



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA**  
**INSTITUTO DE QUÍMICA**

**Experimentação no Ensino de Química: um trabalho de  
alerta acerca da importância de se proteger do excesso  
de Sol**

**Nayane Pereira de Oliveira**

RIO DE JANEIRO  
2015

NAYANE PEREIRA DE OLIVEIRA

EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA: um trabalho de alerta acerca da importância de se proteger do excesso de Sol

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Química do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito para a obtenção do grau de Licenciado em Química.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Cunha Michel  
Coorientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Bianca Aloise Maneira Corrêa dos Santos

RIO DE JANEIRO  
2015

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Nayane Pereira de Oliveira

EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA: um trabalho de alerta acerca da importância de se proteger do excesso de Sol

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Química do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito para a obtenção do grau de Licenciado em Química.

Aprovada por:

---

Prof. Dr. Ricardo Cunha Michel – IMA-UFRJ  
Instituto de Macromoléculas – Universidade Federal do Rio de Janeiro

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Bianca Aloise Maneira Corrêa dos Santos – FF-UFRJ  
Faculdade de Farmácia - Universidade Federal do Rio de Janeiro

---

Prof. Antônio Carlos de Oliveira Guerra – IQ-UFRJ  
Instituto de Química – Universidade Federal do Rio de Janeiro

---

Prof.<sup>a</sup> Daniella Lopez Vale – IQ-UFRJ  
Instituto de Química – Universidade Federal do Rio de Janeiro

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por toda a força e saúde que tem me dado e por ter permitido que eu concluísse a minha graduação.

Aos meus familiares, em especial ao meu querido pai e melhor amigo, Carlos Henrique Nascimento de Oliveira, pelo imenso esforço diário para proporcionar aos filhos toda a condição necessária para que a família progreda, por acreditar no meu potencial e estar sempre ao meu lado me incentivando. Ao meu irmão, Carlos Eduardo Pereira de Carvalho, por apesar da distância física se fazer presente nos momentos que mais preciso.

Ao meu amor e também melhor amigo, Fabrício Ferreira, por toda a força, incentivo, paciência e compreensão durante a execução dessa etapa. Agradeço também pelo imenso amor que me concebe diariamente, por não me deixar desistir nunca e me fazer acreditar que sou mais forte que imagino.

Ao meu professor e orientador, Ricardo Cunha Michel, pela orientação, por ter me ajudado e incentivado a desenvolver o trabalho sobre tema que eu desejava. Agradeço também a sua dedicação e sua forma de se expressar sempre tão enérgica e empolgante durante as aulas e reuniões. Profissionais como o senhor são raros atualmente, o que mostra que és muito especial.

À minha coorientadora, Bianca Aloise Maneira Corrêa dos Santos, por ter despertado em mim a vontade de trabalhar com esse tema com a sua fala cativante e empolgada de quem é apaixonado pelo que faz. Agradeço também a boa vontade de me ajudar desde o primeiro dia que fui procurá-la no CCS. A senhora também é digna de muitos aplausos por apesar de ser tão jovem já se destacar tanto na sua área e trabalhar com tanto amor.

À bibliotecária responsável pela biblioteca Professor Jorge de Abreu Coutinho, Heloísa Helena Costa, pela ajuda na procura de artigos, na execução e correção das referências bibliográficas.

À professora e grande amiga, Michelle Jakeline Cunha Rezende, por ter me recebido de portas abertas no LEMAE em um momento que estava completamente perdida. Se hoje estou me formando, uma das maiores responsáveis por isso é você. Obrigada por ser tão dedicada e atenciosa com seus alunos e pelo seu diferencial, que é querer sempre conquistar a amizade

e confiança daqueles que tem a oportunidade de te conhecer e trabalhar contigo. Ter me aproximado de você foi uma dádiva, pois conheci um dos seres humanos mais especiais, sinceros, amigos e verdadeiros que ainda há nesse mundo. Muito obrigada por ser minha amiga!

À professora e amiga, Marciela Scarpellini, pelas suas incríveis aulas de química inorgânica, pelo imenso carinho que me dá sempre que nos encontramos no corredor e por ter se tornado mais que uma professora, uma boa amiga.

À amiga e diretora do CIEP 089 – Graciliano Ramos e amiga, Cláudia Torres, por ter me recebido de braços abertos tanto para o PIBID, quanto para ser estagiária. Agradeço também o seu bom humor, seu carinho e a sua perseverança em transformar essa escola no melhor para seus alunos e companheiros de trabalho. Muito obrigada pelas palavras amigas e doces, por me incentivar a crescer e ajudar a enfrentar diversos problemas que tive ao decorrer desse período que nos aproximamos.

Ao meu amigo, Márcio Tadeu Martins do Valle, pela companhia diária nas voltas para casa, pelos bons conselhos, por doar seus ouvidos e pela imensa paciência para me aturar nos dias em que o estresse falava mais alto. Você foi fundamental para a conclusão dessa etapa da minha vida.

Ao companheirismo dos meus amigos do Laboratório (LEMAE) e daqueles que me aproximei ao longo da graduação.

Ao meu eterno melhor amigo e irmão, Eduardo Koeppe Rocha da Costa (*In Memoriam*), por ter sido sempre tão amoroso e verdadeiro comigo. Obrigada por cada sorriso que me fez dar, pelos carinhos, palavras amigas, pela sinceridade e por me confortar diariamente apesar de não estar mais aqui de corpo presente.

À minha gatinha Xaninha (*In Memoriam*) por ter sido sempre tão companheira e ter me ensinado que o amor pode surgir de forma muito intensa e quando menos se espera.

## RESUMO

OLIVEIRA, Nayane Pereira **EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA:** um trabalho de alerta acerca da importância de se proteger do excesso de Sol. Rio de Janeiro, 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Química, Rio de Janeiro, 2015.

O presente trabalho aborda a importância de se utilizar o ambiente escolar como um meio de formação de cidadãos mais críticos e de transformação de hábitos, através de um alerta acerca da importância de se utilizar protetor solar corretamente, associado a outras medidas também efetivas para se prevenir o câncer de pele, o qual é líder em porcentagem de todos os tumores malignos registrados no país, segundo as pesquisas mais recentes realizadas pelo Instituto Nacional do Câncer (INCA). A realização de uma atividade experimental capaz de demonstrar a existência da radiação ultravioleta por meio do efeito da fluorescência e o seu bloqueio através do uso do protetor solar, além do embasamento teórico necessário para a compreensão da discussão que se pretende fazer a cerca das temáticas “química e saúde” e “química e sociedade”, é uma boa ferramenta didática que auxilia o professor a ensinar o Modelo Atômico de Bohr de forma mais atrativa e a fazer com que o aluno perceba que essa disciplina está diretamente relacionada com o dia a dia de cada indivíduo e não tão distante quanto habitualmente se imagina.

**Palavras-chave:** formação cidadã, experimentação, protetor solar, câncer de pele.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Camadas da pele	20
<b>Figura 2</b>	Carcionoma basocelular	23
<b>Figura 3</b>	Carcinoma espinocelular	24
<b>Figura 4</b>	Melanoma ainda não invasivo	25
<b>Figura 5</b>	Materiais necessários para a realização do experimento	49
<b>Figura 6</b>	Protetor solar empregado no experimento	49
<b>Figura 7</b>	Desenho feito sobre a fórmica utilizando canetas marca-texto	53
<b>Figura 8</b>	Efeito causado ao acender a lâmpada UV sem protetor	53
<b>Figura 9</b>	Aplicação do protetor solar posicionando parte da transparência com protetor apenas sobre o desenho da lua	54
<b>Figura 10</b>	Efeito causado ao acender a lâmpada UV após posicionar a parte da transparência com protetor apenas sobre o desenho da lua	54

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b>	Classificação dos filtros UVA no sistema de quatro estrelas do FDA	30
<b>Quadro 2</b>	Recomendações relativas às diversas maneiras de se proteger dos raios UV provenientes do Sol	42
<b>Quadro 3</b>	Eficácia do fator de proteção solar (FPS) em relação à quantidade de filtro solar aplicada na pele em área de superfície	45
<b>Quadro 4</b>	Fototipos de pele e fatores de proteção solar recomendados pela ANVISA	46

## LISTA DE GRÁFICOS

**Gráfico 1** Relação entre absorvância e valor de FPS

46

## LISTA DE SIGLAS

- CBC** Carcinoma basocelular
- CEC** Carcinoma espinocelular
- DME** Dose Mínima Eritematosa
- DMP** Dose Mínima Pigmentária
- DNA** Ácido desoxirribonucleico (*deoxyribonucleic acid*)
- EROs** Espécies reativas de oxigênio
- FPS** Fator de Proteção Solar
- IARC** International Agency for Research on Cancer
- INCA** Instituto Nacional do Câncer
- NPs** Nanopartículas
- UPF** Unidade de proteção Solar
- UV** Ultravioleta
- UVA** Ultravioleta A
- UVB** Ultravioleta B
- UVC** Ultravioleta C
- UVR** Radiação Ultravioleta
- PABA** Ácido para-aminobenzóico
- RDC** Resolução da Diretoria Colegiada
- RNA** Ácido ribonucleico (*ribonucleic acid*)

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2. OBJETIVOS GERAIS</b> .....	<b>15</b>
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>3. JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>16</b>
<b>4. REFERENCIAIS TEÓRICOS</b> .....	<b>18</b>
4.1. RADIAÇÃO SOLAR.....	18
<b>4.1.1. A radiação UV Solar e seus efeitos no organismo</b> .....	<b>18</b>
4.2. PELE HUMANA.....	20
4.3. CÂNCER DE PELE .....	21
4.4. PROTETOR SOLAR .....	26
<b>4.4.1. Filtro Solar</b> .....	<b>27</b>
<b>4.4.2. Filtros Inorgânicos</b> .....	<b>28</b>
4.5. FATOR DE PROTEÇÃO SOLAR (FPS) E FATOR DE PROTEÇÃO UVA (FPUVA) .....	29
4.6. EFEITOS DA PENETRAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE ZnO E TiO <sub>2</sub> NO ORGANISMO .....	30
4.7. MODELO ATÔMICO DE BOHR .....	33
4.8. FLOURESCÊNCIA .....	33
<b>5. METODOLOGIA</b> .....	<b>35</b>
<b>6. DISCUSSÃO</b> .....	<b>36</b>
6.1. PREVENÇÃO DOS DANOS CAUSADOS PELA EXPOSIÇÃO EXCESSIVA À RADIAÇÃO UV .....	41
<b>6.1.1. Roupas, chapéus e sombrinhas</b> .....	<b>42</b>
<b>6.1.2. Óculos de sol</b> .....	<b>44</b>
<b>6.1.3. Cuidados extras próximos à areia, neve e água</b> .....	<b>44</b>
<b>6.1.4. Aplicação do protetor solar tópico</b> .....	<b>45</b>
<b>7. PROPOSTA DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL</b> .....	<b>48</b>
7.1. MATERIAIS .....	48
7.2. MÉTODO PARA A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL.....	50
7.3. SUGESTÃO DE DIRECIONAMENTO DA ATIVIDADE .....	50

7.4. DISCUSSÃO DO EXPERIMENTO .....	52
<b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>55</b>
<b>9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>56</b>
<b>APÊNDICE A – Roteiro do professor .....</b>	<b>59</b>
<b>APÊNDICE B – Roteiro do aluno .....</b>	<b>64</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Para que o Ensino de Química torne-se efetivo, esse deve ser problematizador, estimulador e desafiador. Os estudantes precisam ser conduzidos à construção do saber científico em detrimento dos questionamentos pré-concebidos e das respostas acabadas, que são comumente executados em aula. O conhecimento químico precisa ser apresentado de modo que o aluno consiga interagir ativa e profundamente com o seu meio, compreendendo que essa ciência compõe o mundo do qual ele também é ator e corresponsável (LIMA, 2012).

Entretanto, sabe-se que até mesmo na Universidade ainda é bem frequente que a transmissão de conceitos e princípios químicos seja feita com ênfase nas expressões matemáticas associadas a eles, de modo que a interpretação dos fenômenos muitas vezes não é nem sequer explorada pelos professores. “Essas situações fazem com que o Ensino de Química no Brasil se constitua num sistema de instrução com propósitos intencionais, práticas sistematizadas e alto grau de organização, caracterizando um ensino tipicamente tradicionalista” (GIESBRECHT, 1994 apud LIMA, 2012).

Desse modo, para que a aprendizagem de Química seja eficaz, é necessário que ocorram mudanças no curso de Licenciatura em Química de todo o Brasil e, sobretudo, nos métodos de ensino empregados no segmento escolar (LIMA, 2012). Além disso, é importante também que se reveja os temas e conteúdos a serem abordados em sala de aula.

Tratando-se da metodologia de ensino, deve-se aproveitar, no primeiro momento, a vivência dos alunos, fatores do dia a dia, questões levantadas pela mídia, assim como a tradição cultural de cada grupo de alunos, a fim de reconstruir o conhecimento químico para que então esses possam refazer sua leitura de mundo. Entende-se que desse modo o professor cria condições favoráveis e agradáveis para o ensino e aprendizagem da disciplina (BERNARDELLI, 2004).

Assumindo essa nova postura em relação à sua prática didático-pedagógica, o docente contribui para que a desmotivação, cujas principais

causas são a falta de contextualização e a necessidade excessiva de memorização, diminua em prol de uma aproximação do aluno com a disciplina em questão (BERNARDELLI, 2004). Além disso, o mediador contribui também para que o discente se atine e compreenda a relevância da química para o bem estar humano.

Newbold (1987) apud Barreto (2008) afirma:

“Atualmente a química é a chave para a maior parte das grandes preocupações das quais depende o futuro da humanidade, sejam elas: energia, poluição, recursos naturais, saúde ou população. De fato, a química tornou-se um dos componentes do destino do gênero humano. Entretanto, quantas pessoas, entre o público em geral, sabem um pouco que seja a respeito da relevância da química para o bem estar humano? Infelizmente, muito poucas, conforme parece... Certamente é essencial que se faça com que cada cidadão ao menos tome consciência de algumas das enormes contribuições da química na vida moderna. Deveria ser fascinante perceber que todos os processos da vida, do nascimento à morte, estão intimamente associados às transformações químicas. A qualidade de vida que desfrutamos depende em larga escala dos benefícios advindos das descobertas químicas, e nós, como cidadãos, somos continuamente requisitados para tomar decisões em assuntos relacionados à química. Não devemos, entretanto, ignorar os aspectos negativos associados a progressos baseados na química, pois fazê-lo seria fechar os olhos à realidade.”

Uma estratégia eficiente para sanar o problema da desmotivação e conseqüentemente melhorar a qualidade do Ensino de Química no país advém da adoção de uma metodologia de ensino que privilegie a experimentação, viabilizando assim a dualidade: teoria e prática (BERNARDELLI, 2004). Segundo Bernardelli (2004):

“Quanto mais integrada a teoria e a prática, mais sólida se torna a aprendizagem de Química. Ela cumpre sua verdadeira função dentro do ensino, contribuindo para a construção do conhecimento químico, não de forma linear, mas transversal, ou seja, não apenas trabalha a química no cumprimento da sua seqüência de conteúdo, mas interage o conteúdo com o mundo vivencial dos alunos de forma diversificada, associada à experimentação do dia-a-dia, aproveitando suas argumentações e indagações.”

Desse modo, a proposta que será apresentada nesse trabalho, a qual faz uso também de uma atividade experimental além do embasamento teórico, vai ao encontro das ideias explicitadas, mostrando-se uma boa alternativa para auxiliar professores da área a levarem para sala de aula um tema atual e de suma importância, como a proteção contra o excesso de Sol e os benefícios e malefícios atrelados a essa prática.

## 2. OBJETIVOS GERAIS

Utilizar o tema “proteção solar” para discutir questões transversais à química como “química e saúde” e “química e sociedade”, a fim de estimular o aprendizado dessa ciência.

### 2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Elaborar uma proposta de aulas teórico-práticas, as quais apresentem informações e envolvam discussões acerca do tema “proteção solar”, no cenário da Química.

Elaborar uma atividade experimental com a finalidade de demonstrar aos alunos a eficiência dos protetores solares, ou seja, sua capacidade de proteger a pele da radiação ultravioleta (UV). Além de utilizar o fenômeno da fluorescência, visualizado através do experimento proposto, para facilitar o ensino e a compreensão do Modelo Atômico de Bohr.

### 3. JUSTIFICATIVA

A exposição excessiva ao Sol sem proteção, além de causar queimaduras, a longo prazo, pode gerar câncer de pele, o qual é o tipo de câncer de mais fácil prevenção e paradoxalmente o mais comum atualmente no Brasil. Sua incidência vem aumentando nas últimas décadas, de modo que o câncer de pele representa 25 % dos tipos de câncer diagnosticados no país.<sup>1</sup>

O uso de protetor solar como estratégia primária de prevenção dos danos causados pela radiação ultravioleta (UV) é uma excelente alternativa para que o número de indivíduos com câncer pare de aumentar, mas não a única. Associado a essa medida, pode-se ainda fazer uso de roupas que cubram grande parte do corpo, óculos de sol com proteção UVA e UVB, além de chapéus com abas largas.

Assim sendo, para que o câncer de pele não venha a se tornar uma epidemia, é necessário que campanhas que estimulem tais hábitos de proteção solar entre adolescentes sejam desenvolvidas, afinal de contas, quando esses são adquiridos na infância e adolescência, podem modificar hábitos futuros e os pais podem ser influenciados por isso (PIAZZA, 2007).

Um ambiente propício para que essas campanhas sejam executadas é o ambiente escolar. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCNEM (2000):

“Na escola, de modo geral, o indivíduo interage com um conhecimento essencialmente acadêmico, principalmente através da transmissão de informações, supondo que o estudante, memorizando-as passivamente, adquira o ‘conhecimento acumulado’. A promoção do conhecimento químico em escala mundial, nestes últimos quarenta anos, incorporou novas abordagens, objetivando a formação de futuros cientistas, de cidadãos mais conscientes e também o desenvolvimento de conhecimentos aplicáveis ao sistema produtivo, industrial e agrícola. Apesar disso, no Brasil, a abordagem da Química escolar continua praticamente a mesma. Embora às vezes ‘maquiada’ com uma aparência de modernidade, a essência permanece a mesma, priorizando-se as informações desligadas da realidade vivida pelos alunos e pelos professores.”

---

<sup>1</sup> Informação obtida na página eletrônica do Instituto Nacional do Câncer: [http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/tiposdecancer/site/home/pele\\_melanoma](http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/tiposdecancer/site/home/pele_melanoma). Acesso em: 11 dez. 2014.

Desse modo, para que o Ensino de Química no país transforme-se efetivamente, é necessário que novos temas e conteúdos sejam introduzidos no meio escolar. Esses devem favorecer a compreensão do mundo natural, social, político e econômico. “E, para isso, a forma de tratamento desses temas e conteúdos é determinante e deve contemplar o desenvolvimento de procedimentos, atitudes e valores” (PCNEM+, 2002).

Tomando como premissa o que foi abordado acima, acredita-se que desenvolver um trabalho com alunos do Ensino Médio, como o proposto, cujos objetivos principais são ampliar os horizontes culturais e desenvolver um senso crítico, é uma excelente iniciativa para que efetivas mudanças sejam enxergadas a médio prazo no Ensino de Química no país. Além disso, trabalhos desse cunho favorecem o desenvolvimento de competências propostas no PCNEM, como “reconhecer as relações entre o desenvolvimento científico e tecnológico da Química e aspectos sócio-político-culturais” (PCNEM, 2000).

## 4. REFERENCIAIS TEÓRICOS

### 4.1. RADIAÇÃO SOLAR

A Terra recebe a energia emitida pelo Sol na forma de radiação eletromagnética de todos os comprimentos de onda e a maior parte dela é muito nociva para os seres vivos. Entretanto, grande parte da radiação nociva é absorvida principalmente pela camada de ozônio e também pelas demais camadas superiores da atmosfera (COSTA, 1995).

As ondas eletromagnéticas que são capazes de chegar até a superfície terrestre são aquelas cujos comprimentos de onda encontram-se na faixa do ultravioleta (100-400 nm), visível (400-780 nm) e infravermelho (780-1700 nm) do espectro eletromagnético. Essas apresentam-se assim distribuída: 56% de infravermelho, 39% de luz visível e 5% de radiação ultravioleta (BALOGH et al., 2011).

#### 4.1.1. A radiação UV Solar e seus efeitos no organismo

Segundo Balogh *et al.* (2011), a radiação UV é absorvida por distintos cromóforos, ou seja, por moléculas as quais absorvem a luz na pele. Dentre esses estão: melanina, DNA, RNA, proteínas, aminoácidos aromáticos, como tirosina e triptofano, ácido urocânico, entre outros. Os cromóforos - sendo o DNA um dos principais alvos da radiação UV – ao absorverem essa radiação, geram reações fotoquímicas que envolvem espécies reativas do oxigênio. Os produtos e subprodutos dessas reações são reparados por enzimas específicas, contudo, se a exposição ao Sol se dá de modo excessivo, esse processo perde sua eficácia, causando danos ao material genético.

De acordo com González (2008) apud Balogh (2011), “a radiação UV afeta os olhos e, a cada ano, aproximadamente 3 milhões de pessoas sofrem

perda da visão devido aos danos relacionados a radiação UV, tais como fotoconjuntivites e cataratas.”

Esse tipo de radiação apresenta uma faixa comprimento de onda que varia de aproximadamente 100 a 400 nm e é subdividida em três regiões, as quais são denominadas de UV-A, UV-B e UV-C (BALOGH *et al.*, 2011).

Segundo a Sociedade Brasileira de Dermatologia Regional São Paulo – SBD-SP (2013/2014), os raios UVA são pouco absorvidos pelo ozônio, ao cruzar a atmosfera. São os menos energéticos das subregiões, variam de 320 a 400 nm, entretanto, podem ter efeitos nocivos por penetrarem profundamente no tecido cutâneo. Como resultado negativo dessa penetração, observa-se alterações na elasticidade natural da pele, agravamento de fotodermatoses, além do aumento da quantidade de células inflamatórias presentes na derme (PALM, 2007 apud BALOGH *et al.*, 2011).

Os raios UVB são majoritariamente absorvidos pela camada de ozônio, chegando à Terra 10% da quantidade emitida pelo Sol (SBD-SP, 2013/2014). Embora apresentem menor comprimento de onda, cuja variação é de 290 a 320 nm (BALOGH *et al.*, 2011), e menor poder de penetração na pele – são absorvidas mais intensamente pela epiderme - por serem mais energéticas, são as responsáveis por gerar queimaduras, manchas, descamação, queratoses actínicas (lesões pré-cancerígenas) e câncer de pele (ARAÚJO & SOUZA, 2008; PIAZZA, 2007). Ao interagir diretamente com o DNA, essa radiação produz mutações nos dímeros de pirimidina, os quais se associam ao câncer de pele não melanoma (BALOGH *et al.*, 2011).

Já os raios UVC, que variam de 100 a 290 nm, por possuírem ondas curtas e altamente energéticas, são capazes de causar danos aos tecidos vivos, como carcionogênese e mutagênese (ARAÚJO & SOUZA, 2008). Contudo, são quase que completamente absorvidos pelo ozônio da estratosfera, barreira natural que recobre a Terra (SBD-SP, 2013/2014).

Apesar dos efeitos adversos abordados acima, a radiação UV também gera benefícios à saúde humana. Essa estimula a produção da vitamina D3 (colecalciferol), a qual é produzida como resultado da incidência da luz solar sob o 7-desidrocolesterol (ergosterol), presente na pele dos animais. A vitamina em questão está envolvida: no metabolismo ósseo, pois é essencial para que aconteça o depósito de cálcio nos ossos em crescimento; no funcionamento

adequado do sistema imunológico; no tratamento de doenças de pele como psoríase e vitiligo (BALOGH *et al.*, 2011; RODRIGUES JÚNIOR, 2008). Quando a exposição de pacientes à radiação UV acontece regularmente, caracteriza-se como fototerapia, a qual pode ser empregada em conjunto com alguns medicamentos capazes de aumentar a sensibilidade do paciente à radiação, proporcionando melhoras no quadro de algumas doenças dermatológicas (BALOGH *et al.*, 2011)

#### 4.2. PELE HUMANA

Sendo o maior órgão em termos de extensão, a pele representa menos de 15 % do peso do corpo humano (LOPES, 2012). Essa funciona como uma barreira física e bioquímica, impedindo a invasão por patógenos e mantendo o equilíbrio hidroeletrólítico, ou seja, evitando a excessiva perda de água e outros solutos (CORRÊA, 2013).

A pele é composta por duas camadas principais, sendo elas a derme e a epiderme, como pode-se observar na Figura 1.

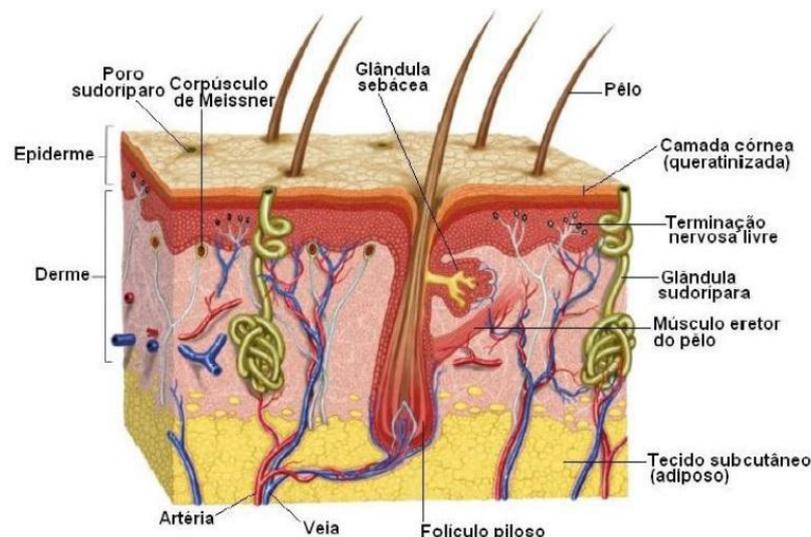


Figura 1. Camadas da pele  
Fonte: Monteiro, 2008 apud Lopes, 2012.

A epiderme é a camada mais superficial da pele, sendo assim, é responsável por protegê-la das agressões externas. É subdividida em quatro subcamadas, da mais externa para a interna respectivamente: camada córnea,

camada granulosa, camada espinhosa e camada basal (CORRÊA, 2013; LOPES, 2012).

Conforme novas células são produzidas na camada basal, as células mais antigas (ricas em queratina, mortas, anucleadas) são empurradas até a superfície da pele, originando a camada córnea. A espessura dessa camada varia de acordo com a exposição à radiação ultravioleta, uma vez que quanto maior for essa exposição, mais células novas serão produzidas e, por conseguinte, mais células serão conduzidas à superfície, aumentando assim a largura da camada córnea. Esse processo diminui a sensibilidade à radiação UV (GONÇALVES, 2010 apud LOPES, 2012).

Na camada basal localizam-se também os melanócitos, células produtoras de melanina, a qual consiste em um pigmento responsável pela proteção natural da pele contra os raios UV, que é produzida mediante estímulo dessa radiação (CORRÊA, 2013; LOPES, 2012).

Localizada logo acima dessa camada, a camada espinhosa é formada por queratinócitos, os quais formam grânulos de querato-hialina à medida que vão sofrendo divisão celular. Já a camada granulosa é rica em grânulos de querato-hialina, além de essa ser a responsável pela síntese da bicamada lipídica (RIBEIRO, 2006 apud CORRÊA, 2013).

A derme é responsável por prover sustentação e nutrientes à epiderme (CORRÊA, 2013). Como se pode observar na Figura 1, “essa camada é formada por tecido conjuntivo, contendo: fibras elásticas e colágenas, vasos sanguíneos e linfáticos, terminações nervosas e nervos, folículos pilossebáceos e glândulas sudoríparas” (MONTEIRO, 2008 apud LOPES, 2012).

#### 4.3. CÂNCER DE PELE

Sabe-se que o corpo humano é formado por células, que por sua vez, quando normais, renovam-se ao se dividirem, amadurecerem e morrerem. Quando esse processo natural deixa de acontecer, essas células anormais sofrem mutações que podem provocar danos em um ou mais genes

(“segmentos do DNA – sigla em inglês para ácido desoxirribonucleico – que controlam as funções normais das células”) de uma única célula<sup>2</sup>.

No caso do câncer de pele, esses danos podem ocorrer pela absorção da radiação UV pelo DNA causando danos diretos ao mesmo, ou através de processos oxidativos gerados por essa radiação, que dão origem a espécies reativas de oxigênio (EROs) e causam lesão indireta ao DNA (ALMEIDA *et al.*, 2005 apud CORRÊA, 2013).

Tais células danificadas dividem-se descontroladamente, produzindo novas células anormais. Quando os sistemas de reparo falham, as novas células tornam-se cada vez mais anormais, produzindo por ventura células cancerosas. Essas podem aglomerar-se, gerando uma massa de tecido nomeada tumor em um processo que pode levar muitos anos<sup>3</sup>.

A incidência dos cânceres de pele vem aumentando ao decorrer das três últimas décadas, de modo que a sua prevenção passou a ser prioridade em saúde pública de diversos países, sobretudo naqueles cuja população é majoritariamente de etnia branca (SBD-SP, 2013/2014).

De acordo com a previsão fornecida pelo INCA, estima-se 98.420 casos novos de câncer de pele não melanoma nos homens e 83.710 nas mulheres no Brasil, em 2014. Tais valores relacionam-se a um risco estimado de 100,75 casos novos a cada 100 mil homens e 82,24 a cada 100 mil mulheres<sup>4</sup>. Nos Estados Unidos esse índice é bem mais alarmante, uma vez que a estimativa dada pela Academia Americana de Dermatologia é de que haja dois milhões de novos casos por ano<sup>5</sup>.

Existem dois tipos de câncer de pele: o não melanoma, mais comum no Brasil e o melanoma, mais raro e letal. Esses diferenciam-se de acordo com a camada da pele que é afetada pelo crescimento anormal e descontrolado das células que a compõem<sup>6</sup>.

O câncer não melanoma, quando detectado precocemente e tratado adequadamente, apresenta grande probabilidade de cura. Esse é subdividido

---

<sup>2</sup> Informação obtida na página eletrônica do Instituto Nacional do Câncer: <<http://www.inca.gov.br/situacao/arquivos/carcinogenese.pdf>>. Acesso em: 11 dez. 2014.

<sup>3</sup> Idem a nota 2.

<sup>4</sup> Informação retirada da página eletrônica do Instituto Nacional do Câncer: <<http://www.inca.gov.br/estimativa/2014/estimativa-24042014.pdf>>. Acesso em: 11 de dez. 2014.

<sup>5</sup> Informação retirada da página eletrônica da Sociedade Brasileira de Dermatologia: <<http://www.sbd.org.br/doencas/cancer-da-pele/>>. Acesso em: 11 dez. 2014.

<sup>6</sup> Idem a nota 5.

em duas classes: o carcinoma basocelular e o carcinoma espinocelular (INCA, 2011 apud CORRÊA, 2013).

O carcinoma basocelular (CBC), apresentado a título de ilustração na Figura 2, surge na camada basal da epiderme e é o tipo de câncer que apresenta maior representatividade, sendo responsável por 70% dos diagnósticos. Apesar dessa alta incidência, possui baixa letalidade, alta curabilidade e evolução lenta<sup>7,8</sup>. Os CBCs manifestam-se através de lesões (feridas ou nódulos), as quais podem assemelhar-se a lesões não cancerígenas, como eczema e psoríase, o que implica na necessidade de um médico especialista para diagnóstico e tratamento corretos. Segundo a SBD, “O tipo mais encontrado é o nódulo-ulcerativo, que se traduz como uma pápula vermelha, brilhosa, com uma crosta central, que pode sangrar com facilidade.” Essa doença manifesta-se em regiões do corpo que estão mais comumente expostas, como face, orelhas, couro cabeludo, ombros e costas<sup>9</sup>.



Figura 2. Carcinoma basocelular.  
Fonte: SBD-SP, 2013/2014.

<sup>7</sup> Informação obtida na página eletrônica da Sociedade Brasileira de Dermatologia: <<http://www.sbd.org.br/doencas/cancer-da-pele/>>. Acesso em: 11 dez. 2014

<sup>8</sup> Informação obtida na página eletrônica do Instituto Nacional do Câncer: <[http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/tiposdecancer/site/home/pele\\_ao\\_melanoma](http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/tiposdecancer/site/home/pele_ao_melanoma)>. Acesso em: 11 dez. 2014

<sup>9</sup> Idem a nota 5.

O segundo tipo mais comum, representando 25 % dos diagnósticos, é o carcinoma espinocelular (CEC) – Figura 3. Manifesta-se nas camadas mais superficiais da epiderme e normalmente se apresenta por meio de uma ferida ou machucado, de coloração avermelhada, espessa e descamativa, que não cicatriza e sangra eventualmente. Além disso, também revelam-se com aparência análoga a das verrugas. Assim como o carcinoma basocelular, o carcinoma espinocelular desenvolve-se com mais frequência nas áreas normalmente mais expostas ao Sol, entretanto, alguns casos dessa doença correlacionam-se a feridas crônicas e cicatrizes na pele, uso de drogas antirrejeição de órgãos transplantados e exposição a determinados agentes químicos ou à radiação<sup>10</sup>. Diferentemente do primeiro tipo de câncer apresentado, esse detém uma maior gravidade por apresentar possibilidade de espalhar-se para outros órgãos, ou seja, de gerar metástase<sup>11</sup>.

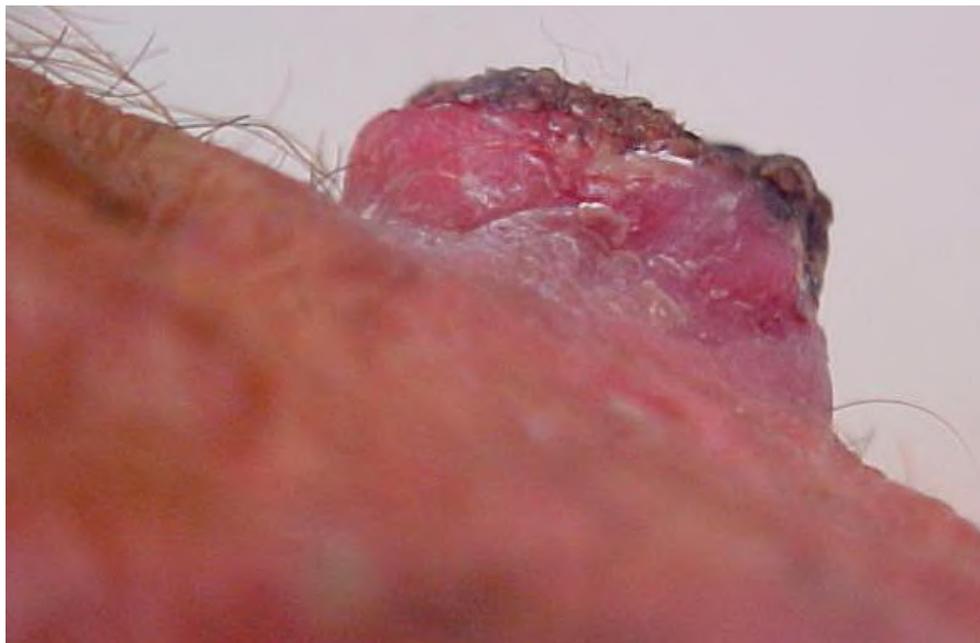


Figura 3. Carcinoma espinocelular.  
Fonte: SBD-SP, 2013/2014.

O melanoma (Figura 4) é o tipo menos frequente dentre os cânceres de pele, representando apenas 4 % das neoplasias malignas do órgão. Mas

<sup>10</sup> Informação obtida na página eletrônica da Sociedade Brasileira de Dermatologia: <<http://www.sbd.org.br/doencas/cancer-da-pele/>>. Acesso em: 11 dez. 2014.

<sup>11</sup> Informação obtida na página eletrônica do Instituto Nacional do Câncer: <[http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/tiposdecancer/site/home/pele nao melanoma/diagnostico](http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/tiposdecancer/site/home/pele%20nao%20melanoma/diagnostico)>. Acesso em: 13 dez. 2014.

apesar de sua baixa incidência, é o de pior prognóstico e o de maior letalidade devido à sua grande possibilidade de gerar metástase. Contudo, quando detectado precocemente, as chances de cura são superiores a 90 %. Esse tipo de câncer tem origem nos melanócitos (células que produzem melanina), surge comumente nas partes do corpo mais expostas à radiação solar e atinge majoritariamente indivíduos de pele clara. Além da cor da pele, outro fator importante para o desenvolvimento desse tipo de câncer é a hereditariedade, sobretudo quando há casos registrados em familiares de primeiro grau<sup>12</sup>. Segundo a página eletrônica da SBD:

“O melanoma, em geral, tem a aparência de uma pinta ou de um sinal na pele, em tons acastanhados ou enegrecidos. Porém, quando se trata de melanoma, a “pinta” ou o “sinal” em geral mudam de cor, de formato ou de tamanho, e podem causar sangramento. Por isso, é importante observar a própria pele constantemente, e procurar imediatamente um dermatologista caso detecte qualquer lesão suspeita”.



Figura 4. Melanoma ainda não invasivo.  
Fonte: SBD-SP, 2013/2014.

Apesar do ser humano contar com proteções naturais contra a radiação UV, como a pele e a camada de ozônio, viu-se que o desenvolvimento da maioria dos cânceres de pele relaciona-se à exposição excessiva ao Sol. Desse modo, é imprescindível que métodos de proteção sejam adotados pelos

<sup>12</sup> Informação obtida na página eletrônica da Sociedade Brasileira de Dermatologia: <<http://www.sbd.org.br/doencas/cancer-da-pele/>>. Acesso em: 11 dez. 2014.

indivíduos a fim de minimizar as chances de desenvolver essa doença. Dentre esses está o uso de protetor solar, o qual será definido e explorado no próximo tópico e ao longo desse trabalho.

#### 4.4. PROTETOR SOLAR

De acordo com a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 30 de 1º de Junho de 2012 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), define-se protetor solar como: *“qualquer preparação cosmética destinada a entrar em contato com a pele e lábios, com a finalidade exclusiva ou principal de protegê-la contra a radiação UVB e UVA, absorvendo, dispersando ou refletindo a radiação”*.

No início do século XX, percebeu-se que existiam substâncias capazes de prevenir eritemas solares, como o sulfato de quinina acidificado. Mais tarde, descobriu-se o Antilux (2-naftol-6,8-dissulfonato de sódio) e tantas outras substâncias também eficazes, mas foi somente após a Segunda Guerra Mundial que o uso desses cosméticos difundiu-se com o ácido p-amino benzoico, também conhecido como *PABA* – ácido p-aminobenzóico (ARAÚJO & SOUZA, 2008).

Os primeiros protetores solares criados eram eficazes em proteger a pele contra a radiação UVB e pouco ou nada contra a radiação UVA. Isso se deve ao fato de que se acreditava que a faixa da radiação UVB era a principal responsável por causar todos os cânceres de pele, uma vez que é altamente energética e absorvida diretamente pelo DNA. Como consequência dessa extrema preocupação acerca de tal faixa do UV, nos rótulos dos protetores solares o fator de proteção solar (FPS) refere-se à proteção contra a radiação UVB (PLANTA, 2011 apud CORRÊA, 2013).

Com os avanços científicos nessa área, tomou-se conhecimento dos efeitos danosos que a radiação UVA pode causar, então, as novas formulações de protetores passaram a ser mais eficientes por conterem também

substâncias com efeito fotoprotetor contra esse tipo de radiação (BRASIL, 2010 apud CORREA, 2013; ARAÚJO & SOUZA, 2008).

Assim, a eficácia dos protetores solares está intimamente ligada à capacidade de absorção da energia radiante, a qual é proporcional à sua concentração, intervalo de absorção e comprimento de onda onde ocorre absorção máxima. Além disso, um bom protetor solar deve ser resistente à água, insípido e inodoro (ARAÚJO & SOUZA, 2008).

#### **4.4.1. Filtro Solar**

De acordo com RDC nº47 de 16 de março de 2006 da ANVISA, define-se filtros solares como: “substâncias que, quando adicionadas aos produtos para proteção solar, tem a finalidade de filtrar certos raios ultravioletas visando proteger a pele de certos efeitos danosos causados por estes raios”. Nessa redação explicita-se também quais filtros ultravioletas podem ser adicionados às formulações cosméticas e a concentração máxima permitida para cada um deles.

No que tange a questão da segurança, os filtros solares não devem ser irritantes, sensibilizantes, nem fototóxicos. Outro fator importante é a toxicidade, tendo em vista que apesar dos filtros não deverem penetrar na pele, para que não haja uma exposição sistêmica a essas substâncias, sabe-se que traços destes são absorvidos pela mesma ou ingeridos quando aplicados nos lábios. Além disso, devem também ser estáveis na pele humana, fotoestáveis diante da luz solar, de modo que não gerem produtos de degradação prejudiciais à saúde (ARAÚJO & SOUZA, 2008).

Os filtros solares são classificados em orgânicos e inorgânicos. Os orgânicos geralmente protegem a pele pela absorção da radiação, mas já há no mercado filtros dessa classe cuja proteção se dá também por reflexão. Já os inorgânicos protegem a pele refletindo ou dispersando a radiação (FLOR, DAVOLOS & CORREA, 2007; LOPES, CRUZ & BATISTA, 2012).

#### 4.4.2. Filtros Inorgânicos

Os filtros inorgânicos atuam como uma barreira física, uma vez que são capazes de refletir e dispersar as radiações UVA e UVB, sem especificidade. Dependendo do tamanho das partículas, a proteção se dá também por meio da absorção, mecanismo comum para os filtros orgânicos (ARAÚJO & SOUZA, 2008; BALOGH *et al.*, 2011).

Os principais representantes dessa classe são o dióxido de titânio e o óxido de zinco, os quais, ao serem incorporados às formulações ficam suspensos. Esses são relativamente estáveis, não reagem com filtros orgânicos, são considerados atóxicos, indicados para pacientes com histórico de alergia, penetram de modo limitado na pele e possuem um amplo espectro de proteção. Contudo, esses filtros possuem inconvenientes antiestéticos, como a formação de uma película esbranquiçada e opaca sobre a pele e a transferência para as vestimentas, que acaba acarretando na perda da eficácia fotoprotetora (FLOR, DAVOLOS & CORREA, 2007; ARAÚJO & SOUZA, 2008; BALOGH *et al.*, 2011; SMIJS & PAVEL, 2011).

Então, para uma maior aceitação, foi necessário diminuir o tamanho desses compostos, as quais passaram a ser empregadas em escala nanométrica (BALOGH *et al.*, 2011). A micronização faz com que essas partículas absorvam radiação eletromagnética apenas na região do ultravioleta e deixem de absorver na região do visível, garantindo que o produto fique transparente ao ser aplicado na pele.

Segundo Balogh *et al.* (2011):

“Atualmente, novos avanços surgem para elevar a qualidade dos fotoprotetores inorgânicos, como, por exemplo, o encapsulamento destes com cera de carnaúba. A cera de carnaúba contém cinamatos que, em conjunto com o dióxido de titânio, gera dispersão estável, com viscosidade adequada e com significativo aumento tanto do valor de FPS quanto da proteção UVA.”

Tanto o dióxido de titânio quanto o óxido de zinco protegem a pele contra a radiação UVA, entretanto o óxido de zinco é mais eficiente. No entanto, estudos *in vivo* e *in vitro* evidenciaram penetração do mesmo na pele, enquanto que do primeiro não. Além disso, a forma micronizada de ambos os óxidos podem ter sua eficiência alterada ao sofrerem reações fotoquímicas,

favorecendo danos ao material genético ou modificando a homeostase celular (BALOGH *et al.*, 2011).

O emprego de nanopartículas em cosméticos já é uma realidade na indústria farmacêutica, entretanto, a questão da segurança desses é algo que ainda deve ser avaliado, discutido e difundido para todo o público consumidor. Falar-se-á mais acerca dessa temática adiante.

#### 4.5. FATOR DE PROTEÇÃO SOLAR (FPS) E FATOR DE PROTEÇÃO UVA (FPUVA)

De acordo com Wesson (2003) apud SBD-SP (2013/2014) “O FPS é um sistema de graduação desenvolvido para quantificar o grau de proteção conferido por um filtro solar tópico ao surgimento da vermelhidão na pele (eritema cutâneo)”.

Os FPS são obtidos através de um protocolo padrão, no qual as loções protetoras são aplicadas em uma quantidade definida (2mg/cm<sup>2</sup>) na pele das pessoas (geralmente nas costas). Nessa se incide uma lâmpada UV que simula o Sol (lâmpadas de vapor de mercúrio ou de gás xenônio) e mensura-se em quanto tempo o filtro solar adia o período de surgimento do eritema na pele. A partir daí compara-se o tempo que é preciso para produzir eritema na pele (Dose Mínima Eritematosa – DME) desprotegida com o necessário para produzi-lo na pele sobre a qual aplicou-se a quantidade padrão de protetor solar e calcula-se o fator de proteção solar de um determinado produto, conforme a Equação 1 (COSTA, 1995; SBD-SP, 2013/2014) :

$$\text{FPS} = \text{DME (com filtro solar)} / \text{DME (sem filtro solar)} \quad \text{EQUAÇÃO 1}$$

Já a determinação do Fator de Proteção UVA (FPUVA) é feita pela “razão entre a dose mínima pigmentária em uma pele protegida por um protetor solar e a dose mínima pigmentária na mesma pele, quando desprotegida” (BRASIL, 2012), conforme a Equação 2. A Dose Mínima Pigmentária (DMP)

consiste na dose mínima de radiação UVA necessária para que ocorra a produção de um escurecimento pigmentário persistente da pele com bordas claramente definidas, observado entre 2 e 4 horas após a exposição à radiação UVA (BRASIL, 2012)

$$FPUVA = \text{DMP (com filtro solar)} / \text{DMP (sem filtro solar)} \quad \text{EQUAÇÃO 2}$$

Para Wesson (2003) apud Sociedade Brasileira de Dermatologia Regional São Paulo (2013/2014) “Sob as normativas do *FDA (Federal Drug Administration)*, os filtros solares devem demonstrar a proteção UVA que oferecem baseados em um sistema de classificação de quatro estrelas”, conforme o Quadro 1 apresentado adiante.

Quadro 1. Classificação dos filtros UVA no sistema de quatro estrelas do FDA.

<b>Graduação</b>	<b>Categoria</b>	<b>FPUVA</b>
Sem proteção à UVA	Nenhuma	<2
★ ☆ ☆ ☆	Baixa	2 a 4
★ ★ ☆ ☆	Média	4 a 8
★ ★ ★ ☆	Alta	8 a 12
★ ★ ★ ★	Muito alta	≥12

Fonte: **SOCIEDADE Brasileira de Dermatologia Regional São Paulo (SBD-SP)**. Educação sobre exposição Solar na infância: conscientizando hoje para um futuro melhor. Campanha Sol, amigo da infância. 2013/2014. 56p.

#### 4.6. EFEITOS DA PENETRAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE ZnO E TiO<sub>2</sub> NO ORGANISMO

Compreender as consequências que a exposição cutânea ao TiO<sub>2</sub> e ZnO pode causar é de extrema importância devido à sua inclusão na formulação de protetores solares e cosméticos. Sendo assim, a capacidade de penetração pela pele e a toxicidade dos mesmos têm sido foco de diversos estudos, como ver-se-á a seguir (JOHNSTON, 2009; SMIJS & PAVEL, 2011).

De acordo com Friedman, Nasir e Wang (2011), a maior preocupação com as nanopartículas (NPs) de  $\text{TiO}_2$  e  $\text{ZnO}$  é que esses geram EROs ou radicais livres quando expostos a radiação UV. E o problema disso está no fato dos EROs consistirem em moléculas capazes de danificar proteínas, o DNA, o RNA e gorduras dentro de células. Para eles, a toxicidade das nanopartículas depende de uma multiplicidade de fatores, tais como seu tamanho, estrutura, propriedades de superfície (revestimento) e capacidade para agregar, fatores esses que podem ser manipulados e alterados no processo de fabricação.

Esses afirmam também que para que a capacidade de gerar efeitos tóxicos seja efetiva, duas barreiras precisam ser vencidas: a penetração no corpo através da pele e as defesas do organismo contra as EROs por enzimas e pequenas moléculas neutralizantes.

Johnston *et al.* (2009) apontam estudos *in vivo* e *in vitro* nos quais chegou-se a conclusão de que o estrato córneo é uma eficiente barreira contra a penetração do  $\text{TiO}_2$ , tendo em vista que a quantidade do mesmo encontrada em camadas mais profundas da pele é mínima. Para Friedman, Nasir e Wang (2011) a penetração das partículas através do estrato córneo, até as células vivas, não ocorre, pois essa camada atua como uma barreira física a qual está em constante renovação. E, além disso, as nanopartículas raramente existem como partículas individuais quando em solução, ou seja, formam agregados maiores, cujo tamanho está acima da faixa de nano, sendo assim incapazes de vencer de barreira da pele.

No entanto, em um desses estudos apontados por Johnston *et al.* (2009) os autores observaram que é provável que nanopartículas de  $\text{TiO}_2$  alcancem as células vivas presentes nas camadas mais profundas da pele quando suas funções de barreira estiverem prejudicadas, por exemplo, com queimaduras solares. Liu *et al.* (2009) apud Smijs e Pavel (2011) afirma que alterações na integridade do estrato córneo resultam da exposição diária da pele ao Sol.

Smijs e Pavel (2011) discordam dos apontamentos feitos por Johnston *et al.* (2009) ao afirmarem que apesar de diversos estudos, *in vitro*, apontarem que o  $\text{TiO}_2$  e  $\text{ZnO}$  localizam-se dentro do estrato córneo e dos folículos capilares, há também aqueles, *in vivo*, que detectaram essas NPs em outras camadas da pele. Dentre os explicitados pelo autor, há um em que essas NPs foram detectadas na derme de mini porcos Yucatan após ter-se aplicado

repetidas vezes uma formulação de protetor solar com TiO<sub>2</sub> 5 % (~20-500 nm) na pele dos mesmos. Contudo, nesse não se pode esclarecer se a presença das NPs decorreu da penetração na pele ou da sua presença nos folículos capilares. Em outro estudo apresentado por esses autores, observou-se que *in vitro* não ocorreu a penetração de NPs de TiO<sub>2</sub> na pele suína, enquanto que *in vivo*, essas NPs foram encontradas nas camadas mais profundas da epiderme de camundongos sem pelos após trinta dias. Depois de mais trinta dias, essas foram localizadas em diversos tecidos, tais como pulmão, cérebro e baço.

Outras questões também atreladas ao uso de protetores solares que devem ser investigadas são os efeitos da inalação e ingestão dessas nanopartículas, já que protetores corporais aerossóis e labiais também são usados por parte da população.

Estudos *in vivo*, em animais, apontam que a exposição e a inalação de partículas de TiO<sub>2</sub> podem induzir citotoxicidade em células pulmonares com respostas inflamatórias posteriores no tecido pulmonar e que esse processo inflamatório está diretamente relacionado com o tamanho dessas partículas (OSMAN, 2010). Garabrant et al. (1987) apud Osman (2010) observaram que 17% dos trabalhadores expostos ao TiO<sub>2</sub> foram afetados por doenças pleurais como resultado do tempo de trabalho na fabricação do mesmo.

Corroborando o exposto por Osman (2010), a International Agency for Research on Cancer (IARC), baseando-se em evidências de que altas concentrações de NPs de TiO<sub>2</sub> causam câncer no trato respiratório de ratos, classificou-o como um possível cancerígeno para humanos (SMIJS & PAVEL, 2011).

Em um estudo cuja finalidade era avaliar o potencial genotóxico de NPs de TiO<sub>2</sub> expostas via administração oral, essas foram administradas na água de beber durante 5 dias, e como resposta obteve-se dano ao DNA e instabilidade genética em camundongos. (TROUILLERET *et al.*, 2009 apud CHEN, 2014 p. 315). Similarmente, ratos tratados por gavagem oral com NPs de TiO<sub>2</sub> apresentaram alterações genéticas nas células de medula óssea, estômago, cólon e testículo (SYCHEVA *et al.*, 2011 apud CHEN, 2014 p. 315). Entretanto, esses estudos não retratam bem a realidade de exposição oral as partículas de TiO<sub>2</sub> pelo homem, tendo em vista que esses resultados foram obtidos a curto prazo e usando altas doses de exposição oral de NPs de TiO<sub>2</sub>

em animais especiais, ou seja, as análises não foram feitas a longo prazo e nem em baixas dose de exposição oral, que seria mais consistente com a exposição humana (CHEN, 2014)

#### 4.7. MODELO ATÔMICO DE BOHR

A teoria de Bohr sobre a constituição dos átomos foi a primeira tratar de pressupostos quânticos, criando uma secessão com as teorias clássicas que a procedem, permitindo o primeiro contato com entendimento moderno do átomo.

A suposição principal da teoria de Bohr é a quantização que estabelece que os elétrons podem apresentar apenas valores de energia múltiplos inteiros de um fóton. Isso significa afirmar que no estado fundamental os elétrons de um átomo têm valores de energia peculiares relacionados às órbitas as quais pertencem. Para que eles atinjam um estado excitado, de maior energia, ou seja, para que ocorra uma transição eletrônica, é necessário que eles absorvam uma quantidade determinada de energia, cujo valor corresponde a diferença entre os níveis de energia final e inicial.

Devido ao fato do estado excitado ser termodinamicamente desfavorável, quando comparado com o estado fundamental, o elétron volta a ocupar órbitas de menor energia através da emissão da energia (TOLENTINO e ROCHA-FILHO, 1996 apud NERY, 2004).

#### 4.8. FLOURESCÊNCIA

“A luminescência é definida como a emissão de luz na faixa do visível (400-700 nm) do espectro eletromagnético como resultado de uma transição eletrônica” (NERY, 2004). Essa engloba a fluorescência e fosforescência.

Em ambos os fenômenos comumente a energia é emitida na forma de radiação eletromagnética de comprimento de onda maior (menor energia) do que a que foi absorvida para gerar o estado eletronicamente excitado. Isso acontece porque a molécula dissipa parte da energia absorvida vibracionalmente e a partir desse estado ainda excitado, emite a energia eletromagnética sob a forma de energia luminosa, num intervalo de tempo muito curto (NERY, 2004). A fluorescência distingue-se da fosforescência, pois nesse fenômeno a emissão de luz consegue ser observada por um intervalo de tempo mais prolongado.

## 5. METODOLOGIA

A metodologia proposta para o presente trabalho previu inicialmente uma revisão da literatura de artigos cujas abordagens englobaram as seguintes temáticas: eficácia e toxicidade dos filtros solares inorgânicos e as consequências do emprego desses fotoprotetores na escala nanométrica. As bases de dados empregadas para a busca foram: *PubMed* e *Periódicos Capes*. Alguns artigos foram encontrados por meio da ferramenta de busca Google.

Terminada a leitura dos artigos selecionados, chegou-se a uma conclusão acerca dos efeitos benéficos e adversos do uso de protetores solares contendo filtros solares inorgânicos. Tendo em vista que os meios de comunicação, em especial as redes de televisão, vêm fortalecendo a ideia de que essas substâncias devem ser aplicadas na pele todos os dias antes de se expor ao Sol, problematizou-se essa afirmação. Foram discutidas também possíveis alternativas de se proteger dos efeitos danosos da radiação UV sem deixar de usufruir dos benefícios de se expor ao Sol.

Em paralelo à abordagem teórica necessária para dar o embasamento aos docentes interessados em levar essa temática para sala de aula, elaborou-se uma proposta de atividade experimental de baixo custo, fácil execução e segura, que permite demonstrar a existência da radiação uv por meio do efeito da fluorescência e o seu bloqueio através do uso do protetor solar. Assim como, permite que o professor explique mais facilmente o Modelo Atômico de Bohr. Nesse trabalho, além da proposta de atividade experimental, apresentou-se em quais séries do Ensino Médio e em quais eixos temáticos dispostos no Currículo Mínimo esse projeto pode ser desenvolvido.

## 6. DISCUSSÃO

Para que o professor possa aplicar esse trabalho em sala de aula é necessário que antes da realização do experimento ele discuta os tópicos apresentados ao longo da seção 4. e trabalhe os aspectos históricos relacionados com o desenvolvimento dos protetores solares, os quais serão discutidos a seguir.

Há uma preocupação dos seres humanos em se proteger do Sol desde os tempos antigos, a qual vem se transformando de acordo com a evolução científico-tecnológica e com os costumes de cada período, até os dias atuais (MILESI, 2002).

Ao olhar para a história nota-se que no passado os gregos e egípcios já se protegiam usando roupas de algodão, assim como chapéus, luvas e sombrinhas. Os tibetanos preparavam uma combinação de ervas e a aplicavam sobre a pele, de modo que essa funcionava como o que se denomina hoje filtro solar. Durante muito tempo a posição de destaque na sociedade foi dada aos indivíduos de pele branca. Já nessa época a pele clara era padrão de beleza, tanto que um dos primeiros cosméticos produzidos na Grécia tinha como função promover o clareamento da pele (MILESI, 2002).

Além de beleza, a pele branca representava, sobretudo, condição social, tendo em vista que aqueles que passavam maior parte do tempo expostos ao Sol eram os trabalhadores, os escravos e num passado mais remoto, os servos. Em contrapartida, os nobres abrigavam-se na sombra, usavam chapéus, luvas e sombrinhas, protegendo-se ao máximo do Sol.

Esse padrão foi mantido até século XX, quando com a chegada da Revolução Industrial, os trabalhadores passaram a permanecer longos períodos em lugares cobertos. Desse modo, estar bronzeado transformou-se em sinônimo de detenção de dinheiro, tempo livre para viajar, saúde e beleza. Uma das responsáveis por essa transformação, pela busca da pele dourada, foi a renomada modista Coco Chanel (WOLF *et al.*, 2001 apud MILESI, 2002 p. 82).

Estudos com a finalidade de determinar os efeitos da radiação já eram feitos em torno de 1800. Por meio de um experimento com solução ácida de sulfato de quinina, Windmarr provou que a queimadura solar era ocasionada pela radiação UV (MILESI, 2002). No final desse século Friedrich Hammer publicou a primeira monografia em fotobiologia, cujo objeto de discussão era a fotoproteção e o emprego de diferentes produtos na prevenção de eritemas (SCHALKA, 2011).

Ao abordar em sala de aula esses aspectos históricos relacionados com o culto da pele branca, as primeiras descobertas a respeito dos efeitos da radiação UV e fotoproteção, o professor permite o desenvolvimento de certas competências e habilidades previstas no PCNEM (2000), como “reconhecer as relações entre o desenvolvimento científico e tecnológico da Química e aspectos sócio-político-culturais”. Nesse momento seria interessante também que o educador abordasse a importância de se respeitar e valorizar a diversidade cultural em detrimento do preconceito e da discriminação de qualquer tipo, bem como do racismo, especificamente. Outras abordagens de extrema relevância que devem ser levadas para sala de aula são: o bronzamento artificial e o bronzamento caseiro.

Sabe-se que há poucas décadas atrás a busca pelo bronzeado perfeito ainda era vigente na sociedade moderna. Os artistas e as mulheres mais cobiçados eram aqueles detentores de um bronzeado impecável, inclusive no inverno, pois o bronzamento artificial era intensamente utilizado para manutenção do mesmo. Entretanto, essa prática foi abolida pela ANVISA, por meio da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 56 de 9 de Novembro de 2009, na qual determinou-se que *“fica proibido em todo o território nacional a importação, recebimento em doação, aluguel, comercialização e o uso dos equipamentos para bronzamento artificial, com finalidade estética, baseados na emissão de radiação ultravioleta”*.

Tal agência reguladora tomou essa atitude ao considerar que não há benefícios que se sobreponham aos riscos desinentes do uso dos equipamentos para bronzamento artificial estético, fora as dificuldades de se determinar um nível de exposição seguro ao uso dos aparelhos para

bronzamento artificial com finalidade estética<sup>13</sup>. Indo ao encontro da mesma, a IARC, em um dos seus estudos indicou que pessoas que fazem uso do bronzamento artificial até os 35 anos aumentam em 75% o risco do desenvolvimento de melanoma<sup>14</sup>.

Pensando no fato de estudos acerca da seguridade dessa técnica terem sido realizados por agências renomadas, como a ANVISA e a IRAC, e que ainda assim somente há poucos anos atrás ela foi proibida, pode-se imaginar o risco que parte da população corre ao fazer uso de bronzadores vendidos em farmácias e perfumarias, cuja formulação possui pigmentos que proporcionam um efeito bronzeado natural; bem como do bronzamento caseiro com extrato de figueira, coca cola, óleo de avião, entre outras substâncias, uma vez que é provável que não se tenham muitas pesquisas nessa área.

O bronzamento caseiro é realizado há décadas e apesar disso, imagina-se que poucas pessoas sabem das possíveis consequências indesejadas, já que esse hábito ainda está presente no dia a dia de alguns brasileiros. Os indivíduos ao adotarem esse método de bronzamento podem desenvolver dermatoses. No caso do extrato de figueira a fitodermatose, ou seja, dermatose causada por plantas. Segundo Reis (2010):

“Há várias plantas que produzem substâncias conhecidas como furocumarinas, por exemplo, os psoralenos, cromóforos que produzem na pele reações fototóxicas por estimulação da luz ultravioleta, particularmente, a luz ultravioleta A. Essas reações na pele são conhecidas como fitofotodermatoses. A fitofotodermatose ocorre nas áreas de contato com a planta e que recebem a irradiação do Sol. Geralmente, surge dentro das 24 horas seguintes e caracteriza-se por eritema como uma queimadura, eventualmente, com formação de vesículas e bolhas, dependendo da intensidade da reação. Pode surgir infecção secundária na evolução, mas a característica principal das fitofotodermatoses é a pigmentação, que pode durar várias semanas”.

O extrato da folha de figueira contém psoralenos, motivo pelo qual se expor ao Sol após aplicá-lo pode gerar queimaduras graves (REIS, 2010). Em 2008, na página eletrônica “Terra” foi publicada uma notícia cujo título era “Bronzeador caseiro queima pelo menos 90 no Rio”, na qual o chefe do Centro

---

<sup>13</sup> Informação retirada do endereço eletrônico da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA): <[http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2009/res0056\\_09\\_11\\_2009](http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2009/res0056_09_11_2009)>. Acesso em: 14 abril 2014.

<sup>14</sup> Informação obtida no endereço eletrônico do Instituto Nacional do Câncer (INCA): <[http://www.inca.gov.br/wps/wcm/connect/agencianoticias/site/home/noticias/2009/anvisa\\_bronzeamento\\_artificial](http://www.inca.gov.br/wps/wcm/connect/agencianoticias/site/home/noticias/2009/anvisa_bronzeamento_artificial)>. Acesso em: 17 dez. 2014.

de Tratamento de Queimados (CTQ) da época, do Hospital do Andaraí, no Rio de Janeiro, deu o seguinte depoimento “Já houve caso de uma paciente que, além do chá de folha de figo, também besuntou o corpo com óleo de avião e coca-cola. Infelizmente, ela sofreu 100% de queimadura, que abriu feridas pelo corpo todo. Ela sofreu uma septicemia (infecção generalizada) e acabou morrendo”.

Diante do que foi abordado, é extremamente importante incentivar os alunos a fazerem algumas reflexões, como por exemplo, “até que ponto a minha aparência deve se sobrepor à minha saúde? Quais os efeitos benéficos e adversos relacionados à exposição solar ou a esses químicos bronzeadores?”. Essa temática sobre bronzeamento caseiro com produtos cosméticos permite também que o professor faça uma correlação com assuntos como pigmentos e corantes, ao mencionar que a dihidroxiacetona, molécula empregada nesses autobronzeadores, reage com a queratina do estrato córneo e como resultado formam-se compostos corados que ficam depositados na superfície dessa camada, dando à pele um tom semelhante àquele que se obtém quando ocorre o bronzeamento<sup>15</sup>. Portanto, o professor pode explorar a química orgânica, ligações químicas e interações intermoleculares, tanto no terceiro ano, quanto no primeiro ano do Ensino Médio, caso siga o Currículo Mínimo de 2012.

O discente deve atuar a fim de transformar o aluno em um cidadão crítico capaz de enxergar, por exemplo, que nem tudo que é apresentado como verdade pelos veículos de comunicação, em especial pelas redes televisivas e nas páginas eletrônicas, é de fato no que se deve acreditar, seguir e adotar para vida. Há uma apologia imensa por parte da mídia de que se deve usar protetor solar diariamente em todo o corpo e que esse deve ser reaplicado com uma determinada frequência. Ressaltam também que o mesmo deve ser empregado por aqueles que estiverem em locais fechados e a noite, caso permaneçam em frente ao computador, televisão ou luz forte, com a justificativa de que tais aparelhos e as lâmpadas emitem radiação UV, que

---

<sup>15</sup> Informação retirada do site da Farmácia com Manipulação e Homeopatia – FARMACAM: <<http://www.farmacam.com.br/monografias/eritrulose%20farmacam.pdf>>. Acesso em: 23 dez. 2014.

mesmo que em pequena quantidade quando comparada com a emitida pelo Sol, podem gerar malefícios a longo prazo.

Assim sendo, baseando-se no que foi apresentado nos referências teóricas quanto às questões relacionados com a segurança dos protetores solares, como sua capacidade de penetrar na pele e toxicidade, o professor percebe que ainda há muitas disparidades entre os estudiosos acerca dessa temática.

Desse modo, questionamentos como “será que o protetor solar consegue de fato me proteger do Sol? Será que realmente devo passar protetor solar na pele do corpo inteiro diariamente? Será que usar protetor solar com tanta frequência não poderia me causar mais malefícios que a própria exposição ao Sol sem proteção? Quais alternativas para me proteger devo usar para ter a certeza de que não estou prejudicando a minha saúde?”, também devem ser estimulados no ambiente escolar.

De acordo com os testes realizados para definição do FPS das formulações de protetores solares consegue-se provar que de fato essas são capazes de proteger a pele da radiação, já que determinar que um protetor solar tem como fator de proteção 30, significa dizer que ele permite que um indivíduo se exponha ao Sol trinta vezes mais tempo que sem sua utilização, obtendo o mesmo resultado. Então, se o protetor solar é capaz de minimizar a quantidade de radiação UV que chega a pele, por absorção e/ou reflexão, fica muito fácil vender a ideia de que esse deve ser usado diariamente. Porém, o que não deve estar na mente de grande parte da população é a questão da segurança desses produtos, pois por falta de acesso a esse tipo de informação, pouco se deve saber a respeito das normas de segurança estabelecidas pela ANVISA e até mesmo da sua existência. É possível que muitos pensem que pelo simples fato daquele produto cosmético estar à venda em uma farmácia ou mercado, que não há grandes riscos associados à saúde se esse for usado de acordo com a instrução fornecida no rótulo.

Entretanto, não é bem assim que funciona. Anualmente, com o avançar das pesquisas desenvolvidas em Universidades, empresas farmacêuticas e agências reguladoras, descobre-se que determinadas classes de substâncias que são empregadas como filtros solares não são tão seguras quanto se imaginava, assim como se descobre novas substâncias com potencial atividade

fotoprotetora. Portanto, o protetor solar deve ser sim adotado como uma alternativa de proteção, mas de forma controlada, correta, sem uso demasiado e o mais importante, com a consciência de que pode haver riscos associados a esse uso que nem mesmo os centros de pesquisas sabem ainda. Isso se prova com as diversidades de conclusões observadas nos artigos utilizados para o desenvolvimento desse trabalho acerca da seguridade, permeabilidade na pele e efeitos gerados pela penetração desses químicos no organismo humano, resultantes do emprego de formulações protetoras cujos filtros solares são inorgânicos.

#### 6.1. PREVENÇÃO DOS DANOS CAUSADOS PELA EXPOSIÇÃO EXCESSIVA À RADIAÇÃO UV

À vista do que foi discutido acima, é importante que outros métodos de proteção sejam adotados em conjunto com uso correto do protetor solar, pois apesar de hoje os indivíduos terem uma maior ciência de que a exposição excessiva ao Sol pode causar eritema e até mesmo câncer de pele, a longo prazo, ainda se está longe de atingir um nível de consciência ideal da população mundial, pois como já mencionou-se anteriormente, a prevenção do câncer de pele passou a ser prioridade em saúde pública de diversos países, especialmente naqueles em que população é majoritariamente de etnia branca.

E é com o propósito de transformar essa conjuntura que o docente com o apoio da escola deve atuar para a formação de um espaço que estimule a adoção de novos comportamentos diante dos desafios e novos hábitos por parte dos alunos. Esse processo de transformação pode ser iniciado através da viabilização do acesso as principais medidas comportamentais seguras recomendadas por diversas organizações líderes em estudo de câncer cutâneo, como as observadas no Quadro 2.

Quadro 2. Recomendações relativas às diversas maneiras de se proteger dos raios UV provenientes do Sol.

<b>Recomendações para se prevenir dos danos causados pela exposição à URV</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Não se queimar; evitar o bronzamento e os salões de bronzamento.</b></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Evitar o Sol entre as 11 e as 15 horas.</b></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Usar roupas protetoras e chapéu de abas largas.</b></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Procurar a sombra. Ter cuidado extra próximo à água, neve e areia.</b></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Usar barracas feitas de algodão ou lona, que absorvem 50% da radiação ultravioleta. As barracas de nylon formam uma barreira pouco confiável: 95% dos raios UV ultrapassam o material<sup>16</sup>.</b></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Utilizar óculos de sol com proteção contra a UVR.</b></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Aplicar filtro solar tópico que proteja contra radiação UVA e UVB</b></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Reaplicar o produto a cada duas horas, nas atividades de lazer ao ar livre, em caso de sudorese intensa ou entrada na água.</b></li></ul>

Adaptado de: WESSON, 2003 apud SBD-SP, 2013/2014.

### 6.1.1. Roupas, chapéus e sombrinhas

Por ser uma medida prática, efetiva e segura, a fotoproteção com roupas adequadas pode ser um excelente obstáculo contra a radiação UV. Contudo, sabe-se que essa medida não é tão facilmente aplicável em locais de clima quente, como o Brasil (SDB-SP, 2013/2014). De acordo com SDB-SP (2013/2014):

“Um estudo americano demonstrou que roupas adequadas conseguem diminuir o desenvolvimento de novos melanócitos (pintas). Lã e materiais sintéticos (como o poliéster) são mais protetores do que o algodão, linho, acetato e raion. Qualquer roupa com uma UPF (unidade de proteção solar) menor que 15 não deve ser considerada protetora solar ou protetora de UVR. No verão, camisetas de algodão padrão conferem uma UPF entre 5 e 9 apenas.”

Outra excelente medida de fotoproteção está no uso de chapéus, os quais proporcionam diferentes valores de proteção solar para a cabeça e

<sup>16</sup> Informação obtida no endereço eletrônico da Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD): <http://www.sbd.org.br/informacoes/sobre-o-cancer-da-pele/como-prevenir-o-cancer-da-pele/>. Acesso em: 05 jan. 2015.

pescoços de acordo com seu tamanho, material e tecido (SDB-SP, 2013/2014).

Segundo Wesson (2003) apud SDB-SP (2013/2014):

“Um chapéu com abas largas (9cm) oferece um FPS de 7 para o nariz, 3 para as bochechas, 5 para o pescoço e 2 para o queixo. Já os chapéus de abas médias (entre 3cm e 9cm), fornecem um FPS de 3 para o nariz, 2 para a bochecha e o pescoço e nenhuma proteção para o queixo. Um chapéu de abas estreitas propicia um FPS de 1,5 para o nariz, porém pouca ou nenhuma proteção para o queixo e pescoço.”

É interessante lembrar que no Brasil, até os primeiros trinta anos do século passado, essas medidas eram adotadas tanto por homens, quanto por mulheres, que além dos chapéus, muitas vezes faziam uso também de sombrinhas. Porém, com o decorrer dos anos, os avanços tecnológicos permitiram que cada vez mais se tivesse acesso às novas tendências do “mundo da moda”, promovendo assim drásticas mudanças comportamentais a ponto da beleza estar acima da conservação da saúde, como vê-se nos dias de hoje. O chapéu que antes era usado de dia e possuía abas maiores, é hoje usado a noite e com abas menores, como aqueles utilizados pelos sambistas, simbolizando o malandro, dando um charme e um destaque ao usuário.

Em relação às sombrinhas, voltar a utilizá-las no dia a dia também auxilia na prevenção do câncer, pois já são encontradas no mercado sombrinhas com proteção UV. Essas não possuem um preço acessível quando comparado com as que têm apenas a função de proteger da chuva, mas para aqueles que possuem antecedentes familiares de câncer de pele e condições financeiras, é um bom investimento que auxilia até na redução do calor e mal estar que boa parte das pessoas sentem ao andar em locais não sombreados. Bem como as sombrinhas, existem também roupas com tecnologia de proteção aos raios UV. Perfeitas para aqueles que se exercitam na rua, por não perderem sua efetividade com o suor, e para os que trabalham se expondo horas ao Sol, essas são confeccionadas com tecidos especiais capazes de filtrar grande parte da radiação que atinge a superfície terrestre. O único inconveniente ainda é o preço alto que se paga para a obtenção de um produto com tal finalidade.

### **6.1.2. Óculos de sol**

Vale salientar que nem sempre os óculos mais caros são os mais eficientes. O que não se pode fazer é comprar os óculos sem proteção UV vendidos em camelódromos, pois ao invés de protegerem a visão, causam mais problemas a ela. Isso acontece devido ao fato da lente escura promover o dilatamento das pupilas, permitindo que mais radiação UV atinja os olhos e os danifiquem, já que a lente não possui nenhuma proteção contra essa radiação. Conforme Wesson (2003) apud SDB-SP (2013/2014) “As principais organizações de saúde visual nos Estados Unidos recomendam que os óculos de sol absorvam entre 97% e 100% do espectro completo da UVR (ou seja, até 400nm)”.

### **6.1.3. Cuidados extras próximos à areia, neve e água**

A intensidade de radiação UV que atinge a superfície terrestre depende de diversos fatores como: horário, estação do ano, latitude geográfica, altitude, poluição, nuvens, entre outros. Segundo Miller (1999) e Svobodova (2010) apud SDB-SP (2013/2014) a “Água, neve, areia e concreto podem refletir cerca de 90% da UVR para a pele. Por fim, a sombra reduz a UVR solar em cerca de 50% a 90%, sendo que a folhagem densa propicia redução à UVR superior a um guarda-sol de praia.”. Além disso, a água do mar é capaz de refletir cerca de 15% da radiação UV, sendo que a 1 m de profundidades, há uma redução de apenas 50% da UVB e 25 % da UVA incidente (SDB-SP, 2013/2014).

Pensando nos dados de capacidade de reflexão e redução da radiação UV, deve-se lembrar que é exatamente nos momentos de lazer, como praia, piscina, prática de esportes na neve e na areia, que as pessoas deve ficar mais atentas às medidas de proteção, no entanto, não é bem assim que acontece. Há uma falsa ilusão de que ao ficar dentro d’água ou debaixo do guarda-sol se está seguro. Esse por sua vez é um bom tópico que pode e deve ser levado à sala de aula pelos professores, a fim de quebrar tal crença que é passada de geração a geração, bem como para alertar os alunos da necessidade de uma atenção redobrada aos meios de se proteger ao Sol nesses momentos.

#### 6.1.4. Aplicação do protetor solar tóxico

Há um grande problema no que se diz respeito à aplicação de protetores solares. A quantidade recomendada de protetor para que se atinja o FPS presente no rótulo é de 2 mg/cm<sup>2</sup>, contudo, calcula-se que a real quantidade aplicada pelas pessoas pode estar entre 0,5 e 1,0 mg/cm<sup>2</sup>, média bem inferior à necessária. Logo, para que um adulto médio aplique corretamente o filtro solar em toda a sua pele, ele precisa dispor de uma média de 30 mL da loção protetora (SDB-SP, 2013/2014). Essa falta de adequação da quantidade de filtro que deve ser usada diminui significativamente o FPS do mesmo, como pode-se observar no Quadro 3.

Quadro 3. Eficácia do fator de proteção solar (FPS) em relação à quantidade de filtro solar aplicada na pele em área de superfície.

FPS	2 mg/cm <sup>2</sup>	1,5 mg/cm <sup>2</sup>	1 mg/cm <sup>2</sup>	0,5 mg/cm <sup>2</sup>
2	2	1,7	1,4	1,2
4	4	2,8	2	1,4
8	8	4,8	2,8	1,7
15	15	7,6	3,9	2
30	30	12,8	5,5	2,3
50	50	18,8	7,1	2,7

Referência: **SOCIEDADE Brasileira de Dermatologia Regional São Paulo (SBD-SP)**. Educação sobre exposição solar na infância: conscientizando hoje para um futuro melhor. Campanha Sol, amigo da infância. 2013/2014. 56p.

É necessário também que o produto seja reaplicado a cada duas horas ou após sudorese intensa ou entrada na água. Na hora da compra deve-se prestar atenção se o filtro é resistente à água, se possui um amplo espectro de cobertura (UVA + UVB) e qual o FPS indicado para o tipo de pele do usuário. Em conformidade com a RDC n°237 de 22 de agosto de 2002 da ANVISA, deve-se utilizar um filtro solar de acordo com o fototipo de pele do indivíduo, como apresentado no Quadro 4.

Quadro 4. Fototipos de pele e fatores de proteção solar recomendados pela ANVISA.

Fototipos de Pele	Comportamento da Pele à Radiação Solar	Proteção Recomendada	FPS Recomendado
Pouco sensível	Raramente apresenta eritema	Baixa	$\geq 2 < 6$
Sensível	Ocasionalmente apresenta eritema	Moderada	$\geq 6 < 12$
Muito sensível	Frequentemente apresenta eritema	Alta	$\geq 12 < 20$
Extremamente sensível	Sempre apresenta eritema	Muito alta	$\geq 20$

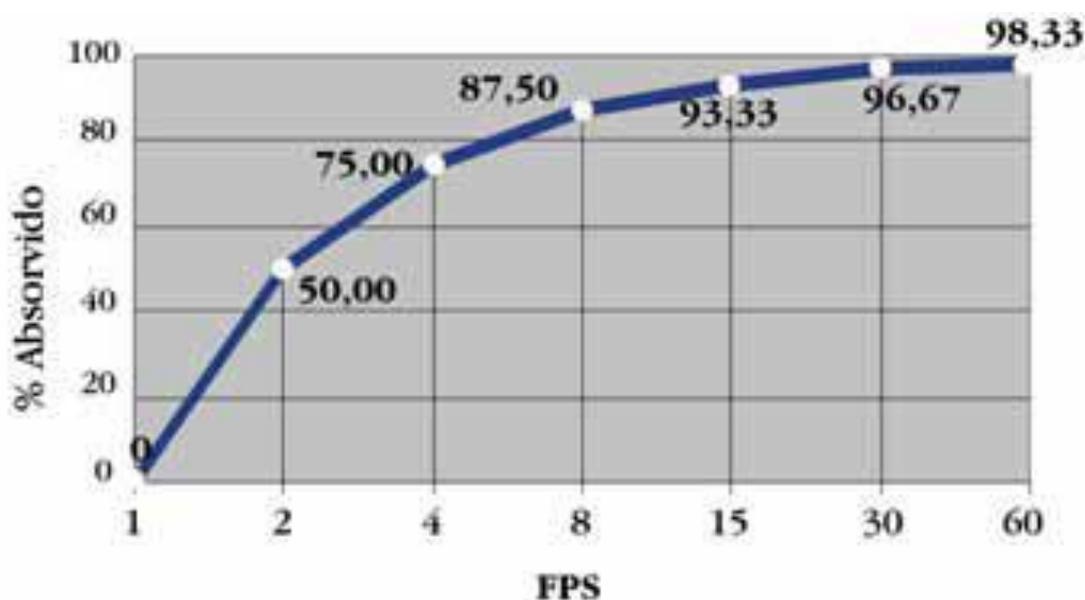


Gráfico 1. Relação entre absorvância e valor do FPS.

Referência: SCHALKA, S.; REIS, V. M. S. Fator de proteção solar: significado e controvérsias. In: **Anais Brasileiros de Dermatologia**, 2011, São Paulo. Anais... São Paulo: trabalho realizado em clínica privada, 2011.

Observando o Gráfico 1 disposto acima, percebe-se que um protetor com FPS 15 consegue absorver 93,33 % da radiação UVB incidente, enquanto que o de FPS 30 é capaz de absorver 96,67 % e por fim, que o de FPS 60 o valor de 98,33 %. O ganho de absorção em relação ao aumento do FPS é mínimo nesses casos, o que mostra que um protetor solar de FPS 30 é valor máximo necessário para se obter uma proteção eficaz. Portanto, não é necessário se expor a uma concentração muito superior de substâncias ativas presentes em um protetor de FPS 60, as quais podem ser malélicas à saúde humana, para se obter um aumento de apenas 1,66 % de absorção da

radiação UVB incidente. A melhor opção na verdade é aplicar o produto sobre a pele na quantidade ideal para se obter de fato o FPS indicado no rótulo.

## 7. PROPOSTA DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL

No primeiro semestre de 2014, como trabalho final da disciplina IQW-101, Laboratório de Desenvolvimento e Avaliação de Material Didático, a autora do presente trabalho desenvolveu o experimento proposto a seguir, cuja finalidade é demonstrar que protetores solares bloqueiam ou absorvem parte da radiação UV emitida pelo Sol.

O experimento auxilia os alunos a compreenderem como se dá o modo de operação dos compostos utilizados para proteção UV, uma vez que o mesmo proporciona uma visualização dessa radiação, que não é visível ao ser humano, por meio da sua capacidade de excitar compostos fluorescentes.

Ao projetar a lâmpada de luz negra, a qual produz radiação UV, sobre um desenho feito com tinta fluorescente em um pedaço de fórmica branca, o desenho se ilumina. Ao interpor entre a lâmpada e o desenho um filme transparente, o desenho continua se iluminando. Contudo, ao se aplicar uma fina camada de protetor solar no filme, de modo que esse permaneça transparente à radiação visível, o desenho não se ilumina mais. Isso ocorre devido à presença do protetor UV, o qual não permite mais que toda a radiação emitida pela lâmpada alcance o desenho e ilumine-o.

### 7.1. MATERIAIS

Para o desenvolvimento desse projeto serão necessários os seguintes materiais:

- 1) Caneta marca texto (preferencialmente amarela)
- 2) Pedaço de fórmica branca opaca
- 3) 1 folha de transparência para retroprojektor
- 4) Protetor Solar
- 5) Lâmpada UV (luz negra)

- 6) Suporte com interruptor para lâmpada
- 7) Roteiro do professor
- 8) Roteiro do aluno



Figura 5. Materiais necessários para a realização do experimento.



Figura 6. Protetor solar empregado no experimento\*.

\* Para a realização desse experimento utilizou-se o protetor solar "Solar Expertise FPS 30 / Alta proteção UVA - Protetor solar da L'oreal Paris", porém, para não fazer propaganda da marca do protetor usado, optou-se por não identificá-lo na foto acima (Vale ressaltar que outros protetores poderão servir para a execução do experimento).

## 7.2. MÉTODO PARA A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Corte a folha de transparência de retroprojeto no tamanho suficiente para cobrir o desenho e em seguida aplique uma fina camada de protetor solar em apenas uma das metades, de modo que a mesma permaneça transparente. Cuidado para não sujar a outra metade com o protetor solar! Reserve a transparência em um local onde não se corra risco dela cair no chão.

Com a caneta marca texto faça o desenho que desejar no pedaço de fórmica. Agora, acenda a luz UV e veja o que acontece com o desenho na fórmica. Por fim, pegue a transparência pela parte em que não se aplicou protetor, tampe metade do desenho com a parte em que se aplicou o protetor e observe. O ideal é que essa etapa seja feita em um ambiente escuro, entretanto, se não for possível, o professor pode levar um pedaço grande de pano preto para que os alunos possam individualmente ou grupo criar um espaço mais escuro semelhante a uma cabana, no qual poderão observar o experimento.

## 7.3. SUGESTÃO DE DIRECIONAMENTO DA ATIVIDADE

A proposta desse experimento é demonstrar aos alunos que o protetor solar é capaz de proteger a pele da radiação UV, além de trabalhar o modelo atômico de Bohr através do efeito da fluorescência (vide a página 50 para uma maior compreensão da conexão desses assuntos com o experimento). O público alvo consiste em alunos da 1ª série do Ensino Médio, desse modo, o professor-utilizador já deve ter apresentado aos mesmos o conceito de átomo a partir do modelo de Dalton, constituintes fundamentais do átomo (prótons, nêutrons e elétrons) e modelos atômicos anteriores ao modelo de Bohr. Além disso, é interessante que os alunos já tenham aprendido “Sistema Tegumentar” e “Genética” em Biologia para uma maior compreensão das discussões acerca da possibilidade dos filtros solares permearem a pele e atingirem a órgãos mais

internos e de como ocorre a formação de tumores cancerígenos. Entretanto, caso ainda não os tenham estudado, o próprio professor de química pode explicar os conceitos dentro dessas temáticas que julgar necessário para compreensão da discussão que será feita a respeito do câncer de pele e do uso de protetores solares.

1º Momento:

No final da aula anterior a que se pretende executar a atividade, proponha aos alunos que façam uma pesquisa com seus amigos e familiares quanto ao uso de protetores solares. Sugira que perguntem aos mesmos se usam protetor solar. Caso usem, com quem frequência e qual o fator de proteção solar. Peça também que verifiquem preço de pelo menos três protetores solares de marca e FPS distintos. Entregue o roteiro do aluno e peça para que não se esqueçam de trazê-lo na aula seguinte. Por fim, solicite que tragam seus protetores solares para a realização do experimento em sala de aula.

2º Momento:

Questione os alunos sobre as respostas obtidas em suas pesquisas com seus amigos e familiares. Além disso, faça uma discussão a cerca do custo em média que se tem para se proteger do Sol.

Em seguida, converse com os alunos sobre temas bases necessários para o desenvolvimento da atividade, como por exemplo, “o que é o DNA” e “sistema tegumentar”. Então, você poderá discutir com seus alunos os benefícios e os malefícios de se expor ao Sol e quais as possíveis consequências de uma exposição excessiva sem proteção. Fale também dos cuidados que se deve tomar antes da exposição e quais os horários ideais para tal atividade. Se achar necessário, leve uma breve apresentação no computador para explicar tudo o que fora proposto acima e apresentar aos mesmos fotos de pessoas que possuem câncer de pele. Faça também uma abordagem/discussão a cerca do custo-benefício de se proteger do Sol, da

diferença entre a radiação UVA e UVB e da importância da proteção em amplo espectro.

Inicie o experimento e peça aos alunos para que fiquem atentos. Discuta com eles o que é fluorescência e utilize esse tema para explicar mais facilmente o Modelo Atômico de Bohr.

#### 7.4. DISCUSSÃO DO EXPERIMENTO

Pode-se explicar aos alunos que no estado fundamental, ou seja, estado de menor energia, os elétrons do átomo de um determinado elemento possuem uma quantidade de energia definida. Segundo o modelo de Bohr, só é permitido ao elétron ocupar níveis energéticos nos quais ele se apresenta com valores de energia múltiplos inteiros de um fóton, assim, para que ele atinja um estado excitado, precisa absorver uma quantidade de energia definida.

Como o estado excitado é termodinamicamente desfavorável, quando comparado com o estado fundamental, o elétron volta a ocupar o nível menos energético. Quando isso acontece, o elétron pode emitir a energia correspondente na forma de radiação eletromagnética. Nesse caso, a energia pode ser dissipada através do processo de fluorescência, que consiste na capacidade de uma substância de emitir luz após absorver energia eletromagnética.

Ao se posicionar a transparência na qual aplicou-se protetor solar sobre o desenho, a radiação UVA emitida pela lâmpada passa a ser absorvida (ou refletida) pelo protetor e não mais pela tinta da caneta marca texto, impedindo que processo de fluorescência ocorra.

Seguem, nas próximas páginas, as imagens que mostram as etapas do experimento para que o professor sinta-se mais seguro quanto à realização e ao seu resultado (Figuras 7 a 10).



Figura 7. Desenho feito sobre a fórmica utilizando canetas marca-texto.



Figura 8. Efeito causado ao acender a lâmpada UV sem protetor.

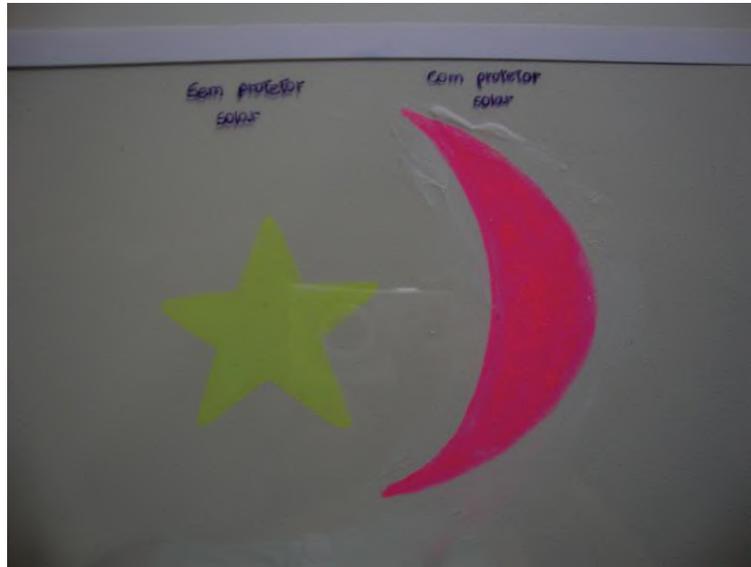


Figura 9. Aplicação do protetor solar posicionando parte da transparência com protetor apenas sobre o desenho da lua.

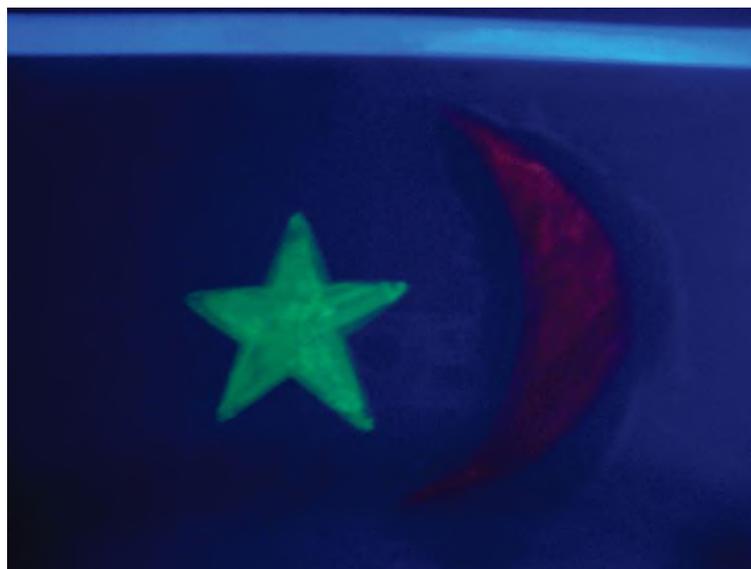


Figura 10. Efeito causado ao acender a lâmpada UV após posicionar a parte da transparência com protetor apenas sobre o desenho da lua.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho foi construído a partir de uma revisão bibliográfica a qual aborda assuntos relevantes para a compreensão da temática escolhida para o desenvolvimento desse trabalho de conclusão de curso. A discussão elaborada no decorrer do mesmo, acerca dos meios alternativos de se proteger do excesso de Sol, bem como dos artifícios utilizados até hoje para se bronzear, servem como embasamento para que o professor possa trabalhar esse tema em sala de aula de uma forma inovadora, quebrando certas crenças que são passadas de geração a geração e fazendo com que os alunos tenham uma visão mais crítica diante das informações que lhes são passadas no dia a dia.

A experimentação, aliada ao alerta sobre a importância de se proteger do excesso de Sol se mostra uma vantajosa ferramenta didática para ensinar um tópico que exige uma grande capacidade de abstração dos alunos, o Modelo Atômico de Bohr. Além disso, ao se propor uma aula diferenciada e atrativa, estimula-se os alunos a se interessarem pela disciplina, viabilizando uma melhor compreensão da mesma.

Nesse trabalho há também um roteiro para o professor e outro para o aluno, cuja função é facilitar o trabalho do docente, servindo como um ponto de partida, fornecendo ideias para que esse possa fazer adaptações de modo a tornar o sua aula mais atrativa e persuasiva.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, T. S.; SOUZA, S. O. Protetores solares e o efeito da Radiação Ultravioleta. **Scientia Plena**, Sergipe, v.4, n.11, 2008, p. 1-7.

BALOGH, T. S.; VELASCO M. V. R.; PEDRIALI, C. A. et al. Proteção à radiação ultravioleta: recursos disponíveis na atualidade em fotoproteção. In: **Anais Brasileiros de Dermatologia**, 2011, São Paulo. Anais... São Paulo: USP, 2011.

BERNARDELLI, M. S. Encantar para ensinar: um procedimento alternativo para o ensino de química. In: **Convenção Brasil Latino América, Congresso Brasileiro e Encontro Paranaense de Psicoterapias Corporais**. 1., 4., 9., Foz do Iguaçu. Anais... Centro Reichiano, 2004.

BRASIL. ANVISA/MS. RDC nº 30, de 1º de junho de 2012. Aprova o Regulamento Técnico Mercosul sobre Protetores Solares em Cosméticos e dá outras providências. **D.O.U. Poder Executivo**, Brasília, de 04 de Junho de 2012.

BRASIL. ANVISA/MS. RDC nº 47, de 16 de março de 2006. Aprova o Regulamento Técnico Lista de Filtros Ultravioletas Permitidos para Produtos de Higiene Pessoais, Cosméticos e Perfumes. **D.O.U. Poder Executivo**, Brasília, de 17 de março de 2006.

BRASIL. ANVISA/MS. RDC nº 56, de 09 de novembro de 2009. Proíbe em todo território nacional o uso de equipamentos para bronzamento artificial, com finalidade estética, baseada na emissão de radiação ultravioleta (UV). **D.O.U. Poder Executivo**, Brasília, de 11 de Novembro de 2009.

BRASIL. ANVISA/MS. RDC nº 237, de 22 de agosto de 2002. Aprova o Regulamento Técnico Sobre Protetores Solares em Cosméticos. **D.O.U. Poder Executivo**, Brasília, de 26 de Agosto de 2002.

CHEN, Tao; YAN, Jian; YAN, Li. Genotoxicity of titanium dioxide nanoparticles. **Journal of Food and Drug Analysis**, v.22, p.95-104, 2014.

CORRÊA, Bianca Aloise Maneira. **Planejamento racional, desenvolvimento tecnológico e avaliação do potencial fotoprotetor de novos ativos para a fotoproteção**. 112p. 2013. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Farmácia, Rio de Janeiro, 2013.

COSTA, M. L.; SILVA, R.R. Ataque à pele. **Química Nova na Escola**, nº 1, maio, p. 3-7, 1995.

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

JOHNSTON, H. J. et al. Identification of the mechanisms that drive the toxicity of TiO<sub>2</sub> particulates: the contribution of physicochemical characteristics. **Particle and Fibre Toxicology**. v.6, n.33, 2009, p. 1-27.

LIMA, J. O G. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. **Revista Espaço Acadêmico**, v.12, n.136, 2012, p.95-101.

LOPES, F. M.; CRUZ, R. O.; BATISTA, K. A. Radiação ultravioleta e ativos utilizados nas formulações de protetores solares. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v.16, n.4, 2012, p.183-199.

LOPES, Rosylane Elaine Costa. **Protetor Solar: uma proposta de abordagem temática para o Ensino Médio**. 53p. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Ensino de Química) - Universidade de Brasília, Faculdade de Química, Brasília, 2012.

MILESSI, S. S.; GUTERRES, S.S. Fatores determinantes da eficácia de fotoprotetores. **Caderno de Farmácia**, v.18, n.2, 2002, p.81-87.

NERY, A. L. P.; FERNANDEZ C. Fluorescência e Estrutura Atômica: Experimentos Simples para Abordar o Tema. **Química Nova na Escola**, nº 19, p. 39-42, 2004.

OSMAM, I. F. *et al.* Genotoxicity and cytotoxicity of zinc oxide and titanium dioxide in HEp-2 cells. **Future Medicine**. V.5, n.8, p.1193-1203, 2010.

**PARÂMETROS Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM)**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Parte III. Brasília: Ministério da Educação e Cultura-MEC, 2000.

**PARÂMETROS Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM+)**: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Parte III. Brasília: Ministério da Educação e Cultura-MEC, 2002.

PIAZZA, Fátima C. P. **Avaliação do conhecimento dos hábitos de exposição e de proteção solar dos adolescentes de colégio de aplicação Univali de Bauneário de Camboruí.** 18p. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade do Vale do Itajaí, Curso de Tecnologia em Cosmetologia e Estética, 2007.

REIS, V. M. S. Dermatoses provocadas por plantas (fitodermatoses). In: **Anais Brasileiros de Dermatologia**, 2010, São Paulo. Anais... São Paulo: Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP), 2010.

RODRIGUES JÚNIOR, Edmundo. **Efeitos biológicos das radiações não-ionizantes: uma temática para o Ensino Médio.** 197p. 2008. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Belo Horizonte, 2008.

SCHALKA, S.; REIS, V. M. S. Fator de proteção solar: significado e controvérsias. In: **Anais Brasileiros de Dermatologia**, 2011, São Paulo. Anais... São Paulo: trabalho realizado em clínica privada, 2011.

SMIJS, T. G.; PAVEL, S. Titanium dioxide and zinc oxide nanoparticles in sunscreens: focus on their safety and effectiveness. **Nanotechnology, Science and Applications**, v. 4, 2011, p.95-112.

**SOCIEDADE Brasileira de Dermatologia Regional São Paulo (SBD-SP).** Educação sobre exposição solar na infância: conscientizando hoje para um futuro melhor. Campanha Sol, amigo da infância. 2013/2014. 56p. Disponível em: <[http://www.sbd-sp.org.br/campanha\\_gibi/apostila\\_campanha.pdf](http://www.sbd-sp.org.br/campanha_gibi/apostila_campanha.pdf)>. Acesso em: 14 de janeiro de 2015.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DERMATOLOGIA. Câncer de pele. Disponível em: <<http://www.sbd.org.br/doencas/cancer-da-pele/>>. Acesso em: 08 jan. 2015.

TERRA. Bronzeador caseiro queima pelo menos 90 no Rio. Disponível em: <<http://noticias.terra.com.br/brasil/noticias/0,,O12326648-EI715,00-Bronzeador+caseiro+queima+pelo+menos+no+Rio.html>>. Acesso em: 08 jan. 2015.

## **APÊNDICE A – Roteiro do professor**

### **Título do Roteiro**

Experimentação no ensino de Química: um trabalho de alerta acerca da importância de se proteger do excesso de Sol

### **Objetivo**

Auxiliar professores de Química a desenvolver um trabalho de alerta acerca da importância de se proteger do Sol através de um experimento que mostre a eficiência do protetor solar em inibir a ação dos raios ultravioleta. Além disso, propor um novo meio de explicar o Modelo Atômico de Bohr, sendo essa através do fenômeno da fluorescência.

### **Descrição**

Para o desenvolvimento desse projeto serão necessários os seguintes materiais:

- 1) Caneta marca texto (preferencialmente amarela)
- 2) Pedaco de fórmica branca opaca
- 3) 1 folha de transparência para retroprojctor
- 4) Protetor solar
- 5) Lâmpada UV (luz negra)
- 6) Suporte com interruptor para lâmpada
- 7) Roteiro do aluno

### **Procedimento experimental**

Corte a folha de transparência de retroprojctor no tamanho que desejar e em seguida aplique uma fina camada de protetor solar em apenas uma das metades, de modo que a mesma permaneça transparente. Cuidado para não sujar a outra

metade com o protetor solar! Reserve a transparência em um local onde não se corra risco dela cair no chão.

Com a caneta marca texto faça o desenho que desejar no pedaço de fórmica. Agora, acenda a luz UV e veja o que acontece com o desenho na fórmica. Por fim, pegue a transparência pela parte em que não se aplicou protetor, tampe metade do desenho com a parte em que se aplicou o protetor e observe. O ideal é que essa etapa seja feita em um ambiente escuro, entretanto, se não for possível, o professor pode levar um pedaço grande de pano preto para que os alunos possam individualmente ou grupo criar um espaço mais escuro semelhante a uma cabana, no qual poderão observar o experimento.

### **Proposta Pedagógica**

É interessante que os alunos já tenham aprendido “Sistema Tegumentar” e “Genética” em Biologia, entretanto, caso ainda não os tenham estudado, o próprio professor de química pode explicar os conceitos dentro dessas temáticas que julgar necessário para compreensão da discussão que será feita a respeito do câncer de pele e do uso de protetores solares. Em Química, é importante que se tenha aprendido o conceito de átomo a partir do modelo de Dalton, constituintes fundamentais do átomo (prótons, nêutrons e elétrons) e modelos atômicos.

Espera-se que ao final do projeto os alunos sejam capazes de compreender o Modelo Atômico de Bohr e mais ainda, alertá-los da facilidade de prevenir-se do câncer de pele, que para isso basta apenas tornar um hábito o uso de protetor solar. Deseja-se também que eles possam alertar as pessoas da comunidade onde vivem, especialmente amigos e familiares.

### **Público alvo**

1ª série do Ensino Médio. Tópico da matéria: modelos atômicos, especificamente Modelo Atômico de Bohr.

## **Tópicos abordados**

Modelo Atômico de Borh

## **Conhecimento prévio**

Para a realização do experimento o ideal é que o professor já tenha ensinado aos seus alunos os seguintes tópicos:

- Conceito de átomo a partir do modelo de Dalton;
- Constituintes fundamentais do átomo (prótons, nêutrons e elétrons);
- Modelos atômicos;

Os seguintes tópicos podem ser ensinados depois do desenvolvimento do roteiro com os alunos, fazendo uso dos conceitos aprendidos:

- Distribuição eletrônica usando o diagrama de Linus Pauling ;
- Ligações Químicas;

## **Possibilidades educacionais**

O roteiro estimula a discussão entre os alunos sobre as questões acerca da problemática apresentada.

## **Para saber mais**

<http://revistapesquisa.fapesp.br/2002/12/01/Soldando-o-dna/>, acessado em 20 de Maio de 2014.

<http://ensquimica.blogspot.com.br/2011/08/como-funciona-o-protetor-Solar.html>, acessado em 01 de Maio de 2014.

NERY, A. L. P.; FERNANDEZ C. Fluorescência e Estrutura Atômica: Experimentos Simples para Abordar o Tema. **Química Nova na Escola**, nº 19, p. 39-42, 2004.

## **Sugestão de direcionamento da atividade**

### 1º Momento:

No final da aula anterior a que se pretende executar a atividade, proponha aos alunos que façam uma pesquisa com seus amigos e familiares quanto ao uso de protetores solares. Sugira que perguntem aos mesmos se usam protetor solar. Caso usem, com quem frequência e qual o fator de proteção solar. Peça também que verifiquem preço de pelo menos três protetores solares de marca e FPS distintos. Entregue o roteiro do aluno e peça para que não se esqueçam de trazê-lo na aula seguinte. Por fim, solicite que tragam seus protetores solares para a realização do experimento em sala de aula.

### 2º Momento:

Questione os alunos sobre as respostas obtidas em suas pesquisas com seus amigos e familiares. Além disso, faça uma discussão a cerca do custo em média que se tem para se proteger do Sol.

Em seguida, converse com os alunos sobre temas bases necessários para o desenvolvimento da atividade, como por exemplo, “o que é o DNA” e “sistema tegumentar”. Então, você poderá discutir com seus alunos os benefícios e os malefícios de se expor ao Sol e quais as possíveis consequências de se expor excessivamente ao Sol sem proteção. Fale também dos cuidados que se deve tomar antes da exposição e quais os horários ideais para tal atividade. Se achar necessário, leve uma breve apresentação no computador para explicar tudo o que foi proposto acima e apresentar aos mesmos fotos de pessoas que possuem câncer de pele. Faça também uma abordagem/discussão a cerca do custo-benefício de se proteger do Sol, da diferença entre a radiação UVA e UVB e da importância da proteção em amplo espectro.

Inicie o experimento e peça aos alunos para que fiquem atentos. Discuta com eles o que é fluorescência e utilize esse tema para explicá-los mais facilmente o Modelo Atômico de Bohr.

## Discussão do experimento

Pode-se explicar aos alunos que no estado fundamental, ou seja, estado de menor energia, os elétrons do átomo de um determinado elemento possuem uma quantidade de energia definida. Segundo o modelo de Bohr, só é permitido ao elétron ocupar níveis energéticos nos quais ele se apresente com valores de energia múltiplos inteiros de um fóton, assim, para que ele atinja um estado excitado, precisa absorver uma quantidade de energia definida.

Como o estado excitado é termodinamicamente desfavorável, quando comparado com o estado fundamental, o elétron volta a ocupar o nível menos energético. Quando isso acontece, o elétron pode emitir a energia correspondente na forma de radiação eletromagnética. Nesse caso, a energia é dissipada através do processo de fluorescência, que consiste na capacidade de uma substância de emitir luz quando exposta a radiação ultravioleta.

Ao se posicionar a transparência na qual aplicou-se protetor solar sobre o desenho, a radiação UVA emitida pela lâmpada passa a ser absorvida pelo protetor e não mais pela tinta da caneta marca texto, impedindo que processo de fluorescência ocorra.

## Referências

MONTEIRO, Paula Cavalcante. **Uso de desenho animado no ensino de Química: uma experiência didática sobre o tema “protetores solares”**. 2010. 10 f. Programa de Pós-Graduação para a Ciência e a Matemática – Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Maringá, Paraná, 2010.

NERY, A. L. P.; FERNANDEZ C. Fluorescência e Estrutura Atômica: Experimentos Simples para Abordar o Tema. **Química Nova na Escola**, nº 19, p. 39-42, 2004.

## **APÊNDICE B – Roteiro do aluno**

### **Proteger-se do Sol, uma necessidade ou uma bobagem?**

A Terra recebe a energia emitida pelo Sol na forma de radiação eletromagnética de todos os comprimentos de onda, e a maior parte dela é muito nociva para os seres vivos. Entretanto, grande parte da radiação nociva é absorvida principalmente pela camada de ozônio e também pelas demais camadas superiores da atmosfera.

Dentre as ondas eletromagnéticas capazes de atingir a superfície terrestre, estão as que se encontram na faixa do ultravioleta. Os raios ultravioletas são os responsáveis por gerar queimaduras e os principais tipos de câncer de pele, uma vez que são capazes de provocar danos no DNA dos seres vivos.

A incidência do câncer de pele vem aumentando nas últimas décadas, de modo que hoje ele representa aproximadamente um terço dos tipos de câncer diagnosticados (PIAZZA, 2007). Outro fator relevante que vem sendo discutido como resultado da displicência dos indivíduos é o envelhecimento precoce da população.

Sabendo desses efeitos maléficos que a exposição excessiva e ao Sol e sem proteção pode causar, você ainda acha que é uma bobagem utilizar meios para se proteger do Sol? Vale mais a pena ficar com aquela marquinha de biquíni no verão ou se prevenir dessa doença tão devastadora?

### **Atividade**

Refleta sobre o tema apresentado acima e faça uma pequena pesquisa com seus familiares e amigos. Pergunte a eles se fazem uso de protetor solar. Caso usem, com quem frequência e qual o fator. Além disso, verifique o preço de pelo menos três protetores solares de marca e FPS distintos. Os dados coletados por você são importantes para as discussões que serão levantadas na próxima aula, então, não se esqueça de entrevistá-los.

Para um melhor aproveitamento da atividade que será realizada na próxima aula, pesquise mais sobre o tema. Aproveite a facilidade de realizar pesquisas na internet, não use-a apenas “compartilhar” e “curtir” no facebook! Cuidado com a

veracidade das fontes! Pesquisar mais sobre esse tema, pois é importante para você, para sua saúde. Quem sabe entendendo mais sobre o assunto, além de se precaver, você possa alertar pessoas que ama, ajudando-as se prevenirem do câncer de pele?!

Sugiro que assista o vídeo “Como funciona o protetor solar” no site [www.pontociencia.org.br](http://www.pontociencia.org.br). Caso não o encontre no site, vá no site do Google e digite “vídeo como funciona o protetor solar ponto ciência” que certamente você o encontrará. Esse vídeo apresenta um experimento semelhante ao que faremos na próxima aula, então preste atenção e anote suas dúvidas para que se lembre de tirá-las.

Durante o experimento, ou em qualquer demonstração da qual você participe, tenha como guia o seguinte:

**Observe! Pense! Ouça! Compare o que você vê e ouve com o que você sabe ou leu nos livros! Pergunte educadamente! Colabore! Evite conversas sobre outros assuntos! A demonstração que você está presenciando não é uma atividade comum. Aproveite a oportunidade!**

Ah, não se esqueça de trazer as anotações que fez durante suas pesquisas em casa e as respostas fornecidas pelas pessoas entrevistadas.