

# A importância do conceito da radiação solar na educação básica: a percepção de alunos do ensino médio sobre a temática

The importance of the concept of solar radiation in basic education: the perception of high school students about the theme

P. V. Alves<sup>\*1</sup>, C. A. S. Querino<sup>1</sup>, B. F. Rizzuti<sup>2</sup>, M. A. B. Vaz<sup>1</sup>, J. K. A. da S. Querino<sup>1</sup>, J. A. do N. Pinho<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Humaitá, AM, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Física, Juiz de Fora, MG, Brasil.

<sup>3</sup>Instituto Federal do Amazonas, Humaitá, AM, Brasil.

Recebido em 10 de fevereiro de 2021. Revisado em 21 de março de 2021. Aceito em 25 de março de 2021.

A exposição excessiva à radiação solar (RS) é o principal causador do câncer de pele. O objetivo desse trabalho foi investigar a percepção de estudantes do ensino médio sobre RS e suas implicações à saúde humana. Os dados foram coletados através de questionários e as respostas foram avaliadas por tabelas de frequências relativa, absoluta e percentual. Devido ao tamanho da amostra, utilizamos o teste de Fisher a 5% de significância (e hipótese alternativa bilateral) para correlacionar as respostas. Os alunos, independente de terem estudado ou não sobre RS não sabem definir RS e não têm percepção sobre os efeitos da RS à saúde humana. Este diagnóstico mostra, por um lado, a carência conceitual dos estudantes. Por outro, ele sugere também a ineficácia dos recursos didáticos convencionais e meios de informação acessíveis. Portanto, a inserção deste conceito na educação básica é primordial dada sua relevância social e por se tratar de um problema de saúde pública.

**Palavras-chave:** Radiação Ultravioleta, Câncer de Pele, Ensino Médio.

The excessive exposure to solar radiation (SR) is the main cause of skin cancer. The main aim of this paper was to investigate the perception of high school students about the SR and its implications for human health. The data have been collected through questions and the answers were evaluated by tables of relative, absolute and percentual frequency. Due to the size of our sample, we have used the Fischer test at 5% of significance (and bilateral alternative hypothesis) to correlate the answers. The students, whether they studied or not SR, don't know to define SR and don't have perception about its effects on the human health. This diagnosis shows, on the one hand, the conceptual lack of students. On the other, it also suggests the ineffectiveness of conventional didactic resources and accessible information media. Thus, the insertion of this concept in basic education is essential due to its social relevance and because it's a public health problem.

**Keywords:** Ultraviolet Radiation, Skin Cancer, High School.

## 1. Introdução

O Sol se encontra a uma distância média significativa da Terra [1]. Apesar dessa distância, o Sol fornece para a atmosfera terrestre energia sob a forma de radiação eletromagnética [2]. Ao atravessar a atmosfera, a radiação solar é atenuada por processos físicos de espalhamento, reflexão e absorção dos constituintes atmosféricos [3].

A radiação eletromagnética, emitida pelo Sol, é composta por um conjunto de ondas eletromagnéticas denominado espectro eletromagnético solar. Esse espectro, é dividido em intervalos de comprimento de onda ( $\lambda$ ), nos quais destacam-se as faixas do ultravioleta (UV), da luz visível (VIS) e do infravermelho (IR). Dentre essas

faixas, a radiação ultravioleta ( $R_{UV}$ ) é a que tem maior influência nos sistemas biológicos. O termo “radiação solar” é bastante amplo, e poderia ser entendido como outras formas de emissão de energia provenientes do Sol. Por exemplo, o vento solar (partículas carregadas), responsáveis pelas auroras. Assim, sempre que nos referirmos nesse artigo à RS, nos atemos ao espectro eletromagnético, como definido acima. Em particular, o enfoque é dado à  $R_{UV}$ .

A  $R_{UV}$  corresponde de 4 a 6% da radiação solar incidente sobre a superfície terrestre [4]. A  $R_{UV}$  é toda energia radiante dentro do intervalo de 100 a 400 nm e está subdividida em três bandas espectrais: UVA (315–400) nm, UVB (280–315) nm e UVC (100–280) nm. Esta subdivisão foi apresentada pela primeira vez na reunião de Copenhague no Segundo

\* Endereço de correspondência: [periclesmat@ufam.edu.br](mailto:periclesmat@ufam.edu.br)

Congresso Internacional da Luz, realizada em agosto de 1932 [5, 6]. A exposição a esses diferentes comprimentos de ondas pode ser benéfica ou nociva à saúde humana.

Por um lado, em doses ponderadas promove a síntese da vitamina D, fortalecimento do sistema imunológico, ação antidepressiva, prevenções do diabetes tipo II e dos cânceres de mama, próstata, pulmão e intestino [7]. Por outro, a exposição sem a devida proteção pode causar lesões oculares tais como: fotoqueratite, pinguícula, pterígio, dentre outras [8–10]. Na pele os efeitos perceptíveis a curto prazo são o eritema ou queimadura solar, o bronzeamento ou melanogênese e a indução à imunossupressão. A longo prazo, podem ocorrer efeitos relacionados ao fotoenvelhecimento e à fotocarcinogênese, neoplasias cutâneas e até mesmo o câncer de pele [11].

O Instituto Nacional do Câncer (INCA) estima que para cada ano do triênio 2020–2022, o Câncer de Pele não Melanoma (CPNM) será o mais prevalente (177 mil) dentre os 625 mil casos novos de câncer [12]. Ainda de acordo com o autor, dentre os 177 mil casos previstos, o número estimado de CPNM em homens será de 83.770 enquanto que nas mulheres pode chegar a 93.160. Ou seja, um risco de 80,12 casos novos a cada 100 mil homens e 86,65 casos novos a cada 100 mil mulheres, aproximadamente.

Por outro lado, a estimativa de casos novos de Câncer de Pele Melanoma (CPM) é significativamente menor. Estima-se que cerca 4.200 homens e que 4.250 mulheres devam apresentar CPM até 2022 e assim, imprimir um risco de 4,03 casos novos de CPM a cada 100 mil homens e 3,94 para cada 100 mil mulheres [12]. Apesar de sua incidência ser menor, o câncer melanoma é mais letal comparado ao não melanoma.

No ano de 2017 foram registrados no Brasil 1.301 óbitos ocasionados por câncer de pele não melanoma em homens, risco de 0,92/100 mil, e 949 óbitos em mulheres, com risco de 0,92/100 mil. Para o câncer de pele melanoma, registraram-se 1.031 óbitos em homens, com risco de 1,02/100 mil e de 804 óbitos em mulheres, com risco de 0,78/100 mil [13].

Os principais fatores de risco para o câncer de pele são a exposição prolongada à  $R_{UV}$ , principalmente na infância e adolescência, exposição a câmaras de bronzeamento artificial e histórico familiar de câncer de pele [11, 14, 15]. Por estas razões, trabalhos de orientação sobre os riscos devem ter início não tardio, de preferência na infância.

A fase da infância e da adolescência é onde o indivíduo inicia o processo de escolarização, construção gradual e majorante no desenvolvimento cognitivo relativo ao espaço. Essa construção está atrelada com as capacidades genéticas e com os estímulos adquiridos na relação com outras pessoas, outros seres vivos e demais objetos [16].

Assim, a prevenção do câncer deve atingir desde a infância até a educação e treinamento dos profissionais

da saúde para o diagnóstico e campanhas intensificadas para este propósito [17]. Ainda de acordo com o autor, motivar e difundir projetos que promovam extensas discussões acerca da temática nas redes de ensino básico, sobretudo, nas séries primárias, é primordial por se tratar de uma questão de saúde pública.

Desta forma, é evidente que a escola amplia seu papel dentro da sociedade. Ela deixa de ser o espaço que proporciona apenas o conhecimento sistematizado, que ensina leis e objetos próprios e particulares de cada área de conhecimento, integrando fenômenos e processos de modo a romper as fronteiras entre as ciências. Isto é, ela busca também a articulação entre os saberes a partir da interdisciplinaridade [18].

A interdisciplinaridade está fundamentada em uma ótica mais integradora da realidade, assumindo um pensamento metódico de mundo e a compreensão da condição de inter-relação e interdependência dos fenômenos: físicos, biológicos, sociais e culturais [16].

Assim, estruturar delineamentos de organização interdisciplinar dos componentes curriculares e promover o fortalecimento de equipes escolares para adotar estratégias mais dinâmicas, interativas e colaborativas em relação à gestão do ensino e da aprendizagem, se torna um desafio a ser vencido. Deste modo, a interdisciplinaridade apresenta-se como uma notável estratégia para superar esse desafio, rompendo com as fronteiras entre as ciências e promovendo a conexão entre os saberes [18].

A esse respeito, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) afirma que no atual momento globalizado, compreender a realidade de forma segmentada tornou-se ainda mais complexo ao buscar-se uma visão integradora de fenômenos e processos. Assim, o aprimoramento de práticas inovadoras e inclusivas no sistema educacional que conduzam ao aprazimento do “... o que aprender, para que aprender, como ensinar, como promover redes de aprendizagem colaborativa e como avaliar o aprendido...” já não podem ser colocadas de escanteio [18].

Além disso, dentre tantas orientações da BNCC para assegurar as aprendizagens essenciais definidas para cada etapa da Educação Básica, cabe destacar que há a necessidade de “... *contextualização de conteúdos dos componentes curriculares, identificando estratégias para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos, com base na realidade do lugar e do tempo nos quais as aprendizagens estão situadas*” [18].

Logo, falar sobre radiação solar (especificamente sobre a  $R_{UV}$ ), promove a integração entre disciplinas como Ciências (Ensino Fundamental); Biologia, Química, Física e Geografia (Ensino Médio), de maneira a proporcionar discussões referentes aos efeitos cumulativos da  $R_{UV}$ , os efeitos biológicos benéficos e nocivos à saúde humana.

A exemplo da importância desta temática, num estudo realizado em 2018 no Rio Grande do Sul, mostrou que boa parte dos estudantes desconhece ou apresenta co-

nhcimentos mínimos sobre esta temática [19]. Todavia, não somente a BNCC, mas também os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e a Coleção Explorando o Ensino destacam a necessidade de conceitos envolvendo o sol, muito embora não especifiquem a  $R_{UV}$  como objeto central de estudo, porém direcionam para existência desse tipo de energia e sua importância para a manutenção da vida [20].

Também em [21], destacam que a maioria das pessoas assumem como verdade que todos os dias o Sol está a pino ao meio-dia, independente da posição em que elas estejam sobre a superfície terrestre. Esta concepção errônea, pode conduzir o indivíduo a se expor, aos raios solares, de forma equivocada.

Destarte, o presente trabalho objetivou investigar qual a percepção que os estudantes do ensino médio têm sobre radiação solar e seus efeitos benéficos e nocivos à saúde humana.

## 2. Procedimentos Metodológicos

Inicialmente, empregou-se uma análise de referencial bibliográfico sobre a temática da pesquisa, incluindo o estudo de documentos relacionados ao tema no processo de ensino da educação básica. Dentre estes documentos, destaca-se a análise da proposta curricular do ano letivo de 2020 na escola alvo da pesquisa. Buscou-se observar quais elementos presentes na proposta podem promover uma conexão direta ou indireta com a temática abordada.

A pesquisa foi realizada em três turmas do terceiro ano do Ensino Médio<sup>1</sup> de uma escola pública do município de Humaitá – AM, somando 39 estudantes. Nesta etapa final da escolarização básica, pressupõe-se que o(a)s discentes agreguem conhecimentos adquiridos durante toda sua formação básica.

A pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas, recebendo o número de parecer 3.985.482, em 24/04/2020, por meio da Plataforma Brasil. Os dados somente foram coletados após esclarecido para pais ou responsáveis legais e, para os(as) discentes, do termo de consentimento livre e, posterior aquisição da assinatura, pelo pai ou responsável do(a) aluno(a). Ressalta-se que o(a)s aluno(a)s foram orientado(a)s pelo Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE e reforçada a orientação para o preenchimento de uma identificação por um nome fictício, de escolha particular de cada um.

### 2.1. Coleta de dados

Os questionários foram aplicados simultaneamente aos 39 discentes, num intervalo de tempo de 50 minutos,

<sup>1</sup> A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB, Lei nº 9.394/96, estabelece o ensino médio como etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos. A idade média dos alunos nesta fase está entre 15 e 17 anos [25].

que responderam às seguintes arguições:

1. O que você entende por Radiação Solar?
2. Em algum momento você lembra de ter estudado sobre radiação solar? Se sim, foi no ensino fundamental ou no ensino médio?
3. Você lembra de ter ouvido falar sobre radiação solar em algum meio de comunicação?
4. Em sua concepção, a radiação solar faz bem ou mal para saúde?

Destaca-se que se optou por questões abertas, pois potencializa explorar todas as possíveis respostas a respeito de um item, além do que, questões com este perfil permitem maior envolvimento do respondente [22, 23]. Além disso, fez-se uso de um questionário estruturado com apenas quatro perguntas, pois questionários carregados de indagações apresentam alta probabilidade de não serem respondidos [24].

### 2.2. Tratamento dos dados

Os dados oriundos dos questionários foram agrupados em blocos de respostas equivalentes dadas pelos estudantes. Foram empregadas tabelas de frequências absoluta, relativa e relativa percentual. Para verificar uma possível associação entre respostas e grupos, empregou-se o teste exato de Fisher, uma vez que a aproximação Qui-Quadrado não seria boa para as estatísticas uma vez que o tamanho amostral é considerado pequeno ( $n = 39$ ) e foram observadas frequências esperadas menores do que 5 [26].

Para comparar as respostas, durante a fase de análise estatística, os grupos foram aninhados para a geração de tabelas de contingência  $2 \times 2$ . Nessas tabelas, as colunas representam as melhores respostas e as respostas incorretas, dadas à primeira pergunta do questionário. Já as linhas, representam, para cada tabela, os seguintes grupos: (i) alunos que estudaram ou não sobre radiação solar na educação básica; (ii) alunos que assistiram ou não sobre radiação solar em algum meio de comunicação; (iii) opiniões acerca da radiação solar ser ou não prejudicial à saúde. No terceiro caso, as respostas ambíguas foram distribuídas igualmente entre as duas opiniões consideradas e foram desconsideradas dos que não opinaram.

O teste exato de Fisher foi realizado em linguagem de programação R, na versão (livre) RStudio 3.6.1 [27], considerando-se a hipótese alternativa bilateral e o nível de significância de 5%.

Posteriormente, com base nos dados coletados e trabalhados via estatística descritiva, foi proporcionado um momento com palestra, seguida por questionamentos dos estudantes. A necessidade de esclarecimentos sobre a temática e, sobretudo, a busca pela sensibilização dos mesmos, quanto a importância da radiação solar para a vida na Terra, bem como dos fatores de riscos impostos sobre a saúde do ser humano foram objetos centrais da palestra.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1. Percepção dos alunos sobre a radiação solar

A primeira pergunta do questionário permitiu identificar as melhores respostas dadas pelos alunos, para o conceito de radiação solar. Neste caso, ressalta-se que as melhores respostas não são, necessariamente, respostas precisas do conceito de RS. De fato, o diagnóstico evidencia uma certa confusão, por partes dos alunos, entre os conceitos de fonte e transmissão da radiação, Bloco B<sub>3</sub> (Tabela 1). Segundo [3], “a radiação solar é o fluxo de energia emitida pelo Sol e transmitida sob a forma de radiação eletromagnética”.

A seguir são destacados alguns fragmentos que compõem o B<sub>3</sub>:

- Black Heart: “Radiação Solar é a energia emitida pelo sol na forma de radiação”.
- Jão 156: “Radiação Solar é a energia emitida pelos raios solares”.
- Dakota: “Radiação Solar é uma energia que emitida pelo sol”.
- Fahrenheit: “Radiação Solar é a emissão da energia proveniente dos raios solares”.
- Bohr: “Radiação Solar é a energia emitida pelos raios solares e é uma forma de radiação”.
- Kielzão: “Radiação Solar é a energia radiante emitida pelo sol”.

Os fragmentos apresentados acima reforçam a necessidade de maiores discussões e esclarecimentos na educação básica relacionadas à temática desta pesquisa. O conceito de radiação, segundo as orientações previstas na BNCC e até mesmo nos PCN’s, endossa de forma convicta que este conceito percorre diferentes disciplinas do ensino médio tais como a Física, Química, Matemática e Biologia. Por exemplo, nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais PCN+ Ensino Médio, a palavra radiação aparece por doze repetidas vezes. Uma delas está destacada em

“Matéria e Radiação” que é um dos temas estruturadores com abrangência para organização do ensino de Física [28].

Neste tema estruturador, há uma unidade dedicada ao estudo das radiações e suas interações. Dentro desta, destacam-se três tópicos que corroboram a necessidade de um ensino que viabilize:

- Identificar, no espectro eletromagnético, as diferentes radiações presentes na vida cotidiana [28];
- Compreender os processos de interação das radiações com meios materiais reconhecendo-as em fenômenos que envolvam, por exemplo, fotocélulas, emissão e transmissão de luz, telas de monitores, radiografias [28];
- Avaliar efeitos biológicos e ambientais do uso ou exposição de radiações não ionizantes em situações do cotidiano [28].

Contudo, apesar da construção incorreta do conceito, os entrevistados têm uma percepção, ainda que vaga, sobre os efeitos nocivos e benéficos da radiação solar; da interação dela com a atmosfera; do aproveitamento desta energia como fonte alternativa, muito embora não seja o momento oportuno para tal resposta (Tabela 1).

Na perspectiva de alinhar as formulações e aplicações dos conceitos relacionados à radiação solar, advoga-se pelo uso da interdisciplinaridade para mitigar a fragmentação do ensino de Física. A interdisciplinaridade está pautada na ótica integradora da realidade, fundamentada num conceito metucioso de mundo e da compreensão “do estado de inter-relação e interdependência dos fenômenos: físicos, biológicos, sociais e culturais” [18]. Portanto, a radiação solar é uma dentre tantas outras variáveis que pode servir como um elo de ligação entre as ciências da natureza, matemática e suas aplicações.

Estudos que envolvam ciência e tecnologia podem sofrer uma dicotomia do contexto em que estão inseridas, quando são norteados por uma ótica disciplinar [29]. Destarte, a interdisciplinaridade surge como a hermenêutica, por exemplo, para compreender como varia a

**Tabela 1:** Respostas semelhantes, agrupadas por blocos, para a primeira pergunta.

Blocos	O que você entende por radiação solar?	$n_i$
B <sub>1</sub>	Associaram a radiação solar a conversão de energia elétrica	4
B <sub>2</sub>	É a luz que vem do sol e que de alguma forma prejudica o ser humano	7
B <sub>3</sub>	Energia emitida pelo sol em forma de radiação	14
B <sub>3</sub>	Radiação Solar é a energia emitida pelos raios solares	
B <sub>4</sub>	Raios solares que se propagam ou ficam presos na atmosfera	2
B <sub>5</sub>	Raios UV que entram na atmosfera e aquecem o planeta	1
B <sub>6</sub>	Raios associados a calor para aquecer a terra e as pessoas	3
B <sub>7</sub>	Acha interessante ainda mais quando associada a experimentos	1
B <sub>8</sub>	Raios que chegam à Terra e parte que ficam presos no núcleo do Sol	1
B <sub>9</sub>	Associou à síntese de vitamina D e à fotossíntese das plantas	1
B <sub>10</sub>	Raios solares que chegam na pele humana	2
B <sub>11</sub>	Raios solares que trazem benefícios e malefícios	2
B <sub>12</sub>	Não souberam responder	1
<b>Total</b>		<b>39</b>

intensidade da radiação solar que atinge a superfície da Terra [30]. Para tal, é preciso ter noção de alguns fatores ambientais, tais como: altura do sol, apresentando maiores intensidades nos horários entre 10 e 16h; latitude, pois quanto mais próximo à linha do equador, mais elevados são os níveis de radiação UV; céu encoberto por nuvens, poluição atmosférica, névoas ou neblinas, que reduzem os níveis de radiação UV; altitude elevada, onde há menor filtração da radiação UV; e ozônio, que absorve alguma quantidade de radiação UV [11].

No exemplo ilustrado acima, figura uma série de conceitos das várias faces da ciência como:

- Física – Energia, Potência, Ondas, Radiação Ionizante e suas Fontes, Radiação Não Ionizante e suas Fontes, Temperatura/Calor, Óptica Geométrica, dualidade onda/partícula.
- Matemática – Função, Proporcionalidade, Cônicas.
- Biologia – Vitamina D, Sistema imunológico, DNA, Olho humano, Tecidos, Câncer.
- Química – Funções e compostos orgânicos, Estrutura do átomo, Transições eletrônicas, Ligações químicas, Condutividade elétrica e térmica, Íons.

Entretanto, todos estes conceitos só terão de fato significado, se forjar a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade [18].

Do ponto de vista do ensino tradicional, as aulas de Física são encaradas, geralmente, como estágios nos quais os alunos do ensino médio são instruídos a aplicar fórmulas e resolver exercícios de álgebra e, em alguns casos, seguir um roteiro pronto para desenvolver alguma atividade experimental. Portanto, a dinâmica proposta, não aguça o interesse dos estudantes pela Física e a faz ser vista como algo acabado e descontextualizado do cotidiano do aluno.

### 3.2. Análise descritiva

Apenas 35,9% dos entrevistados, isto é, um total de 14 entre os 39, apresentaram as melhores respostas para o conceito de radiação solar (Tabela 2). A princípio, observa-se que a maioria dos alunos desconhecem este conceito. Ao observar as respostas elaboradas para as demais perguntas do questionário entende-se a razão pela qual isso ocorre e poderá ser melhor compreendida.

Observando a Tabela 3, verifica-se que dos 39 sujeitos da pesquisa, 17,95% estudaram no ensino fundamental, 33,33% no ensino médio, 41,03% estudaram o conceito de radiação solar em ambos os níveis, fundamental e médio.

**Tabela 2:**  $f_i$ : frequência absoluta;  $f_r$ : frequência relativa e  $f_p$ : frequência relativa percentual.

Resposta	$f_i$	$f_r$	$f_p$ (%)
Melhor	14	0,359	35,9
Errada	25	0,641	64,1
	39	1	100

**Tabela 3:** Percentual dos alunos, distribuídos em grupos, que estudaram ou não sobre radiação solar na educação básica, discriminados por acertos e erros relacionados à primeira pergunta do questionário, onde: Grupo 1: fundamental; Grupo 2: ensino médio; Grupo 3: ensinos fundamental e médio; Grupo 4: nunca estudaram.

Grupos			Melhores Resp.		Resp. Errada	
	$f_i$	$f_p$ (%)	$f_i$	$f_p$ (%)	$f_i$	$f_p$ (%)
Grupo 1	7	17,95	1	14,29	6	85,71
Grupo 2	13	33,33	6	46,15	7	53,85
Grupo 3	16	41,03	7	43,75	9	56,25
Grupo 4	3	7,70	0	0	3	100
Total	39	100	14	–	25	–

Apenas 7,7% nunca haviam estudado tal conceito. Assim, verifica-se que 92,3% dos entrevistados já haviam estudado o conceito de radiação solar em alguma fase da trajetória escolar.

No Grupo 4, como era de se esperar de um grupo que nunca estudou sobre a temática, nenhum respondeu corretamente. Por outro lado, dos demais grupos que correspondem a 92,3% dos entrevistados, cerca de 38,9% (excluindo o Grupo 4) formularam uma resposta adequada à pergunta. Desta forma, dos 39 alunos que responderam a primeira pergunta do questionário, apenas 14,29% do Grupo 1, 46,15% do Grupo 2, 43,75% do Grupo 3, formularam as melhores respostas à primeira pergunta.

Ainda na Tabela 3, verifica-se que de todos os alunos que deram as melhores respostas à primeira pergunta do questionário, 7,1% estudaram apenas no ensino fundamental (Grupo 1), 42,9% estudaram no ensino médio apenas (Grupo 2), 50% estudaram sobre radiação solar nos ensinos médio e fundamental (Grupo 3). Por outro lado, dos que responderam incorretamente, 24% se enquadram no Grupo 1, 28% no Grupo 2, 36% no Grupo 3 e apenas 12% ao Grupo 4.

O teste exato de Fisher aplicado a 5% de significância mostra, a partir do valor-p encontrado, igual a 0,54, que não há diferença significativa entre as respostas elaboradas por alunos que estudaram ou não, o conceito de radiação solar na escola. Este resultado requer uma reflexão extremamente cautelosa, pois não se pretende neste manuscrito, questionar os procedimentos educacionais adotadas pelas escolas, muito menos julgar a prática docente. Vislumbra-se com esses resultados fomentar estratégias que possibilitem contribuir como alternativas a problemas nos quais as disciplinas isoladas parecem não conseguir resolver.

O percentual de alunos que obtiveram informação sobre radiação solar através dos meios de comunicações é que 20,5% tiveram acesso à temática por meio da internet, 35,9% por alguma programação da televisão (TV), 10,3% via TV e internet, 5,1% via TV e livros e 28,2% afirmam nunca ter obtido informações concernentes ao assunto (Tabela 4). Desta forma, 71,8% dos entrevistados tiveram a oportunidade em obter

**Tabela 4:** Percentual dos alunos, distribuídos em grupos, que assistiram ou não sobre radiação solar em algum meio de comunicação, discriminados por acertos e erros relacionados à primeira pergunta do questionário, onde: Grupo 1: internet; Grupo 2: TV; Grupo 3: TV e internet; Grupo 4: TV e livros; Grupo 5: Nunca ouviu.

Grupos	$f_i$	$f_p$ (%)	Melhores Resp.		Resp. Errada	
			$f_i$	$f_p$ (%)	$f_i$	$f_p$ (%)
Grupo 1	8	20,5	5	62,5	3	37,5
Grupo 2	14	35,9	4	28,6	10	71,4
Grupo 3	4	10,3	2	50,0	2	50,0
Grupo 4	2	5,1	1	50,0	1	50,0
Grupo 5	11	28,2	2	18,2	9	81,8
Total	39	100	14	–	25	–

informações relativas à radiação solar por algum instrumento de comunicação.

Da Tabela 4 segue que, dos 39 alunos que responderam o questionário, 62,5% do Grupo 1, 28,6% do Grupo 2, 50,0% do Grupo 3, 50,0% do Grupo 4 e 18,2% do Grupo 5, estão inseridos no grupo dos alunos que apresentaram as melhores respostas à primeira pergunta do questionário.

Considerando o grupo de alunos que apresentaram as melhores respostas à primeira pergunta do questionário, 35,71% pertencem ao Grupo 1, 28,57% ao Grupo 2, 14,29% ao Grupo 3, 7,14% ao Grupo 4 e 14,29% ao Grupo 5. Em contrapartida, dos que responderam errado, 12% se enquadram no Grupo 1, 40,0% no Grupo 2, 8,0% no Grupo 3, 4,0% no Grupo 4 e 36,0% no Grupo 5.

Aplicando novamente o teste exato de Fisher a 5% de significância, obtém-se um valor-p igual a 0,27, ou seja, não há diferença significativa entre as respostas dadas por aqueles alunos que ouviram falar sobre radiação solar por algum meio de comunicação ou não.

Com base nos dados da Tabela 5, tem-se que dos 39 sujeitos da pesquisa, 43,59% atribuíram efeito prejudicial à saúde humana devido à exposição à radiação solar, 15,38% afirmaram fazer bem, 35,90% defendem fazer tanto bem como mal e apenas 5,13% não souberam opinar.

Vale observar que a fração percentual entre atribuir o(s) efeito(s) devido à exposição à radiação solar com as respostas dadas à primeira questão ocorre da seguinte forma: dos alunos que souberam atribuir as melhores respostas à primeira pergunta, 35,7% afirmaram que a radiação solar tem efeitos apenas nocivos à saúde humana, enquanto que 14,3% discordaram defendendo ter apenas efeitos benéficos. 35,7% atribuíram ambos os efeitos e 14,3% preferiram não opinar.

Por outro lado, dos que responderam de forma incorreta à primeira pergunta: 48% acreditam que a exposição à radiação solar traz apenas efeitos nocivos à saúde humana, 16% apenas efeitos benéficos e 36% acreditam que ambos.

A percepção dos alunos com relação a exposição à RS ser ou não prejudicial à saúde humana, não está correlacionada com a capacidade de o aluno saber ou

**Tabela 5:** Concepção dos alunos acerca dos efeitos da radiação solar comparada às respostas atribuídas à primeira pergunta. NO: Não opinaram,

Grupos	$f_i$	$f_p$ (%)	Melhores Resp.		Resp. Errada	
			$f_i$	$f_p$ (%)	$f_i$	$f_p$ (%)
Mal	17	43,59	5	29,41	12	70,59
Bem	6	15,38	2	33,33	4	66,67
Ambos	14	35,90	5	35,71	9	64,29
NO	2	5,13	2	100	0	0
Total	39	100	14	–	25	–

não definir RS. De fato, o teste exato de Fisher corrobora esta afirmação, pois o valor-p encontrado é igual a 1.

Os resultados apresentados nas Tabelas 3 a 5, ratificam a necessidade de uma melhor abordagem concernente à radiação solar e seus efeitos. Como já mencionado anteriormente, não se trata de um conceito especificado nos documentos que norteiam os eixos estruturadores da educação básica. Contudo, encontra-se nos PCN's que o homem é um dos elementos que compõem o meio ambiente constituindo relações sociais, econômicas e culturais [31]. Também cabe ao homem formular definições apropriadas que visem obter o crescimento cultural, a qualidade de vida e o equilíbrio ambiental.

A narrativa sobre qualidade de vida reportado pelos PCN's é um ponto que merece destaque. O pensar em saúde converge para a modificação de comportamentos e hábitos, ou seja, manifesta-se uma proposta que se refere à educação para a saúde [31]. Neste sentido, a educação pode contribuir como ferramenta para a saúde [32]. Assim, ao advogar a inserção da temática da radiação solar na educação básica poderá implicar num universo de reflexão e discussão em torno desta.

Sobre como proceder na abordagem deste assunto, sugere-se uma sequência didática na forma de minicurso quanto ao ensino da radiação ultravioleta mediante sua interação com tecidos biológicos [33]. Ainda segundo o autor, destacam-se as relevâncias motivacional e promissora “para a aprendizagem de fenômenos físicos (energia e fótons), químicos (ligações químicas) e biológicos (células, DNA e tecidos)”. Um outro aspecto que merece destaque por ser amplamente discutido no cenário atual, refere-se à destruição da camada de ozônio e os efeitos que essa destruição traz para o planeta Terra [34].

Assim, articular propostas educadoras sobre radiação solar e seus efeitos aproxima o que se ensina em sala com o cotidiano dos mesmos, implicando diretamente nas questões comportamentais de modo a prevenir futuras lesões na pele.

## 4. Conclusões

O presente estudo mostrou que 92,3% dos alunos estudaram sobre radiação solar na educação básica, mas ainda assim não há solidez na construção deste conceito. Este resultado fica evidenciado ao verificar que estes alunos não conseguem reproduzir em poucas palavras, uma

definição correta e, notadamente, não há uma percepção apurada sobre os efeitos provenientes da exposição à radiação solar.

Desta forma, é possível que a abordagem utilizada para ensinar este conceito pode não ter sido tão eficaz, uma vez que os dados mostraram que não há diferença significativa entre os alunos que estudaram e os que nunca estudaram este conceito.

Sugere-se que pesquisas nesta temática possam ser ampliadas, para aprimorar uma sequência didática que contribua para a compreensão deste conceito, pois se trata de um tópico que transpõe o campo disciplinar de qualquer ciência que possa tratar sobre esta temática. Os resultados sugerem também que não é suficiente uma didática que transmita com clareza os conceitos, mas sim que possa dar significados aos temas propostos. Neste caso específico, espera-se que os estudantes possam adquirir compreensão consistente, afinal, como discutido anteriormente, os efeitos da radiação solar possuem amplas aplicações tanto sociais quanto de saúde pública.

## Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer o parecer do(a) referee. Seus apontamentos e sugestões melhoraram significativamente tanto o conteúdo quanto a forma do presente manuscrito.

## REFERÊNCIAS

- [1] B.F. Rizzuti e J.S. da Silva, *Rev. Bras. Ens. Fís.* **38**, e3302 (2016).
- [2] K.N. Liou, *An introduction to atmospheric radiation* (Academic Press, San Diego, 2002).
- [3] J.M.R. Gomes, F. Carlesso, L.E. Vieira e L. da Silva, *Rev. Bras. Ens. Fís.* **40**, 3 (2018).
- [4] J.F. Escobedo, E.N. Gomes, A.P. Oliveira e J. Soares, *Renewable Energy* **36**, 169 (2011).
- [5] B.L. Diffey, *Methods* **28**, 4 (2002).
- [6] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, *Health Physics* **87**, 171 (2004).
- [7] J. Moan, A.C. Porojnicu, T.E. Robsahm, A. Dahlback, A. Juzeniene, S. Tretli e W. Grant, *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* **78**, 189 (2005).
- [8] F. Behar-Cohen, G. Baillet, T. de Agyuavives, P.O. Garcia, J. Krutmann, P. Peña-García e J.S. Wolffsohn, *Clinical Ophthalmology* (Auckland, NZ) **8**, 87 (2014).
- [9] S. Löfgren, *Experimental Eye Research* **156**, 112 (2017).
- [10] <https://ergophthalmology.com/pt-pt/book/82-luz-solar-e-prejudicial-ao-olho-no-contexto-da-pratica-de-desportos-nauticos>.
- [11] E. Okuno e M.A.C. Vilela, *Radiação ultravioleta: características e efeitos* (Livraria da Física, São Paulo, 2005).
- [12] J.A.G. da Silva, *Estimativa 2020: incidência de câncer no Brasil* (Instituto Nacional de Câncer-INCA, Rio de Janeiro, 2020).
- [13] <https://mortalidade.inca.gov.br/MortalidadeWeb/>, acessado em 10/09/2020.
- [14] H.D. Kumar e D.P. Häder, *Global aquatic and atmospheric environment* (Springer Science & Business Media, Berlin, 2012).
- [15] D.P. Lindoso, *Ambiente & Sociedade*, **20**, 127 (2017).
- [16] S. Cavalcante and G.A. Elali, *Temas básicos em psicologia ambiental* (Editora Vozes Limitada, Petrópolis, 2017).
- [17] M.M.F. de Oliveira, *Revista Brasileira de Climatologia* **13**, 60 (2014).
- [18] BRASIL, Ministério da Educação, *Base Nacional Comum Curricular: educação é a base* (MEC, Brasília, 2017).
- [19] P.F.K. da Silva e L. Schwantes, *Revista ENCITEC* **13**, 1 (2018b).
- [20] P.F.K. da Silva e L. Schwantes, *Revista ENCITEC* **8**, 56 (2018a).
- [21] P. Bedaque e P.S., *Rev. Bras. Ens. Fís.* **42**, e20190025 (2020).
- [22] G. Chaer, R.R.P. Diniz e E.A. Ribeiro, *Revista Evidência* **7**, 251 (2011).
- [23] J. Perrien, E.J. Chéron e M. Zins, *Recherche en marketing: méthodes et décisions* (Gaëtan Morin, Montréal, 1983).
- [24] A.C. Gil, *Métodos e técnicas de pesquisa social* (Editora Atlas SA, São Paulo 2008).
- [25] G.L.M. Costa, *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, **94**, 185 (2013).
- [26] S.R. Giolo, *Introdução à análise de dados categóricos com aplicações* (Blucher, São Paulo, 2017).
- [27] TEAM R Core, *R: A Language and Environment for Statistical Computing*, disponível em: <https://www.R-project.org/>.
- [28] BRASIL, *PCN+ Ensino médio - orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais-Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias* (Ministério da Educação, Brasília, 2002).
- [29] I.J. Grimm, A. Dias, C.A.C. Sampaio e V. Fernandes, *Ambiente & Sociedade* **18**, 121 (2015).
- [30] P.V. Alves, L.H.S. Reis, C.A.S. Querino, M.A.L. Moura, A.A. Feitosa Junior e P.A.S. Martins, *Rev. Bras. Ens. Fís.* **42**, e20190304 (2020).
- [31] BRASIL, *Introdução aos parâmetros Brasília* (Ministério da Educação, Brasília, 1997).
- [32] F.H.G. Neves e P.P. de Queiroz, *Ciência & Educação* (Bauru) **26**, 2020.
- [33] W.C. Silva, *Radiação ultravioleta: inserção de física moderna no ensino médio por meio de efeitos biológicos da radiação UV*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto (2017).
- [34] V.W.J.H. Kirchoff, E. Echer, N.P. Leme e A.A. Silva, *Revista Brasileira de Geofísica* **18**, 63(2000).