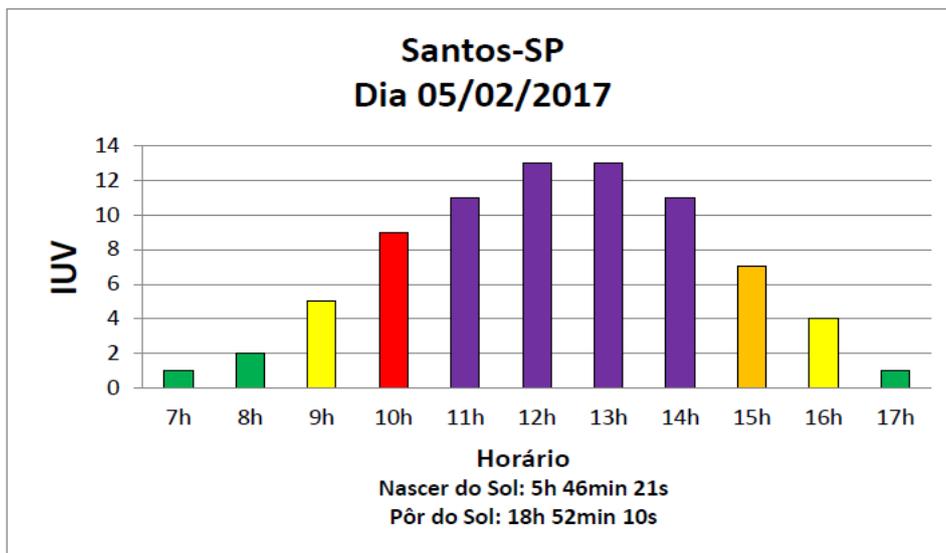


Figura 24 - Gráficos do IUV de duas cidades litorâneas do Brasil
(Fonte: www.cptec.inpe.br)

Nesta atividade, mostrou-se aos alunos que de acordo com recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS) o IUV é caracterizado por um número inteiro adimensional e por uma cor, de maneira que seus valores são agrupados em níveis de intensidades que indicam os perigos oferecidos pela radiação UV, dependendo do nível da radiação presente, conforme indica a Tabela 2.

Tabela 2 - Categorias de exposição à radiação UV, intervalo respectivo de índice UV e ação protetora (Fonte: Okuno e Vilela, 2005 – Adaptada)

Categoria de exposição	Intervalo de índice UV	Cor do número do índice	Ação protetora
Baixa	< 2	Verde	Nenhuma; pode-se permanecer ao ar livre.
Moderada	3 a 5	Amarela	Há necessidade de proteção; vista uma camiseta, use protetor solar, óculos escuros, chapéu ou boné.
Alta	6 a 7	Alaranjada	Há necessidade de proteção; vista uma camiseta, use óculos escuros com filtro UV, protetor solar, chapéu ou boné e próximo ao meio-dia procure locais sombreados ou ambientes fechados.
Muito alta	8 a 10	Vermelha	Proteção extra; evite sair ao redor do meio-dia, permaneça em ambientes fechados, use óculos escuros com filtro UV, protetor solar, chapéu ou boné.
Extrema	> 11	Violeta	Proteção extra; evite sair ao redor do meio-dia, permaneça em ambientes fechados, use óculos escuros com filtro UV, protetor solar, chapéu ou boné.

Destacou-se aos alunos, que o objetivo da OMS é o de popularizar essa escala a fim de que as pessoas se conscientizem dos efeitos nocivos do excesso de exposição à radiação UV do Sol, principalmente em horários próximos ao meio-dia.

Contudo, observou-se também que o melhor horário de se expor ao Sol seria antes das 10 horas da manhã e depois das 16 horas da tarde, por um período de aproximadamente 10 minutos, cujo índice UV considerado como ideal para a síntese de vitamina D no organismo seria no máximo 4, conforme ilustra a Figura 24. Visto que a pouca ou nenhuma exposição a essa radiação também pode trazer problemas à saúde.

Para uma contextualização entre tabela e gráficos foi entregue aos alunos o quadro indicado pela Figura 25 para ser preenchido, em grupo, pelos mesmos. Em seguida, os alunos responderam as questões propostas.

	Santos-SP		Florianópolis-SC	
Horário	IUV	Nível	IUV	Nível
8h				
9h				
10h				
11h				
12h				
13h				
14h				
15h				
16h				
17h				

Após o preenchimento da tabela, respondam em grupo (máximo de três a quatro alunos) as seguintes questões:

- Com base na tabela preenchida, que horário, em ambas as cidades, temos maior índice de radiação ultravioleta?
- Quais os cuidados e medidas preventivas que devemos tomar em horários de maior índice de radiação ultravioleta?

Figura 25 - Quadro a ser preenchido em grupo pelos alunos

Na Figura 26, exemplo de resposta produzida por um grupo de alunos.

Horário	Santos-SP		Florianópolis-SC	
	IUV	Nível	IUV	Nível
8h	2	Baixa	2	Baixa
9h	5	moderada	4	moderada
10h	9	muito alta	8	muito alta
11h	11	extrema	11	extrema
12h	13	extrema	13	extrema
13h	13	extrema	12	extrema
14h	11	extrema	11	extrema
15h	7	alta	8	muito alta
16h	4	moderada	4	moderada
17h	1	Baixa	1	Baixa

Em seguida, responda as seguintes questões:

- a) Com base na tabela preenchida, que horário, em ambas as cidades, temos maior índice de radiação ultravioleta?

As 12 horas.

- b) Quais os cuidados e medidas preventivas que devemos tomar em horários de maior índice de radiação ultravioleta?

Proteção extra, não saia ao redor do meio-dia, use protetor solar, óculos, chapéu.

Figura 26 - Categoria de respostas produzida pelo grupo G2.

Após o preenchimento do quadro e resolução das questões foi realizada a socialização da atividade, na qual se constatou que os objetivos desejados para esta atividade foram alcançados.

Quase ao final dessa atividade, uma das medidas preventivas apresentadas por um dos grupos de alunos seria o uso contínuo de protetor solar, mas pelo custo do produto os mesmos disseram que sua aquisição poderia ser inviável economicamente para certos grupos de trabalhadores, que muitas vezes sobrevivem com um salário mínimo.

Uma alternativa sugerida foi que o protetor solar é um produto que pode ser manipulado em farmácias especializadas e isso torna o custo do produto mais baixo, tornando-o mais acessível. Os alunos foram orientados que para

adquirir este produto é necessário receituário médico e os Postos de Saúde que atendem pelo Sistema Único de Saúde (SUS), geralmente, disponibilizam um médico dermatologista para tal situação.

Posteriormente, foi realizada em grupo com três ou quatro alunos uma pesquisa, no Laboratório de Informática (Figura 27), sobre a opinião de médicos dermatologistas referentes ao bronzamento e sua relação com o aumento da incidência de câncer de pele no decorrer dos séculos XX e XXI. Essa pesquisa também solicitou aos alunos a observação de como essa doença está relacionada com certas profissões, como por exemplo, dos trabalhadores rurais e pescadores que são mais expostos ao Sol.

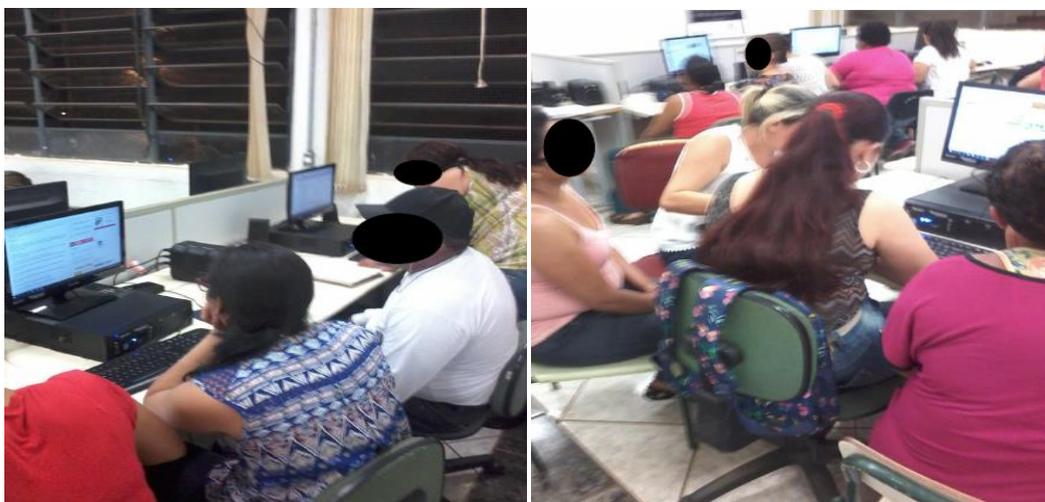


Figura 27 - Foto dos alunos fazendo pesquisa no Laboratório de Informática

Abaixo um exemplo de categoria de respostas produzida por um grupo de alunos:

“Os dermatologistas afirmam que o bronzamento é uma reação de defesa do organismo contra situações de excessiva exposição ao Sol e que se não forem tomados os devidos cuidados pode trazer riscos à saúde como queimaduras, envelhecimento precoce e até mesmo câncer de pele. Pesquisas mostram que agricultores e pescadores são profissões com grandes chances de desenvolver o câncer de pele devido ao longo tempo que ficam expostos ao Sol sem proteção”, G(5).

Durante a socialização da atividade proposta, constatou-se que os objetivos desejados para esta atividade foram atingidos.

Observa-se que a questão proposta ajudou a sistematizar os conceitos da radiação UV abordados até o momento, principalmente, por promover uma reflexão sobre a necessidade de medidas de proteção contra situações de excessiva exposição ao Sol e sobre a falta, muitas vezes, de informação sobre os reais riscos dessa radiação à saúde humana.

Ainda nesta etapa de sistematização de conhecimentos, foi realizada uma atividade experimental demonstrativa com um medidor de índice ultravioleta portátil (em APÊNDICE B, atividade 5), na qual sugeriu-se uma pesquisa de campo para coleta de dados do IUV do Sol, na cidade de Ourinhos, num dia bem ensolarado, sem nuvens e em determinados ambientes da própria escola, indicando se haveria ou não a necessidade de medidas de proteção à radiação UV solar.

Esta pesquisa foi realizada no período da manhã, no dia 18 de outubro de 2017, na qual participaram apenas os representantes de cada um dos grupos que possuíam disponibilidade para essa atividade. O resultado da pesquisa culminou em atividades de sala de aula com preenchimento de um quadro, conforme ilustra a Figura 28.

Quadro para coleta de dados sobre a medição do IUV				
Ambiente	Características do ambiente	Horário do dia	IUV	Medidas de proteção
Sala de Aula				
Quadra Esportiva				
Pátio da Escola				
Ao lado de uma árvore				

Figura 28 - Quadro para coleta de dados sobre medidas do IUV do Sol realizada na cidade de Ourinhos (SP) no dia 18/10/2017

A proposta deste experimento foi a de obter com os alunos medições do índice de radiação UV, seja em pleno Sol ou na sombra, mostrando a eles como é possível se prevenir de eritemas, do câncer de pele e de problemas na visão, tais como, a catarata e o pterígio, em decorrência de situações de excessiva exposição a essa radiação.

Durante as discussões foi abordado que existem basicamente duas maneiras de se medir o nível de radiação UV que chega à superfície terrestre, podendo ser através de instrumentos instalados no solo, como por exemplo, estações meteorológicas, medidores públicos, medidores portáteis entre outros ou através de satélites. No caso dos medidores portáteis, foi mostrado que estes podem ter diferentes aplicações, uma delas seria a utilização nas escolas como ferramenta de ensino para aferir o IUV do Sol, como foi proposto nessa Sequência Didática.

Abaixo, na Figura 29, tem-se um exemplo de categoria de respostas produzida por um grupo de alunos para esta atividade experimental.

Quadro para coleta de dados sobre a medição do IUV				
Ambiente	Características do ambiente	Horário do dia	IUV	Medidas de proteção
Sala de Aula	Ambiente fechado	10h44min.	zero	nenhuma
Quadra Esportiva	Ambiente aberto sob intensa radiação solar	11h05min.	12,2	Extrema. Não sair próximo do meio dia, usar protetor solar, óculos de sol e chapéu
Pátio da Escola	Amplamente coberto, mas aberto nas laterais	11h16min.	0,5	nenhuma
Ao lado de uma árvore	Ambiente aberto parcialmente com sombra	10h53min.	5,3	Moderada. Aplicar protetor solar e colocar boné ou chapéu.

Figura 29 - Categoria de respostas produzida pelo grupo G1



Figura 30 - Fotos dos alunos realizando atividade experimental

Após o preenchimento do quadro foi realizada a apresentação dos resultados da atividade, na qual constatou-se que os objetivos almejados foram alcançados.

Na realização dessa atividade experimental, verifica-se que esse tipo de proposta de aula motivou e despertou de maneira significativa a atenção e a curiosidade dos estudantes, pois sob essa perspectiva, os alunos mais dispersos na aula também se envolveram com a atividade e demonstraram compreensão dos conteúdos, uma vez que, o assunto abordado referia-se a uma realidade vivida pela maioria dos estudantes.

Com relação ao uso da experimentação, o Currículo do Estado de São Paulo (2008) diz:

A própria vivência dos estudantes, como participantes de um mundo rico em fenômenos percebidos e objetos manipuláveis, pode servir de conteúdo empírico a ser tratado no ensino e na aprendizagem da Física. Entende-se dessa maneira que a experimentação engloba muito mais do que as práticas laboratoriais, sendo esta última apenas uma entre várias práticas internas do fazer do físico (SÃO PAULO, 2008, p. 46).

O experimento também contribuiu para o desenvolvimento dos conteúdos procedimental e atitudinal (ZABALA, 1998), além de apresentar as etapas para a realização do experimento (conteúdo procedimental), incentivou os alunos a trabalharem em grupo (conteúdo atitudinal), pois este tipo de atividade favorece a socialização dos mesmos, colocando-os em situações que precisam saber ouvir, respeitar a opinião dos outros, negociar, cooperar com o grupo, ajudar os colegas e deixar seus objetivos pessoais em segundo plano.

Nota-se também que este tipo de atividade gera a oportunidade de estimular nos estudantes a capacidade de coletar dados, refletir, analisar, propor hipóteses e realizar inferências para suas observações, bem como rever o que pensam sobre a radiação UV do Sol, valorizando o conhecimento científico e abandonando o senso comum.

Para finalizar a terceira etapa desta Sequência Didática, foi proposta mais uma atividade para análise comparativa que evidenciasse se houve ou não aprendizagem significativa. Nesta atividade foi apresentada a seguinte questão discursiva:

Descrevam a partir das discussões realizadas, durante as aulas, quais são os principais efeitos (riscos e benefícios) produzidos à saúde humana pela radiação UV.

Abaixo alguns exemplos de categorias de respostas produzidas por alguns alunos:

Aluno	Antes da Sequência Didática	Após a Sequência Didática
A12	<i>“Afeta a pele e gera como efeito câncer de pele”.</i>	<i>“Podem gerar efeitos imediatos e tardios a pele e aos olhos. Os principais efeitos imediatos a pele seriam o bronzeamento e queimaduras, além da produção de vitamina D quando a exposição a radiação UV acontecer de forma equilibrada, e os tardios seriam o envelhecimento precoce e câncer de pele. Os efeitos imediatos aos olhos seriam principalmente a foto conjuntivite e a ceratite e os tardios o pterígio e a catarata.”</i>
A3	<i>“Não sei responder”.</i>	<i>“Os maiores riscos à saúde ocorrem das 10 h às 16 h. Os raios UVA, por exemplo, embora menos energéticos possuem maior comprimento de onda e chegam a níveis mais profundos da pele podendo produzir o bronzeamento, queimaduras e o envelhecimento precoce. Já os raios UVB são os responsáveis pela vermelhidão da pele e são os principais responsáveis pelo câncer de pele. A radiação UV pode afetar também os</i>

		<i>olhos podendo gerar ceratite, foto conjuntivite, catarata e pterígio. O benefício é a vitamina D quando há exposição moderada, muito importante ao metabolismo do cálcio e do fósforo para os nossos ossos.”</i>
A23	<i>“Desconheço tal situação, não saberia responder”.</i>	<i>“Os principais riscos da radiação UV é o envelhecimento precoce, o câncer de pele, a catarata e etc. O benefício é a vitamina D.”</i>

Figura 31 - Categoria de respostas produzidas pelos alunos

Constata-se que a questão proposta contribuiu com a análise comparativa referente ao que os alunos sabiam sobre o tema antes e após o desenvolvimento da Sequência Didática. Assim sendo, a questão objetivou verificar se os alunos de fato conheciam os reais riscos e benefícios desencadeados pela radiação UV à saúde humana.

Desse modo, de acordo com os resultados obtidos, percebeu-se que todos foram considerados satisfatórios e que os alunos conseguiram atingir os objetivos propostos.

Logo, partiu-se para a produção de cartazes e folder para a Feira Cultural, etapa 4 da Sequência Didática.

3.4. Etapa 4 – Produção de Cartazes e Folder para a Feira Cultural

A quarta e última etapa da Sequência Didática foi realizada com os alunos no Laboratório de Informática para produzirem cartazes, em grupos e sob a mediação do professor.

Cada grupo de 3 ou 4 alunos recebeu, através de sorteio, o tema para a produção de cartazes, conforme indica a Figura 32.

Grupo	Tema	Endereço de acesso ao arquivo
G1	Radiação UV - características	https://drive.google.com/file/d/0B0r98F9x09aveDk2dWlvT0lwXzA/view?usp=sharing
G2	Mitos e verdades sobre a radiação UV do Sol	https://drive.google.com/file/d/0B0r98F9x09avVLA1ejhjWW0tTEU/view?usp=sharing
G3	Índice Ultravioleta (IUV) e medidas de proteção	https://drive.google.com/file/d/1sDSOzTWHi0d0TYLAzmfYrFXMWEPKzLl/view?usp=sharing
G4	Efeitos tardios aos olhos gerados pela radiação UV	https://drive.google.com/file/d/13j2jfnoAis4RVrxEbVPW_LZ8Nhbn3wFR/view?usp=sharing
G5	Efeitos tardios à pele gerados pela radiação UV	https://drive.google.com/file/d/1LTx6yQuMe_KrBbEmTYepUv5o4k4lQvBG/view?usp=sharing
G6	Efeitos imediatos aos olhos gerados pela radiação UV	https://drive.google.com/file/d/1A7aQIxGf3QXd5BRAPA2P_IBY5WBbo2vl/view?usp=sharing
G7	Efeitos imediatos à pele gerados pela radiação UV	https://drive.google.com/file/d/1dnbG8y6lwW-vP36tzz7_PLrSp84TW4Zo/view?usp=sharing
G8	Efeitos benéficos da radiação UV à saúde humana	https://drive.google.com/file/d/1rgFAIH2Pw4Jgmxyti8KzMSeAyZuxx65v/view?usp=sharing

Figura 32 - Temas para pesquisa e apresentação na Feira Cultural



Figura 33 - Foto dos alunos no Laboratório de Informática pesquisando os temas de suas apresentações

Logo após a produção dos cartazes, ocorreu um debate entre o professor e os alunos sobre a viabilidade de distribuir, no dia da Feira Cultural, um Folder (em APÊNDICE A) para todos da comunidade escolar que estivessem presentes na apresentação dos trabalhos. Assim, foram escolhidos pelos pares três alunos que tinham habilidades com a informática, principalmente, com a ferramenta Publisher, para confeccionar o folder sob orientação docente.

Folder também disponível em:

<https://drive.google.com/file/d/1cpVOSu0e66Y8suHONdVp0aHIPONZh3x3/view?usp=sharing>

Para finalizar as atividades, os trabalhos dos alunos foram expostos na Feira Cultural realizada pela escola no dia 17 de novembro de 2017.

Sabe-se que quando a equipe escolar pensa em realizar uma Feira Cultural é preciso ter em mente que é necessário transformar conteúdos em práticas significativas para um público, em sua maioria, leigo. Os alunos no desenvolvimento das atividades para esse evento são os protagonistas de novos conhecimentos, sendo mediados pelos professores que os levaram a transformarem conceitos e conteúdos em novos aprendizados.

Além disso, é possível oferecer à comunidade escolar a oportunidade de visualizar todo o avanço do estudante em relação ao conhecimento, às habilidades e à construção social como indivíduo.



Figura 34 - Exposição dos cartazes na Feira Cultural

Concretizando os conhecimentos científicos adquiridos, os alunos apresentaram, através do gênero exposição oral (seminário), os cartazes produzidos.

O gênero exposição oral (seminário) foi escolhido para esta apresentação porque a linguagem oral está bastante presente nas salas de aula na maioria das atividades. Segundo Dolz *et al.* (2010):

Podemos definir a exposição oral como um gênero textual público, relativamente formal e específico, no qual um expositor especialista dirige-se a um auditório, de maneira (explicitamente) estruturada, para lhe transmitir informações, descrever-lhe ou lhe explicar alguma coisa (DOLZ *et al.*, 2010, p. 185).

Em um espaço reservado para a exposição dos cartazes, os alunos realizaram a apresentação dos seminários para a comunidade escolar. Antes de iniciar as apresentações foram distribuídos ao público ouvinte um folder que descrevia as principais características da radiação UV, efeitos produzidos por essa radiação à saúde e as medidas de proteção, através da interpretação do índice UV em relação às situações de excessiva exposição ao Sol.



Figura 35 - Distribuição do folder na Feira Cultural

Em seguida, ocorreram as apresentações com cada grupo explicando as imagens presentes em seus respectivos cartazes.



Figura 36 - Foto dos alunos apresentando os seminários

Pode-se dizer que após a exposição oral, os objetivos inicialmente propostos foram plenamente alcançados por todos os grupos. Destaca-se que durante as apresentações foram raros os momentos em que houve a necessidade de intervenção do professor, uma vez que os alunos tiveram amplo domínio dos temas abordados.

Para finalizar, ressalta-se que esta Sequência Didática está disponível no site <https://aprendendo-fisica5.webnode.com>, link **Portal do Professor**, e também no **APÊNDICE B** desta dissertação, para que possa ser utilizada como material de apoio às práticas pedagógicas dos professores de Física do Ensino Médio.

Capítulo 4

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante salientar que mesmo os alunos estando próximos de concluir o Ensino Médio – EJA, as informações apresentadas durante o desenvolvimento dessa Sequência Didática eram praticamente inéditas para muitos desses estudantes.

A partir dos conteúdos aprendidos no decorrer da execução das atividades e através da campanha de esclarecimentos durante a Feira Cultural, nota-se que ocorreram mudanças significativas de comportamentos e atitudes sobre os cuidados e medidas preventivas em relação à forma como interagem com a radiação UV do Sol, principalmente, em situações de excessiva exposição, bem como em relação a situações em que há pouca ou quase nenhuma exposição.

Ao longo do desenvolvimento das atividades verifica-se que algumas concepções provenientes do senso comum foram rompidas, pois grande parte dos alunos acreditava que a radiação UV só produz malefícios à pele, esquecendo-se da importância de proteção aos olhos, e também, de seus benefícios, em particular, na síntese de vitamina D no organismo.

Nesse decurso, viu-se que os objetivos inicialmente propostos foram alcançados, uma vez que, os resultados obtidos durante a execução da Sequência Didática apresentou um desempenho bastante satisfatório no que diz respeito ao aprendizado dos estudantes, propiciando de fato, melhorias na qualidade da aprendizagem.

Entretanto, durante a implementação deste trabalho, houve alguns cuidados necessários antes de sua execução para que se obtivesse êxito, tais como:

- A preocupação de elaborar um conjunto de atividades que realmente fosse capaz de atender as expectativas do público alvo;
- Pensar numa Sequência Didática que não fosse muito longa, pois um dos grandes desafios que encontramos geralmente nas escolas da rede

pública é a questão da assiduidade, participação e comprometimento dos alunos nas aulas;

- Construir uma Sequência Didática que contemplasse diferentes tipos de atividades de forma a atingir o maior número de alunos possíveis;
- Elaborar uma Sequência Didática que pudesse efetivamente melhorar a qualidade da aprendizagem em sala de aula.

Nesse sentido, atentou-se da necessidade de oferecer um ensino com temas que os alunos realmente necessitam e consigam contextualizar com seu dia a dia, para assim efetivar uma aprendizagem mais significativa.

Enfim, desenvolver esse trabalho não só mostrou a importância e responsabilidade de se ministrar aulas de qualidade, mas também evidenciou que a relação professor-aluno deve ser de proximidade, respeito e boa vontade, pois assim haverá muitas conquistas na aprendizagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRÄKLING, K. L. *Sobre a leitura e a formação de leitores*. São Paulo: SEE: Fundação Vanzolini, 2004.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, 2006.

COELHO, L.; PISONI, S. *Vygotsky: sua teoria e a influência na educação*. Disponível em: [http://facos.edu.br/publicacoes/revistas/e-ped/agosto_2012/pdf/vygotsky - sua teoria e a influencia na educacao.pdf](http://facos.edu.br/publicacoes/revistas/e-ped/agosto_2012/pdf/vygotsky_-_sua_teor%C3%ADa_e_a_influ%C3%AAncia_na_educacao.pdf). Acesso em novembro de 2016.

COLA DA WEB – *Radiação ultravioleta*. Disponível em: <http://www.coladaweb.com/fisica/ondas/radiacao-ultravioleta>. Acesso em: 21/04/2017.

COSTA, M. L.; SILVA, R. R. *Ataque à pele*. Revista Química Nova na Escola, maio de 1995 – nº1. Disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc01/quimsoc.pdf>. Acesso em: 03/06/2017.

CPTEC/INPE – *Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais*. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br>. Acesso em: 05/02/2017.

DOLZ, J.; SCHNEWLY, B. (Org.). *Gêneros orais e escritos na escola*. Campinas: Mercado de Letras, 2010.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. Porto Alegre: Bookman, 2002.

HOROWICZ, R. J. *Luz, cores – ação: a ótica e suas aplicações tecnológicas*. São Paulo: Moderna, 1999.

KOSSOY, B. *Fotografia e história*. São Paulo: Ática, 1989.

MENEGAT, T. C.; WEBER, S. S. F. *O uso de textos de divulgação científica em aulas de Física e a avaliação de sua aprendizagem: abordagens inovadoras*. Curitiba, 2008. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física.

MORAN, J. M. *O vídeo na sala de aula*. Revista Comunicação e Educação. São Paulo: ECA, 1995, p. 27-35, Janeiro / Abril.

MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999.

NEVES, José Luis. *Pesquisa qualitativa – características, usos e possibilidades*. Caderno de Pesquisa em Administração, São Paulo, v. 1, n. 3, p.01-05, set. 1996. Disponível em: http://ucbweb.castelobranco.br/webcaf/arquivos/15482/2195/artigo_sobre_pesquisa_qualitativa.pdf. Acesso em: 15/11/2017.

NOGUEIRA, M. O. G.; LEAL, D. *Teorias de aprendizagem: um encontro entre os pensamentos filosófico, pedagógico e psicológico*. Curitiba: Intersaberes, 2015.

OKUNO, E. *Epidemiologia do câncer devido a radiações e a elaboração de recomendações*. 2009. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/235339/mod_resource/content/1/Okuno_RBFM_v3n1_43-45Epidemiol.pdf. Acesso em: 23/04/2017.

OKUNO, E.; VILELA, M. A. C. *Radiação ultravioleta: características e efeitos*. São Paulo: Livraria da Física, 2005.

OLIVEIRA, M. K. *Vygotsky, aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico*. São Paulo: Scipione, 1993.

OLIVEIRA, M. M. F. *Radiação ultravioleta / índice ultravioleta e câncer de pele no Brasil: condições ambientais e vulnerabilidades sociais*. Revista Brasileira de Climatologia, v. 13, n. 9, p. 60-73, 2013. Disponível em: <http://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/36764>. Acesso em: 22/04/2017.

PIMENTA, M. A. *Da pele morena ao branco total*. Revista Ciência Hoje, dezembro de 2001 – nº 178. Disponível em: <http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/fisica/0009.html>. Acesso em: 21/04/2017.

SÃO PAULO, Secretaria da Educação. *Proposta Curricular do Estado de São Paulo para a disciplina de Física (Ensino Médio)*. São Paulo: SE, 2008.

SILVA, G. D.; OGAWA, M. M.; SOUZA, P. C. *Os efeitos da exposição à radiação ultravioleta ambiental*. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAeiqAAJ/ultravioleta>. Acesso em 21/04/2017.

TAJRA, S. F. *Informática na educação: novas ferramentas pedagógicas para o professor da atualidade*. São Paulo: Érica, 2001.

TORRES, C. M. A.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T.; PENTEADO, P. C. M. *Física: Ciência e Tecnologia (Eletromagnetismo e Física Moderna); volume 3*. São Paulo: Editora Moderna, 2013.

VYGOTSKY, L. S. *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Folder produzido para a Feira Cultural

Abaixo, exemplo de folder produzido para a Feira Cultural e distribuído para a comunidade escolar.

FEIRA CULTURAL (2017)

A EE Domingos C. Caló tem como proposta, na disciplina de Física e sob orientação do Prof. Leandro William Franco, apresentar durante a Feira Cultural o Tema *"Radiação UV: Efeitos, Riscos e Benefícios à Saúde Humana"*. Acredita-se que este trabalho irá promover uma maior conscientização à Comunidade Escolar sobre os efeitos (riscos e benefícios) dos raios UV proveniente do Sol.

Idealizadores:
2º Termo do Ensino Médio da Educação de Jovens e Adultos (EJA) e Prof. Leandro William Franco

EE DOMINGOS C. CALÓ

Tel: (014) 3322- 4387
 E-mail: e033923p@see.sp.gov.br
 Endereço: Rua Duque de Caxias, 558
 Vila Recreio
 Ourinhos - SP
 CEP: 19911-821



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

UM PAÍS DE TODOS GOVERNO FEDERAL



Organização

EDUCAÇÃO, SAÚDE E CULTURA

RADIAÇÃO UV: EFEITOS, RISCOS E BENEFÍCIOS À SAÚDE HUMANA

FEIRA CULTURAL 2017



EE DOMINGOS CAMERLINGO CALÓ

RADIAÇÃO UV: EFEITOS, RISCOS E BENEFÍCIOS À SAÚDE HUMANA



RADIAÇÃO UV (CARACTERÍSTICAS)

A **radiação UV** é uma onda eletromagnética que possui comprimento de onda que varia, aproximadamente, de 100 a 400 nanômetros e de acordo com suas propriedades físicas e efeitos biológicos é dividida em três categorias:

Radiação UVA – São os de menor energia e chegam a níveis profundos na pele. Produz o bronzeamento e podem acarretar o envelhecimento precoce.

Radiação UVB – São de energia intermediária. Em pequenas doses produz vitamina D no organismo, mas quando há exposição excessiva é o principal causador de câncer de pele e catarata.

Radiação UVC – São os de maior energia e os mais nocivos à saúde. Em geral, não atingem o solo, sendo principalmente absorvidos pela camada de ozônio.

O Sol é a nossa principal fonte de luz e calor. Emite radiação eletromagnética em que parte dela, a **ultravioleta (UV)**, pode ser perigosa à saúde humana de acordo com a intensidade e tempo de exposição.

Para evitar que essa radiação solar acarrete danos à saúde humana são necessárias medidas preventivas de proteção principalmente à **pele** e aos **olhos**.

ÍNDICE ULTRAVIOLETA (IUV)

O que é? Mede o nível de radiação UV solar na superfície da Terra. Aponta o máximo nível de radiação UV em dia claro e sem nuvens. Quanto mais alto, maior o risco de danos à pele e aos olhos.

Para que serve? Auxilia as pessoas a planejarem suas atividades ao ar livre e a se prevenir contra principalmente o câncer de pele.

Como se mede? Aparelhos portáteis, satélites e, por exemplo, boletins meteorológicos através do site www.cotsc.inpe.br do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Quando tomar cuidado e como se proteger?

O Índice UV	O que fazer
Extremo 13-18	Há necessidade de proteção intensa. Evite se expor ao sol nas horas próximas ao meio-dia. Camiseta, filtro solar, óculos escuros e chapéu são extremamente necessários
Muito alto 8-12	Há necessidade de proteção. Vista uma camiseta, aplique o filtro solar e coloque um chapéu
Alto 6-7	Não há necessidade de proteção, mas procure uma sombra nas horas próximas ao meio-dia
Moderado 3-5	
Baixo 1-2	

Proteja-se! Evite se expor excessivamente ao Sol principalmente próximo ao meio-dia.

APÊNDICE B – Sequência Didática para o Ensino de Física

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA

RADIAÇÃO UV: EFEITOS, RISCOS E BENEFÍCIOS À SAÚDE HUMANA

Leandro William Franco

Prezado (a) Professor (a)

A presente Sequência Didática trata-se de um produto educacional sobre a radiação UV, proveniente de uma pesquisa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Polo Presidente Prudente, da Universidade Estadual Paulista (UNESP). O material foi construído na perspectiva investigativa, no qual o mesmo é dividido em quatro etapas ou momentos.

O primeiro momento envolve o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes, a partir de fotografias de uma câmara de bronzeamento artificial e do Sol, com objetivo de levantar junto aos alunos hipóteses sobre o tema da Sequência Didática. Dando continuidade a este momento, será aplicado um questionário para coletar informações sobre os efeitos, riscos e benefícios da radiação UV à saúde humana.

O segundo momento sugere-se leituras de textos de divulgação científica, debates, pesquisas, atividades em grupos, além de apresentações de vídeos sobre o tema abordado, que trará novas informações aos estudantes configurando assim, a ampliação de conhecimentos dos alunos.

O terceiro momento será o da sistematização de conhecimentos na qual são apresentados gráficos representativos do IUV de duas cidades litorâneas, como proposta de conscientização sobre os efeitos e riscos gerados pela radiação UV à saúde, e de uma atividade experimental demonstrativa com um medidor de índice ultravioleta portátil, na qual sugere-se uma pesquisa de campo para coleta de dados, que culmine em atividades em sala de aula com preenchimento de um quadro elaborado para essa Sequência Didática.

Finalmente, o quarto momento será o da produção de cartazes e folder, no laboratório de informática, cujo propósito é o de promover uma maior conscientização da comunidade escolar sobre os efeitos (riscos e benefícios) gerados pela radiação UV à saúde humana.

1. INTRODUÇÃO

Nesta primeira seção será realizada uma breve introdução teórica sobre as bases físicas da radiação UV destacando sua descoberta, suas principais características, faixa espectral, modo de produção, efeitos (riscos e benefícios) gerados à saúde humana, índice ultravioleta do Sol e medidas de proteção. Sugere-se, também, a utilização de outras fontes bibliográficas para uma compreensão mais detalhada sobre o tema.

1.1. A descoberta da radiação ultravioleta

Em 1800, após a descoberta da radiação infravermelha pelo astrônomo alemão Friedrich W. Herschel (1738-1822), o físico e químico alemão Johann W. Ritter (1776-1810) decidiu investigar a possível existência de outra forma de radiação fora do espectro visível, mas na outra extremidade da faixa do espectro visível, além do violeta.

Em suas pesquisas na área de Eletroquímica, Ritter constatou que sais de cloreto de prata (AgCl) sofriam decomposição quando expostos a luz e que os íons Ag^+ liberados podiam escurecer uma placa transparente onde, anos depois, tal reação química viria a ser a base tecnológica da fotografia.

Ritter, em 1801, observou como era a velocidade de decomposição do AgCl sob a ação de luzes de cores diferentes e percebeu que ao incidir um feixe de luz solar através de um prisma (sistema ótico que decompõe o espectro da luz do Sol em cores diferentes), constatou que a luz de cor azul escurecia a placa transparente que continha AgCl mais rapidamente que a luz de cor vermelha.

Notou, também, que a placa se tornava ainda mais escura numa região próxima da cor de luz violeta, fora do espectro visível. Conforme Torres *et al.* (2013), Ritter acabou concluindo que havia uma radiação invisível aos olhos humanos e que era “*quimicamente mais poderosa*”, além do violeta no espectro eletromagnético.

Esta nova forma de radiação, o qual Ritter chamou em princípio de “*raios químicos*”, foi mais tarde chamada de *radiação ultravioleta* (a palavra *ultra*

significa além). Tal descoberta concedeu grande notoriedade a Ritter que produziu, posteriormente, muitas outras contribuições científicas importantes no campo das Ciências.

1.2. Radiação ultravioleta – características

Sabe-se através de estudos e pesquisas científicas que o campo elétrico é uma propriedade adquirida pelo espaço relacionada à posição ocupada por uma partícula eletricamente carregada. Entretanto, se essa partícula oscilar e alterar sua coordenada de posição, verifica-se que a intensidade, a direção e o sentido do campo elétrico, em certo ponto do espaço, também irão oscilar com a mesma frequência de oscilação dessa partícula.

De acordo com as Leis do Eletromagnetismo, esse campo elétrico variável irá produzir um campo magnético também variável no tempo e no espaço acarretando a emissão de uma *onda eletromagnética*.

Assim, uma *onda eletromagnética* ou *radiação eletromagnética* pode ser representada pela Teoria Eletromagnética como sendo uma onda portadora de energia emitida por cargas oscilantes (em geral elétrons), composta por campos elétricos e magnéticos oscilantes em que um produz o outro, ou seja, é essa mútua indução eletromagnética, entre variações sucessivas de campos elétricos e magnéticos que se propaga no espaço que chamamos cientificamente de radiação eletromagnética ou onda eletromagnética.

Verifica-se experimentalmente que as radiações eletromagnéticas podem ser geradas por diferentes formas, tais como: desintegrações nucleares, transições eletrônicas, aquecimento (efeito térmico), movimentos curvilíneos de elétrons e até mesmo por vibrações e torções moleculares.

Na prática, essas radiações podem ser produzidas em reatores nucleares, isótopos radioativos (por exemplo, cobalto-60 na geração de raios gama), tubos de raios-X, lâmpadas elétrica e solar, aquecedores elétricos, forno de micro-ondas entre outras fontes.

Embora tais radiações possuam mesma natureza elas recebem nomes diferentes, conforme sua faixa de frequência de oscilação, e são divididas basicamente em: *ondas de rádio*, *microondas*, *radiação infravermelha*, *radiação visível ou luz*, *radiação ultravioleta*, *raios-X* e *raios gama*. Porém, a definição

dos limites dessas faixas não é muito precisa, pois essas faixas são determinadas algumas vezes pela forma de utilização e outras vezes pelo modo de produção dessas radiações.

O conjunto das faixas de frequências (ou dos respectivos comprimentos de onda) dessas radiações eletromagnéticas denomina-se *espectro eletromagnético*, conforme indica a Figura 1.

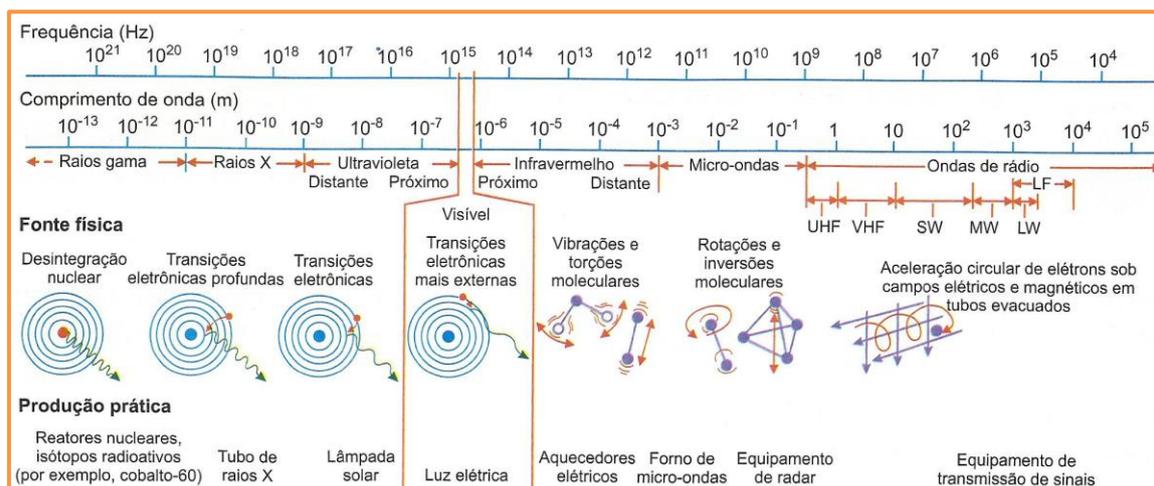


Figura 1 - Espectro Eletromagnético
(Fonte: <https://www.infoescola.com/fisica/ondas-eletromagneticas/>)

Em especial, a radiação UV é a faixa do espectro eletromagnético referente aos comprimentos de onda compreendidos, aproximadamente, entre 100 a 400 nm.

Ainda de acordo com a Figura 1, destaca-se que a radiação UV pode ser produzida através de transições eletrônicas sofridas pelos elétrons ao absorverem energia (por exemplo, através do calor, raios X ou gama) saltando para orbitais mais externos do átomo, de maneira que, na volta para orbitais que possuem menor nível de energia podem devolver a energia recebida como radiação UV, visível entre outras, dependendo do salto energético realizado pelo elétron.

Assim sendo, ao se deslocar para uma órbita mais afastada no núcleo do átomo, o elétron absorve energia e, ao passar para uma órbita mais próxima, o elétron emite energia na forma de radiação.

Esses conceitos são à base de estudo do que se denomina atualmente de *Mecânica Quântica*, que é a teoria científica empregada para descrever a estrutura da matéria e sua interação com a radiação.

Observa-se que a radiação UV é uma das radiações que compõe a radiação solar. De acordo com a intensidade com que essa radiação é absorvida pela camada de ozônio e por outros gases na alta camada atmosférica, em virtude dos efeitos biológicos produzidos seu espectro pode ser dividido em três regiões ou categorias: **UVC** de 100 a 280 nm, **UVB** de 280 a 315 nm e **UVA** de 315 a 400 nm, aproximadamente, conforme ilustra a Tabela 1.

Tabela 1 - Intervalo espectral e características da radiação UV
(Fonte: Okuno e Vilela, 2005 – Adaptada)

Radiação	Frequência	Comprimento de Onda (nm)	Energia do Fóton (eV)	Principais Características
UVC	3 PHz – 1,07 PHz	100 – 280	12,42 – 4,42	Completamente absorvida pelos gases oxigênio (O ₂) e ozônio (O ₃) estratosférico e, portanto, não atinge a superfície da Terra. É usada na esterilização de água e materiais cirúrgicos, pois possui ação bactericida.
UVB	1,07 PHz – 0,952 PHz	280 – 315	4,42 – 3,94	Fortemente absorvida pelo ozônio (O ₃) estratosférico. É prejudicial à saúde humana, podendo causar queimaduras e, a longo prazo, câncer cutâneo. Contudo, quando a exposição ocorre em pequenas doses, pode ajudar na fabricação de vitamina D no organismo.
UVA	0,952 PHz – 0,75 PHz	315 – 400	3,94 – 3,10	Sofre pouca absorção pelo ozônio (O ₃) estratosférico. É essencial para sintetizar a vitamina D no organismo, quando há exposição de forma moderada. Em casos de excessiva exposição está associada ao bronzeamento da pele e, a longo prazo, pode causar o envelhecimento precoce.

Onde: P (peta) = 10¹⁵; 1 nm = 10⁻⁹ m; 1 eV (elétron-volt) = 1,6.10⁻¹⁹ J

Em 1905 Albert Einstein mostrou que a radiação eletromagnética, embora tenha natureza ondulatória, pode apresentar comportamento corpuscular análogo ao de uma partícula (no caso, *partícula de energia*,

chamada cientificamente de *fóton*). Segundo ele, a energia eletromagnética é emitida em feixes constituídos de fótons, onde cada fóton corresponde a menor quantidade mensurável de energia transportada por uma dada radiação eletromagnética.

Conforme Hewitt (2002) observa-se que cada radiação eletromagnética é definida por sua frequência (f) que para a radiação visível aumenta, da cor de luz vermelha para o violeta, na mesma sequência em que as cores aparecem no arco-íris (vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil e violeta).

A teoria construída por Einstein também evidenciou que cada quantum de energia eletromagnética, ou seja, quantidade de energia (E) associada a cada fóton de radiação, será diretamente proporcional à sua frequência. Assim, tem-se:

$$E = h \cdot f \quad (\text{Equação I})$$

em que h é a constante de Planck e cujo valor vale $6,6 \cdot 10^{-34}$ J.s. Porém, de acordo com a equação fundamental da ondulatória, tem-se:

$$c = \lambda \cdot f \rightarrow f = (c / \lambda) \quad (\text{Equação II})$$

Desse modo, substituindo II em I , tem-se:

$$E = h \cdot (c / \lambda) \quad (\text{Equação III})$$

onde c representa a velocidade de propagação da luz no vácuo ($3 \cdot 10^8$ m/s) e λ é o comprimento de onda da radiação.

Logo, a energia do fóton é inversamente proporcional ao comprimento de onda da radiação e, conseqüentemente, radiações eletromagnéticas de menor comprimento de onda são mais energéticas. Assim, das três categorias da região do espectro UV a radiação *UVC* é a *mais energética*.

Nota-se que a radiação UV é responsável por produzir vários efeitos à nossa saúde e que podem oferecer riscos ou benefícios conforme a intensidade e tempo de exposição a essa radiação, pois a capacidade de penetração da radiação UV na pele varia de acordo com o comprimento de onda e, também, com a forma de interação desta radiação com a matéria.

Por exemplo, segundo Okuno e Vilela (2005) a absorção da radiação UVA pela pele é essencialmente influenciada pelo grau de melanização da

pele, ao passo que para a radiação UVB a absorção depende não só do grau de melanização, mas da espessura da epiderme.

Observando a Figura 2, nota-se que a radiação UVA, embora menos energética, atinge as camadas mais profundas da derme estimulando a geração de melanina (substância que produz o escurecimento da pele) estando associada ao bronzeamento. Já a UVB alcança até a camada superior da derme, responsável por dilatar os capilares sanguíneos e acarretar a vermelhidão da pele, enquanto a UVC (a mais energética) chega apenas até a camada superior da epiderme. Isto ocorre, porque as radiações UVB e UVC são absorvidas pelas proteínas existentes nas camadas superficiais da pele.

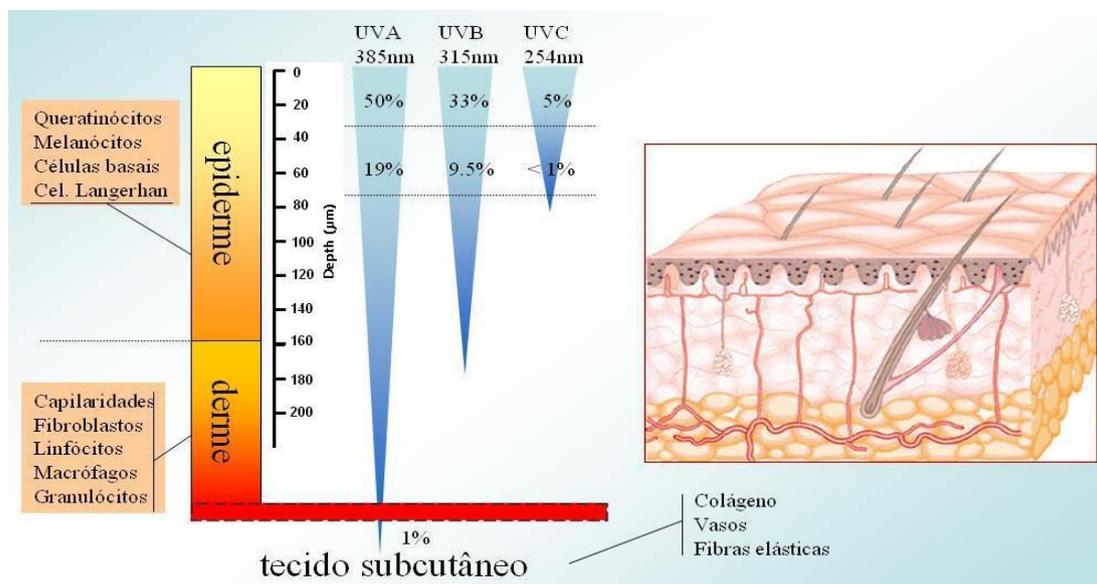


Figura 2 - Capacidade de penetração da radiação UV na pele
(Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAeiqAAJ/ultravioleta>)

Ainda de acordo com Okuno e Vilela (2005) fatores geográficos, temporais e meteorológicos podem influenciar na irradiância espectral da radiação UV que atinge a superfície terrestre. São eles:

- 1) Hora do dia:** observa-se que quanto mais próximo do meio-dia, maior é a intensidade de radiação UV sobre a superfície da Terra.
- 2) Estação do Ano:** verifica-se que a intensidade da radiação tende a ser maior no verão.
- 3) Latitude geográfica:** o fluxo da radiação UV diminui com o aumento da distância ao Equador.

4) Altitude: nota-se que quanto maior a altitude, maior a intensidade de radiação UV.

5) Nuvem: a presença de nuvens no céu afeta muito a irradiância de radiação infravermelha, mas pouco a de radiação UV. Assim, se o Sol estiver encoberto por nuvens, a intensidade de radiação UVB pode atingir cerca de 50% daquela de um dia claro.

6) Reflexão na Superfície: água, areia e neve podem refletir a radiação UV. Desse modo, se um indivíduo estiver sob um guarda-sol na praia, não receberá diretamente radiação solar, mas poderá receber a radiação refletida pela areia.

7) Ozônio: é o maior responsável pela absorção da radiação UV, principalmente das radiações UVB e UVC solar dirigida à superfície da Terra.

1.3. Benefícios da radiação ultravioleta

Observa-se que a radiação UV se constitui numa das principais causas de benefícios à saúde, como por exemplo, a síntese de vitamina D, agente fundamental para a saúde do tecido ósseo que evita que um indivíduo na infância contraia o raquitismo e que no futuro, na fase adulta, tenha predisposição à osteoporose.

Essa vitamina, em particular, é produzida em nosso organismo quando a pele absorve pequenas quantidades de radiação UV.

Verifica-se que a vitamina D é, na verdade, um importante hormônio à saúde humana que previne várias outras doenças, pois sua carência é responsável por uma das principais causas de um sistema imunológico fraco e um organismo sensível a muitos outros danos, como por exemplo, problemas musculares, circulatórios entre outros.

A radiação UV também gera benefícios ao meio ambiente, pois além de ser necessária aos seres humanos, é fundamental a outros animais e no crescimento e desenvolvimento das plantas. Destaca-se que a radiação UV, em particular a UVC, por ser bastante energética possui ação bactericida, sendo muito empregada para esterilizar alimentos e equipamentos cirúrgicos.

Na Astronomia, detectores de radiação UV instalados em satélites artificiais podem produzir informações importantes sobre a temperatura, composição química e densidade da poeira e dos gases interestelares.

Em Fotoquímica, a radiação UV é usada para produzir compostos de flúor, fósforo e branqueadores de detergentes. Enquanto que em Microscopia, por ter um comprimento de onda pequeno pode gerar imagens mais ampliadas e de maior definição de certos materiais (por exemplo, amostras biológicas) indicando maiores detalhes do que a luz visível.

1.4. Riscos da radiação ultravioleta

Nosso organismo tem a capacidade de identificar a presença e a ação das radiações do espectro solar que chegam à superfície terrestre (composta pelas radiações infravermelha, visível e ultravioleta) de formas distintas.

Nossa *pele*, por exemplo, possui receptores sensoriais, os chamados *termorreceptores*, que são sensíveis à radiação infravermelha e que nos permitem detectá-la na forma de calor; a radiação visível é a que sensibiliza as células receptoras da nossa *retina* nos causando estímulos visuais e que nos permite a *visão* das coisas e a radiação UV que, embora não possa ser detectada pelo ser humano, é responsável, por exemplo, pela *produção da melanina nas células da pele* que gera a cor bronzeada quando ficamos expostos ao Sol durante algum tempo e, conseqüentemente, podemos sentir seus efeitos através de *reações foto biológicas e químicas*.

Verifica-se, experimentalmente, que a radiação UV pode desencadear problemas à saúde das pessoas, pois esta radiação em excesso pode causar uma série de danos, tais como: eritema, envelhecimento precoce, catarata, câncer de pele entre outros.

Assim sendo, a exposição à radiação UV proveniente do Sol e através de câmara de bronzeamento artificial, por exemplo, devem ser tratadas como sendo uma questão de *saúde pública*. De acordo com a Organização Mundial da Saúde – OMS (2006), “*um em cada três casos de câncer diagnosticados no mundo corresponde ao câncer de pele*” (OLIVEIRA, 2013).

Por outro lado, há a questão referente a situações de exposição à radiação UV artificial, como é o caso das câmaras de bronzeamento. Com relação a elas, estudos científicos confirmam a relação entre o seu uso e problemas proporcionados à saúde quando a pele se expõe de forma

excessiva à radiação UV, tais como, o envelhecimento precoce da pele e, em situações extremas, o câncer de pele.

Infelizmente, parte da sociedade tem uma visão distorcida referente ao bronzeamento da pele, acreditando que por ter uma pele super bronzeada isso seja sinônimo de beleza e estilo de vida saudável.

Na verdade, o bronzeamento da pele seja ele obtido de forma natural (através do Sol) ou artificial (através de câmara de bronzeamento) nada mais é que uma reação natural do nosso organismo como medida de proteção a uma situação de excessiva exposição à radiação UV.

Portanto, a radiação UV é responsável por produzir vários efeitos à saúde e que podem oferecer riscos ou benefícios de acordo com a intensidade e tempo de exposição a essa radiação.

1.5. Principais danos causados pela radiação ultravioleta do Sol à saúde humana

Segundo Okuno e Vilela (2005) pesquisas revelam que os problemas desencadeados à saúde humana pela radiação UV solar ocorrem principalmente na *pele* e nos *olhos*, pois são órgãos externos do nosso corpo que se apresentam mais expostos e sensíveis a esta radiação. Tais problemas produzem efeitos biológicos que podem ser classificados como *imediatos* e *tardios*.

- *Imediatos* – São aqueles que ocorrem a curto prazo, ou seja, em poucas horas ou poucos dias após a exposição excessiva à radiação solar. Exemplos: eritema, ceratite entre outros.
- *Tardios* – São aqueles que se manifestam ao longo de anos em decorrência do histórico de exposições individuais à radiação solar ao longo da vida. Exemplos: envelhecimento precoce, catarata, câncer de pele entre outros.

1.5.1. Efeitos biológicos da radiação UV do Sol em doenças na pele

i. Eritema ou Queimadura Solar – É uma forma de reação inflamatória que ocorre na pele após exposição à radiação solar, de forma aguda, em virtude da dilatação e do aumento do fluxo sanguíneo dos vasos dermais superficiais acarretando processos de avermelhamento da pele. Nos casos mais agressivos a pele fica dolorida, gerando formação de bolhas, edemas e descamação da pele, conforme ilustra a Figura 3.



Figura 3 – Eritema ou Queimadura Solar
(Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAeiqAAJ/ultravioleta>)

ii. Fotoenvelhecimento – Trata-se do envelhecimento da pele por exposição excessiva ao Sol que danificam as fibras de colágeno e que dilatam os vasos sanguíneos devido à ação cumulativa da radiação UV proveniente do Sol, isto é, não é o envelhecimento natural causado pela idade, mas o envelhecimento precoce gerado pela falta de cuidados. O fotoenvelhecimento (Figura 4) deixa a pele seca, manchada e áspera podendo, inclusive, produzir um câncer de pele no futuro.



Figura 4 - Envelhecimento precoce
(Fonte: <http://extra.globo.com/noticias/saude-e-ciencia/caminhoneiro-se-expoe-ao-sol-por-28-anos-fica-com-uma-metade-do-rosto-muito-mais-envelhecida-que-outra-5103862.html>)

iii. Melanose Solar – Popularmente chamada de *mancha senil*, é um problema provocado por danos causados pelo Sol ao longo dos anos e que produz manchas na pele. Observa-se que o dano solar acumulado induz a produção de melanócitos, célula que gera o pigmento que dá cor à pele, resultando em seu escurecimento, conforme indica a Figura 5.



Figura 5 - Melanose Solar
(Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAeiqAAJ/ultravioleta>)

iv. Câncer de Pele – Conforme sua ordem de gravidade, existem três formas possíveis de câncer de pele: o Carcinoma Basocelular e o Carcinoma Espinocelular, ambos designados como Câncer de Pele Não-Melanoma e o Melanoma Maligno. Pesquisas apontam que a ação cumulativa da radiação UV do Sol é considerada o principal agente causador para o desenvolvimento das três formas de câncer cutâneo nos seres humanos.



Figura 6 - Câncer de pele
(Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAeiqAAJ/ultravioleta>)

1.5.2. Efeitos biológicos da radiação UV do Sol em doenças oftálmicas

i. Catarata – Trata-se de uma opacidade parcial ou total do cristalino do olho. O cristalino tem a função de auxiliar na convergência dos raios luminosos para a formação da imagem na retina, qualquer mudança na sua constituição afeta a visão nítida. A catarata (Figura 7) é uma doença que pode aparecer em distintos níveis de intensidade nas pessoas, porém, com o passar dos anos, a exposição excessiva à radiação UV do Sol leva ao aceleração desse processo.



Figura 7 - Olho com catarata
(Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAeiqAAJ/ultravioleta>)

ii. Foto conjuntivite e Ceratite – A foto conjuntivite é uma inflamação da membrana que reveste a superfície interna das pálpebras e a parte branca dos olhos, denominada de *conjuntiva*. Já a ceratite é a inflamação na *córnea* do olho. Observa-se que estas reações inflamatórias surgem dentro de poucas horas após intensa exposição à radiação solar. Tanto a foto conjuntivite quanto a ceratite são facilmente prevenidas com a utilização de óculos adequados de sol que possuem proteção as radiações UVA e UVB. A Figura 8 ilustra a foto conjuntivite e a ceratite.



Figura 8 – Foto conjuntivite (Figura a esquerda) e Ceratite (Figura a direita)
(Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAeiqAAJ/ultravioleta>)

iii. Pterígio – É uma formação carnosa que avança sobre a córnea, geralmente do lado nasal, diminuindo dessa maneira a visão. Tal problema deve-se a uma resposta do olho a um processo de irritação ocular crônica, em que a exposição à radiação solar e ao vento desempenham uma função importante na evolução deste problema. A Figura 9 mostra um olho com pterígio.



Figura 9 - Olho com Pterígio

(Fonte: <http://www.ipvisao.com.br/site/institucional-pterigioprotejase-15>)

iv. Câncer nos Olhos – Dentre as várias formas possíveis de câncer relacionadas à visão, a maioria deles estão associadas com a exposição à radiação do Sol ao longo da vida e por isso, em geral, tal doença ocorre em pessoas mais velhas. Pesquisas indicam que os tipos de câncer nos olhos mais frequentes são o *melanoma* e o *carcinoma de células escamosas*. Na maioria dos casos há a necessidade de intervenções cirúrgicas.

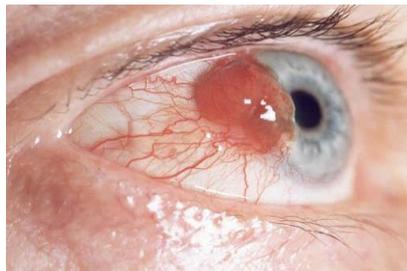


Figura 10 - Câncer nos olhos

(Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAeiqAAJ/ultravioleta>)

1.6. Índice ultravioleta e medidas de proteção

Tendo observado a grande incidência de câncer de pele em escala mundial a Organização Mundial de Saúde (OMS) em parceria com outras instituições resolveu desenvolver um projeto conjunto de proteção da população contra os riscos e perigos que podem ser gerados pela radiação UV.

A proposta foi a de ajustar uma escala denominada *Índice ultravioleta (IUV)*, uma grandeza adimensional que indica os níveis máximos de radiação UV do Sol em dias claros e sem nuvens relevantes aos efeitos biológicos estabelecidos no ser humano, particularmente quando há formação de eritema (avermelhamento da pele) após certa exposição à radiação UV.

Verifica-se que quanto maior for o índice UV maior será o risco de danos não só a pele, mas também aos olhos. Segundo Okuno e Vilela (2005), esta decisão fundamentou-se no fato de que 90% das ocorrências de câncer de pele do tipo não-melanoma se dão em pele tipos I e II (pele branca).

Assim, ao proteger esses grupos, os demais, com pele tipos III (pele clara), IV (pele morena), V (pele mulata ou mestiça) e VI (pele negra), estarão automaticamente protegidos. Contudo, é importante ressaltar que se estes últimos indivíduos são menos sensíveis ao câncer de pele, o mesmo não se aplica quanto aos efeitos nos olhos e ao sistema imunológico.

O IUV representa o valor de máxima intensidade diária da radiação UV referente ao meio-dia solar que atinge a superfície terrestre. Como a cobertura de nuvens é algo muito dinâmico e variável, o IUV é sempre apresentado para uma condição de céu claro, ou seja, sem nuvens, indicando sempre o nível máximo de IUV.

De acordo com recomendações da OMS, esses valores são representados por números inteiros, cores e agrupados em categorias de intensidades. A Tabela 2 ilustra um exemplo de algumas medidas preventivas que devemos ter para evitar o efeito nocivo causado pelo Sol ao interpretar o valor do IUV.

Tabela 2 - Categorias de exposição à radiação UV, intervalo respectivo de índice UV e ação protetora (Fonte: Okuno e Vilela, 2005 – Adaptada)

Categoria de exposição	Intervalo de índice UV	Cor do número do índice	Ação protetora
Baixa	< 2	Verde	Nenhuma; pode-se permanecer ao ar livre.
Moderada	3 a 5	Amarela	Há necessidade de proteção; vista uma camiseta, use protetor solar, óculos escuros, chapéu ou boné.
Alta	6 a 7	Alaranjada	Há necessidade de proteção; vista uma camiseta, use óculos escuros com filtro UV, protetor solar, chapéu ou boné e próximo ao meio-dia procure locais sombreados ou ambientes fechados.
Muito alta	8 a 10	Vermelha	Proteção extra; evite sair ao redor do meio-dia, permaneça em ambientes fechados, use óculos escuros com filtro UV, protetor solar, chapéu ou boné.
Extrema	> 11	Violeta	Proteção extra; evite sair ao redor do meio-dia, permaneça em ambientes fechados, use óculos escuros com filtro UV, protetor solar, chapéu ou boné.

Além das medidas preventivas citadas, vale lembrar que atividades ao ar livre entre as 10 e 16 horas devem ser evitadas, pois neste período a incidência de radiação UV é mais intensa. Assim, caso seja inevitável a exposição ao Sol, o uso de roupas adequadas, óculos de sol, chapéus e protetor solar são formas importantes de prevenir lesões agudas e/ou crônicas.

Verifica-se que os protetores solares permitem que o tempo de exposição da pele às radiações solares UVA e UVB seja aumentado algumas vezes. Contudo, tal proteção apenas será eficaz se o protetor solar for utilizado de maneira correta, ou seja, deve-se escolher um protetor com fator de proteção solar (FPS) adequado à cor da pele e seguir as recomendações do fabricante.

Conforme Torres *et al.* (2013) o FPS é caracterizado por um número, por exemplo, FPS-30, indica que utilizando adequadamente esse protetor uma pessoa poderá ficar exposta à radiação solar por um período até 30 vezes maior do que poderia ficar sem proteção alguma.

Nota-se que na composição do protetor solar há substâncias que possuem a capacidade de absorver as radiações UVA e UVB do Sol como o *ácido paraminobenzoico* (comumente conhecido como *PABA*) e substâncias como, por exemplo, o *dióxido de titânio* (TiO_2) e o *óxido de zinco* (ZnO) que refletem a energia dessas radiações.

Como a caracterização da "*cor da pele*" é muito subjetiva, a interpretação do tempo de exposição pode ser duvidosa e a pessoa pode estar correndo riscos de se expor de forma excessiva à radiação UV do Sol. No entanto, o IUV é uma escala que foi criada de maneira totalmente independente do tipo de pele cujos valores extremos do IUV servem como alerta para todo e qualquer indivíduo.

Assim sendo, pessoas com pele mais clara devem se prevenir de forma mais rigorosa, enquanto pessoas de pele mais escura devem tomar os cuidados mínimos, como procurar lugares sombreados e evitar a exposição ao Sol em horários próximos ao meio-dia.

Conseqüentemente, associar os valores de IUV ao "*tempo necessário para se queimar*" ou "*tempo de exposição segura*" trata-se de uma informação equivocada, ou seja, o IUV não deve implicar em uma extensão do tempo de exposição, mas sim estar relacionado a uma escala referente aos perigos oferecidos pela radiação UV do Sol.

A proposta da OMS é de popularizar essa escala a fim de que as pessoas se conscientizem dos efeitos nocivos do excesso de exposição ao Sol. Dessa maneira, aprendendo a usar o índice UV a população terá melhores condições de organizar o seu dia a dia e usufruir do Sol sem prejudicar sua saúde.

2. ESTRUTURA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Produto Educacional: Sequência Didática para desenvolver conteúdos referentes aos principais efeitos gerados pela radiação UV à saúde humana.

Linha de Pesquisa: Física no Ensino Médio.

Área de Concentração: Física na Educação Básica.

Título: Radiação UV: Efeitos, Riscos e Benefícios à Saúde Humana – Proposta de Sequência Didática para o Ensino de Física.

Objetivo Geral: Construir uma Sequência Didática, como produto educacional de apoio ao professor de Física do Ensino Médio, para abordar conteúdos referentes aos principais efeitos gerados pela radiação UV à saúde humana.

Objetivos Específicos:

- Aplicar uma Sequência Didática referente à temática “*Radiação UV: efeitos, riscos e benefícios à saúde humana*”, priorizando o diálogo como elemento norteador e tendo o professor como principal mediador do conhecimento;
- Desenvolver nos alunos atitude reflexiva para que sejam capazes de emitir juízos de valor em relação aos efeitos, riscos e benefícios produzidos pela radiação UV à saúde;
- Disponibilizar a Sequência Didática, compartilhando todas as etapas e informações para a sua aplicação, por meio de um site para que possa ser usada como material de apoio às práticas pedagógicas dos professores de Física do Ensino Médio.

Duração: 9 aulas.

Conteúdos: Ondas eletromagnéticas, frequência, comprimento de onda, equação fundamental da ondulatória, equação de Planck, índice ultravioleta, radiação ultravioleta e seus efeitos biológicos à saúde humana.

Competências e habilidades: Compreender os riscos e os benefícios da radiação ultravioleta à saúde; elaborar hipóteses e interpretar resultados de situação experimental que envolve a radiação ultravioleta; ler e interpretar gráficos que representam o índice de radiação ultravioleta ao longo do dia; elaborar comunicação escrita e oral para relatar resultados de análises de interpretação de gráficos e figuras, utilizando linguagem científica adequada; redigir síntese de pesquisas.

Estratégias: Levantamento de conhecimentos prévios dos alunos com proposta de sistematização com a classe, através de leitura e interpretação de imagens; leitura do roteiro de atividades e respostas às questões propostas; discussão com a classe das respostas às questões propostas no roteiro; leitura e interpretação de figuras e gráficos representativos dos índices UV; discussão e atividades de pesquisa; realização de atividade experimental; elaboração de hipóteses sobre resultados da experiência e análise dos resultados com discussão com a classe; produção de textos científicos em grupo; apresentação de seminários; resolução de questões.

Recursos: Roteiro de atividades da Sequência Didática; Datashow; Currículo de Física (Estado de São Paulo); medidor de índice ultravioleta portátil; laboratório de Informática.

Avaliação Formativa: O aluno será avaliado durante todo o percurso do desenvolvimento da Sequência Didática, como por exemplo, na realização de todas as atividades propostas. Como elementos de avaliação serão considerados:

- o envolvimento do aluno na solução das questões apresentadas;
- a compreensão do aluno dos conceitos físicos envolvidos nas atividades;
- os cartazes e os folderes elaborados pelos grupos de alunos, considerando a clareza e a objetividade das informações inseridas sobre os efeitos, riscos e benefícios da radiação UV à saúde humana.

3. QUADRO SÍNTESE DAS ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Etapa 1 – Levantamento de conhecimentos prévios

Tempo	Conteúdos	Metodologia / Ferramentas
Aula 1 45min	Noções sobre radiação UV	-Apresentação dos conteúdos; -Leitura de imagens (fotografias): Fotografia 1 (câmara de bronzeamento artificial) e Fotografia 2 (imagem do Sol) ; -Atividade escrita: Questionário investigativo (Levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos).

Etapa 2 – Ampliação de conhecimentos

Aulas 2 e 3 90min	Radiação UV - Características	-Leitura de textos de divulgação científica: Texto 1 - “Radiação Ultravioleta” (Leitura silenciosa). <i>Disponível em:</i> www.coladaweb.com/fisica/ondas/radiacao-ultravioleta Texto 2 - “Da pele morena ao branco total” (Leitura colaborativa). <i>Disponível em:</i> http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/fisica/0009.html -Debate com os alunos sobre os efeitos, riscos e benefícios da radiação UV à saúde humana; -Apresentação e discussão do vídeo: “Entenda a diferença entre os raios UVA e UVB” . <i>Disponível em:</i> http://g1.globo.com/bemestar/videos/t/edicoes/v/entenda-a-diferenca-entre-raios-uva-e-uvb/3076458/ -Atividade em grupo: preenchimento do quadro investigativo sobre os tipos de radiações UV; -Socialização da atividade proposta.
Aula 4 45min	Índice UV	-Leitura silenciosa de textos de divulgação científica: Texto 1 - “Índice UV mede nível de radiação na superfície da Terra; saiba como se proteger” . <i>Disponível em:</i> http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u529971.shtml Texto 2 - “Luz solar” . <i>Disponível em:</i> http://www.cives.ufrrj.br/informacao/ls/luzsolar-iv.html -Debate com os alunos sobre os conteúdos das leituras realizadas; -Apresentação do vídeo: “Índice UV” . <i>Disponível em:</i> https://www.youtube.com/watch?v=dklwUJKJ2Ik -Apreciação do vídeo e atividade escrita: responder as questões propostas; -Tarefa: pesquisa na internet sobre qual é o parecer da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) sobre o bronzeamento artificial.

Etapa 3 – Sistematização de conhecimentos

Aula 5 45min	Índice UV – Exercícios Propostos	<ul style="list-style-type: none">-Leitura e interpretação dos gráficos representativos do IUV das cidades litorâneas de Santos e Florianópolis;-Atividade escrita: responder as questões propostas;-Pesquisa em grupo, no laboratório de informática, sobre a opinião de médicos dermatologistas referente ao bronzeamento e sua relação com o aumento da incidência de câncer de pele no decorrer dos séculos XX e XXI, observando também como essa doença está relacionada com certas profissões, como por exemplo, dos trabalhadores rurais e pescadores que são mais expostos ao Sol;-Socialização sobre a pesquisa proposta.
Aulas 6 e 7 90min	Índice UV e medidas de proteção	<ul style="list-style-type: none">-Atividade experimental demonstrativa com um medidor de índice ultravioleta (IUV) portátil e atividade escrita: preenchimento do quadro para coleta de dados sobre a medição do IUV;-Socialização dos resultados do experimento proposto na aula anterior;-Atividade escrita: responder a questão proposta para análise comparativa.

Etapa 4 – Produção de cartazes e folder para a Feira Cultural

Aulas 8 e 9 90min	Radiação UV (Efeitos à saúde)	-Atividade em grupo no laboratório de informática: produção de folder e cartazes sobre os efeitos produzidos pela radiação UV à saúde humana.
Feira Cultural	Radiação UV (Efeitos à saúde)	<ul style="list-style-type: none">-Exposição dos cartazes e distribuição de folderes;-Apresentação oral (Seminários), e em grupo, durante a Feira Cultural dos seguintes temas: Radiação UV (características), Efeitos (imediatos e tardios à pele e aos olhos) produzidos pela radiação UV, Efeitos benéficos da radiação UV, Índice UV e medidas de proteção, Mitos e verdades sobre a radiação UV do Sol.

4. ROTEIRO DE ATIVIDADES

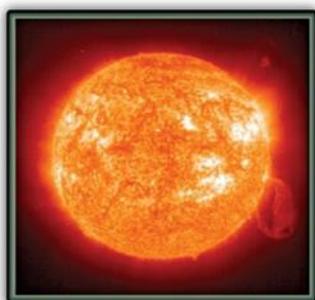
Atividade 1

O professor deverá apresentar a classe algumas fotografias. A *fotografia (1)* apresenta uma câmara de bronzeamento artificial, a *fotografia (2)* mostra uma fotografia do Sol.



Fotografia 1 - Câmara de bronzeamento artificial

(Fonte: <http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/bronzeamento.html>)



Fotografia 2 - Imagem do Sol

(Fonte: http://obviousmag.org/archives/2011/07/o_sol_visto_de_bem_perto.html)

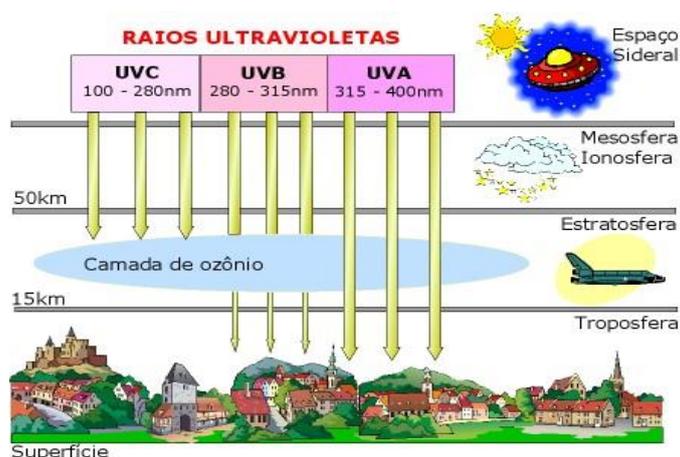
Essa apresentação pode ser feita usando o Datashow ou fixando as respectivas fotografias em um painel (cartolina) na lousa ou até mesmo no próprio questionário investigativo que será proposto abaixo. Em seguida, o professor desenvolverá atividades de oralidade e escrita com a turma a partir das seguintes questões:

Observação: Os alunos receberão as questões impressas e ao final deverão entregá-las respondidas ao professor para que se possam coletar dados sobre os conhecimentos prévios.

Questionário

1) Ao longo do dia, durante suas atividades, você se expõe muito à radiação solar? Justifique sua resposta.

2) Sabe-se que a radiação ultravioleta é uma das radiações que compõe a radiação solar, conforme ilustra a figura abaixo. Em sua opinião, como essa radiação ao longo do dia pode afetar a nossa saúde? Quais são os principais efeitos produzidos por tal radiação à saúde humana?



(Fonte: <http://sunmarket.com.br/blog/category/raios-uv/>)

3) Você já ouviu falar e sabe até mesmo o que é índice ultravioleta (IUV)? Explique.

Atividade 2

Leitura dos textos científicos:

Texto 1 - “*Radiação Ultravioleta*”.

Disponível em: www.coladaweb.com/fisica/ondas/radiacao-ultravioleta

Texto 2 - “*Da pele morena ao branco total*”.

Disponível em: <http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/fisica/0009.html>

Após a leitura o professor deverá:

- i) Debater e discutir com os alunos as leituras realizadas levando-os a refletir sobre os efeitos, riscos e benefícios da radiação ultravioleta à saúde humana;
- ii) Posteriormente, para enriquecer e complementar a aula, os alunos poderão ver e debater com o professor o seguinte vídeo: “**Entenda a diferença entre os raios UVA e UVB**” (Tempo previsto: 24 min e 40 s).

Disponível em: <http://g1.globo.com/bemestar/videos/t/edicoes/v/entenda-a-diferenca-entre-raios-uva-e-uvb/3076458/>

Comentários do vídeo:

O vídeo apresenta duas médicas, uma dermatologista e uma endocrinologista, que discutem os riscos e benefícios que podem ser desencadeados à saúde humana pelos raios UVA e UVB provenientes do Sol. As médicas destacam que os raios UVA, por terem maior comprimento de onda, atingem as camadas mais profundas da derme e são os responsáveis pelo bronzeamento da pele e pelo surgimento de manchas e rugas em casos de excessiva exposição ao longo do tempo, enquanto os raios UVB, por possuírem menor comprimento de onda, atingem as camadas superficiais da derme e são os responsáveis pela vermelhidão e queimaduras na pele, porém, quando a exposição ocorre em pequenas doses e de forma moderada (antes das 10 horas da manhã e após as 16 horas da tarde) auxiliam na fabricação de vitamina D no organismo.

Em seguida, os alunos deverão em grupo (máximo de três a quatro alunos) e com o auxílio do professor preencher o quadro sobre os tipos de radiações UV existentes na natureza identificando: faixa espectral (frequências e comprimentos de onda), o que elas têm em comum, onde são produzidas, como são detectadas pelo ser humano, benefícios para o ser humano (utilidade) e malefícios (perigos) e, ao final, entregá-la ao professor em um

quadro semelhante à que segue, sistematizando parte das discussões debatidas em aula e do seu aprendizado.

QUADRO DE INVESTIGAÇÃO DOS TIPOS DE RADIAÇÕES UV		
1. Identifique a faixa espectral (frequências e comprimentos de onda) e as características da cada tipo de radiação UV e, em seguida, preencha o quadro abaixo.		
UVA	UVB	UVC
2. O que essas radiações têm em comum?		
3. Onde são produzidas?		
4. Como são detectadas pelo ser humano?		
5. Quais os benefícios (utilidade) para o ser humano?		
6. Quais os malefícios ou perigos para o ser humano?		

Atividade 3

Leitura e discussão dos seguintes textos científicos:

Texto 1 - “Índice UV mede nível de radiação na superfície da Terra; saiba como se proteger”.

Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u529971.shtml>

Texto 2 - “Luz solar”.

Disponível em: <http://www.cives.ufrj.br/informacao/ls/luzsolar-iv.html>

Após a discussão, os alunos poderão ver e debater com o professor o seguinte vídeo: “Índice UV” (Tempo previsto: 4 min e 37 s).

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=dklwUIKJ2Ik>

Comentários do vídeo:

O vídeo indicado apresenta a definição do que é o índice UV, mostrando que se trata de uma escala que mede o nível da radiação UV proveniente do Sol que atinge a superfície da Terra. É destacado que no período entre as 10 e as 16 horas o nível da radiação UV é maior, havendo necessidade de medidas de proteção, tais como, o uso de óculos de sol, chapéus, bonés e protetor solar, principalmente se a pessoa estiver num lugar sem sombra.

Em seguida, os alunos deverão responder em grupo as seguintes questões:

- 1) Explique o que é o índice UV e quais são os fatores levados em consideração na sua determinação.
- 2) A utilização de protetores solares em forma de creme protege as pessoas particularmente contra quais radiações? Explique como é estabelecida essa proteção.
- 3) De acordo com o vídeo e leituras realizadas, explique por que mesmo em **dias nublados** a radiação UV do Sol pode oferecer riscos à saúde humana.

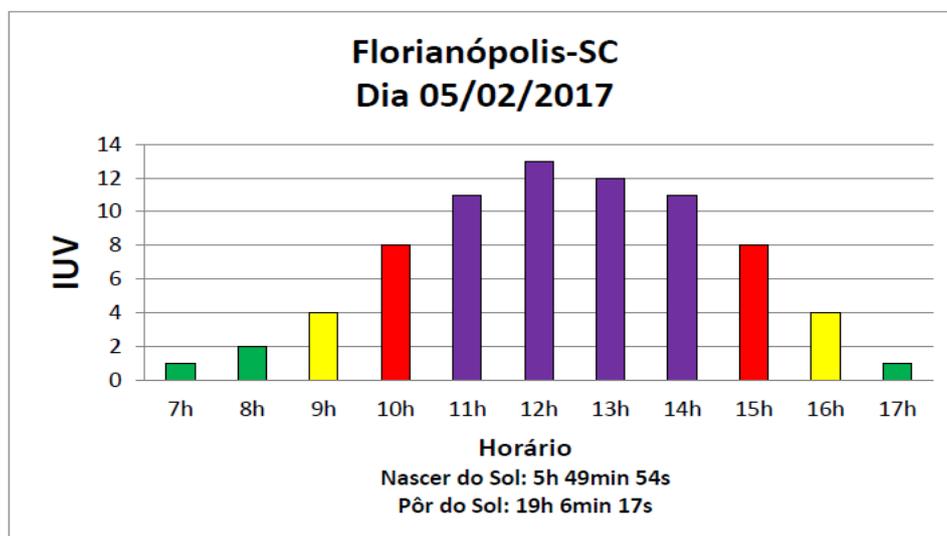
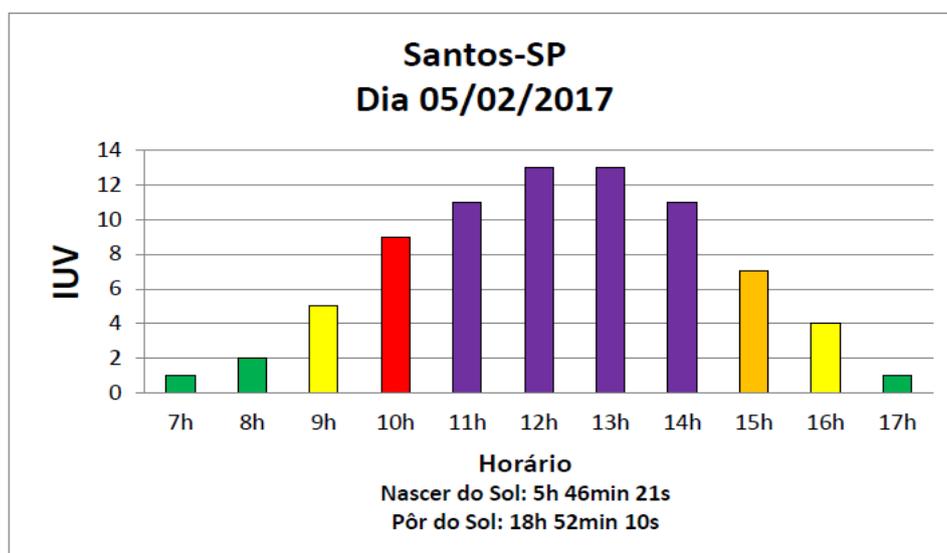
Tarefa

Para você, o bronzamento artificial é seguro? Justifique sua resposta.

Faça uma pesquisa sobre qual é o parecer da **ANVISA** (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) sobre o bronzamento artificial.

Atividade 4

É apresentado abaixo dois gráficos que indicam o índice de radiação ultravioleta (IUV) do Sol correspondente a cada hora (no período das 7 às 17 h) das cidades litorâneas de Santos-SP e Florianópolis-SC do dia 5 de fevereiro de 2017.



Fonte: www.cptec.inpe.br

De acordo com recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS), o IUV é caracterizado por um número inteiro adimensional e por uma cor, de maneira que, seus valores são agrupados em níveis de intensidades que

indicam os perigos oferecidos pela radiação ultravioleta do Sol dependendo do nível da radiação presente, conforme indica a tabela abaixo:

Tabela - Categorias de exposição à radiação UV, intervalo respectivo de índice UV e ação protetora (Fonte: Okuno e Vilela, 2005 – Adaptada)

Categoria de exposição	Intervalo de índice UV	Cor do número do índice	Ação protetora
Baixa	< 2	Verde	Nenhuma; pode-se permanecer ao ar livre.
Moderada	3 a 5	Amarela	Há necessidade de proteção; vista uma camiseta, use protetor solar, óculos escuros, chapéu ou boné.
Alta	6 a 7	Alaranjada	Há necessidade de proteção; vista uma camiseta, use óculos escuros com filtro UV, protetor solar, chapéu ou boné e próximo ao meio-dia procure locais sombreados ou ambientes fechados.
Muito alta	8 a 10	Vermelha	Proteção extra; evite sair ao redor do meio-dia, permaneça em ambientes fechados, use óculos escuros com filtro UV, protetor solar, chapéu ou boné.
Extrema	> 11	Violeta	Proteção extra; evite sair ao redor do meio-dia, permaneça em ambientes fechados, use óculos escuros com filtro UV, protetor solar, chapéu ou boné.

A proposta da OMS é de popularizar essa escala a fim de que as pessoas se conscientizem dos efeitos nocivos do excesso de exposição à radiação UV solar, principalmente à pele e aos olhos.

Assim, de acordo com as informações apresentadas, complete o quadro abaixo:

Horário	Santos-SP		Florianópolis-SC	
	IUV	Nível	IUV	Nível
8h				
9h				
10h				
11h				
12h				
13h				
14h				
15h				
16h				
17h				

Após o preenchimento do quadro, respondam em grupo (máximo de três a quatro alunos) as seguintes questões:

- Com base na tabela preenchida, que horário, em ambas as cidades, temos maior índice de radiação ultravioleta?
- Quais os cuidados e medidas preventivas que devemos tomar em horários de maior índice de radiação ultravioleta?

Em seguida, o professor irá propor como atividade de pesquisa a ser entregue a seguinte questão* no laboratório de informática:

“O surgimento de novas modas e tendências pode ter efeitos muitas vezes imprevisíveis. No início do século XX, as mulheres primavam pela brancura da pele e tomavam banhos de mar praticamente vestidas. Com o passar do tempo os trajes passaram a cobrir cada vez menos o corpo e, atualmente, há pessoas que pensam que um corpo bem bronzeado é sinal de saúde.”

Formem grupos com seus colegas e investiguem a opinião de médicos dermatologistas sobre o bronzeamento e sua relação com o aumento da incidência de câncer de pele no decorrer dos séculos XX e XXI. Pesquisem também a relação dessa doença com certas profissões, como por exemplo, dos trabalhadores rurais e pescadores que são mais expostos ao Sol.

**Fonte: TORRES et al., 2013, p. 143*

Atividade 5

Realização de uma atividade experimental com um **medidor de índice ultravioleta portátil**, conforme ilustra a figura abaixo.



Características do aparelho medidor de índice UV

A) Aparelho: Medidor de índice UV portátil (GD-UV06).

B) Especificações:

1. Número do modelo: GD-UV06;
2. Sensor UV avançado, faixa de valores de teste do índice UV: nível de 0,0 a 20,0;
3. Display (visor) LCD digital, com precisão de 0,1;
4. Fonte de alimentação: bateria de lítio CR2025;
6. Faixa de temperatura de operação: 0 °C a 50 °C;
7. Dimensões do aparelho: 70 mm x 35 mm x 12 mm.

C) Funções:

- Indica e registra o índice UV onde estiver, seja em pleno sol, ou na sombra;
- Ideal para quem deseja se prevenir de danos aos olhos e a pele;
- Usado também para comprovar a eficácia de bloqueadores de raios UV, como óculos de sol e películas de controle solar (Insulfilm).

D) Procedimento:

1. Pressione o botão de mudança de modo (tecla UV) e entre no modo de teste. O LCD (visor) deverá exibir 0,0;
2. Direcionar o sensor do aparelho para o Sol;

3. Aguarde 30 segundos. E, então, o valor de exibição do LCD piscará por 5 segundos. O valor do flash é o índice de radiação UV local;

4. Após 5 segundos, retornará automaticamente o modo de exibição do relógio.

E) Como adquirir?

Pode ser adquirido facilmente pela internet, como por exemplo, no seguinte endereço:

[https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-806466832-medidor-detector-de-
indice-ultravioleta-uv-tipo-chaveiro- JM](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-806466832-medidor-detector-de-indice-ultravioleta-uv-tipo-chaveiro- JM)

Preço médio do aparelho em março de 2018: R\$ 55,00.

Esta atividade consiste em preencher o quadro abaixo realizando medições do índice ultravioleta, conforme procedimento descrito anteriormente, em um dia ensolarado e em determinados ambientes, indicando se haverá ou não a necessidade de medidas de proteção à radiação UV do Sol.

Quadro para coleta de dados sobre a medição do IUV				
Ambiente	Características do ambiente	Horário do dia	IUV	Medidas de proteção
Sala de Aula				
Quadra Esportiva				
Pátio da Escola				
Ao lado de uma árvore				

O objetivo desse experimento é o de obter com os alunos medições do índice de radiação UV seja em pleno Sol ou na sombra, mostrando aos alunos como é possível se prevenir de queimaduras, do câncer de pele e de problemas na visão, como a catarata, em decorrência de situações de excessiva exposição à radiação ultravioleta do Sol ao longo dos anos. É importante salientar aos alunos que existem basicamente duas maneiras de se medir o nível de radiação UV que chega à superfície terrestre, através de instrumentos instalados no solo como, por exemplo, estações meteorológicas, medidores públicos, medidores portáteis entre outros ou através de satélites. No caso dos medidores portáteis, estes podem ter diferentes aplicações, tais como: utilização nas escolas como ferramenta de ensino sobre a radiação UV e seus efeitos nocivos, individualmente para conferência do índice UV e escolha dos meios de proteção.

Finalmente, após o desenvolvimento das atividades propostas na Sequência Didática, de modo a possibilitar ao professor coletar mais informações que evidencie se houve ou não aprendizagem significativa, os alunos deverão responder a seguinte questão:

Descrevam a partir das discussões realizadas, durante as aulas, quais são os principais efeitos (riscos e benefícios) produzidos à saúde humana pela radiação UV.

Atividade 6

A partir das leituras, pesquisas e atividades desenvolvidas, os alunos produzirão, no laboratório de informática, cartazes (pôsteres) e folder que serão apresentados à comunidade escolar em um dia, por exemplo, de Feira Cultural, com o objetivo de esclarecer os principais efeitos gerados à saúde pelos raios UV e as medidas de proteção.

Exemplo de Folder – Disponível em:

<https://drive.google.com/file/d/1cpVOSu0e66Y8suHONdVp0aHIPONZh3x3/view?usp=sharing>

Exemplo de Cartazes:

Tema	Endereço de acesso ao arquivo
Radiação UV - características	https://drive.google.com/file/d/0B0r98F9x09ayEgDk2dWlvT0lwXzA/view?usp=sharing
Mitos e verdades sobre a radiação UV do Sol	https://drive.google.com/file/d/0B0r98F9x09ayVIA1ejhjWW0tTEU/view?usp=sharing
Índice Ultravioleta (IUV) e medidas de proteção	https://drive.google.com/file/d/1sDSOzTWHi0d0TYLAzmfYrFXMWEPKkzLl/view?usp=sharing
Efeitos tardios aos olhos gerados pela radiação UV	https://drive.google.com/file/d/13j2jfnoAis4RVrxEbVPW_LZ8Nhbn3wFR/view?usp=sharing
Efeitos tardios à pele gerados pela radiação UV	https://drive.google.com/file/d/1LTx6yQuMe_KrBbEmTYepUv5o4k4lQvBG/view?usp=sharing
Efeitos imediatos aos olhos gerados pela radiação UV	https://drive.google.com/file/d/1A7aQlxGf3QXd5BRAPA2P_lBY5WBbo2vl/view?usp=sharing
Efeitos imediatos à pele gerados pela radiação UV	https://drive.google.com/file/d/1dnbG8y6lwW-vP36tzz7_PlrSp84TW4Zo/view?usp=sharing
Efeitos benéficos da radiação UV à saúde humana	https://drive.google.com/file/d/1rgFAlH2Pw4Jgmxvti8KzMSeAyZuxx65v/view?usp=sharing

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COLA DA WEB – *Radiação ultravioleta*. Disponível em: <http://www.coladaweb.com/fisica/ondas/radiacao-ultravioleta>. Acesso em: 21/04/2017.

COSTA, M. L.; SILVA, R. R. *Ataque à pele*. Revista Química Nova na Escola, maio de 1995 – nº1. Disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc01/quimsoc.pdf>. Acesso em: 03/06/2017.

CPTEC/INPE – *Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais*. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br>. Acesso em: 05/02/2017.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. Porto Alegre: Bookman, 2002.

HOROWICZ, R. J. *Luz, cores – ação: a ótica e suas aplicações tecnológicas*. São Paulo: Moderna, 1999.

Índice UV mede nível de radiação na superfície da Terra; saiba como se proteger. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u529971.shtml>. Acesso em: 03/06/2017.

Luz solar. Disponível em: <http://www.cives.ufrj.br/informacao/ls/luzsolar-iv.html>. Acesso em: 03/06/2017.

OKUNO, E. *Epidemiologia do câncer devido a radiações e a elaboração de recomendações*. 2009. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/235339/mod_resource/content/1/Okuno_RBFM_v3n1_43-45Epidemiol.pdf. Acesso em: 23/04/2017.

OKUNO, E.; VILELA, M. A. C. *Radiação ultravioleta: características e efeitos*. São Paulo: Livraria da Física, 2005.

OLIVEIRA, M. M. F. *Radiação ultravioleta / índice ultravioleta e câncer de pele no Brasil: condições ambientais e vulnerabilidades sociais*. Revista Brasileira de Climatologia, v. 13, n. 9, p. 60-73, 2013. Disponível em: <http://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/36764>. Acesso em: 22/04/2017.

PIMENTA, M. A. *Da pele morena ao branco total*. Revista Ciência Hoje, dezembro de 2001 – nº 178. Disponível em: <http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/fisica/0009.html>. Acesso em: 21/04/2017.

SÃO PAULO, Secretaria da Educação. *Proposta Curricular do Estado de São Paulo para a disciplina de Física (Ensino Médio)*. São Paulo: SE, 2008.

SILVA, G. D.; OGAWA, M. M.; SOUZA, P. C. *Os efeitos da exposição à radiação ultravioleta ambiental*. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAeiqAAJ/ultravioleta>. Acesso em 21/04/2017.

TORRES, C. M. A.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T.; PENTEADO, P. C. M. *Física: Ciência e Tecnologia (Eletromagnetismo e Física Moderna); volume 3*. São Paulo: Editora Moderna, 2013.