

RADIAÇÃO SOLAR ULTRAVIOLETA E A MODELAGEM MATEMÁTICA

Marinez Cargin Stielers¹

Vanilde Bisognin²

Resumo

Neste trabalho o objetivo é apresentar situações-problema relacionadas ao tema “radiação solar ultravioleta”, utilizando a metodologia da Modelagem Matemática. Essa metodologia, quando aplicada em situações de sala de aula, em diferentes níveis de ensino, tem apresentado resultados animadores quanto à motivação, participação e envolvimento de alunos e professores no processo de ensino-aprendizagem. Quando se faz a relação da Matemática com situações do cotidiano, permite-se uma construção coletiva e participativa de alunos e professor no processo de ensino e aprendizagem. A partir do levantamento de dados, relacionados ao tema, são propostas atividades que permitem a construção de modelos matemáticos, favorecendo a compreensão e análise do tema e, ao mesmo tempo, a aprendizagem de conteúdos de Matemática.

Palavras-chaves: Modelagem Matemática; Radiação solar; Ensino-aprendizagem.

1-Introdução

Nos últimos tempos, tem-se observado uma crescente preocupação dos educadores com o ensino de Matemática. A questão dos altos índices de evasão e reprovação tem preocupado tanto gestores da educação como professores que trabalham em sala de aula. Esse problema tem incentivado os educadores à busca de alternativas metodológicas para o ensino de Matemática de modo que ele se torne mais atraente e com significado concreto para os alunos.

Dentre as alternativas metodológicas existentes, acredita-se que a Modelagem Matemática atende, fortemente, às expectativas dos educadores, pois segundo Bisognin, Bisognin e Rays “o ensino de matemática, por meio da Modelagem Matemática, proporciona ao aluno o contato com problemas reais e desenvolve a capacidade de resolvê-los” (2004, p.

¹ Mestranda em ensino de Física e de Matemática do Centro Universitário Franciscano de Santa Maria (UNIFRA-RS) E-mail: marinez@unemat.br

² Professora no Curso de Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e Matemática do Centro Universitário Franciscano de Santa Maria - UNIFRA

82). A Modelagem Matemática é uma estratégia de ensino que permite explorar questões relacionadas à realidade do aluno.

Para Bassanezi, a Modelagem Matemática é

[...] um processo dinâmico utilizado para a obtenção e validação de modelos matemáticos. É uma forma de abstração e generalização com a finalidade de previsão de tendências. A modelagem consiste, essencialmente, na arte de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual (2002, p.24).

Modelos matemáticos e situações que envolvem modelagem são descritas por ele como estratégias de ensino e são possíveis aproximações da realidade contextualizada, pois, geralmente não se pode trabalhar com todas as variáveis que envolvem o problema real.

Barbosa, ao discutir atividades de modelagem na educação matemática desenvolvidas na escola, resume que Modelagem Matemática “é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a problematizar e investigar, por meio da Matemática, situações com referência na realidade” (2004, p. 4). Na Modelagem Matemática, busca-se a resolução de situações-problema vivenciadas pela sociedade. Essa metodologia de trabalho estimula a criatividade, aguça o senso crítico, possibilita a discussão de temas de relevância comunitária. O educando passa a ter um papel atuante, socializa os saberes e as dificuldades. O problema de pesquisa, geralmente, envolve um tema que permite, para sua compreensão, o envolvimento de diferentes áreas de conhecimento possibilitando um trabalho interdisciplinar e colaborativo entre os professores.

Nesse contexto, apresentam-se atividades de Modelagem Matemática sobre a radiação solar e a proteção necessária para evitar as possíveis conseqüências à exposição solar.

2- Modelagem Matemática da radiação ultravioleta.

Muitas reportagens publicadas, nos últimos tempos, têm alertado os leitores sobre os efeitos do buraco na camada de ozônio. Pela localização geográfica, a Região Sul é a mais atingida, incluindo Santa Maria que está situada na Região Central do Estado do Rio Grande Sul. Recentemente, três matérias em jornais chamaram a nossa atenção: Jornal Zero Hora de 13/10/05: “Frente com pouca concentração de Ozônio avança sobre RS”, Diário de Santa Maria de 13/10/05: “Proteja-se”, e de 15 e 16/10/05: “Planeta em perigo”. O meio ambiente está mudando e, segundo dados dessas reportagens, a camada de ozônio está diminuindo e,

com isso, o UVB (ultravioleta do tipo B) aumenta, trazendo conseqüências à saúde das pessoas.

O ozônio é uma substância química natural da atmosfera terrestre. É um gás formado por três átomos de oxigênio atômico. A camada de ozônio tem fundamental importância para a vida no planeta Terra, pois absorve a radiação UVB do sol. O ozônio, na atmosfera, é o único responsável por impedir a radiação, que é prejudicial à vida (UVB), de chegar à superfície terrestre.

Segundo o Laboratório de ozônio do INPE, a partir dos anos 60, está ocorrendo uma diminuição de 4%, em média, da camada de ozônio a cada década e deverá permanecer nessa tendência por vários anos se nenhuma providência for tomada.

A energia que vem do sol é a radiação. Essa energia é distribuída em vários comprimentos de onda: desde o infravermelho até o ultravioleta (UV), passando pelo visível, em que a energia é máxima. Na parte do UV, existe o ultravioleta do tipo C (UVC) que é totalmente absorvido na atmosfera terrestre, o ultravioleta do tipo A (UVA), que não é absorvido pela atmosfera, e o UVB que é absorvido pela camada de ozônio. A radiação UVB é responsável por inúmeras seqüelas nos seres vivos.

Os raios UVB também são responsáveis pela síntese de vitamina D e, em excesso, causam vermelhidão, pele seca e danos cumulativos. Os raios UVA são responsáveis pelo bronzeamento imediato da pele. Em excesso, são os maiores responsáveis pelos efeitos cumulativos.

Nos seres humanos, a exposição aos raios UVB pode provocar efeitos indesejáveis na visão, tem influência negativa no DNA das células, diminuindo as defesas naturais do organismo e também pode provocar o câncer de pele, a doença mais citada pelos especialistas.

A camada de ozônio é destruída por substâncias químicas produzidas pelo homem moderno. Essas substâncias sintetizadas em laboratório e encontradas, principalmente, em equipamentos de refrigeração, são conhecidas pelo nome coletivo de CFC (cloro-fluor-carbonetos). Um dos componentes desses gases é o cloro, que ataca e destrói o ozônio na estratosfera. Segundo Schuch, citado por Dominguez, “uma única molécula de CFC poderia destruir 100 mil moléculas de ozônio” (2005 a, p.8). O buraco de mais de 24 milhões de quilômetros quadrados na camada de ozônio é um fenômeno que se forma no Pólo Sul, mais especificamente, na Antártica. Essa área é maior que o triplo da área do Brasil. É um fenômeno cíclico. Durante o inverno, sem a incidência de sol, necessária para a quebra do ozônio, a camada se mantém intacta. Com a chegada do sol na primavera e o acúmulo de gases CFC, a reação acontece rapidamente. Há uma destruição violenta de ozônio na

atmosfera durante a primavera e, nessas ocasiões, a radiação UVB aumenta muito. O índice de UVB é um número, numa escala de 0 a 16, que mede o risco do efeito de eritema sobre a pele humana exposta à radiação solar. Quanto maior o índice UVB, maior é o risco de se expor ao sol. O eritema é o causador da vermelhidão na pele devido à exposição em excesso à radiação UVB. Em suma, o índice UVB indica a intensidade do sol num determinado instante ou num determinado dia (valor máximo). A tabela a seguir, apresenta os índices e as precauções que as pessoas devem ter para se expor ao sol.

Tabela 1: **Referência para o Índice UV**

Índice UV 1 Baixo	Índice UV 2 Baixo	Índice UV 3 Moderada	Índice UV 4 Moderada	Índice UV 5 Moderada	Índice UV 6 Alta	Índice UV 7 Alta	Índice UV 8 Muito Alta	Índice UV 9 Muito Alta	Índice UV 10 Muito Alta	Índice UV 11 Extremo	Índice UV 12 Extremo	Índice UV 13 Extremo	Índice UV 14 Extremo
Nenhuma Precaução Necessária		Precauções Requeridas						Extra Proteção!!!					
Você pode permanecer no sol o tempo que quiser.		Em horários, próximos ao meio-dia, procure locais sombreados. Procure usar camisa e chapéu! Use o protetor solar!						Evite o sol ao meio-dia! Permaneça na sombra! Use camisa, chapéu e protetor solar! IUV > 11 Não saia ao redor do meio-dia!					

Fonte: INPE/CPTEC - Previsão do tempo; Okumo e Vilela.

O índice UVB serve para orientar as pessoas, dependendo do biotipo, de quanto tempo ela pode ficar exposta ao sol sem risco de queimaduras, isto é, quanto tempo cada pessoa pode ficar exposta à radiação UVB sem prejudicar a sua saúde, dependendo apenas de sua própria resistência interna.

Para efeitos do índice UVB, as pessoas estão divididas em quatro grupos, conforme a sensibilidade da pele humana. O tipo I, o mais sensível, é aquele que tem a pele muito branca, o tipo II é o moreno claro, o tipo III, o moreno escuro e o tipo IV é o mais resistente, aquele que tem a pele negra. Médicos dermatologistas determinaram, por meio de experiências, uma tabela que relaciona os tipos de pele com o tempo permitido de exposição ao sol sem causar queimaduras.

Tabela 2: **Exposição segura ao sol, em minutos.**

Valor do índice UVB	0-2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Pele tipo I	30	20	15	12	10	8,5	7,5	7	6	5,5	5	4,5	4	3,5

NOTA: Os valores acima são valores médios, obtidos por meio de vários experimentos científicos. Em caso de dúvida, sempre consulte o seu médico dermatologista.

Fonte: Laboratório de ozônio do INPE

O tempo que cada pessoa pode ficar exposta ao sol, sem queimar a pele, é relativamente pequeno, no entanto, é possível permanecer mais tempo exposto ao sol, desde que sejam tomados alguns cuidados para a proteção como o uso de roupas compridas e leves, guarda-sol, chapéu, óculos entre outros. Outra forma de cuidar da pele é usar protetores solares químicos ou físicos, conforme a indicação de cada produto. Segundo a ANVISA, “atuam como barreiras protetoras da pele contra as radiações solares. O fator de proteção solar (FPS) identifica a proteção oferecida pelo produto contra os raios UV, de acordo com o tipo de pele”. Estudos mostram que existe relação entre Fator de Proteção solar (FPS) e o percentual (%) de proteção da pele.

Situação-problema 1:

Quanto tempo pode-se permanecer ao sol, usando um protetor?

Para responder a esta pergunta, considera-se $t =$ o tempo seguro de exposição ao sol (em min) e considera-se uma pessoa de pele do tipo I (conforme tabela 2). Em relação ao FPS de número 15, tem-se, segundo a bula do produto, a proteção da pele em 93,3%. Se o FPS protege a pele em 93,3%, então deixa de fazê-lo em 6,7%. Assim, se $E(t)$ representa a função de exposição ao sol, com uso de protetor solar, referente ao tempo seguro de permanência ao sol, somente com a própria resistência interna, então:

$$E(t) = \frac{t}{6,7\%}$$

Ou seja:

$$E(t) = t \cdot \frac{1000}{67}$$

Como o tempo de exposição ao sol depende do UVB do dia, então uma pessoa que possui pele do tipo I, num dia de UVB 10, pode se expor ao sol por apenas seis (6) minutos, de acordo com a tabela 2, mas, se usar protetor solar fator 15, poderá expor-se ao sol por 89 minutos, ou seja, $E(t) = 6 \cdot \frac{1000}{67} = 89$ minutos.

Este é o modelo matemático que determina o tempo de exposição ao sol, usando protetor solar com fator 15.

Situação-problema 2:

Qual é a variação da radiação solar durante o dia?

Para responder a esta pergunta, consideramos os dados obtidos no dia 04/01/2004 e vamos analisar os IUV, nesse dia, sem interferência de nuvens. Os dados constam na tabela a seguir:

Tabela 3: IUV do dia 04/01/2004 sem interferência de nuvens.

Hora	8:01	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:29	13:02	13:31	14:01	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:01	17:31
IUV	1,53	2,57	3,93	5,5	7,18	8,79	10,31	11,49	12,32	12,68	12,64	12,09	10,99	9,5	8,05	6,24	4,65	3,21	2,03	1,14

De posse das informações obtidas, vamos representar, graficamente, os dados, usando o *software excel*.

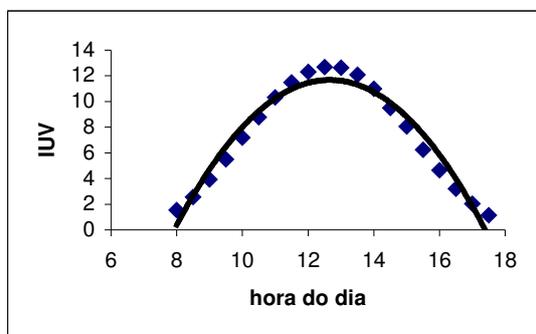


Figura 2

Utilizando-se o método dos mínimos quadrados é possível encontrar uma curva que aproxime os dados plotados. Assim, tem-se:

$$I(t) = -0,5211t^2 + 13,192t - 71,809,$$

com $I(t)$, representando a variação do IUV do dia, em função do tempo t , em horas.

Analisando-se o gráfico e calculando-se o valor máximo da função, tem-se que a máxima radiação solar é atingida às 12 horas e 39 minutos. Isso significa que, nessa hora, o perigo de exposição ao sol é extremo.

Situação-problema 3:

Construa o modelo matemático que descreve a variação do IUV, ao longo do ano, da cidade em que você mora.

Em nosso caso, habitamos em Santa Maria e assim vamos obter dados da variação do IUV ao longo do ano de 2005, medidos sempre, no dia 15, de cada mês.

Tabela 4: Índices UV para Santa Maria, no dia 15 de cada mês, durante o ano de 2005.

Meses do ano de 2005	Jan.	Fev.	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set.	Out	Nov.	Dez
IUV para Santa Maria	12,8	11,7	9,6	6,8	4,6	3,6	4	5,8	8,5	11	12,5	13

Fonte: Dados coletados no Laboratório de Ozônio do INPE

A representação gráfica dos dados nos permite obter o seguinte gráfico.

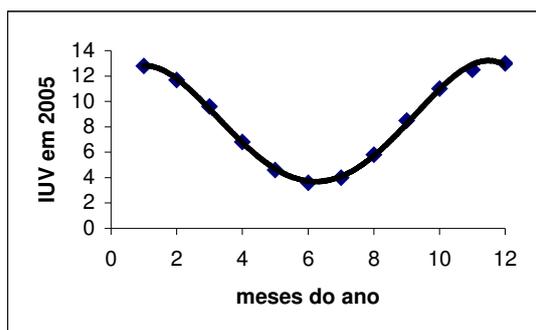


Figura 3

Ao analisar o gráfico, observa-se que a variação é periódica, ou seja, no inverno, o IUV é sempre menor do que nas demais estações.

É possível obter um modelo matemático que expresse a situação descrita no gráfico e, para isso, usa-se o *software excel* a fim de encontrar uma função que aproxime os dados plotados. O modelo que descreve essa situação é

$$V(t) = -0,0125t^4 + 0,3128t^3 - 2,2543t^2 + 3,7504t + 11,008.$$

Assim, o t representa o tempo em meses e $V(t)$ a variável do IUV. Com essa expressão, é possível determinar os meses de maior e menor valor do IUV.

De acordo com o gráfico e da expressão obtida, quais são os meses de maior e menor variação do UVB?

4-Conclusão

Em trabalhos como o exposto, os educandos têm a oportunidade de vivenciar a Matemática envolvida com situações reais e isso incentiva a pesquisa e a conscientização dos problemas vivenciados pela sociedade. A Modelagem Matemática favorece a interdisciplinaridade, torna o ambiente escolar mais rico e propicia o trabalho coletivo entre educando e educadores.

Referências Bibliográficas.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem na Educação Matemática: Uma perspectiva. In: ENCONTRO PARANAENSE DE MMODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 1. 2004, Londrina. **Anais**. Londrina: UEL, 2004. 1 CD-ROM.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto, 2002.

BISOGNIN, Eleni; BISOGNIN, Vanilde e RAYS, Osvaldo Alonso. Modelo matemático da concentração de cocaína no organismo humano: Modelagem Matemática no ensino de Matemática. In: **Educação Matemática em revista –RS**, nº 6, 2004, Ano VI. SBEM, RS.

BRASIL, Ministério da Ciência e Tecnologia, Laboratório de ozônio do INPE. Disponível em:

<<http://www.dge.inpe.br/ozonio/indexcalendaruvb.html>> Acesso em 01 de novembro de 2005.

CPTEC, **Previsão do tempo**. Disponível em

< http://www.cptec.inpe.br/tempo/indice_uv.shtml> Acesso em 02 de nov. 2005.

DOMINGUEZ, Carlos. Planeta em perigo. **Diário de Santa Maria**, Santa Maria, 15 e 16 de out. 2005.

DOMINGUEZ, Carlos. Primavera Perigosa. **Diário de Santa Maria**, Santa Maria, 13 de out. 2005.

FRENTE com pouca concentração de Ozônio avança sobre RS. **Zero Hora**, Porto Alegre, 13 de out de 2005. Disponível em:

< http://www.plugnet.psi.br/ler_noticia.php?tipo=individual&id=8642&categ=6> Acesso em 31 de out de 2005.

O QUE são protetores solares? Disponível em:

< http://www.anvisa.gov.br/cosmeticos/prot_solar/index3.htm> Acesso em 24 de nov de 2005.

OKUMO, Emico e VILELA, Maria Aparecida Constantino. **Radiação ultravioleta: características e efeitos**. 1ª ed. São Paulo: Editora Livraria da Física: Sociedade Brasileira de Física, 2005.

REDUÇÃO DA CAMADA DE OZÔNIO. Disponível em:

<<http://jornalnacional.globo.com/Jornalismo/JN/0,,AA1064020-3586,00.html>> Aceso em: 31 de outubro 2005.

ZOLIN, Deni. Médicos recomendam Cuidados. **Diário de Santa Maria**, Santa Maria, 13 de out. 2005.