

# Conhecimentos prévios de estudantes do ensino médio sobre o uso da radiação na medicina

## Previous knowledge of high school students about the use of radiation in medicine

Amanda Cristina Naujorks<sup>1\*</sup>, Lisiane Barcellos Calheiro<sup>1</sup>, Joiceir Palandi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Av. Costa e Silva, s/nº, Bairro Universitário, CEP79070-900, Campo Grande, MS. Brasil.

<sup>2</sup>Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000 - Cidade Universitária - Bairro Camobi - CEP 97105-900 / Santa Maria – RS. Brasil.

\*E-mail: [amandacnaujorks@gmail.com](mailto:amandacnaujorks@gmail.com)

### Resumo

Este trabalho apresenta os resultados de um questionário cujo o objetivo foi investigar os conhecimentos prévios de estudantes do Ensino Médio sobre o tema o uso das radiações na Medicina. O questionário foi aplicado pela professora regente durante uma aula remota, através de um Formulário Google, para 97 estudantes com idades entre 15 e 18 anos, em três turmas do Ensino Médio de uma escola pública vinculada a uma universidade federal. Para análise dos resultados foi definido duas categorias a priori, a Física das Radiações e o Uso das Radiações na Medicina. A primeira permitiu perceber que parte dos estudantes identifica os principais tipos de radiação, entendem o processo de ionização e não o relacionam aos danos das radiações. Relativamente ao uso das Radiações na Medicina ficou claro que os alunos reconhecem o emprego de radiações em equipamentos médicos e acreditam que os raios-x podem causar danos aos seres humanos. Também evidenciou lacunas na parte conceitual, sobretudo na categoria Física das Radiações. Os resultados reforçam nossa defesa de que, durante o planejamento de ensino, é necessário investigar, através de diferentes situações, os conhecimentos prévios e a partir deles desenvolver atividades didáticas.

**Palavras chave:** Radiações; Ensino de Física; Conhecimento prévio.

### Abstract

This paper presents the results of a questionnaire whose objective was to investigate the prior knowledge of high school students on the topic of the use of radiation in medicine. The questionnaire was administered by the conducting teacher during a remote class, through a Google Form, for 97 students aged between 15 and 18, in three high school classes at a public school linked to a federal university. For analysis of the results, two a priori categories were defined, the Physics of Radiation and the Use of Radiation in Medicine. The first allowed us to realize that some of the students identify the main types of radiation, understand the ionization process and do not relate it to radiation damage. Regarding the use of radiation in medicine, it was clear that students recognize the use of radiation in medical equipment and believe that x-rays can cause harm to human beings. It also showed gaps in the conceptual part, especially in the Physics of Radiation category. The results reinforce our defense that, during teaching planning, it is necessary to investigate, through different situations, prior knowledge and, based on them, develop didactic activities.

**Keywords:** Radiations; Physics teaching; Previous knowledge.

## I. INTRODUÇÃO

Vivemos em um mundo em que as Radiações estão em todo lugar. As micro-ondas nos fornos em nossas cozinhas, a radiação infravermelha nos diversos dispositivos de controle remoto, os dispositivos de uso médico como a tomografia e a ressonância magnética, entre outros, são alguns exemplos. Além disso, materiais radiativos são emitidos

[www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF](http://www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF)

REVISTA DE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA, Vol. 33, no. extra (2021)

479

*La evaluación del presente artículo estuvo a cargo de la organización de la XXII Reunión Nacional de Educación en Física*

naturalmente através do meio ambiente, como o potássio-40, carbono-14 e o polônio-210. Neste contexto o tema Radiações perpassa por diferentes fenômenos vivenciados no cotidiano dos estudantes, fazendo com que seu estudo na Educação Básica seja componente importante em sua formação através da aquisição de conceitos e conhecimentos relevantes, capacitando-os a interpretar e atuar na sociedade em que vivem.

Fenômenos e conceitos relativos ao tema das radiações são estudados na parte da Física que se convencionou chamar de Física Moderna e Contemporânea (FMC), desenvolvida principalmente a partir do início do século XX até a atualidade. Embora a necessidade de trabalhar esses conteúdos na escola básica seja reconhecida pela totalidade dos educadores e dos pesquisadores em Ensino de Física, eles são ainda pouco trabalhados em sala de aula. Isto ocorre, principalmente, pela falta de material didático adequado à escola deste nível de ensino e pelas dificuldades encontradas pelos professores para realizar, eles mesmos, a transposição didática a partir dos textos universitários, muitas vezes em função de não terem trabalhado alguns tópicos de FMC em suas graduações.

Para Costa e Barros (2015), na formação acadêmica do professor ainda há erros conceituais, falta de abordagem de alguns conteúdos e ausência de instruções para o uso de laboratórios nas aulas experimentais o que dificulta a transposição de temas contemporâneos para a Educação Básica. Ao encontro dessas dificuldades, Monteiro et. al. (2009), durante uma entrevista com professores do Ensino Médio, abordam as dificuldades destes professores durante a sua formação, onde relatam que não tiveram boas aulas que abordssem a FMC.

Em relação ao estudo das radiações, que é um tópico da FMC, Nossa et al. (2019), afirmam que o estudo das radiações não tem sido um tópico prioritário na prática da maioria dos professores da Educação Básica. Os autores citam que uma das dificuldades encontradas pelos professores é de como fazer a transposição dos conceitos de FMC para aulas da escola básica. Essas dificuldades são reforçadas na pesquisa de Oliveira et al. (2005), onde os professores apontam a necessidade de uma atualização não só curricular, mas que possa contemplar uma atualização do próprio professor, seja nas licenciaturas ou através de cursos de capacitação durante sua prática docente.

Os conceitos que envolvem as radiações fazem parte de diferentes tópicos da FMC e são pouco trabalhados na Educação Básica. O tema é abrangente, pois envolve discussões conceituais sobre radiações gama, alfa e beta, raio-x, fusão e fissão nuclear e temas ligados à diagnósticos na medicina, geração de energia, guerras, incidentes e acidentes nucleares entre outros. Porém, mesmo com tantas aplicações no cotidiano, esses conhecimentos são pouco abordados na escola básica.

Na área da medicina, atualmente o estudo das radiações apresenta diferentes enfoques, desde o tratamento aos riscos de exposição até o entendimento do que causa um câncer de pele e como podemos identificá-lo e tratá-lo. Também envolve diferentes tipos de radiações, desde os efeitos da radiação ultravioleta aos tratamentos de prevenção e cura. O tema possui uma imensa aplicabilidade em áreas diversas, como na radiologia e na medicina nuclear, contribuindo para o estudo de diagnósticos e tratamentos.

Concordamos com Anselmo e Borges (2016) quando afirmam que *“o ensino da FMC nas nossas salas de aulas do Ensino Médio é necessário devido ao fato do aluno estar inserido numa sociedade tecnológica moderna e, conseqüentemente, precisa de uma formação científica básica que lhe proporcione compreender a natureza ao seu redor”*. Acreditamos que a compreensão dos estudantes sobre os tipos de radiações e suas aplicações propicia o aprimoramento do seu ensino e sua incorporação nas salas de aula da educação básica. Neste viés, Prestes e Cappelletto (2008) alegam que a escola é um espaço muito importante para a problematização de questões que fazem parte do cotidiano da sociedade, como a radioatividade, contribuindo para a formação de cidadãos mais críticos.

Com o objetivo de inserir conhecimentos sobre Radiações aplicadas na Medicina, apresentamos o estudo inicial de uma das etapas de uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS), que são sequências didáticas que favorecem a aprendizagem significativa pelos alunos (Moreira, 2011), a ser implementada em forma de oficina e que se adapta a um Itinerário Formativo, conforme exigido pelos documentos legais que orientam a Educação Básica e os referenciais teóricos que ancoram a nossa pesquisa. Tais referenciais enfatizam que para ocorrer uma aprendizagem com significados, devemos considerar aquilo que o aluno compreende sobre o conteúdo a ser abordado em sala de aula, já que as relações são estabelecidas quando já se tem um conhecimento prévio sobre o assunto. Neste sentido, desenvolvemos o presente trabalho a partir de questionário para investigar os conhecimentos prévios dos estudantes, buscando responder à seguinte pergunta de pesquisa: Quais conhecimentos prévios estudantes do Ensino Médio apresentam sobre o ensino da Física da Radiações aplicadas à Medicina?

## II. UM OLHAR SOBRE DOCUMENTOS OFICIAIS

Nos últimos anos, em diversos encontros e reuniões de formação continuada e atualização de professores da escola de Ensino Médio, são discutidos os documentos legais que prescrevem um novo currículo e uma nova formação de professores para a Educação Básica.

Dentre esses documentos, temos a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o Ensino Fundamental, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+) e mais recente temos a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para a Educação Básica. Neste contexto, Estados e Municípios estão se empenhando na elaboração e implantação de seus currículos, e uma das mudanças com que têm que lidar é sobre o conceito de aluno protagonista e a separação dos conteúdos por áreas de conhecimento: Linguagens e Suas Tecnologias, Matemática e Suas Tecnologias, Ciências da Natureza e Suas Tecnologias e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas.

Com relação à disciplina de Física, a BNCC define competências e habilidades na área da Ciências da Natureza e Suas Tecnologias que devem ser aticuladas entre as disciplinas de Biologia, Física e Química, de modo que os conhecimentos conceituais relacionados às disciplinas sejam ampliados nas unidades temáticas propostas.

Os conhecimentos conceituais da Física aparecem em todos os anos do Ensino Fundamental, especialmente nas unidades Matéria e Energia e Terra e Universo; acerca dos temas estudados nestas unidades é desejado que ao final do ensino fundamental o estudante tenha possibilidade de realizar conexões mais aprofundadas na etapa final da escola básica:

*[...] a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe um aprofundamento nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo. Os conhecimentos conceituais associados a essas temáticas constituem uma base que permite aos estudantes investigar, analisar e discutir situações-problema que emergem de diferentes contextos socioculturais, além de compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais. (Brasil, 2018, p.548)*

Relativamente ao Ensino Médio, a BNCC apresenta, entre as competências específicas que se referem à FMC, uma que implica analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos com base em relações entre matéria e energia, sugerindo estudos referentes à estrutura da matéria, fusão, fissão, espectro eletromagnético, efeito biológico das radiações ionizantes, entre outros.

Outra mudança prevista na BNCC e ainda em fase de implantação refere-se aos Itinerários Formativos, que são conjuntos de situações e atividades educativas oferecidos ao estudante conforme sua escolha. Estes Itinerários Formativos permitem aprofundar e ampliar a aprendizagem em uma ou mais área do conhecimento e devem ser organizados a partir de quatro eixos estruturantes: Investigação Científica, Processos Criativos, Mediação e Intervenção Sociocultural e Empreendedorismo.

Neste contexto, a construção de um Itinerário Formativo tem como objetivo contribuir na construção do conhecimento de estudantes e na formação de professores de Física e Ciências da Educação Básica, auxiliando na implementação da Base Nacional Curricular Comum – BNCC em consonância com a proposta de reestruturação curricular do Estado do Mato Grosso do Sul, voltada para as atividades didáticas dos conceitos de diferentes radiações aplicadas à Medicina.

Como já citado, o presente trabalho faz parte de uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) que será parte integrante de um Itinerário Formativo em construção sobre a aplicação das Radiações na Medicina. A UEPS em construção faz parte do eixo de investigação científica e processos criativos. Cabe ressaltar que nas escolas de Mato Grosso do Sul os Itinerários serão divididos por área do conhecimentos e permitirão que estudantes dos três anos do ensino médio participem do mesmo Itinerário, motivo pelo qual investigamos os conhecimentos prévios destes estudantes.

### III. CONHECIMENTOS PRÉVIOS

O planejamento é um instrumento fundamental nos processos de ensino e aprendizagem. A construção de um plano de aula ou de uma sequência de ensino possibilita a organização metodológica dos conhecimentos que serão desenvolvidos na sala de aula, pois é “um processo de racionalização, organização e coordenação da ação docente, articulando a atividade escolar e a problemática do contexto social” (Libâneo, 2017,p.222), que contribui para a orientação da prática do professor.

Ao realizar o planejamento o professor deve priorizar o detalhamento da aula, possibilitando ao estudante conhecimentos, habilidades e competências para sua formação, sendo fundamental para uma aprendizagem com significados. Para Moran (2018) ela é significativa quando o aluno encontra sentido e significado nas atividades propostas. Neste sentido, um dos fatores que vai ao encontro desta aprendizagem é o planejamento de atividades que considerem os conhecimentos prévios dos alunos.

O conhecimento prévio é para Ausubel (2003) o fator isolado que influencia na aquisição de novos conhecimentos; a relação entre conceitos novos e outros pré-estabelecidos permite a construção de uma aprendizagem significativa. Para

o autor, para que esta ocorra é necessário organização e integração entre o novo conhecimento com o que o aluno já possui em sua estrutura cognitiva, ou seja:

*Novas ideias, conceitos, proposições serão aprendidos significativamente (e retidos), quando outras ideias, conceitos, proposições, relevantes e inclusivos forem claros e disponíveis, na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem como ponto de ancoragem às primeiras.* (Moreria, 2012, p. 1)

A estrutura cognitiva é considerada por Ausubel (2003) como um conjunto de conhecimentos prévios relevantes, que, quando representam “conceitos como objectos, situações ou propriedades que possuem atributos específicos comuns e são designados pelo mesmo signo ou símbolo”, são chamados de subsunçores. (Ausubel, 2003, p. 2).

A proposta de oficina a partir de UEPS tem como um dos passos fundamentais a investigação do conhecimento previo. Assim, é essencial para o desenvolvimento da nossa proposta identificar se os estudantes apresentam conhecimentos prévios e se estes são relevantes, para que possamos construir as situações-problemas com diferentes níveis de complexidade.

#### IV. METODOLOGIA

Neste estudo, de natureza qualitativa, analisaremos, a partir de um questionário tipo *Likert*, os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito do uso das radiações na Medicina. Cabe ressaltar que a escala Likert está centrada na utilização de cinco pontos e foi criada com o intuito de medir os níveis de aceitação e aprovação dos indivíduos, acreditando que esses níveis variam ao longo do tempo em função de suas experiências e influências sociais (Likert, 1932). Para efeitos do nosso estudo, consideramos apenas três níveis: concordo totalmente, não concordo nem discordo e discordo totalmente.

O questionário foi aplicado pela professora regente durante uma aula remota, através de um Formulário Google, para 97 estudantes com idades entre 15 e 18 anos, em três turmas do Ensino Médio de uma escola pública vinculada a uma universidade federal, sendo 34 estudantes da 1ª série, 29 estudantes da 2ª série e 34 estudantes da 3ª série. No Formulário Google as afirmativas do questionário (tabela I) apareciam uma de cada vez, em sequência, de Q1 a Q12, para que o aluno assinalasse a alternativa desejada. Também ressaltamos que todos os alunos participaram de maneira voluntária e que a pesquisa foi submetida ao comitê de ética.

**TABELA I.** Questionário aplicado na pesquisa com os resultados.

Este questionário tem como objetivo identificar os conhecimentos prévios de diferentes conceitos de Radiações que são trabalhados na área da Ciência da Natureza. Analise:

Afirmações	Concordo Totalmente	Não Concordo nem Discordo	Discordo Totalmente
<b>Q1. Radiação é algo em movimento, que transporta energia através do espaço.</b>			

Para a análise dos resultados as afirmativas aparecem reposicionadas em pares que, de algum modo, se contradizem, para facilitar a análise dos resultados. Durante a análise definimos, *a priori*, duas categorias, quais sejam, Física das Radiações e usos das Radiações na Medicina.

#### IV. RESULTADOS

Para justificar as afirmativas vamos considerá-las aos pares, ou seja, afirmações que de algum modo se contradizem. Iniciamos com uma afirmativa considerada verdadeira e, a seguir, analisamos as afirmativas do par. O objetivo da análise é detectar os conhecimentos prévios dos alunos da escola de Ensino Médio sobre o tema radiações; contemplamos os pares [Q1, Q10], [Q2, Q12] e [Q4, Q9] à Física das Radiações propriamente dita e os pares [Q3, Q7], [Q5, Q8] e [Q6, Q11] aos Usos das Radiações na Medicina. As células destacadas marcam as alternativas corretas.

##### A. Física das Radiações

Nesta categoria buscamos verificar quais conhecimentos prévios os estudantes apresentam sobre a estrutura das radiações, os particulares tipos de radiações, como e quais grandezas físicas elas transportam. Na tabela II apresentamos os resultados das questões Q1 e Q10.

**TABELA II.** Resultado das respostas dos estudantes para as afirmações Q1 e Q10.

Q1. Radiação é algo em movimento, que transporta energia através do espaço	63	10	24
Q10. Radiações alfa e beta transportam carga elétrica, mas não energia.	29	34	34

Para Q1 “*Radiação é um fenômeno*” (isto é, se manifesta como uma onda eletromagnética ou uma partícula) em movimento que tem (transporta) energia e momentum e pode ou não ter (transportar) carga elétrica; tem como objetivo verificar se o aluno confunde a propriedade (energia) com a coisa dotada dessa propriedade (radiação). A Q1 está correta, pois teve como objetivo avaliar se o estudante confunde a propriedade (energia) com a coisa dotada dessa propriedade (radiação). Já a Q10 não está correta porque exclui o transporte de energia. É usual, nas transições eletrônicas, dizer-se que o átomo emite energia. Por isso o aluno pode confundir radiação eletromagnética (fenômeno) com energia (propriedade), isto é, pode pensar que as radiações alfa e beta, que são feixes de partículas, não transportam energia porque não são eletromagnéticas.

Conforme apresentado na tabela II para Q1, cerca de 65 % dos alunos sabem diferenciar a radiação de sua propriedade, a energia. No entanto, apenas 35 % confirmam a afirmação Q10. A menção à carga elétrica pode ter confundido uma parte dos alunos justamente pela identificação (errônea) entre radiação eletromagnética e energia.

Na tabela III apresentamos os resultados das respostas dos estudantes para as afirmações Q2 e Q12. A primeira afirmação está correta e está relacionada com o processo de ionização que é o arrancamento de elétrons de átomos ou moléculas e visa descobrir se o aluno compreende o processo de ionização, associando-o ao arrancamento de elétrons da matéria. Os resultados apontam que os estudantes já devem ter ouvido de seus professores ou pela mídia a expressão “radiação ionizante”. A afirmação Q12 está em contradição com Q2 e, portanto, está errada. Ela teve como objetivo verificar se o estudante compreende a aplicação do conhecimento sobre ionização em outro contexto que não aquele em que ele, possivelmente, aprendeu a associar o fenômeno.

**TABELA III.** Resultado das respostas dos estudantes para as afirmações Q2 e Q12.

Q2. Algumas radiações podem arrancar elétrons de átomos ou moléculas.	60	18	19
Q12. As pessoas que trabalham com radiações são protegidas por escudos feitos com materiais ricos em elétrons porque eles não podem ser arrancados pelas radiações	36	30	31

Como resultado, a afirmação Q2 mostrou que aproximadamente 62 % dos alunos parecem identificar o processo de ionização ao arrancamento de elétrons. No entanto, apenas 32 % confirmam isso em Q12. A menção aos escudos protetores pode ter desequilibrado parte dos alunos e isso pode ter acontecido porque informações conceituais sobre a proteção radiológica raramente são veiculadas e pode, também, evidenciar as dificuldades dos alunos em aplicar os conhecimentos escolares a situações diferentes daquelas em que este conhecimento é trabalhado em sala de aula.

Por fim, as afirmações Q4 e Q9 têm como objetivo verificar o conhecimento prévio dos estudantes quanto ao uso e ao alcance do termo “radiação”. O que é confirmado na afirmação Q4. É sabido que o termo radiação é aplicado a entes físicos que se propagam no espaço. Feixes de partículas alfa e beta constituem o que se chama de radiação nuclear e são associados ao fenômeno da radioatividade. Raios ultravioletas, raios x e raios gama, principalmente, constituem radiações eletromagnéticas.

Já a afirmação Q9 está errada porque exclui as radiações eletromagnéticas. No entanto, é bastante comum o uso do termo “radiação” em referência à radioatividade pela mídia e pelos professores, referindo-se às usinas de produção de energia com base no processo de fissão nuclear e seus possíveis danos ao meio ambiente, nele incluídos os seres humanos. Por isso, pode-se esperar que o aluno, em seu modo de pensar, exclua as ondas eletromagnéticas da abrangência do termo “radiação”.

**TABELA IV.** Resultado das respostas dos estudantes para as afirmações Q4 e Q9.

Q4. Ondas eletromagnéticas, partícula alfa e partículas beta são tipos de radiações.	52	20	23
Q9. A palavra radiação deve ser empregada apenas às partículas nucleares alfa e beta.	28	17	52

As respostas apresentadas na tabela IV demonstram que, na questão Q4, um pouco mais de 50 % dos alunos reconhecem os principais tipos de radiação e em Q9, o mesmo número de alunos parece aceitar que as ondas

eletromagnéticas pertencem à categoria de radiação, do mesmo modo que as partículas alfa e beta. No entanto, aproximadamente 29 % dos alunos parecem aceitar que o termo radiação se aplica apenas às partículas alfa e beta.

## B. Uso das Radiações na Medicina

Nesta categoria buscamos verificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a aplicação das radiações na medicina. Na tabela V apresentamos as respostas para as afirmações Q3 e Q7.

A afirmação Q3 está correta e visa identificar se o aluno conhece estas aplicações médicas das radiações. Sendo Tomógrafos equipamentos que utilizam raios x para gerar imagens e os equipamentos de Ressonância Magnética utilizam, para o mesmo fim, campos magnéticos e pulsos de radiofrequência. Ambos são equipamentos que empregam radiações eletromagnéticas.

No entanto, a Q7 está errada já que nega Q3. Nesta questão infere-se que a mídia e, possivelmente, os professores, associam com muita frequência o termo radiação a danos aos seres humanos e ao ambiente sem qualquer discussão quanto a intensidades e doses. Por isso, o aluno pode pensar que os equipamentos mencionados não podem empregar radiações justamente porque, sendo equipamentos médicos, não devem causar danos aos seres humanos.

**TABELA V.** Resultado das respostas dos estudantes para as afirmações Q3 e Q7.

Q3. Tomógrafos e equipamentos de ressonância magnética, que mostram imagens internas do corpo humano, empregam radiações.	62	4	31
Q7. Os equipamentos médicos que mostram imagens internas do corpo humano não empregam radiações para não danificar os órgãos internos.	33	9	55

As respostas demonstram que para Q3, cerca de 64 % dos alunos parecem reconhecer o emprego de radiações em equipamentos médicos (relacionados à saúde). Em Q7, um número um pouco menor de alunos confirma esse conhecimento, mas 34 % parece aceitar o preconceito de que as radiações são sempre e necessariamente deletérias ao ser humano.

As questões Q5 e Q8 têm como objetivos verificar as ideias prévias dos estudantes em relação ao dano causado pelas radiações e sua origem quando relacionadas ao tratamento do câncer. O dano causado pelas radiações emitidas por materiais nucleares, pelo processo de radioatividade, é cumulativo. Em outras palavras, aumenta conforme o tempo de exposição e a dose. Assim, em princípio, as radiações nucleares não são, necessariamente, danosas aos seres humanos.

Na tabela VI verifica-se que a afirmação Q8 está correta. Visa testar o conhecimento do aluno uma vez que ele já deve ter ouvido muitas vezes de seus professores e pela mídia a informação de que o tratamento de câncer envolve radiações nucleares. A Q5 está errada até porque contradiz, em princípio, a Q8; as afirmações buscavam verificar se o aluno sabe contrabalancear duas informações muito veiculadas pela mídia e pelos professores, de que as radiações são danosas e são usadas no tratamento de câncer. Para poder colocar em perspectiva tais informações, o aluno teria que conhecer algo sobre tempo de exposição, dose e dano cumulativo.

**TABELA VI.** Resultado das respostas dos estudantes para as afirmações Q5 e Q8.

Q5. As radiações emitidas por materiais nucleares são, sempre, danosas ao ser humano.	37	18	42
Q8. Radiações de origem nuclear podem ser usadas no tratamento do câncer.	49	28	20

Em Q5, 38 % dos alunos parecem confirmar que as radiações nucleares são sempre danosas ao ser humano, mas 43 % dos alunos parece reconhecer o uso destas radiações em prol da saúde. Em Q8, cerca de 50 % dos alunos confirmam este último conhecimento enquanto 20 % confirma ideias do senso comum referido acima, que radiações são sempre danosas.

Por fim, as questões Q6 e Q11 têm como objetivo verificar o conhecimento prévio do aluno quanto ao possível dano das radiações aos seres humanos. Relativamente a luz, termo aplicado às radiações eletromagnéticas que os seres humanos podem ver, a radiação ultravioleta é considerada como de alta energia. Relativamente ao espectro eletromagnético como um todo, os raios x e os raios gama são considerados de alta energia. Todas estas radiações são danosas aos seres humanos, em um ou outro tecido, conforme a dose e o tempo de exposição.

A afirmação Q11 está correta e objetivou verificar o conhecimento do aluno quanto ao possível dano das radiações aos seres humanos. A expressão “podem provocar danos” remete às questões, dificilmente veiculadas pela mídia e pelos professores, de dose e de tempo de exposição. A Q6 está errada, pois o dano aos seres humanos é cumulativo e depende da dose e do tempo de exposição e, por isso, a Medicina condena o uso indiscriminado dos raios x. No entanto, é usual no Brasil, para uma contusão ou uma queda, dizer-se: faz um raio x! A questão visa, portanto, avaliar o quanto o aluno se deixa envolver pela crença popular que não leva em conta o conhecimento médico.

**TABELA VII.** Resultado das respostas dos estudantes para as afirmações Q6 e Q11.

Q6. Um paciente qualquer pode ser submetido a vários raios x sem qualquer problema já que esse tipo de terapia não é perigoso.	30	13	54
Q11. Radiações de alta energia, como os raios x e os raios gama, podem provocar danos ao ser humano.	56	10	31

Os resultados das afirmações de Q11 e Q6 demonstra que um pouco mais de 50 % dos alunos reconhece e confirma o conhecimento de que os raios x, talvez a radiação mais conhecida pela população e à qual tem mais acesso, pode, sim, causar danos aos seres humanos. No entanto, em Q11 e Q6, cerca de 57 % dos alunos aceita e confirma sua posição de que os raios x não são, de forma alguma, prejudiciais à saúde.

É importante salientar, apesar das respostas dadas pelos alunos para as afirmações não terem sido justificadas por eles, que o simples fato de um aluno afirmar que conhece determinado tema relativo à Radiação não garante que o mesmo o conheça com a profundidade científica ou que seu conhecimento esteja aquém do desejado.

## V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do questionário permitiu perceber que parte dos estudantes identifica os principais tipos de radiação, incluindo as eletromagnéticas, entendem o processo de ionização e não o relacionam aos danos das radiações. Relativamente ao uso das Radiações na Medicina ficou claro que os alunos reconhecem o emprego de radiações em equipamentos médicos e acreditam que os raios-x podem causar danos aos seres humanos.

O trabalho também evidenciou lacunas na parte conceitual, sobretudo na categoria Física das Radiações, o que nos permitiu, de forma geral, elaborar situações-iniciais que serão abordadas na sequência da UEPS a partir dos conceitos mais específicos das Radiações, relacionando-os ao uso na medicina.

Pelos resultados obtidos pode-se perceber que alguns estudantes apresentam conhecimentos pontuais sobre o tema; porém, não é possível verificar se esse conhecimento se deu devido às influências dos meios de comunicação ou em consequência de terem sido ministrados na escola.

De modo geral, os resultados apontam que a mídia pode ter contribuído de maneira relevante para o desenvolvimento de conhecimentos prévios presentes nos participantes investigados. Para Hipólido (2012) é prudente tomar alguns cuidados com as inadequações, pois a mídia, algumas vezes com intuito de informar, o faz de maneira superficial ou com intenções que são, no mínimo, instigantes. Nesse contexto, podemos inferir que essas informações veiculadas são superficiais e destituídas de rigor científico.

Consideramos importante ressaltar que a maioria dos professores da escola de Ensino Médio ainda não trabalha conteúdos de FMC, e aqueles que trabalham o fazem sem relacioná-los com o cotidiano dos alunos. Conforme apontam Batista (2012), Woff e Mors (2006) e Monteiro, *et al.* (2009) os professores de Física do Ensino Médio, em geral, não estão capacitados e não se sentem preparados para trabalhar assuntos relacionados à FMC.

Os resultados reforçam nossa defesa de que, durante o planejamento de ensino e construção de planos de aula, é necessário investigar, através de diferentes situações, os conhecimentos prévios e a partir deles desenvolver atividades didáticas que propiciem aos estudantes uma formação científica básica que lhes proporcione compreender a natureza ao seu redor.

Por fim, a pesquisa mais ampla da qual este trabalho faz parte, em fase desenvolvimento, apresenta outras situações-problemas com o objetivo de aprofundar esses conhecimentos prévios, para, após a aplicação de atividades didáticas específicas, investigar se houve ou não evoluções nos conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema Radiação aplicada na Medicina e se houve indícios de aprendizagem significativa.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico). E a Professora Doutora Izabel Cristina Freitas pela implementação do questionário.

## REFERÊNCIAS

- Ausubel, D. P. (2003). *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano.
- Anselmo, J. C.; Borges, J. C. da S. (2016). *O (não) ensino de radiações ionizantes: concepções sobre o uso, geração e proteção radiológica*. Holos.
- Batista, R. A. (2012). Uma atividade de extensão universitária para o ensino de física de partículas a alunos de ensino médio. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 3(2), 94-115.
- Brasil. (2018) Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC/SEB.
- Costa, L. G.; Barrosa, M. A. (2015). O ensino da Física no Brasil: problemas e desafios. In: *ENDUCERE: XII Congresso Nacional de Educação*. Anais.
- Hípólide, M. C. (2012). *Contextualizar é reconhecer o significado do conhecimento científico*. São Paulo.
- Monteiro, M.A.; NARDI, R.; FILHO, J. B. B. (2009). *Dificuldades dos professores em introduzir a Física moderna no ensino médio: a necessidade de superação da racionalidade técnica nos processos formativos*. Ensino de ciências e matemática I: temas sobre a formação de professores. São Paulo: Editora UNESP.
- Moran, J. M. (2018). Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: Bacich, L., Moran, J. M. (org.) *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso.
- Moreira, M. A. (2011). Unidades de ensino potencialmente significativas. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, 1(2), 43-63.
- Moreira, M. A. (2012). Organizadores prévios e aprendizagem significativa. [http://www. if. ufrgs. br/~moreira/ORGANIZADORESport. Pdf](http://www.if.ufrgs.br/~moreira/ORGANIZADORESport.Pdf).
- Nossa, I. M., Mendes, L. G., & Londero, L. (2019). O que sabemos sobre propostas didáticas destinadas ao Ensino da Física das Radiações Ionizantes? *Revista de Enseñanza de la Física*, 31, 483-490.
- Likert, R. A (1932). Technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 140, 44-53.
- Libâneo, J. C. (2017). *Didática*. São Paulo: Cortez Editora.
- Oliveira, F. F., Vianna, D. M., & Gerbassi, R. S. (2005). Raios x no ensino médio: o que dizem os professores da área. X ray of the high school: what the involved teachers have to say. *V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*.
- Prestes, M.; Cappelletto, E. (2008). Aprendizagem Significativa no Ensino de Física das Radiações: Contribuições da Educação Ambiental. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, 20.
- Wolff, J. F. S., e Mors, P. M. (2006). Relatividade no ensino médio: uma experiência com motivação na história. *Experiências em Ensino de Ciências*, 1(1).49-56.

