

## CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES SOBRE RADIAÇÕES STUDENTS' CONCEPTIONS ABOUT RADIATIONS

Michely Prestes<sup>1</sup>, Eliane Cappelletto<sup>2</sup>, Arion de Castro Kurtz dos Santos<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental - Mestrado em Educação Ambiental - Universidade Federal do Rio Grande - FURG - michelyprestes@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Departamento de Física - Universidade Federal do Rio Grande - FURG - dfscapp@furg.br

<sup>3</sup>Departamento de Física - Universidade Federal do Rio Grande - FURG - dfsarion@furg.br

### Resumo

Relatamos os resultados de uma investigação piloto sobre as idéias de 25 estudantes de ensino médio a respeito do tema radiações, antes da instrução. As respostas mostram que os estudantes têm noções vagas e desarticuladas sobre radiações. A maioria já ouviu falar de raios X e de raios ultravioleta, mas não compreende seus efeitos nos organismos vivos, inclusive porque não sabem a diferença entre radiação ionizante e não-ionizante. Não têm clareza dos prejuízos e benefícios das radiações, desconhecendo boa parte de suas aplicações industriais. Aprenderam através da mídia sobre os perigos do Sol, como o câncer de pele, mas ignoram os perigos do bronzeamento artificial e o modo como a radiação pode afetar o meio ambiente. Estas concepções apontam a necessidade da construção de um conhecimento mais preciso e embasado sobre radiações em situação formal de aprendizagem. Mapas conceituais sobre radiações foram utilizados como instrumentos úteis na análise das concepções dos alunos e no planejamento curricular da unidade de aprendizagem.

**Palavras-chave:** concepções dos alunos; radiação; radiação ultravioleta; proteção radiológica; ensino de física.

### Abstract

We report the results of a pilot research on the ideas of 25 high school students about the radiation issue, before teaching. The answers show that students have vague not articulated notions about radiations. Most have heard X-ray and ultraviolet rays, but does not understand its effects on living organisms, including because they do not know the difference between ionizing and non-ionizing radiation. They have not clarity of the damage and benefits of radiation and ignored much of its industrial applications. They learned through the media about the danger of the sun exposure, such as skin cancer, but ignore the dangers of artificial tanning and how the radiation might affect the environment. These conceptions show the need for the construction of a more accurate knowledge on radiations in a formal learning situation. Concept maps about radiations were used as useful tools in the analysis of the students' conceptions and for curricular planning.

**Key-words:** students' conceptions; radiation; ultraviolet radiation; radiological protection; physics teaching.

## **Introdução**

O tema das radiações desperta sentimentos diferentes nas pessoas. Alguns ficam intrigados. Sabem que aí se esconde um dos grandes achados da ciência, com grande potencialidade de aplicações práticas. Para outros, o termo está associado a desastres terríveis, acidentes radiológicos, dor e contaminação. Trata-se de um perigo invisível, sem cor, sem cheiro, que chega sem dar nenhum aviso. As aplicações da radiação obviamente incluem bombas nucleares e usinas nucleares, mas não se restringem a elas. Elementos radioativos podem causar sérios riscos à saúde dos seres vivos, inclusive câncer e morte. É compreensível então que muitos estudantes fiquem estarelecidos quando descobrem que as radiações são utilizadas no tratamento do câncer. Como é possível que algo seja a causa de uma doença grave e também seu tratamento? A questão subjacente, é claro, é o total desconhecimento da população sobre o assunto.

Hoje em dia, as radiações estão presentes em inúmeras aplicações, seja na pesquisa científica, na indústria, no diagnóstico ou no tratamento médico. Apesar de pouco explorado, o estudo das radiações é um tema de Física Moderna e Contemporânea que poderia ser facilmente inserido no ensino médio, pois é atual, interessante, com muitas aplicações práticas, com forte viés interdisciplinar e ainda capaz de suscitar discussões sobre a relação ciência–tecnologia–sociedade (cuidados com a saúde, contaminação ambiental, perigos radioativos, tecnologia médica, poluição, etc.).

Um dos temas estruturadores sugeridos nos PCN+ é o estudo da matéria e radiação, tema capaz de organizar as competências relacionadas à compreensão do mundo material microscópico, promover a compreensão dos modelos sobre como se constitui a matéria, as interações no núcleo dos átomos e os modelos que a ciência hoje propõe para um mundo povoado de partículas, e também aprender a identificar, lidar e reconhecer as radiações e seus diferentes usos.

Nosso objetivo é apresentar os resultados de uma investigação inicial sobre a introdução do tema radiações no ensino médio, avaliando as idéias prévias dos estudantes com a finalidade de embasar possíveis estratégias educativas sobre o tema. Mapas conceituais foram utilizados como instrumentos para organizar as respostas dos estudantes e fazer o mapeamento do conteúdo curricular.

## **Referenciais Teóricos**

Instrumentos baseados na teoria de aprendizagem significativa de Ausubel e Novak (MOREIRA, 1983), os mapas conceituais são diagramas indicando relações entre conceitos. Frequentemente possuem uma organização hierárquica e muitas vezes incluem setas para auxiliar na leitura e no entendimento. Mapas conceituais são diagramas de significados, de relações significativas e, em muitos casos, de hierarquias conceituais. São instrumentos úteis na análise de currículo, como técnica didática, recurso de aprendizagem e meio de avaliação (MOREIRA e BUCHWEITZ, 1987).

A construção de mapas conceituais envolve um esforço para selecionar e organizar os conceitos principais sobre o assunto que se quer abordar e também para escolher as melhores frases de ligação entre os conceitos. A disposição visual é importante para a compreensão, mas deve estar subordinada ao conteúdo, que é

essencial. Os mapas conceituais devem ser explicados por quem os faz, permitindo que o construtor apresente/externalize os significados atribuídos. Mapas são dinâmicos, estão constantemente mudando no curso da aprendizagem significativa, enquanto a estrutura cognitiva do aprendiz se reorganiza por diferenciação progressiva e reconciliação integrativa (MOREIRA, 1983).

O mapa conceitual é um bom instrumento para compartilhar, trocar e “negociar” significados. Exemplos de utilização de mapas conceituais para organizar o ensino de temas de física moderna e contemporânea, em especial a física de partículas, são apresentados em MOREIRA (1989).

Neste trabalho utilizamos três mapas conceituais elaborados a partir da consulta a vários textos, sites, livros e manuais (PINTO, 1987; TAUHATA et al., 1999; VANICEK et al., 2000; MAZZILI et al., 2002; CARDOSO, 2003a; CARDOSO, 2003b; CORRÊA, 2004; CARVALHO, 2005; OKUNO e VILELA, 2005).

O primeiro mapa conceitual, não mostrado aqui por falta de espaço, é sobre radiações. Explicita que as radiações podem ser emitidas na forma de ondas eletromagnéticas ou de partículas. As ondas abrangem todo o espectro eletromagnético, ou seja, rádio e TV, microondas, infravermelho, visível, ultravioleta, raios X e raios gama. As ondas podem ser ionizantes ou não-ionizantes, dependendo de seu potencial de arrancar elétrons dos átomos. Alguns autores incluem as microondas na faixa de rádio e TV, pelas similaridades dos usos práticos com os integrantes desta faixa de frequências. As emissões de partículas abrangem a “partícula alfa” (o núcleo de hélio, com dois prótons e dois nêutrons) e a “partícula beta” (elétron ou pósitron), entre outras. Ondas e partículas carregam energia e momentum. Qualquer onda eletromagnética é caracterizada por viajar à velocidade da luz, ter uma frequência e um comprimento de onda. Já as partículas são mais comumente definidas pelos atributos de carga, massa e energia cinética.

A título de exemplo, a Fig. 1 mostra o mapa conceitual 2 que versa sobre as aplicações mais comuns das radiações. São bastante conhecidas as aplicações bélicas e no diagnóstico e tratamento médico. Contudo, hoje em dia a indústria tem feito grande uso de radiações, seja no controle de processos ou produtos, seja na geração de energia, esterilização de materiais cirúrgicos, preservação de alimentos, análise de qualidade de soldas e outros. A pesquisa científica em várias áreas também se utiliza de radiações. As fontes de radiação podem ser naturais e artificiais, sendo as fontes abertas as mais perigosas, pelo risco de poderem causar contaminação. É necessário adotar medidas de proteção radiológica, como as recomendadas pela legislação brasileira e internacional para os trabalhadores, com ênfase na prevenção, na monitoração e no uso dos detectores adequados. Também são apontadas medidas que visam proteger o público de exposições indevidas.

O terceiro mapa aborda os efeitos biológicos da radiação ultravioleta. Salientamos que a radiação ultravioleta, em pequenas doses, é necessária à vida, podendo ser útil no tratamento de várias doenças, como as dermatológicas, o raquitismo e a icterícia. Em altas doses, a radiação UV é prejudicial à saúde, podendo causar sérios problemas, dos quais enfatizamos o bronzeamento e o envelhecimento precoce da pele, o câncer de pele e a catarata, que são as principais conseqüências da exposição prolongada e desprotegida ao Sol. Deve-se evitar a exposição ao Sol em horários de incidência solar plena, utilizar barreiras físicas de proteção como camiseta, boné e óculos de sol e fazer uso de filtros solares adequados ao tipo de pele.

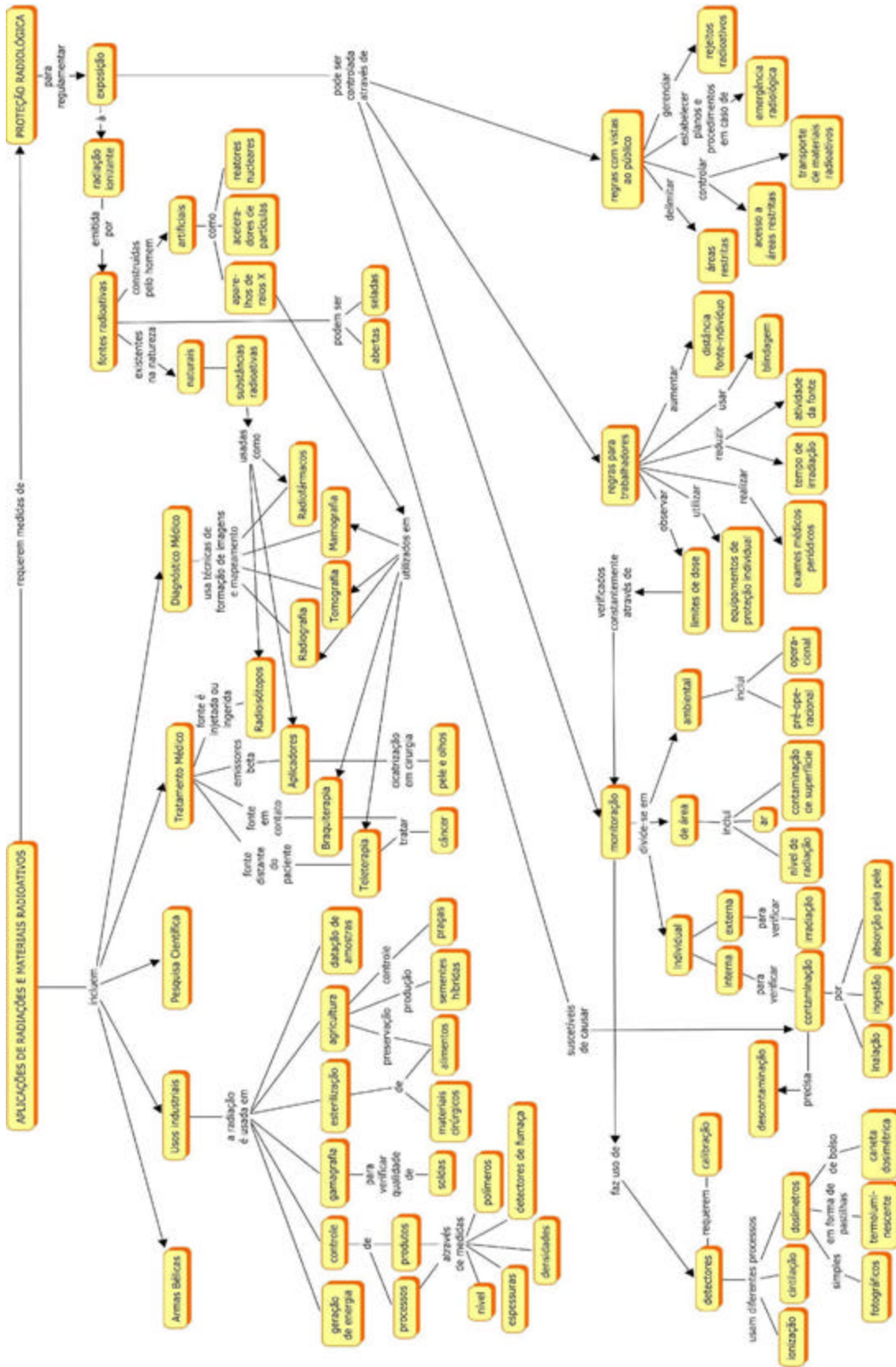


Fig. 1 - Mapa conceitual 2 sobre as aplicações das radiações e proteção radiológica

## **Metodologia e Análise dos Dados**

A investigação relatada neste trabalho ocorreu no segundo semestre de 2006, em uma turma composta de 25 estudantes de ensino médio de uma escola estadual da cidade do Rio Grande, RS. O objetivo foi o de mapear as idéias dos estudantes sobre o tema radiações como subsídio para uma intervenção didática sobre o assunto realizada logo após a coleta de dados.

O recurso utilizado para o mapeamento das concepções e condutas dos estudantes foi o questionário, composto de quinze questões dissertativas onde os estudantes, anônima e individualmente, registraram suas respostas. As questões foram elaboradas de modo a exigir que os sujeitos recorressem às suas experiências prévias, escolares ou não, relacionadas com as radiações. Nosso objetivo é analisar qualitativamente as tendências de respostas e comportamentos, avaliando que parcela pode ser atribuída ao ensino formal e obter subsídios para propor estratégias escolares que possam contribuir para uma aprendizagem significativa sobre radiações, convertendo-se, futuramente, em ações e condutas mais apropriadas e coerentes com o conhecimento do tema.

As questões envolviam: a) noções básicas sobre radiações; b) efeitos das radiações em seres vivos, alimentos e para o meio ambiente; c) aplicações tecnológicas das radiações; d) noções sobre radiação ultravioleta natural e artificial; e) cuidados na exposição ao Sol. O formato de algumas questões permitiu que os estudantes dessem várias respostas, de modo que a soma das citações excede o total de respondentes. O número entre parênteses indica a quantidade de respondentes que partilha uma dada concepção.

Devido à limitação de espaço, para poder analisar mais detalhadamente as respostas dos 25 alunos às perguntas sobre radiações, selecionamos aquelas consideradas mais importantes dentre as 15 questões aplicadas. É feita uma análise qualitativa das respostas, relacionando-as ao conhecimento sobre radiações, sistematizado nos três mapas conceituais que serviram como orientação e análise do conteúdo curricular.

### ***1. Questão 2 - Qual dos cinco símbolos mostrados está relacionado com radiação?***

(12) alunos assinalaram corretamente o símbolo de substância radioativa, (10) marcaram o símbolo que identifica substância explosiva, (4) assinalaram não saber qual dos símbolos é o da radiação e apenas (1) dos participantes assinalou substância tóxica. (2) alunos que identificaram a alternativa correta marcaram simultaneamente dois símbolos, sugerindo incerteza. Portanto apenas (10) dos 25 participantes associaram corretamente o símbolo de material radioativo.

O símbolo da radiação é desconhecido dos brasileiros. Esta falta de conhecimento científico foi uma das causas do grave acidente de Goiânia, GO, em setembro de 1987. Dois catadores de papel recolheram um aparelho abandonado de radioterapia usado no tratamento contra o câncer e o abriram para vender a blindagem de chumbo, liberando um pó que emitia luz azulada. O pó radioativo de cloreto de césio matou quatro pessoas e contaminou centenas de pessoas, objetos e locais da cidade. A descontaminação durou mais de três meses e gerou um volume de 3.461 m<sup>3</sup> de rejeitos radiativos (OKUNO, 1988; CRUZ, 1987).

## **2. Questão 4 - Podemos sentir a radiação?**

(19) participantes acreditam que podemos sentir a radiação, enquanto que os outros (6) definiram que a radiação é imperceptível aos sentidos humanos. Para as formas de sentir a radiação, (8) alunos definiram que esta não é percebida por nossos sentidos e (22) citaram os seguintes sentidos: tato (9), visão (8), olfato (4), audição (1). (1) não respondeu.

O mapa conceitual 1 mostra os vários tipos de radiação do espectro eletromagnético. As radiações ionizantes e parte das radiações não ionizantes são imperceptíveis aos sentidos humanos. A radiação infravermelha (calor) é perceptível através da pele (tato). A luz visível sensibiliza a nossa retina (visão), mas, como a maioria dos alunos não identifica a luz como um tipo de radiação, então devem pensar que outros tipos de radiação podem ser percebidos pela visão.

Embora as radiações façam parte do nosso planeta desde a sua criação, somente há um século esta forma de energia está sendo compreendida e utilizada por nossa sociedade. O mapa conceitual 2 procura mostrar os avanços do uso das radiações neste período. Mas, para grande parte da população as propriedades das radiações são desconhecidas em virtude de suas características peculiares, principalmente porque a radiação ionizante é “invisível, inaudível, inodora, insípida e intocável” pelo ser humano. Sem o uso de equipamentos especiais, ela “pode ser considerada o verdadeiro fantasma da era moderna” (OKUNO, 1988, p.41).

## **3. Questão 6 - Você sabe a diferença entre a radiação ionizante e a radiação não-ionizante?**

Os (25) participantes manifestaram não saber a diferença entre a radiação ionizante e a radiação não-ionizante. A unanimidade mostra que, embora tenham alguma idéia sobre radiações, não há um entendimento mais profundo do tema.

Ao interagir com a matéria, a radiação transfere energia, podendo provocar excitação ou ionização dos átomos. A radiação é dita não-ionizante quando sua energia não é suficiente para arrancar elétrons dos átomos. Neste caso pode ocorrer a excitação do átomo, isto é, os elétrons são promovidos para as camadas mais externas do átomo, sem serem ejetados. Quando a radiação possui energia suficiente para superar a atração dos elétrons pelo núcleo e arrancar um dos elétrons orbitais de um átomo neutro, diz-se que a radiação é ionizante. Portanto, a ionização é o rompimento da neutralidade do átomo, gerando um par de íons: um íon positivo, o átomo, e um íon negativo, o elétron. No espectro eletromagnético, são radiações ionizantes os raios X e os raios gama (OKUNO, 1988).

## **4. Questão 8 - Dos tipos de tecnologia citados abaixo, em quais podem ser utilizadas a radiação? Cite exemplos.**

As opções de tecnologias apresentadas são: Medicina, Eletrônica, Indústria, Guerra, Geração de energia e Não ouvi falar das tecnologias. Na área da medicina (23), destaca-se o equipamento de raios X (20), sabidamente utilizado em exames hospitalares ou odontológicos. A radioterapia (1) não é uma tecnologia muito conhecida pelos alunos, (1) citou simplesmente “exames” e outro, “fisioterapia” (1).

A tecnologia de guerra foi bastante mencionada (15), sendo os exemplos as bombas (11), radiação IV (2), armas (1) e explosivos (1). Não é novidade para os alunos o uso de material radioativo na produção de artefatos de guerra, já que aprenderam na escola fatos históricos marcantes como os de Hiroxima e Nagasaki.

Na eletrônica (10), os exemplos incluem a radiação IV (3), o aparelho de TV (2), outros aparelhos (3) e (2) participantes não relataram exemplos. Observa-se a limitação do conhecimento dos respondentes, pois em nosso cotidiano lidamos constantemente com diversos aparelhos que envolvem o uso da radiação, como “monitor de TV, monitor de computador, aparelho de rádio, aparelho celular, forno de microondas, controle remoto” (SCAFF, 2002). No entanto, mesmo fazendo parte dos equipamentos mais usados pelos adolescentes, evidenciamos que eles não reconhecem o uso da radiação para o funcionamento destas tecnologias.

O uso da radiação na indústria teve apenas (7) menções, sendo (3) para máquinas, (2) alimentos, (1) geração de energia e (1) não exemplificou.

Como mostra o mapa conceitual 2, é grande o uso das radiações na indústria, no controle de processos e produtos, para esterilizar materiais e utensílios hospitalares, na conservação de alimentos. Também é usada para detectar falhas em equipamentos, problemas em soldas, fissuras em tubulações, navios e em aviões, contribuindo para melhorar a segurança e a qualidade dos produtos.

Geração de energia foi a menos reconhecida com (6) citações, sendo (4) para usina nuclear, (1) para fábrica e (1) que não citou exemplos. (2) participantes assinalaram não conhecer nenhuma aplicação das radiações.

### **5. Questão 9 - Alguns alimentos estão sendo irradiados para sua maior conservação. Você acredita que este processo pode prejudicar a saúde?**

(23) alunos acreditam que o uso de radiações para conservação de alimentos pode prejudicar a saúde dos seres humanos, citando a perda nas propriedades dos alimentos (9), que deixam de ser naturais (4), pois o processo utilizaria produtos químicos (3) que tornam os alimentos menos saudáveis (3) e o organismo humano não está adaptado a este procedimento (2) enquanto (2) não justificaram. Apenas (2) assinalaram que o processo não prejudica o alimento.

Muitos alimentos estão sendo irradiados para minimizar a ação dos microorganismos, potencializadores da sua decomposição, o que não torna o alimento radioativo, pois não existe contato com a fonte. Porém, interpretações equivocadas dos consumidores dificultam a aceitação dos produtos irradiados.

Foi constatado em uma pesquisa sobre a “Atitude do consumidor frente à irradiação de alimentos” que, apesar da irradiação ser “cientificamente aceita como um excelente método de conservação de alimentos”, é difícil implantar o uso desta tecnologia, entre outros fatores, devido às “interpretações errôneas dos consumidores”. Dos 218 entrevistados, “59,6% não sabiam que a irradiação é um método de conservação de alimentos e não souberam responder se consumiriam produtos irradiados” e 16% acreditam que “alimentos irradiados significam o mesmo que alimentos radioativos” (ORNELLAS et al., 2006).

Estes dados revelam a falta de informação que a população tem sobre o uso da irradiação em alimentos e a necessidade de esclarecimento a respeito das aplicações da radiação.

### **6. Questão 10 - Os raios X emitidos para investigar possíveis fraturas ósseas trazem somente benefícios à saúde?**

Sobre o uso dos raios X na medicina, (10) acreditam apenas em benefícios, (13) percebem que há possíveis prejuízos, (1) não sabe e (1) não respondeu.

A descoberta dos raios X foi um avanço importante para a ciência, pois com ele pode-se obter, de forma muito eficiente, imagens de diversas estruturas, inclusive radiografias que permitem estudar melhor o corpo humano. Porém, é necessário ter cautela, em virtude dos efeitos biológicos constatados já em fins de 1896, quando Elihu Thomson participou de uma experiência que comprovou os danos causados pelo excesso da exposição aos raios X.

No Brasil, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) estabelece as diretrizes de proteção radiológica e é responsável pela fiscalização dos setores que se beneficiam do uso da radiação. Uma das recomendações básicas de radioproteção, indicado pela Comissão Internacional de Proteção Radiológica, baseia-se nos princípios de “Justificação, Otimização e Limitação da Dose Individual” (TAUHATA et al., 1999).

Estes princípios asseguram que nenhum indivíduo seja exposto desnecessariamente à radiação e, quando é justificado o uso dos raios X, tanto o paciente, como o acompanhante, e também a equipe que trabalha no local, devem fazer uso de equipamentos de proteção individual.

As vestimentas de proteção individual utilizadas na radiologia são constituídas de borracha plumbífera: aventais, luvas, óculos com lentes especiais, protetores de tireóide e de gônadas e outros bloqueadores que impedem a passagem da radiação pela presença de chumbo.

Evitar se expor com frequência e sem necessidade às radiações ionizantes, como os raios X e os raios gama, e às radiações não-ionizantes, como os raios ultravioletas, são medidas significativas para prevenir os indivíduos contra os prejuízos causados pelas radiações. Os cuidados devem aumentar, principalmente, com crianças, mulheres em idade fértil e mulheres grávidas que, devido à intensa proliferação celular, são mais vulneráveis aos efeitos das radiações. As crianças merecem atenção especial, já que os efeitos das radiações são cumulativos.

### **7. Questão 11 - Por que hoje se fala da necessidade de proteção contra os raios solares?**

Os respondentes justificaram a necessidade de proteção contra os raios solares devido às doenças causadas pelo sol, com destaque para o câncer de pele (15) e a catarata (1). O aumento dos raios UV e a presença do buraco na camada de ozônio foram citados por (13) alunos e (8) mencionaram prejuízos à saúde.

Embora a radiação UV possa apresentar efeitos benéficos no tratamento de algumas doenças, pode causar graves prejuízos à saúde se o nível de radiação “exceder os limites a partir dos quais os mecanismos de defesa, inerentes a cada espécie, se tornam ineficazes” (VANICEK et al., 2000, p.5).

Diversos efeitos nocivos podem ser causados pelo excesso de exposição à radiação solar UV. As reações na pele humana podem ser agudas, quando ocorrem imediatamente após a exposição ao sol, como queimaduras e bronzeamento. Já as



reações crônicas se desenvolvem em longo prazo, por efeito cumulativo da radiação, ocasionando a catarata, o envelhecimento cutâneo e as alterações celulares que, através de mutações genéticas, predispõem ao câncer da pele. O mapa conceitual 3 sintetiza os efeitos biológicos da radiação UV.

Por apresentarem danos significativos à saúde, os raios UV têm sido alvo de muita pesquisa por órgãos como a Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD), o Instituto Nacional de Câncer (INCA), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), entre outros, no intuito de alertar a população e promover, através de campanhas educativas, a prevenção do câncer de pele. Mas, essas iniciativas na mídia não estão sendo suficientes, pois a cada ano aumenta o número de casos de doenças da pele.

Diariamente estamos em contato com a radiação solar e algumas pessoas, por suas atividades profissionais, se expõem por longos períodos, enquanto outras se expõem por lazer ou apenas para bronzear-se. No verão, época em que as pessoas estão mais expostas a altos níveis de radiação UV, a mídia veicula mais campanhas de prevenção, de modo que a população é alertada sobre os problemas causados pelos raios solares nos seres humanos, em particular à pele e à visão.

É necessário ampliar o desenvolvimento de ações preventivas, buscando uma educação em saúde, o que requer iniciativas simples como: auto-exame da pele, detecção precoce de novas manchas e sinais, evitar a radiação UV principalmente no período das 10h às 16h, quando a incidência dos raios solares é maior na terra, estar atento ao índice UV, que é uma medida diária da intensidade da radiação, utilizar proteção como chapéu, guarda-sol, óculos com lentes que impedem a passagem do UV e filtros solares. E, no momento em que for percebida qualquer mudança na pele, deve-se procurar imediatamente um dermatologista, pois as alterações, quando detectadas em estágios iniciais, são curáveis.

### **8. Questão 12 - Você acha mais seguro para sua saúde bronzear-se apanhando sol, com os devidos cuidados, ou fazendo uso do bronzeamento artificial?**

Quanto ao tipo de bronzeamento, (22) participantes definiram que o Sol é a melhor alternativa, justificando que o Sol é natural e seguro (16) quando se toma as devidas precauções na exposição dos seus raios e que o Sol libera vitaminas (2) que beneficiam a saúde humana. Foram mencionados posicionamentos que revelam os prejuízos do bronzeamento artificial, pois na concepção dos alunos esta técnica implica em uma radiação muito forte que faz bronzear rapidamente a pele (15) e utiliza compostos químicos (2), gerando insegurança para os usuários. Para os (2) que consideram melhor o bronzeamento artificial, o Sol é responsável pela maior exposição aos raios UV e pelo aumento da incidência do câncer de pele. Apenas (1) não optou, afirmando que ambos os bronzeamentos prejudicam.

Embora a maioria dos participantes tenha se posicionado a favor do bronzeamento com o Sol, as justificativas são imprecisas e intuitivas, pois, para diferenciar as duas formas de bronzeamento foi usado como argumento o fato do sol ser natural e do bronzeamento da câmara ser “artificial”. Com isto, não há clareza nas diferenças entre os dois tipos de bronzeamento, conforme apontam algumas justificativas: “acredito que a radiação artificial cause mais danos à pele”,

“o bronzamento artificial deve ter um algum tipo de radiação muito forte, é inseguro utilizá-lo”, “porque o sol é o recurso mais usado”.

Muitas clínicas estéticas que utilizam o bronzamento artificial não informam corretamente os usuários sobre os perigos do procedimento. Através de contatos telefônicos com algumas clínicas, ouvimos que a radiação UV é algo rotineiro, seguro, que pode ser utilizado quantas vezes o cliente quiser. Em nenhum caso foi feita menção a perigos ou limitações da técnica de bronzamento artificial.

No bronzamento solar, a presença da camada de ozônio é um fator de proteção contra as radiações, especialmente as perigosas UVB e UVC. Mas, nos dias atuais, a diminuição da camada de ozônio representa mais preocupação. A falta de um conhecimento preciso, embasado, confiável, sobre os perigos associados ao bronzamento pode acarretar sérios danos à saúde da população.

**9. Questão 13 - Em que local é mais adequado usar proteção solar? e Questão 14 - Em que época do ano é mais adequado usar proteção solar?**

Na opinião dos respondentes, é mais apropriado usar proteção solar em todas as localidades (19), na praia (3), na fazenda (1). Para (1) não há necessidade de proteção e o outro não respondeu (1). As estações do ano em que é mais adequado usar proteção solar incluem o verão (11), a primavera (4), o outono (1) e o inverno (1). Apenas (1) indicou nenhuma das estações, enquanto (13) afirmaram ser recomendado usar proteção solar em todas as estações do ano.

Percebemos que apenas metade de alunos expressou a necessidade de usar proteção solar em todas as estações do ano, o que é preocupante, visto que a radiação ultravioleta é emitida pelo sol o ano inteiro. No verão ou próximo a este período os raios ultravioletas são mais intensos, “cerca de 20 a 30% da irradiância total diária de RUV atinge a Terra entre 11 e 13 horas, e entre 70 e 80% entre 9 e 15 horas”, mas não é por isso que os cuidados não devem se estender as outras estações do ano (OKUNO e VILELA, 2005, p.29). Novamente, enfatizamos que entendimentos equivocados sobre esta realidade podem ocasionar danos à saúde da população.

### **Conclusões**

Em síntese, verificamos que, antes da instrução formal, os estudantes do ensino médio têm pouco conhecimento sobre o tema radiações, apenas idéias vagas e desarticuladas. Menos de metade dos alunos reconhece o símbolo de substância radioativa. A maioria já ouviu falar de raios X e de raios ultravioleta, crê que as radiações podem ser percebidas pelos sentidos, sem especificar quais radiações e quais sentidos, e entende que os efeitos das radiações sobre os organismos vivos dependem apenas destes organismos e de suas diferenças intrínsecas. Nenhum dos estudantes sabe a diferença entre radiação ionizante e não-ionizante. Cerca de um terço aponta prejuízos das radiações. A maioria tem conhecimento de aplicações das radiações, em especial as médicas e as bélicas. Seu uso na eletrônica, na indústria e na geração de energia é menos citado.

A maioria dos respondentes considera a irradiação em alimentos perigosa, desconhecendo seu potencial para diminuir brotamento, apodrecimento,

contaminação por pragas e para garantir a qualidade de alimentos por mais tempo. Metade dos respondentes percebe que os raios X têm associados não apenas benefícios, mas possíveis prejuízos.

Campanhas educativas na mídia explicam o conhecimento da maioria de o Sol poder causar câncer de pele e que a camada de ozônio está relacionada a esse perigo. Contudo, a maioria considera o bronzeamento solar melhor por ser “natural” e “seguro”, enquanto o bronzeamento artificial seria perigoso por ser mais rápido e “forte”. Mais da metade do grupo entende que o Sol representa perigo em todos os locais e em todas as épocas do ano, mas para muitos o perigo só existe no verão e na praia. A maioria acredita que o uso da radiação pode prejudicar o meio ambiente, mas não está claro de que forma ou formas.

Como este instrumento foi aplicado sem qualquer comentário prévio sobre radiações, antes de o tema ser trabalhado em classe, relatamos os conhecimentos pré-existentes. Concluímos, portanto, que é necessário um aprofundamento sobre os perigos e os benefícios das radiações, em especial das solares, construído em situação formal de aprendizagem.

(COSTA e COSTA, 2002) mostram resultados de uma investigação conceitual sobre os raios X com enfoque na prevenção e tecnologia para trabalhadores da saúde – auxiliares de enfermagem e atendentes de consultório odontológico –, que, mesmo fazendo uso profissional de tecnologias que utilizam radiações, não apresentam concepções significativamente diferentes das aqui relatadas. Também para estes autores, a educação e a alfabetização científica são os caminhos para a transformação do cenário existente.

Um caminho possível para o professor conseguir realizar com eficácia sua tarefa está na negociação de significados fazendo uso de mapas conceituais, elaborados por ele e pelos alunos em grupos ou individualmente. Os mapas conceituais utilizados neste trabalho são apenas um exemplo do que pode ser construído e da sua utilidade enquanto modos concretos de sintetizar, organizar e relacionar os conceitos de uma área de conhecimento. Eles orientaram o diagnóstico prévio de concepções aqui relatado e também fundamentaram o ensino e a avaliação (pós-teste) realizada após a intervenção didática.

É importante relatar ainda que, a partir do questionário, os alunos demonstraram curiosidade em saber mais sobre o tema radiações, entender a diferença entre radiação ionizante e não-ionizante, conhecer os tipos de radiação, saber sobre seus benefícios e prejuízos, conhecer as tecnologias que usam radiação e estudar o tema em aula. Verificamos, assim, que o tema desperta bastante curiosidade e é capaz de motivar os estudantes facilmente.

### Referências

- BITTENCOURT, A.M. **Césio 137: relatos da segunda geração do maior acidente radiológico da História**. Disponível em: [http://www2.uel.br/grupo-esquisa/gepal/primeirogepal/pdfs\\_tc/alexandrebittencourt.pdf](http://www2.uel.br/grupo-esquisa/gepal/primeirogepal/pdfs_tc/alexandrebittencourt.pdf).
- CANDOTTI, E. et al. É preciso não esquecer Goiânia. **Ciência Hoje**, Suplemento. São Paulo, v. 7, n. 40, p. 1-48, mar., 1988.
- CARDOSO, E. de M. **Aplicações da Energia nuclear**. Apostila educativa da CNEN, 2003. Disponível em: <http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/aplica.pdf>

CARDOSO, E. de M. **Programa de Integração CNEN – PIC Módulo Informação Técnica.** Apostila Educativa da CNEN, 2003. Disponível em: <http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas.asp>

CORRÊA, M. P. A. Divulgação do índice ultravioleta como prevenção ao excesso de exposição ao Sol: uma contribuição da Meteorologia para o desenvolvimento de políticas públicas para a Saúde no país. In: **XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia.** Fortaleza: Anais CD-ROM, 2004. Disponível em: [http://satelite.cptec.inpe.br/pesquisa/fulltexts/cbmet/mpcorrea2\\_XIIICBMet.pdf](http://satelite.cptec.inpe.br/pesquisa/fulltexts/cbmet/mpcorrea2_XIIICBMet.pdf)

CARVALHO, R. P. de. **Microondas.** São Paulo: Livraria da Física: SBF, 2005. (Temas Atuais de Física)

COSTA, L.G.; COSTA, A.P.A. O ensino de física das radiações na formação de auxiliares de enfermagem e atendentes de consultórios odontológicos: sondagem de concepções sobre os raios-X com enfoque na prevenção e tecnologia. **Ciência & Educação**, v.8, n.2, p. 161-165, 2002.

CRUZ, F.F. de S. Radioatividade e o acidente de Goiânia. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 4, n. 3, p. 164-169, dez. 1987.

MAZZILLI, B. P. et al. **Noções básicas de proteção radiológica.** São Paulo: IPEN, 2002. Disponível em: <http://www.ipen.br/np/apostila30horas.pdf>

MOREIRA, M. A. **Uma abordagem cognitivista ao Ensino de Física:** a teoria da aprendizagem de David Ausubel como sistema de referência para organização do ensino de ciências. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1983.

MOREIRA, M.A.; BUCHWEITZ, B. **Mapas conceituais:** instrumentos didáticos de avaliação e análise de currículo. São Paulo: Moraes, 1987.

MOREIRA, M.A. Um mapa conceitual sobre partículas elementares. **Revista Brasileira de Física.** São Paulo, v.11, p.114-129, dez. 1989.

OKUNO, E. **Radiação: efeitos, riscos e benefícios.** São Paulo: Harbra, 1988.

OKUNO, E.; VILELA, M.A.C. **Radiação ultravioleta: características e efeitos.** São Paulo: Livraria da Física: SBF, 2005. (Temas Atuais de Física)

ORNELLAS, C.B.D. et al. Atitude do consumidor frente à irradiação de alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos.** Campinas: v.26, n.1, 211-213, Jan./Mar., 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v26n1/28872.pdf>

PCN+ Ensino Médio. **Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.** Disponível em: [http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN\\_FIS.pdf](http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf)

PINTO, A.V.A. Proteção radiológica: alguns aspectos técnicos e legais. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 4, n. 1, p. 37-43, abr. 1987.

SCAFF, L.A.M. **Perguntas e respostas, radiações.** São Paulo: Barcarola, 2002.

TAUHATA, L.; SALATI, I.P.A.; PRINZIO, R.; PRINZIO, M.A.R.R. **Radioproteção e dosimetria: fundamentos.** 1. ed. Rio de Janeiro: IRD/CNEN, 1999.

VANICEK, K. et al. **Um guia para a interpretação das previsões do Índice UV, com base no trabalho preparado pelo Grupo de Trabalho nº4 da Acção COST-713 "Previsão do UV-B"** Lisboa, 2000. Disponível em: <http://www.saudeetrabalho.com.br/download/indiceuv-publico.pdf>