

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ – UNIFEI

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA

**UM ESTUDO SOBRE UM EXPERIMENTO CONTROLADO  
REMOTAMENTE SOBRE RADIAÇÕES IONIZÁVEIS NO CONTEXTO  
DO ENSINO MÉDIO**

JÉSSICA MIRANDA E SOUZA

Itajubá, fevereiro 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ – UNIFEI

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA

**UM ESTUDO SOBRE UM EXPERIMENTO CONTROLADO  
REMOTAMENTE SOBRE RADIAÇÕES IONIZÁVEIS NO CONTEXTO  
DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciência da Universidade Federal de Itajubá como um dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência.

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio  
Alvarenga Monteiro

*Ao meu marido Elias Leite, pelo companheirismo e  
incentivo em todos os momentos,*

*com amor.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador Prof. Dr. Marco Aurélio Alvarenga Monteiro, por sua orientação e amizade desde os tempos da graduação, sem os quais esse trabalho não seria possível.

Aos professores do Programa de Mestrado de Educação para a Ciência da UNIFEI, que sempre foram muito solícitos e compromissados com o propósito do programa, contribuindo enormemente para o meu crescimento, além da singela amizade que conquistamos.

Aos meus queridos colegas de Mestrado, que tornaram essa fase mais colorida e agradável, além da calorosa acolhida na cidade de Itajubá.

Às instituições de ensino que abriram as portas para que eu realizasse este trabalho, Colégio Fonte em Guaratinguetá e Instituto Santa Teresa em Lorena, além dos queridos alunos que aceitaram fazer parte desta pesquisa.

Aos meus preciosos sogros, Zezinho Mendonça e Ana Braga, que me acolheram com tanto amor e dedicação, fazendo das minhas cansativas idas à Itajubá um momento de doce aconchego.

Aos meus pais que sempre estiveram na torcida pelo meu sucesso.

Ao meu marido, que compartilha comigo todos os momentos, principalmente esta doce caminhada pela vida que construímos juntos.

*(...) transformar a experiência educativa em puro treinamento humano é mesquinhar o que há de fundamentalmente humano no exercício educativo: o seu caráter formador.*

*Paulo Freire*

## RESUMO

Muitos dos avanços tecnológicos que impactam atualmente nossa sociedade só podem ser compreendidos a partir dos fundamentos da Física Moderna. Dessa forma, diferentes pesquisadores em Ensino de Ciências têm defendido a inserção de conteúdos relativos a esses fundamentos no currículo de física do Ensino Médio. Assim sendo, é necessário disponibilizar a alunos e professores diferentes e múltiplos recursos didáticos para que esses conteúdos possam ser abordados de maneira a possibilitar não somente a compreensão de conceitos, mas o desenvolvimento de habilidades e competências críticas aos cidadãos em formação. Neste trabalho, avalia-se as possíveis contribuições de uma proposta de ensino relativa ao tema radiações ionizáveis utilizada em aulas de Física do Ensino Médio que envolve um experimento controlado remotamente. Os resultados mostraram que, apesar de algumas dificuldades, a atividade teve bom resultado, tanto em relação aos alunos quanto em relação à professora que avaliou a aplicação da atividade.

**Palavras-chave:** Novas Tecnologias, Ensino de Física, Física Moderna, Laboratório Remoto, Radiações.

## ABSTRACT

Many of the technological advances that currently impact our society can only be understood from the foundations of Modern Physics. In this way, different researchers in Science Teaching have defended the insertion of contents related to these fundamentals in the curriculum of Physics at the High School level. Therefore, it is necessary to make available to students and teachers different and multiple didactic resources in such a way that these contents can be approached in a way that not only allows the understanding of concepts, but also allows the development of skills and critical skills for the citizens in formation. The aim of this work is to evaluate the possible contributions of a teaching proposal related to the topic ionizable radiation to be used in Physics's classes at the High School level from remotely controlled experiments. The results showed that, despite some difficulties, the activity had a good result, both in relation to the students and in relation to the teacher who evaluated the application of the activity

**Keywords:** New Technologies, Physics Teaching, Modern Physics, Remote Laboratory

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> - Esquema de um WebLab.....	31
<b>Figura 2</b> - Variação da intensidade de uma fonte pontual com a distância.....	39
<b>Figura 3</b> - Esquema do experimento sobre a lei do inverso do quadrado controlado remotamente.....	40
<b>Figura 4</b> - Gráfico ilustrativo da Intensidade radioativa versus distância.....	41
<b>Figura 5</b> - Fotos do experimento real.....	41
<b>Figura 6</b> - Tela da página do WebLab.....	42
<b>Figura 7</b> - Esquema do experimento sobre medida de radiação natural e artificial.....	43
<b>Figura 8</b> - Gráfico da intensidade de radiação gama captada no ambiente.....	44
<b>Figura 9</b> - Esquema do processo de triangulação para análise dos dados.....	47

## Lista de Quadros

<b>Quadro 1</b> – Diferentes concepções para função da escola.....	12
<b>Quadro 2</b> – Comparação do uso dos diferentes laboratórios.....	33
<b>Quadro 3</b> – Porcentagem dos acertos dos alunos em cada questão e suas competências e habilidades.....	47

## Lista de Gráficos

<b>Gráfico 1</b> – Respostas referentes à questão 1 do questionário prévio.....	50
<b>Gráfico 2</b> – Respostas referentes à questão 2 do questionário prévio.....	50
<b>Gráfico 3</b> – Respostas referentes à questão 3 do questionário prévio.....	50
<b>Gráfico 4</b> – Respostas referentes à questão 4 do questionário prévio.....	51
<b>Gráfico 5</b> – Respostas referentes à questão 5 do questionário prévio.....	51
<b>Gráfico 6</b> – Porcentagem das respostas referentes à questão 1.....	54
<b>Gráfico 7</b> – Porcentagem das respostas referentes à questão 2.....	55
<b>Gráfico 8</b> – Porcentagem das respostas referentes à questão 3.....	55
<b>Gráfico 9</b> – Porcentagem das respostas referentes à questão 4.....	56
<b>Gráfico 10</b> – Porcentagem das respostas referentes à questão 5.....	56
<b>Gráfico 11</b> – Porcentagem das respostas referentes à questão 6.....	57
<b>Gráfico 12</b> – Porcentagem das respostas referentes à questão 7.....	57
<b>Gráfico 13</b> – Porcentagem das respostas referentes à questão 8.....	58
<b>Gráfico 14</b> – Porcentagem das respostas referentes à questão 9.....	58
<b>Gráfico 15</b> – Porcentagem das respostas referentes à questão 10.....	59
<b>Gráfico 16</b> – Porcentagem das respostas referentes à questão 11.....	59

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>1 DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DO CONTEÚDO DE FÍSICA MODERNA NO ENSINO MÉDIO.....</b>	<b>17</b>
<b>2 TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA.....</b>	<b>26</b>
<b>2.1 Laboratório Remoto .....</b>	<b>34</b>
<b>3 A PESQUISA .....</b>	<b>40</b>
<b>3.1 Objetivo geral.....</b>	<b>40</b>
<b>3.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>40</b>
<b>3.3 Metodologia de coleta de dados.....</b>	<b>41</b>
3.3.1 Descrição do questionário de concepções prévias .....	42
3.3.2 Descrição da atividade experimental controlada remotamente .....	43
3.3.3 Estratégia da aula de discussões.....	49
<b>3.4 Metodologia de análise dos dados .....</b>	<b>50</b>
<b>4 RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS.....</b>	<b>51</b>
<b>4.1 Resultados do questionário de concepções prévias dos alunos .....</b>	<b>51</b>
<b>4.2 Resultados das interações da aula de discussões .....</b>	<b>56</b>
<b>4.3 Resultados do questionário para avaliar a opinião dos alunos sobre a atividade realizada .....</b>	<b>61</b>
<b>4.4 Ponto de vista da professora que realizou a atividade .....</b>	<b>72</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>75</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>77</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>82</b>
<b>Apêndice 1: Modelo do questionário de concepções prévias aplicadas aos alunos .....</b>	<b>82</b>
<b>Apêndice 2 : Transcrição das interações realizadas no 3° ano do colégio número dois .....</b>	<b>88</b>

**Apêndice 3 : Transcrição das interações realizadas no 3° e 2° anos do colégio número um. .... 101**

**Apêndice 4 : Modelo do questionário aplicado nos alunos para avaliação da atividade realizada ..... 122**

## INTRODUÇÃO

Partindo-se do pressuposto de que a escola tem a função de formar cidadãos capazes de construir uma sociedade mais humana, mais justa e inclusiva, é desejável que os responsáveis pelo processo educacional tenham plena consciência a respeito da atual sociedade na qual se vive, das características da sociedade que se quer construir e que, fundamentalmente, estejam convencidos sobre que saberes os cidadãos terão que possuir para viabilizar e concretizar tal construção.

Concebendo o currículo como um conjunto de conhecimentos e experiências de aprendizagem oferecidos aos estudantes, Sampaio (1995) afirma que sua elaboração é sempre resultado de uma escolha dentre várias opções que compõem o universo de saberes produzidos pela humanidade. Essa escolha revela a opção por um determinado tipo de sociedade, tendo em vista que se prepara o indivíduo para a atuação, transformação e construção das relações sociais. Dessa maneira, dependendo da sociedade que se queira construir, um perfil de cidadão deverá ser exigido e, portanto, um tipo diferente de currículo deverá ser elaborado. Sendo assim à escola cabe a função de comunicar aos cidadãos, de maneira a proporcionar-lhes meios para a reflexão e formação de opinião crítica, os saberes produzidos pela sociedade, tornando possível um movimento de renovação e aperfeiçoamento das ideias e do conhecimento.

Em nosso trabalho temos interesse na Pedagogia Progressista Crítico-Social dos Conteúdos, que prioriza, na sua concepção pedagógica, o domínio dos conteúdos científicos, a prática de métodos de estudo, a construção de habilidades e raciocínio científico, como modo de formar a consciência crítica para fazer frente à realidade social injusta e desigual. Busca instrumentalizar os sujeitos históricos, aptos a transformarem a sociedade e a si próprio. Luckesi (2005) afirma que, nesta tendência, da Pedagogia Progressista Crítico-Social, o conhecimento é visto como elemento indissociável da realidade social. Assim, os conhecimentos discutidos e aprendidos na escola devem de alguma forma, contribuir para que o estudante possa transformar a própria realidade social na qual vive. Em resumo, a pedagogia crítico-social dos conteúdos propõe uma ação educacional capaz de envolver alunos em ações que construam, através dos conteúdos de ensino, uma consciência crítica para transformação da sociedade, valorizando os processos mentais e as habilidades cognitivas do educando.

Santos e Mortimer (2001) destacam que um movimento denominado Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), iniciou-se na década de 1960, ganhando força no Brasil na década de 1970, preocupado com questões relativas às armas nucleares, aos impactos da indústria química sobre o meio ambiente, bem como outras consequências da Ciência e da Tecnologia sobre a sociedade e ao meio ambiente. Para os autores, o movimento CTS propõe uma ampliação da consciência humana sobre como o desenvolvimento científico e tecnológico tem causado impactos sobre suas vidas, com objetivo de prepara-los para uma tomada de ação socialmente responsável.

Nessa mesma direção, outros autores sugerem práticas nas quais o Ensino de Ciências seja capaz de desencadear discussões e reflexões sobre as problemáticas atuais que contrapõem à ideia cientificista de que a Ciência é neutra e que sempre traz resultados positivos para sociedade (PINHEIRO, 2005). Em concordância com essa proposta os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) sugerem aos professores a abordagem de temas transversais a partir da interdisciplinaridade, referindo-se a conteúdos que não devem ser tratados por uma única disciplina de determinada área específica, mas que podem ser explorados no interior das várias disciplinas (BRASIL, 1998). Como objetivo da abordagem dos temas transversais, os PCN destacam a importância de envolver o estudante brasileiro com tomadas de ações que sejam contrárias à injustiça. Temas transversais como Saúde, Meio Ambiente, Orientação Sexual, Pluralidade Cultural, Ética e Trabalho e Consumo, portanto, devem ser tratados de maneira interdisciplinar de modo a ampliar a consciência do estudante sobre a necessidade de tomadas de ações socialmente responsáveis. Assim sendo, nós faremos uma abordagem de conteúdos relacionados às radiações, que envolvem questões relativas a pelo menos quatro dos seis temas transversais proposto nos PCN.

Como destaca Nouailhetas (2000), a radiação ionizante é um dos diversos agentes existentes no meio ambiente que pode expor o ser humano a alguns riscos e efeitos não desejados. No meio ambiente natural em que vivemos pequenas doses de radiação natural são produzidas continuamente e são provenientes das mais variadas fontes: elementos presentes nas rochas e no solo (tório, urânio, potássio e outros), emissões provenientes da radiação cósmica, etc. Todos os seres vivos, incluindo nós, humanos, desenvolvemos resistência natural a baixas dosagens das radiações ionizantes. Contudo, como as doses de radiação são cumulativas, é necessário o cuidado para evitar exposições desnecessárias.

A partir dessa perspectiva, fica clara a relação da abordagem de conteúdos relacionando às radiações com os temas transversais Saúde e Meio Ambiente. Contudo, também podem ser articulados os temas transversais Ética e Trabalho e Consumo considerando que, segundo Bui Van et. al.(1998), as radiações alfa, beta, X e gama de baixa energia (30 keV a 10 MeV), presentes no meio ambiente local e na interface solo-ar, dependem da presença de radionuclídeos do gás radônio no local (constituição geológica da região), da radiação cósmica secundária e da radiação produzida por atividades humanas (produzidas em vários tipos de atividades tais como na medicina, odontologia e pesquisa na indústria).

Porém, temos que concordar que a abordagem da temática radiações carece de meios para uma ação didática mais crítica, principalmente, se levarmos em conta que, na maioria das escolas, não há laboratórios didáticos. Além disso, atualmente ainda há uma grande dificuldade na implementação de conteúdos referentes à Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio. Muitos professores sentem-se inseguros na abordagem de tais temas e/ou não encontram materiais didáticos satisfatórios para auxiliá-los em sala de aula (MONTEIRO, NARDI e FILHO, 2009; REZENDE JUNIOR e DE SOUZA CRUZ, 2009). Outro fator relevante é que há uma tendência dos professores de seguirem a formatação de seus cursos de formação, ou seja, replicam a organização dos conteúdos que tiveram contato durante a graduação. Essa atitude prejudica a abordagem de temas como a FMC no ensino básico, já que muitos professores entendem que é necessário tratar de temas da Física Clássica primeiro e, somente no final do curso, discutir temas da FMC, ou seja, o tempo geralmente é insuficiente.

Assim, o estudo de um fenômeno tão abstrato como é o caso das radiações fica, de fato, comprometido, apesar de estar extremamente relacionado com o cotidiano de todos.

Sabemos, também, da dificuldade em se introduzir atividades experimentais em sala de aula, mesmo entendendo o papel importante que essas atividades exercem no ensino e aprendizagem dos alunos (BORGES, 2002). A infraestrutura é apontada como uma das grandes vilãs para tal fato, porém, além dessa realidade que enfrentamos nas escolas brasileiras, temos que nos atentar para a má formação de muitos professores no que diz respeito à abordagem pedagógica das atividades experimentais, o que acaba se tornando outro fator relevante para a não aplicação de tais atividades. As Novas Tecnologias de Comunicação e Informação (TIC) podem ser uma grande aliada para amenizar esse problema.

Nesse sentido, acreditamos que o uso das TIC pode contribuir significativamente para a abordagem das radiações, que é uma temática tão abstrata, porém tão presente no dia-a-dia dos estudantes. Entretanto, como destacam Gouvêa et.al. (2001), o uso das tecnologias no contexto de sala de aula só pode, de fato, ser considerada efetiva para o processo de ensino e de aprendizagem, se o professor tiver, não apenas o domínio de sua utilização, mas uma compreensão da exploração pedagógica desse recurso na interação com seus alunos.

No capítulo um deste trabalho, abordamos as dificuldades na implementação do conteúdo de FMC no ensino básico, onde fizemos uma breve revisão bibliográfica, apontando alguns trabalhos, para entendermos um pouco dos motivos de assuntos tão relevantes ainda serem pouco explorados no ensino médio.

No capítulo dois, fizemos uma breve revisão sobre as TIC no ensino de Física, buscando compreender o que as pesquisas apontam nesse sentido, já que neste trabalho avaliamos uma atividade, na qual usamos um experimento controlado remotamente com vistas a complementar e fomentar discussões sobre o tema radiações ionizáveis.

O objetivo desta pesquisa, a metodologia de coleta e análise dos dados, são abordados no capítulo três deste trabalho. No capítulo quatro, expomos os resultados obtidos com a devida análise e finalizamos com algumas considerações finais no capítulo cinco.

## 1 DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DO CONTEÚDO DE FÍSICA MODERNA NO ENSINO MÉDIO

Neste capítulo, faremos uma breve revisão dos trabalhos que abordam a importância da inclusão de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no currículo de física do Ensino Médio, salientando o consenso estabelecido entre os pesquisadores da área de Ensino de Física que se reflete na legislação educacional vigente em nosso país.

Diferentes trabalhos de pesquisa (TERRAZAN, 1994; OSTERMANN e MOREIRA, 2000; VALADARES e MOREIRA, 1998; CANATO, 2003; BROCKINGTON, 2005; SIQUEIRA, 2006) destacam a importância de se incorporar no currículo de física do Ensino Médio, conceitos relativos ao ensino de Física Moderna.

Esses autores defendem que a aprendizagem de tais conceitos é fundamental para que os estudantes possam ser capazes de compreender os avanços tecnológicos que impactam a sociedade atual em que vivemos.

Ostermann e Moreira (2000) justificam essa necessidade tendo em vista o fato de

- poder ajudar os alunos a compreenderem a física como um empreendimento humano, despertando a curiosidade entre eles;
- os alunos estarem em contato com temas atuais da física, como buracos negros, questionamentos da origem do universo e filmes de ficção científica que dificilmente são abordados nas aulas de física;
- o contato dos alunos com tais temas poder contribuir para uma visão mais correta dessa ciência, e não mais com uma visão linear, como é apresentada atualmente.

Para Terrazan (1994),

A Física desenvolvida na escola média deve permitir aos estudantes pensar e interpretar o mundo que os cerca (...). Nesse nível de escolaridade devemos estar formando um jovem, cidadão pleno, consciente e, sobretudo capaz de participação na sociedade. Sua formação deve ser o mais global possível, pois sua capacidade de intervenção na realidade em que está imerso tem relação direta com sua capacidade de leitura, de compreensão, de construção dessa mesma realidade. (TERRAZAN, 1994, p. 39)

Em consonância com essas opiniões, os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (BRASIL, 1999), bem como as Orientações Curriculares Nacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCN+ (BRASIL, 2002), consideram que o conteúdo de Física Moderna deve estar presente na grade curricular de Física, afirmando que é importante formar para a vida, ou seja, formar para que o sujeito tenha condições de

- saber se informar, comunicar-se, argumentar, compreender e agir;
  - enfrentar problemas de diferentes naturezas;
  - participar socialmente, de forma prática e solidária;
  - ser capaz de elaborar críticas ou propostas; e,
  - especialmente, adquirir uma atitude de permanente aprendizado.
- (BRASIL, 2002, p. 9).

A partir dessa perspectiva, o currículo de física deve contribuir para a formação do cidadão crítico, atuante e solidário, dotados de instrumentos para compreender, intervir e participar da sociedade atual. Em outras palavras, o aluno deve ser capaz de

[...] acompanhar o noticiário relativo à ciência em jornais, revistas e notícias veiculadas pela mídia, identificando a questão em discussão e interpretando, com objetividade, seus significados e implicações para participar do que se passa à sua volta. Por exemplo, no noticiário sobre telefonia celular, identificar que essa questão envolve conhecimentos sobre radiações, suas faixas de frequência, processos de transmissão, além de incertezas quanto a seus possíveis efeitos sobre o ambiente e a saúde (BRASIL, 2002, p. 61).

Porém, é preciso considerar que o currículo não se constitui apenas numa lista de conteúdos conceituais que devem ser abordados em sala de aula. Como destacam Moreira e Silva (2001), na escola, o aprendizado extrapola os limites do saber meramente informativo. Nessa instituição, se aprende sobre o mundo, as pessoas, as relações sociais, culturais, determinando muito da sensibilidade e da personalidade dos sujeitos em formação.

Assim sendo, a escola vai exercer grande influência sobre os estudantes forjando os caracteres de seu perfil enquanto pessoa e cidadão.

Mas, essa influência pode se estabelecer de duas maneiras diferentes: uma realizada de modo dialético, crítico, contando com a participação ativa dos alunos, contribuindo para uma

formação cidadã mais autônoma e independente. A outra é estabelecida de forma impositiva, unidirecional, acrítica e, assim, reprodutora de sujeitos incapazes de questionar e se posicionar perante os diferentes interesses que permeiam nossa sociedade (MOREIRA e SILVA *opus cit*).

Portanto, como bem explica Silva (2001), a definição do currículo é uma questão de poder, uma vez que esse documento não define somente os conteúdos que serão discutidos em sala de aula, mas também determina a maneira como eles serão tratados com os estudantes, exigindo, dessa forma, uma maior conscientização por parte do docente em relação às ideologias, bem como aos interesses a que está se comprometendo ao fazer a opção por um ou outro currículo.

Segundo Monteiro (2006), a elaboração e a gestão de um currículo dependem fundamentalmente da visão que o professor tem da sociedade e de como ele entende a função da escola nesse contexto. Assim, o autor apresenta duas visões antagônicas entre si: uma apresentada por Durkheim (1985) e a outra por Althusser (1981).

Para Durkheim (DURKHEIM, 1995 apud MONTEIRO, 2006) a sociedade pode ser comparada a um organismo, cuja complexidade se mede pelo número de instituições que solidariamente a compõe. São essas instituições que criam aquilo que Durkheim definiu como sendo o fato social, ou seja, formas de agir dos indivíduos de uma sociedade, estabelecidas por uma coletividade que, independente da liberdade individual do sujeito, exerce uma coação tal que impõe a cada cidadão maneiras de se comportar, pensar e sentir.

A partir dessa perspectiva, a escola é compreendida como instituição que molda o indivíduo para que este se assemelhe aos demais cidadãos de tal modo a se alcançar uma homogeneidade social no que diz respeito ao que se pensa, ao que se sente e a maneira como se deve agir. Porém, nessa concepção, a igualdade não se estabelece quando nos referimos às funções dos indivíduos na sociedade. Ou seja, cabe à escola o estabelecimento de uma função diferenciadora a partir do ensino relativo aos saberes específicos próprios da função que determinado sujeito exercerá na sociedade para a manutenção da estrutura social. (MONTEIRO, 2006).

Essa concepção de sociedade e visão da função da escola apresentadas por Durkheim são duramente criticadas por Althusser (ALTHUSSER, 1981 apud MONTEIRO, 2006) que vê a sociedade dividida por classes sociais que agem, pensam e sentem condicionados por uma

ideologia estabelecida e imposta pela classe social dominante. Nessa perspectiva a escola passa ser vista como um Aparelho Ideológico do Estado, ou seja,

uma instituição encarregada de transmitir e inculcar a ideologia da classe dominante através dos conhecimentos e dos valores que ensina a todos os sujeitos da sociedade. A escola, portanto, constitui-se no meio mediante o qual as classes dominantes, visando à preservação de seu lugar social e de seus interesses, reproduzem a força de trabalho, as relações de exploração, submissão e violência (MONTEIRO, 2006, p. 79).

Com o intuito de superar essa condição, a escola, na visão de Althusser, deve ser autônoma e comprometida com os ideais de formar o indivíduo para tomar consciência e criticar a ideologia vigente que mantém o *status quo* da classe dominante, produzindo uma transformação social.

Dessa forma, Monteiro (2006) resume essas duas diferentes concepções da função da escola no quadro 1.

QUADRO 1 – Diferentes concepções para função da escola

<p>ESCOLA COM A FUNÇÃO DE CONSERVAÇÃO SOCIAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transmitir o saber historicamente acumulado.</li> <li>• Socializar o educando segundo valores, tradições e costumes vigentes.</li> <li>• Preparar os indivíduos para desempenhar funções sociais e profissionais.</li> </ul>
<p>ESCOLA COM FUNÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO SOCIAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolver o espírito crítico dos valores e das estruturas sociais geradoras de dominação, violência e exclusão social.</li> <li>• Preparar os indivíduos para ações transformadoras coletivas e organizadas.</li> <li>• Educar com o compromisso com a democracia e a solidariedade.</li> </ul>

Fonte: Monteiro (2006)

Freire (2000), assim se posiciona,

Não se permite a dúvida em torno do direito, de um lado, que os meninos e as meninas do povo têm de saber a mesma matemática, a mesma física, a mesma biologia que os meninos e as meninas das

“zonas felizes” da cidade aprendem mas, de outro, jamais aceita que o ensino de não importa qual conteúdo possa dar-se alheado da análise crítica de como funciona a sociedade. (2000, p. 44).

Em convergência com essa opinião, como bem destaca Monteiro (2006), tais concepções se configuram em extremos que não traduzem os anseios que se depositam sobre a escola atual. Para esse autor,

à escola cabe a função de comunicar aos cidadãos, de maneira a proporcionar-lhes meios para a reflexão e formação de opinião crítica, os saberes produzidos pela sociedade, tornando possível um movimento de renovação e aperfeiçoamento das ideias e do conhecimento (MONTEIRO, 2006,p.81).

Portanto, em relação ao ensino de FMC no Ensino Médio, não basta relacionar os conteúdos conceituais a serem incorporados no currículo da disciplina. É fundamental, também, além do uso de recursos e estratégias para que conceitos possam ser apresentados e compreendidos pelos alunos, propor formas de discussão e apreensão crítica dos impactos que as tecnologias geradas pelas pesquisas em Física, realizadas no século XX e XXI têm tido sobre a sociedade e sobre o meio-ambiente.

Essa importância é evidenciada por Rezende Jr. e Souza Cruz (2003). Esses autores sugerem a necessidade de

(...) uma discussão sobre a natureza conceitual dos referidos tópicos, pois a partir disso, poderão ser clareados e trazidos à tona aspectos epistemológicos, as relações da ciência com a tecnologia e seus impactos sociais (...) (REZENDE JR. E SOUZA CRUZ, 2003, p. 2-3).

Assim sendo, para atender a essa demanda, muitos trabalhos de pesquisa precisam ser desenvolvidos com o intuito de instrumentalizar os professores nessa tarefa.

O trabalho de Pereira e Ostermann (2009) faz uma revisão bibliográfica da produção de pesquisas referentes à inserção de FMC no currículo de Ensino Médio. Nesta pesquisa, foram analisados 102 artigos nas principais revistas de ensino de ciências do Brasil e do exterior no período de 2001 a 2006. Dessa pesquisa, os autores concluíram que houve um aumento notável de publicações sobre propostas de inserção de Física moderna no ensino médio, porém a maioria das pesquisas se refere à bibliografia de consulta para professores, como

divulgação de recursos didáticos e textos de FMC para consulta de docentes do ensino médio. Apesar de ser relevante este tipo de pesquisa, ainda temos uma grande carência em pesquisas que avaliam o material resultante desses trabalhos. Verificou-se, também, que as pesquisas que avaliam propostas didáticas em sala de aula se ocupam da organização do conteúdo e do rigor científico com que eles são apresentados. Os autores afirmam que, embora seja importante o rigor científico e a organização do conteúdo, é necessário também investigar os processos conduzidos em sala de aula que estruturam e condicionam a aprendizagem.

No trabalho de Monteiro, Nardi e Filho (2009), os autores chamam a atenção, através de entrevistas de um grupo de professores de física, para as principais dificuldades que eles dizem enfrentar para introduzir a FMC no ensino médio. Um dos motivos comuns a todos é a falta de tempo. Na concepção dos professores entrevistados a FMC teria que ser ensinada após terminar o conteúdo de Física clássica, o que torna o tempo inviável. Outra grande dificuldade apresentada pelos professores é a de que todos eles tiveram contato com a FMC na graduação através de uma perspectiva restrita ao formalismo matemático e, dessa forma, veem a impossibilidade de introduzir tal conhecimento no ensino básico. Ou seja, a adoção desse formalismo na formação desses professores parece não ter contribuído para a construção de uma visão conceitual, epistemológica e ontológica satisfatória da FMC. Os autores concluem que, apesar da tendência mundial de que a FMC faça parte dos currículos da educação básica, os cursos de formação ainda não tratam desse assunto nas aulas relacionadas com o tema.

Rezende Junior e De Souza Cruz (2009) trouxeram conclusões importantes no que se refere aos alunos de licenciatura em Física de três Instituições de Ensino Superior públicas. Neste trabalho, os pesquisadores entrevistaram alunos que estavam cursando seu período final de formação, bem como aqueles que, em sua maioria, já atuavam como professores do Ensino Médio. A intenção dessas entrevistas era analisar as perspectivas dos licenciandos quanto à inserção de tópicos e temas da FMC no Ensino Médio. Os autores concluíram que cerca de 90% dos entrevistados acham importante a inserção destes temas no Ensino Médio, no entanto, nem todos se sentem preparados para tratarem desses conteúdos em sala de aula. Alguns apontaram que não sabiam como abordar tais temas, já que em seus cursos de formação o contato que tiveram com a FMC foi de forma puramente técnica e insatisfatória, inviável para se abordar no ensino médio. Os licenciandos também afirmaram que só é possível abordar os temas de FMC no final do ensino médio, devido à necessidade de maturidade cognitiva dos alunos e, portanto, perpetua a cultura dos pré-requisitos, mesmo que

os temas sugeridos por eles sejam desconexos. Os autores também identificaram que os alunos de licenciatura em física tendem a reproduzir a própria estrutura de sua formação inicial. O grande obstáculo que os entrevistados alegam para tratar de conceitos ligados à FMC no ensino médio é o rigor matemático que, segundo eles, precisa ser apresentado ao se abordar tais temas. Porém, nota-se que ao sugerirem os tópicos para se trabalhar no EM a matemática é a mesma que se usa nos temas clássicos. Os autores concluem que

[...] a matemática pode estar sendo usada como uma “fuga” e que o entendimento sobre as relações entre o formal e o conceitual no contexto da FMC não seja bem compreendido. (REZENDE JUNIOR e DE SOUZA CRUZ, 2009, p. 315).

Outro fator importante destacado neste trabalho é que os licenciandos que tiveram contato em sua formação inicial com disciplinas de tecnologias da informação consideraram importante e até condicionaram o ensino de FMC ao uso desses recursos didáticos, como softwares, mídias eletrônicas em geral, contudo, aqueles que, em seus cursos, não tiveram essas disciplinas, não fizeram tal condicionamento ou menção. No entanto, todos concordaram e apontaram a falta de material didático específico disponível como um obstáculo.

Oliveira, Vianna e Gerbassi (2007) trouxeram uma proposta metodológica para ensinar raios-X com ênfase em Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS) e disponibilizaram esse material para uso. Além do material, os autores fizeram entrevistas com 10 professores de física do ensino médio sobre a importância de se abordar FMC, mais especificamente, o tema raios-X. Dessa entrevista, os autores concluíram que a maioria dos professores concorda que a matematização deve ser feita de forma superficial, priorizando a parte qualitativa e fenomenológica do assunto. Em relação à parte histórica do tema, todos concordam ser de fundamental importância por servir de base para contextualizar o desenvolvimento da teoria científica no tempo e no espaço. Além disso, identificaram a necessidade de ter algum material didático disponível sobre o tema e a capacitação/atualização dos professores para que possam trabalhar com esse material em sala de aula.

Por essas pesquisas, é possível perceber que a grande dificuldade para se trabalhar a FMC no ensino médio diz respeito à falta de material didático adequado disponível para os professores, bem como o preparo destes para utilizá-los em sala de aula.

Com relação aos livros didáticos, Dominguni (2012) fez uma análise de alguns desses livros associada aos conteúdos de física, disponibilizados pelo Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio - PNLEM - para entender como os autores oferecem opções aos professores em relação à abordagem desses temas. Os livros analisados pelo autor são os livros de física de autoria de Sampaio e Calçada (SAMPAIO E CALÇADA, 2005), Gaspar (GASPAR, 2005), Luz e Álvares (LUZ E ÁLVARES, 2005), Gonçalves Filho e Toscano (GONÇALVES FILHO e TOSCANO, 2007) e Penteadó e Torres (PENTEADO E TORRES, 2005). Dominguni (*opus cit*) concluiu que todos os livros didáticos, sem exceção, abordam, de alguma maneira o conteúdo, porém nem todos dão a mesma importância ou destaque para eles. Dos livros analisados, apenas dois trazem uma unidade específica sobre FMC (Penteadó e Torres; Sampaio e Calçada), outros dois (Gonçalves Filho e Toscano; Luz e Álvares) abordam o tema de maneira complementar, com textos dispersos ao longo do livro ou apenas em um capítulo.

Com relação ao uso de atividades experimentais na inserção de temas de FMC no ensino médio, percebemos que falta infraestrutura básica para realizá-las ao se abordar conceitos que se referem ao estudo da física clássica e, em relação à FMC a realidade se mostra ainda mais difícil. (BORGES, 2002; RAMOS & ROSA, 2008; LOPES 2007)

Com relação ao uso das Tecnologias de Informação e Comunicação, somente os alunos de licenciatura que tem contato com disciplinas referentes às TIC acreditam que para ensinar FMC é necessário o uso desses dispositivos didáticos além do livro. Machado e Nardi (2007) mostraram uma experiência bem sucedida em seu trabalho. Os autores desenvolveram um sistema de hipermídia para o ensino de Física Moderna e aplicaram em um curso extracurricular para alunos do ensino médio que se disponibilizaram a participar. O software desenvolvido foi avaliado por pesquisadores e licenciandos para seu aprimoramento. Ao final do curso os alunos tiveram a chance de fazer uma avaliação do software e também sobre o curso de forma geral. Os alunos julgaram ter tido um bom aproveitamento do curso realizado com o apoio do software, mas ficou clara a importância do professor nas explicações e acompanhamento para melhor compreensão dos temas. Outro aspecto satisfatório do curso foi a interatividade entre os participantes e o uso do computador como ferramenta de ensino e aprendizagem, como destacam os autores

[...] os alunos avaliaram que a diversidade de elementos de mídia – imagens, animações, vídeos e outros – presentes no software forneceram um suporte valioso à aprendizagem, contribuindo para a

fixação da atenção, favorecendo a elaboração do raciocínio e tornando mais fácil a visualização e interpretação dos fenômenos. (MACHADO e NARDI, 2007, p. 473)

De forma geral, os cursos de formação inicial e continuada de professores têm um papel fundamental para a inserção dos conteúdos de FMC no ensino médio. Afinal, é no contexto de sala de aula que os professores e seus alunos fazem o ensino, de fato, acontecer. Desse modo, o professor deve estar bem preparado para sentir-se seguro no desenvolvimento de seu fazer pedagógico. Portanto, os cursos de formação precisam estimular os professores a refletirem sobre os diferentes recursos e estratégias de ensino que, apesar de escassos, existem à disposição, bem como, sobre as formas de como dirigir atividades em sala de aula, utilizando a pesquisa e a inovação de modo a contribuir para a formação de um cidadão solidário, crítico e participativo da sociedade em que se vive, preparado para a vida, como preveem os documentos educacionais vigentes. Além disso, mais trabalhos de pesquisas precisam ser realizados para oferecer mais opções aos docentes.

Como este trabalho tem por meta a apresentação e a avaliação de atividades experimentais controladas remotamente relativas ao ensino de radiações no Ensino Médio, no próximo capítulo, apresentamos algumas considerações sobre o uso das novas tecnologias de informação e comunicação no ensino de Física.

## 2 TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

Como abordamos no capítulo anterior, professores que durante a graduação tiveram contato com disciplinas relacionadas às Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) consideram imprescindível o seu uso para abordar conteúdos de Física Moderna e Contemporânea no ensino médio (REZENDO JUNIOR, DE SOUZA CRUZ, 2009). Neste capítulo, abordaremos o que os Parâmetros Curriculares Nacionais mais especificamente o PCN+ de Física, orientam quanto ao uso das TIC no ensino de Física. Faremos então uma breve revisão bibliográfica da relação das TIC no ensino de Física, abordando sua importância e as limitações que apresentam. Como neste trabalho temos um foco no laboratório remoto abordaremos também as limitações que as simulações computacionais podem ter e a possível contribuição que os laboratórios remotos podem oferecer.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Física fica clara a necessidade de se incorporar no currículo de ensino médio instrumentos tecnológicos modernos como parte essencial para o cumprimento das sugestões contidas no documento (BRASIL, 1999). Porém, no PCN+ de Física, não encontramos nenhuma orientação norteadora sobre o uso das TIC no ensino de Física especificamente. Contudo, há a preocupação com um ensino de Física voltado para a contemporaneidade e para o desenvolvimento de uma série de competências e habilidades que podem ser facilitadas com o uso das TIC,

(...) há competências relacionadas principalmente com a investigação e compreensão dos fenômenos físicos, enquanto há outras que dizem respeito à utilização da linguagem física e de sua comunicação, ou, finalmente, que tenham a ver com sua contextualização histórico e social. (BRASIL, 2002, p.6).

Verificamos também no mesmo documento que

(...) deve ser estimulado o uso adequado dos meios tecnológicos, como máquinas de calcular, ou das diversas ferramentas propiciadas pelos microcomputadores, especialmente editores de texto e planilhas. (BRASIL, 2002, p.38).

No entanto, nesse mesmo documento, há a afirmação que a introdução das TIC não pode ser apenas sobre a informatização do ensino, ou seja, não se pode acreditar que a inserção do

computador em sala de aula sem alterar a tradição instrucionista do ensino possa trazer contribuições para o processo de ensino e de aprendizagem.

O computador, bem como os demais recursos das tecnologias de informação e comunicação, se constituem em meros instrumentos à disposição do professor e, dessa forma, como quaisquer objetos, podem ser facilmente conformados e se prestam a funções previstas em qualquer prática de ensino, mesmo as mais ultrapassadas. Portanto, o uso das TIC não se configura, necessariamente, em utilização da inovação de práticas pedagógicas.

Araujo e Veit (2004) apresentam em seu trabalho uma revisão bibliográfica sobre o uso de tecnologias computacionais no ensino de física em nível médio e universitário em que identificaram as principais modalidades pedagógicas de seu uso e os tópicos de física escolhidos como temas. Os autores verificaram que

Dentre as modalidades identificadas a que mais aparece na literatura é a modelagem e simulação computacional (52 artigos), em segundo lugar vêm a coleta e análise de dados em tempo real (28 artigos) e em terceiro a instrução e avaliação mediadas pelo computador (22 artigos). A área da Física mais abordada foi a Mecânica Geral (82 artigos), seguida pelo Eletromagnetismo (18 artigos) e pela Termodinâmica (14 artigos). (ARAUJO e VEIT, p.11 2004)

Os autores consideram muito baixa a produção na área e acreditam ser necessário que muitas propostas de atividades necessitam de referências teóricas que deem suporte ao seu desenvolvimento.

Usar tecnologias computacionais no Ensino de Física sem, pelo menos, um referencial teórico sobre aprendizagem, sem, no mínimo, uma concepção teórica sobre como o sujeito aprende, pode ser um erro igual ao já cometido com os equipamentos, livros, vídeos e outros recursos instrucionais. (ARAUJO e VEIT, p.11 2004)

Outra constatação feita pelos autores é a grande predominância dos trabalhos na área da Mecânica, o que mostra que apesar de haver propostas para usarmos tecnologias de última geração o conteúdo preferido não são os construídos mais contemporaneamente.

Portanto, as TIC, se devidamente utilizadas, compreendidas e bem articuladas a uma prática pedagógica, de fato inovadora, que supere a velha fórmula da tradição instrucionista, que se baseia na exposição do professor e na observação passiva por parte do aluno, podem

ser uma grande aliada ao ensino de Física. Por exemplo, uma simulação ou animação computacional pode ser utilizada meramente para servir de ilustração à exposição do professor e, nesse caso, o computador está sendo conformado à tradição instrucionista. Contudo, em outra circunstância, esse recurso pode ser utilizado para possibilitar situações nas quais interações sociais entre os alunos e o professor sejam desencadeadas em sala de aula, de forma a permitir que estes se debrucem sobre o fenômeno, permitindo que se levantem e testem hipóteses, que se discutam modelos explicativos, enfim, que se criem ou se revejam esquemas mentais importantes para a compreensão do tema em estudo.

Neste contexto, alguns podem argumentar que a atividade experimental real pode oferecer as mesmas possibilidades, contudo, não há como negar que as simulações e animações computacionais oferecem a possibilidade de visualizações próprias do modelo científico que evidentemente não podem ser apreendidas facilmente com a atividade experimental real.

Uma característica da física, que a torna particularmente difícil para os alunos, é o fato de lidar com conceitos abstratos e, em larga medida, contraintuitivos. A capacidade de abstração dos estudantes, em especial os mais novos, é reduzida. “Em consequência, muitos deles não conseguem apreender a ligação da física com a vida real.” (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003, p. 260).

Nesse aspecto, as TIC podem favorecer a aprendizagem dos alunos e ajudá-los a ultrapassar a barreira imposta pela grande exigência que faz à capacidade de abstração.

Em sua tese de doutorado, Gaddis (2000) fez um levantamento dos principais motivos para o uso das simulações computacionais em sala de aula, que constituem em:

- Permitir a visualização do modelo científico, invisível aos olhos, evitando a existência de “ruído” cognitivo favorecendo uma maior concentração dos estudantes nos conceitos envolvidos na atividade proposta;
- Dar feedback ao estudante com vistas à permitir a ele maior compreensão dos conceitos estudados;
- Possibilitar, em menor tempo, a obtenção de maior número de dados, facilitando discussões, levantamento e testes de hipóteses;
- Possibilitar maior interação entre o estudante e o objeto de estudo;

- Oferecer um ensino mais próximo da natureza investigativa da Ciência;
- Apresentar uma simplificação da realidade pela objetividade da representação gráfica onde foca-se mais diretamente as grandezas importantes para compreensão dos conceitos importantes para a compreensão do fenômeno, evitando elementos imagéticos distratores;
- Tornar mais concretos conceitos que envolvem altos níveis de abstração;
- Facilitar o estabelecimento da relação de causa e efeito em sistemas complexos;
- Facilitar ao aluno compreender a função de um laboratório;
- Possibilitar situações de desenvolvimento de habilidades e competências para a resolução de problemas, bem como do pensamento crítico;
- Ampliar as possibilidades para a compreensão aprofundada dos fenômenos físicos;
- Auxiliar no processo de compreensão do mundo físico a partir de modelos científicos pelo incentivo à idealização de processos que não são observáveis diretamente;
- Favorecer tanto a formação dos conceitos como a mudança conceitual.

Contudo, Medeiros e Medeiros (2002), que também compartilham das mesmas opiniões relativas às contribuições das simulações e animações computacionais para o ensino da física, alertam para o perigo dos estudantes perderem de vista a noção de realidade. Os autores explicam que as simulações são aproximações, ou seja, simplificações da realidade, que é muito mais complexa, e, se os estudantes não considerarem esse aspecto, não relativizarem a situação de estudo pelas simulações, podem desenvolver uma má compreensão do fenômeno estudado. Tendo em vista as facilidades proporcionadas pelas simulações, considerando que as escolas se encontram mal estruturadas em termos de recursos de laboratório, os autores destacam o risco de os professores darem às simulações o mesmo *status* epistemológico e educacional dos experimentos reais, substituindo um pelo outro.

Para Fiolhais e Trindade (2003), os professores precisam superar o insucesso de métodos tradicionais e ser capaz de utilizar a pesquisa e a inovação em sala de aula. Esses autores

ainda destacam outros recursos, além da simulação e animação, que o computador pode oferecer ao ensino das ciências em geral e da Física em particular:

- A aquisição de dados;
- A modelização de fenômenos;
- A multimídia;
- A realidade virtual; e a
- Internet

Martins e Garcia (2011) apresentam em seu trabalho uma revisão da produção recente sobre o ensino de física e as novas tecnologias de informação e comunicação. Os autores notaram que a maioria dos trabalhos preocupa-se em estabelecer um diálogo com as teorias de aprendizagem, o que é bom, mas poucos fazem uma reflexão para compreensão do uso das TIC no ensino. No entanto, os autores concluem que as TIC oferecem uma gama de possibilidades para o ensino de Física, haja vista a variedade de enfoques dos trabalhos analisados. A seguir, destacamos alguns destes trabalhos que descrevem resultados positivos do uso das TIC.

Moreira e Borges (2007) analisaram os modos de interpretação de estudantes em atividades envolvendo representações de modelos conceituais, mediadas por animações que poderiam ser interrompidas, avançadas, retrocedidas a partir do controle dos alunos. Os resultados de tal intervenção se mostraram positivos no que diz respeito ao desenvolvimento da capacidade dos estudantes em construir argumentos e compreenderem o modelo conceitual do movimento circular uniforme.

Sias e Ribeiro-Teixeira (2006) apresentaram um relato de atividades envolvendo o uso da aquisição automática de dados, usando um sistema chamado CBL (Laboratório Baseado em Calculadora), para o estudo da Física térmica. O trabalho mostrou que os alunos se envolveram significativamente com a realização do experimento, evidenciando grande motivação não apenas para realizar as etapas procedimentais propostas na atividade, quanto para discutir os dados obtidos. Os autores acreditam que tal envolvimento se deveu, em grande parte, pela “leitura” do fenômeno em tempo real, possibilitada pelo sistema de aquisição automática de dados.

Araújo, Veit e Moreira (2004) investigaram a possibilidade de propiciar condições favoráveis à aprendizagem significativa na interpretação de gráficos da cinemática, utilizando uma ferramenta de modelagem computacional (*Modellus*) que, do ponto de vista educacional, é capaz de incorporar tanto o modo exploratório das atividades de aprendizagem quanto o modo expressivo. Os pesquisadores observaram melhora significativa no desempenho dos estudantes que participaram de quatro encontros, trabalhando em duplas ou individualmente em um laboratório de informática (ARAÚJO, 2002).

Heckler e Saraiva (2007) desenvolveram e implantaram um material didático para o ensino de óptica, no qual utilizaram as novas tecnologias apoiadas na informática e nas teorias de aprendizagem mais recentes. O material disponibilizado aos alunos consistia num hipertexto com simuladores interativos, contendo tanto imagens estáticas como também animadas. Os pesquisadores disponibilizaram o recurso para 40 alunos que cursavam a terceira série do ensino médio, buscando entender a aceitação do material e possíveis sugestões para melhorias futuras. Foi constatado que o computador despertou maior interesse dos alunos e o resultado quanto à aprendizagem dos conteúdos de óptica também se mostrou positiva, cerca de 95% consideraram que a atividade realizada despertou o interesse para as aulas de física.

Machado e Nardi (2006) desenvolveram uma hipermídia para a construção de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência. A hipermídia versão final foi avaliada por pesquisadores e licenciandos. Para investigar a eficácia do material produzido no processo de ensino e de aprendizagem dos alunos foi ministrado por um dos autores da pesquisa um curso introdutório sobre o tema. A potencialidade do software para a abordagem da física moderna foi confirmada na avaliação de pesquisadores e licenciandos que participaram da pesquisa. Em conclusão, os autores afirmaram que

o uso do computador foi citado como um item positivo pelos alunos que fizeram o curso proposto; a variedade de elementos de mídia auxiliou a fixar a atenção sobre o conteúdo e favoreceu a visualização e interpretação dos fenômenos, facilitando ainda o raciocínio (MACHADO e NARDI, 2006, p.473).

Barbosa, Carvalhaes e Costa (2006) propuseram uma forma de empregar recursos computacionais para esclarecer e aprofundar conceitos em Física, os quais necessitariam do uso de cálculo diferencial integral e por isso tendem a ser apresentados de forma limitada no ensino médio. Como exemplo, foi usado o pêndulo simples e uma planilha eletrônica para

tratamento computacional. Como as equações diferenciais são inapropriadas para o ensino médio, optou-se por se fazer um tratamento numérico na modelagem matemática do problema evitando, assim, o caminho analítico que culminaria em equações diferenciais. Os autores concluíram que, usando um recurso computacional, foi possível aprofundar alguns problemas em Física, como o do pêndulo simples, possibilitando ao aluno estudar um número maior de problemas físicos e introduzir de forma intuitiva algumas ideias do cálculo diferencial integral e cálculo numérico.

Pires e Veit (2006) propuseram a inserção das TIC para ampliar a interação entre a tríade estudante-conhecimento-professor, fazendo com que se aumentasse virtualmente a carga horária da disciplina de física, além de oferecer maior motivação tanto nas atividades realizadas presencialmente quanto à distância. Para isso, foi construído um site sobre gravitação e temas afins, que comumente ficam de fora do ensino médio, apesar da curiosidade dos alunos sobre tais temas. Esse site, que disponibilizava simulações interativas bem como ilustrações, foi disponibilizado em uma plataforma de educação à distância (*Teleduc*), onde os alunos também poderiam depositar seus diários de bordo individuais. Na plataforma de educação à distância foi fortemente incentivado a participação dos estudantes nos fóruns de discussões, os quais possibilitaram aos pesquisadores terem uma documentação relativa à aprendizagem dos alunos. Notou-se que 45% dos alunos apresentaram indícios de aprendizagem significativa, sendo que 67% dos estudantes se envolveram nos fóruns propostos. Além disso, 43% dos acessos dos estudantes à plataforma foi em dias não letivos, ampliando o contato dos alunos com a disciplina.

Apesar de vermos muitos trabalhos apontando potenciais promissores do uso das TIC no ensino de física, a sua utilização em sala de aula ainda é incomum. Vemos que, por inúmeras razões, a implementação das TIC no ensino de física não está ocorrendo. Há uma grande dificuldade dos professores e dos cursos de formação a esse respeito.

Em uma pesquisa, Vaniel, Heckler e Araújo (2011) investigaram a inserção das TIC no ensino de física em um curso de formação inicial de professores. Os pesquisadores analisaram o projeto político pedagógico (PPP) do curso e fizeram entrevistas com os formandos. Com relação ao PPP do curso, pôde-se constatar que não havia qualquer destaque sobre a importância e aplicação das TIC no ensino da física. Quanto às entrevistas realizadas com os graduandos, notou-se uma certa inquietação dos mesmos quanto ao uso das TIC, sendo que

em sua maioria eles afirmaram que não sabiam como utilizar tais recursos com finalidade didática.

De fato, o problema da formação docente se mostra como um dos grandes problemas para a disseminação do uso das tecnologias de informação e comunicação no ensino. Outra questão diz respeito à infraestrutura disponível nas escolas.

Cysneiros (2000) afirma que, de forma geral, os computadores têm sido sim adquiridos pelos governantes, porém são instalados no ambiente escolar de forma muitas vezes improvisada e, portanto, inadequada, por um técnico externo, sem que isso esteja previsto no Projeto Político Pedagógico da instituição escolar e que os professores tenham se preparado para sua utilização. Por isso, o autor lembra que os chamados laboratórios de informática das escolas mais lembram um centro de processamento de dados de uma empresa do que um local de ensino, já que nem mesmo a sua organização foi pensada considerando um referencial didático-pedagógico.

Nesse sentido, o autor enfatiza dois aspectos básicos que precisam ser considerados para que a inserção das TIC na educação se estabeleça de modo a contribuir com o ensino:

- Deve haver a criação de uma equipe de gestão dos laboratórios de informática que trabalhe em consonância com a coordenação pedagógica da escola. Essa equipe deve organizar o ambiente do laboratório a partir da concepção de aprendizagem estabelecida no Projeto Político Pedagógico pelos professores, além disso, deve gerenciar sua utilização de maneira que não fiquem ociosos, que recebam a devida manutenção, que não fiquem obsoletos e que disponibilizem as ferramentas básicas para os professores e alunos utilizarem.
- Oferecimento de cursos aos docentes, bem como a criação de grupos de interesse de apoio mútuo para que os professores possam planejar suas atividades didáticas.

Outra necessidade que se faz urgente quando o assunto é a inserção das TIC no ensino diz respeito ao desenvolvimento de diferentes recursos de ensino, tais como materiais didáticos digitais, propostas que envolvam as TIC, que possam estar à disposição do professor e dos alunos.

Neste trabalho fazemos uma avaliação de uma atividade para o estudo de radiações ionizáveis no ensino médio, que é composta por um experimento controlado remotamente,

por meio dos seguintes instrumentos: um questionário prévio realizado através da plataforma Google formulários, a realização de um experimento remoto e pela videogravação de uma aula de discussões da atividade realizada.

Nossa hipótese era a de que o experimento remoto poderia ser uma boa alternativa às simulações, pois como é um experimento real, pode oferecer novas possibilidades de interação, não incorrendo no risco de induzir o aluno a compreensões errôneas do fenômeno. Outro fator que devemos ressaltar é a comodidade da realização deste experimento, pois nesta atividade foi possível que um bom número de alunos realizasse o experimento sem que houvesse dificuldades quanto à infraestrutura para a coleta de dados e conseqüentemente a vivência em um laboratório real.

É importante notar que essa atividade que avaliamos neste trabalho consiste em apenas uma ou duas aulas presenciais de 50 a 100 minutos, para a discussão, pois as outras partes da atividade são executadas em casa pelos alunos, o que facilita sua aplicação no que diz respeito ao tempo que geralmente é insuficiente para todo o conteúdo de Física.

A seguir, trataremos mais especificamente sobre o laboratório remoto, suas possibilidades e limitações e como tal recurso vem sendo empregado no ensino de física.

## **2.1 Laboratório Remoto**

Muitos autores destacam a importância de atividades experimentais em sala de aula (GABEL, 1994; ARRUDA *et al*, 1998; GIORDAN, 1999), mas é verdade que, apesar disso, ainda é muito difícil sua implementação na prática por diversos motivos, seja por falta de estrutura, tempo ou preparo do professor. (BORGES, 2002; RAMOS & ROSA, 2008; LOPES 2007).

Em nosso trabalho, temos por objetivo apresentar e avaliar um experimento controlado remotamente que permite o estudo relativo às radiações. A intenção é oferecer meios de inserção de conceitos relacionados à Física Moderna e Contemporânea no ensino médio, a partir de uma abordagem experimental e utilizando os recursos multimídias disponíveis.

Laboratórios remotos não são laboratórios virtuais. Os laboratórios virtuais constituem-se em plataformas na internet que comportam simulações computacionais e as disponibilizam para os usuários que os acessarem.

Diferentemente, os laboratórios de acesso remoto disponibilizam, aos usuários com acesso à internet, oportunidades de realização de experimentos reais, mas que estão em local diferente daquele onde o usuário está. Dessa forma, conta com uma interface que permite o controle das ações do usuário mediante um computador conectado à web.

Os resultados, bem como as imagens do experimento são disponibilizados em tempo real por meio de câmeras que utilizam a tecnologia *streaming*, que faz a transferência de dados utilizando redes de computadores, principalmente a internet. Essa tecnologia permite que o aluno veja o experimento sendo realizado ao vivo.

Monteiro *et al* (2013) nos fornecem um esquema do laboratório remoto que foi desenvolvido por nosso grupo de pesquisa, denominado *WebLab*.

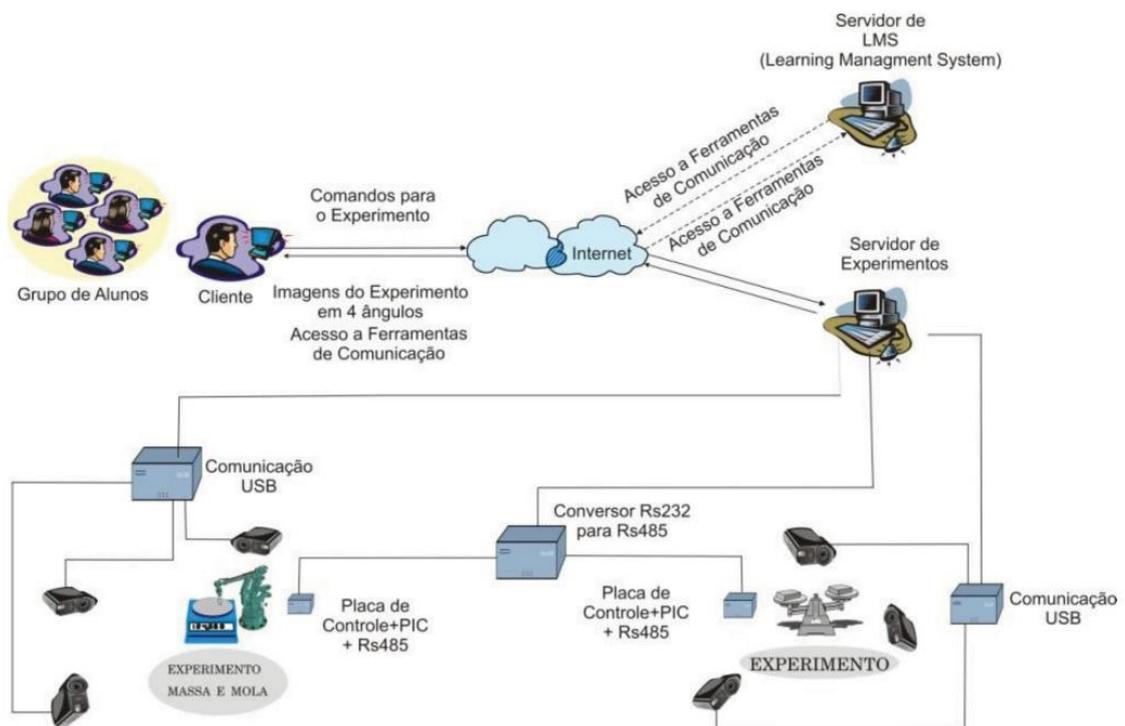


FIGURA 1 – Esquema de um WebLab  
Fonte: (Monteiro *et al*, 2013, p.197)

Através desse esquema, podemos ver que, por meio de um WebLab, um estudante pode ver, controlar, coletar dados e analisar um ou mais experimentos reais disponíveis, utilizando um computador conectado à internet.

Johnston e Agarwal (1995) destacam que um laboratório de experimentação remota deve conter as seguintes características:

- Monitoramento e controle remoto das experiências.
- Comunicação fácil e online entre os usuários.
- Controle e distribuição de dados em tempo real para todos os usuários.
- Gerenciamento para permitir ou negar acesso aos dados e experimentos e gerir possíveis falhas.
- Segurança no controle de acesso e na confidencialidade dos dados.
- Internet com velocidade apropriada.

Cardoso e Takahashi (2011) apresentam um estado da arte sobre a experimentação remota no ensino formal com o objetivo de avaliar o potencial desse recurso para o ensino-aprendizagem em física. Foi verificado que pesquisas que envolvem esse tema são relativamente recentes e que em sua maioria estão voltados para a área de ensino em engenharia. Os autores não encontraram nenhum artigo que tratasse sobre o ensino de física especificamente, evidenciando a carência de estudos nessa área para o ensino de nível básico. Os autores destacam que a experimentação remota no ensino de ciências ainda foi pouco explorada no Brasil e no mundo e, por isso, a necessidade de mais pesquisas nessa área.

Casini, Prattichizzo e Vicino (1999) descrevem em seu trabalho o que foi um dos primeiros laboratórios remotos com finalidades pedagógicas, o ACT (*Automatic Control Telelab*). Desenvolvido na Universidade de Siena, seu principal objetivo foi criar um ambiente educacional em que alunos pudessem acessar via internet e interagir com experimentos reais. O ACT é caracterizado por ser totalmente disponível, possuir facilidade instrumental, acessibilidade e proporcionar ao estudante um processo de aprendizagem ativo.

Lopes (2007) destaca algumas vantagens no uso do laboratório remoto como:

- Acesso ilimitado, ou seja, os alunos poderão acessar o laboratório 24 horas por dia, usufruindo muito mais do ambiente de laboratório que pode ser acessado de qualquer computador ligado à internet.
- Bom custo benefício, apesar de sua montagem exigir um alto custo, o mesmo equipamento pode atender muitos alunos de diversas instituições.
- Ao contrário das simulações, os experimentos remotos não se limitam a reproduzir a teoria, mas mostra ao aluno as possíveis falhas em tempo real, como os problemas de medição, por exemplo.

- Há a minimização do problema da ficção causado pelas simulações, que pode prejudicar o processo de aprendizagem dos alunos.
- Possibilidade de adaptação do ambiente do laboratório, facilitando o acesso para portadores de deficiências.
- Possibilidade de integração entre os usuários do mesmo experimento.

Apesar das vantagens, há também a desvantagem da dependência de se ter uma boa internet disponível para o uso do laboratório, além de não haver a presença do professor em todos os momentos do experimento. Ainda assim é possível minimizar esse problema desenvolvendo bons materiais tutoriais sobre o conteúdo em questão para que o aluno possa recorrer sempre que necessário. Outra desvantagem é a necessidade de se ter muitos equipamentos e instalações e, também, os alunos não poderem ter acesso simultâneo ao mesmo experimento.

Cardoso e Takahashi (2011) apresentaram uma síntese da opinião de diversos autores sobre as vantagens e desvantagens do laboratório remoto, das simulações computacionais e dos laboratórios reais. Podemos ver a seguir uma adaptação da tabela apresentada por eles feita por Sim (2016):

QUADRO 2 – Comparação do uso dos diferentes laboratórios

Parâmetro	Laboratório presencial convencional	Laboratório de acesso remoto	Laboratório virtual
Custo	Alto	Alto	Baixo
Equipamentos e instalações	Necessidade de equipamentos e espaço físico	Necessidade de equipamentos e pequena demanda de espaço físico	Não demanda equipamentos e espaço físico
Habilidades manuais	Melhor uso	Próximo ao do laboratório real	Totalmente virtual
Realidade e controle real	Muito alto	Razoavelmente alto, dependendo da interface audiovisual	Baixa para 2D e realística para 3D
Acessibilidade	limitada	Quase limitada	Ilimitada
Supervisão do instrutor	Necessidade da presença física do instrutor durante sessões	Por meio de comunicação síncrona ou assíncrona	Por meio de comunicação síncrona ou assíncrona
Apoio e trabalho	Apoio de assistente de	Independente	Independente

em equipe	laboratório e membros da equipe		
Benefícios educacionais	Experiências reais e habilidades práticas	Interação com equipamento real via internet	Boa exposição à aprendizagem conceitual
Segurança	Exige procedimento de segurança	Não requer procedimento de segurança	Não requer procedimento de segurança
Manutenção	Equipamentos	Equipamentos e atualização de softwares	Atualização de softwares

Fonte: SIM (2016)

Sim (2016) avalia em seu trabalho o impacto educacional de um experimento controlado remotamente em comparação com um experimento realizado de maneira presencial. Para isso, aplicou em 10 turmas de ensino médio dois experimentos com as mesmas características, um de forma convencional e o outro controlado remotamente. Ao final das aulas experimentais foram aplicados testes para verificar o desempenho das turmas que tiveram aulas com o experimento convencional e com o experimento remoto. Verificou-se que não houve diferença significativa entre as turmas. Todos os alunos mostraram-se motivados, foram capazes de construir argumentos que justificassem os dados obtidos e interagiram entre si e com o professor. A autora conclui que os experimentos controlados remotamente podem servir como complemento para as aulas de Física, principalmente se o professor não dispõe de um laboratório presencial para realizar atividades investigativas.

Assim como Lopes (*opus cit*), Monteiro *et.al.* (2013) destacam que os experimentos remotos apresentam diversas vantagens para o ensino de física, tais como:

- possibilidade de realizar o experimento a qualquer horário e de qualquer localidade;
- acesso fácil e rápido aos recursos experimentais necessários;
- possibilidade de realizar experimentos complexos, caros e perigosos com total segurança para o usuário;
- facilidade para a interação social com estudantes de diferentes localidades, culturas e conhecimentos por meios dos fóruns de discussão disponíveis;
- meio para ampliar virtualmente a carga-horária da disciplina;

- possibilidade de realização das chamadas aulas invertidas, tendo em vista que o aluno pode coletar os dados em casa e discuti-las em sala com o professor;
- facilitação da realização de experimentos por portadores de necessidades especiais que permitem realizar experimentos em qualquer ambiente e, no caso, adequadamente preparado para o usuário.

Em nosso trabalho, como desenvolveremos uma proposta de ensino a partir do uso de um experimento controlado remotamente sobre radiações, podemos estudar, inclusive, as radiações radioativas com total segurança para os usuários.

A seguir, no capítulo 3, apresentamos a metodologia da pesquisa que intentamos realizar com alunos do ensino médio, avaliando nossa atividade que envolve a utilização de tal experimento.

### **3 A PESQUISA**

Nossa pesquisa trata da temática da inserção de conceitos de Física Moderna e Contemporânea no ensino médio. Mais especificamente, aplicamos em duas turmas de terceiro ano do ensino médio e em uma turma de segundo ano do ensino médio uma atividade que aborda o tema das radiações ionizantes. Nesta atividade, aplicamos um questionário para avaliarmos as concepções prévias dos alunos, em seguida disponibilizamos um WebLab com o experimento sobre radiações e finalizamos com uma aula de discussões.

Nosso intuito foi avaliar quais contribuições que este recurso pode trazer para a formação dos alunos, tanto relativa à compreensão dos conceitos científicos abordados, como em relação ao posicionamento crítico na sociedade onde vivem.

#### **3.1 Objetivo geral**

O objetivo principal deste trabalho é o de avaliar as possíveis contribuições de uma atividade, que envolve a realização de um questionário prévio, um experimento controlado remotamente através do WebLab e uma aula de discussões, pode trazer para alunos do ensino médio que estudam conceitos relativos à Física Moderna e Contemporânea.

#### **3.2 Objetivos específicos**

Mais especificamente, tivemos como objetivos neste trabalho:

- Desenvolver um questionário para avaliar as concepções prévias dos alunos referentes ao tema das radiações, tanto em relação às questões técnicas do conteúdo como em relação às questões que envolvem a relação de Ciência Tecnologia e Sociedade;
- Avaliar a interação de alunos do ensino médio com um experimento controlado remotamente;
- Avaliar a opinião dos alunos quanto à atividade realizada;
- Avaliar a opinião da professora quanto à atividade realizada;

- Avaliar, de forma geral, as possíveis contribuições de um experimento remoto para a inserção de conceitos relativos à Física Moderna e Contemporânea no ensino médio.

### 3.3 Metodologia de coleta de dados

Os dados de nossa pesquisa foram coletados em duas turmas de terceiro ano e em uma turma de segundo ano do ensino médio de duas escolas particulares localizadas na região do Vale do Paraíba, SP no ano de 2017.

A escolha das escolas deve-se ao fato de a pesquisadora, autora desse trabalho, ser a professora de física das turmas investigadas.

- A escola um é particular e oferece desde o ensino fundamental 1 ao ensino médio, no período matutino e vespertino. Atualmente, a escola tem uma turma de cada série, sendo, portanto uma turma de terceiro ano do ensino médio e uma turma de segundo ano do ensino médio. A escola conta com laboratório de informática, biblioteca e, por estar situada dentro de um centro universitário, conta com alguns laboratórios como de Biologia e de Química. Os alunos têm acesso à internet da escola e todos possuem senhas pessoais e são estimulados a usar seus aparelhos de celular, tablet ou computador em sala de aula, pois o material didático da escola também é oferecido na forma digital. Os alunos, de forma geral, são motivados e participam das atividades propostas pela escola.
- A escola dois é particular e oferece desde o ensino fundamental 1 ao ensino médio, no período matutino e vespertino. Possui uma turma de terceiro ano do ensino médio. Não possui laboratórios e proíbe o uso do celular pelos alunos dentro do colégio. Algumas salas possuem aparelhos de data show à disposição do professor e acesso à internet. Os alunos geralmente são motivados e participam das atividades propostas.
- As turmas investigadas são: uma do terceiro ano do ensino médio e uma do segundo ano do ensino médio da escola 1, composta por vinte e dois e dezenove alunos, respectivamente. Como essas turmas passaram por troca de professor de Física no decorrer do ano, seus alunos demonstraram estar aquém do desejado,

porém esforçaram-se para alcançar os objetivos pretendidos. Possuíam apenas um professor de Física e um de Química, com três aulas de cada matéria por semana. A outra turma foi do terceiro ano do ensino médio da escola 2, composta por quinze alunos. Essa turma apresentou um bom rendimento e tinham quatro aulas de Física e Química semanais, divididas entre dois professores de cada matéria.

O trabalho de coleta de dados envolveu um questionário prévio, a realização de um experimento remoto, uma aula de discussões e um questionário final.

A aula de discussões foi videogravada, e o foco principal de atenção foram os momentos de interação entre professora e alunos. As falas dos alunos e da professora foram devidamente transcritas para a análise. Os questionários inicial e final foram aplicados através da plataforma Google formulários, onde os alunos puderam responder online, fora da sala de aula. Os dados dos questionários também foram salvos e transcritos para a devida análise.

### **3.3.1 Descrição do questionário de concepções prévias**

Para a elaboração do questionário de concepções prévias, nós consideramos as competências e habilidades sugeridas nos PCN (BRASIL, 1999). Como o Exame Nacional do Ensino Médio tem suas questões voltadas para tais quesitos, nós adaptamos questões deste exame. Foram adaptadas cinco questões de múltipla escolha e a sexta questão foi dissertativa, em que o aluno poderia escrever ao menos um parágrafo sobre o tema.

Para a questão dissertativa, optamos por abordar o acidente com o céscio-137 que ocorreu em Goiânia no final da década de oitenta. Como nesse ano completamos trinta anos deste acidente encontramos algumas reportagens relembrando a tragédia, além de ter sido um fato importante em nossa sociedade envolvendo um elemento radioativo. Com esta questão, buscamos saber a opinião dos alunos sobre quais intervenções poderiam ser feitas para que tal acidente não ocorresse novamente.

Através deste questionário gostaríamos de ter uma melhor percepção sobre o conhecimento dos alunos quanto ao tema de Radiações, além de proporcionar-lhes uma leitura prévia, já que todas as questões envolveram textos informativos sobre o assunto.

Nós aplicamos este questionário através da plataforma Google formulários. Cada aluno recebeu o questionário via email e/ou através de grupos na página do Facebook, para que cada

um pudesse responder previamente antes de realizar as outras etapas da atividade. A professora deu um prazo para que todos pudessem completar o questionário.

### 3.3.2 Descrição da atividade experimental controlada remotamente

O experimento controlado remotamente que propomos avaliar diz respeito à lei do inverso do quadrado.

Como destaca Griffiths (1999), essa lei afirma que a intensidade ( $I$ ) da influência que se estabelece a partir de uma fonte pontual é inversamente proporcional ao quadrado da distância da fonte ( $r$ ) da grandeza em questão.

$$I \propto \frac{1}{r^2}$$

Essa é uma das leis mais úteis da Física, pois a obedecem as seguintes grandezas Físicas: a força gravitacional, o campo elétrico, e as radiações em geral.

A origem da lei do inverso do quadrado é puramente geométrica. Dessa forma temos:

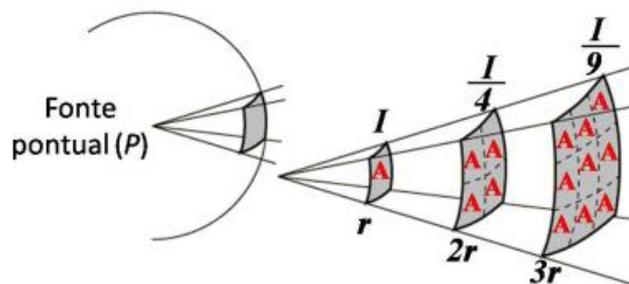


FIGURA 2 - Variação da intensidade de uma fonte pontual com a distância.

Fonte: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Forces/isq.html>

Assim, nosso experimento consiste em uma fonte radioativa pontual que emite radiações pelo espaço tridimensional presa a uma esteira que pode se mover horizontalmente a partir do acionamento de um usuário que tem acesso ao experimento por meio de um dispositivo com acesso à internet. Disposto frontalmente a essa fonte há um contador Geiger fixo que capta a radiação emitida pela fonte. Preso a esteira há uma fita métrica, para que seja possível medir a distância da fonte radioativa até o contador Geiger.

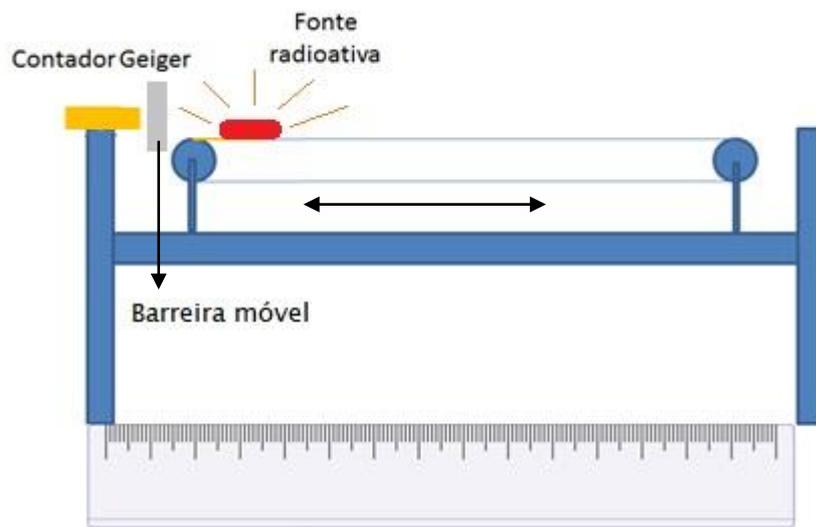


FIGURA 3 - Esquema do experimento sobre a lei do inverso do quadrado controlado remotamente  
Fonte: elaboração do autor

A figura 3 representa um esquema do experimento. À medida que a esteira se move para a direita, a fonte radioativa se afasta lentamente do contador Geiger. Por meio da escala fixada, o usuário pode saber a que distância a fonte se encontra do Geiger e, mediante o contador, determinar a intensidade da radiação no ponto considerado. Além disso, pode-se perceber que há uma barreira móvel que é feita de chumbo e instalada a frente do contador Geiger, de modo que o usuário pode movimentá-la de forma a bloquear a radiação captada e assim perceber uma queda na intensidade de radiação.

A automação do experimento é feita por meio da placa arduino que recebe um comando do usuário e, a partir dele, comanda diferentes atuadores. No caso deste experimento, comanda o motor que move a esteira e lê o sinal de um sensor de posição e do Geiger. Portanto, independentemente da visualização dos dados por parte do usuário, o arduino recebe as informações de distância e intensidade da radiação. Contudo, para fins didáticos, o experimento disponibiliza câmeras que enviam imagens em tempo real do experimento, possibilitando ao usuário observar, diretamente, as grandezas envolvidas no experimento.

A partir de diferentes dados de Intensidade radioativa ( $I$ ) e distância ( $r$ ) em que a fonte radioativa se encontra do Geiger, é possível construir o gráfico  $I$  versus  $r$ .

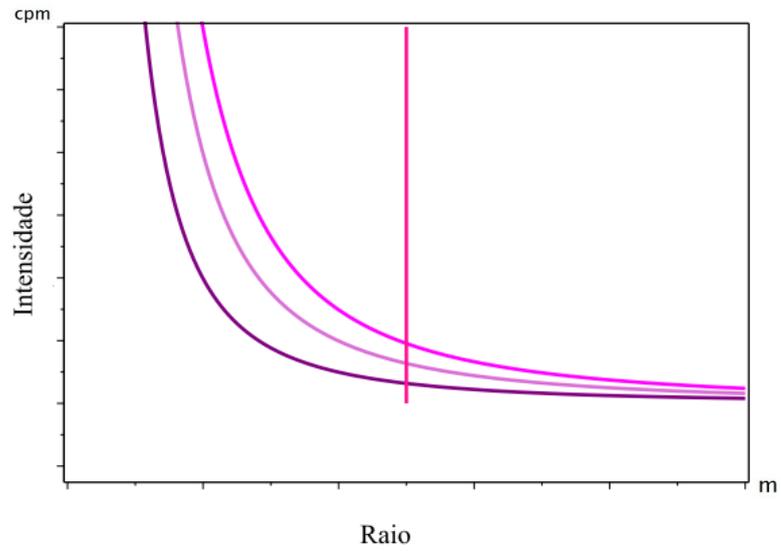
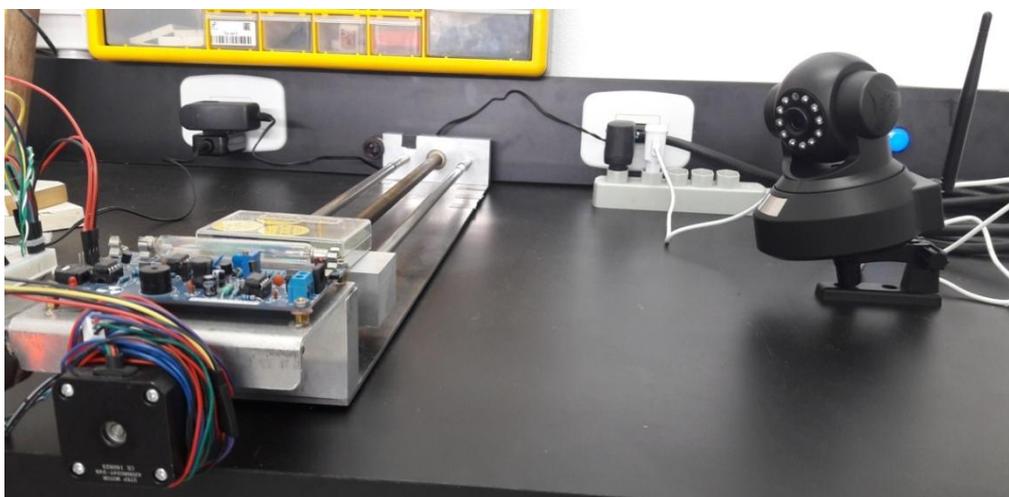
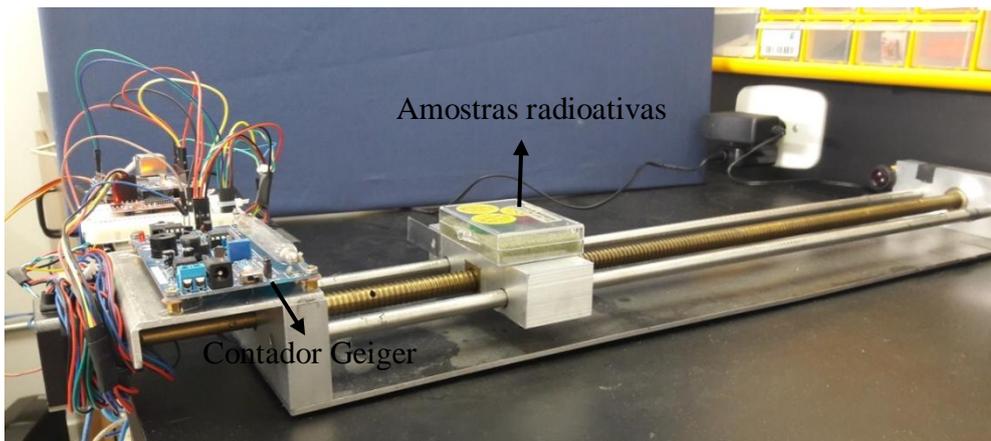


FIGURA 4 – Gráfico ilustrativo da Intensidade radioativa versus distância.  
Fonte: elaboração do autor

A seguir, apresentamos algumas fotos do experimento que foi utilizado neste trabalho:



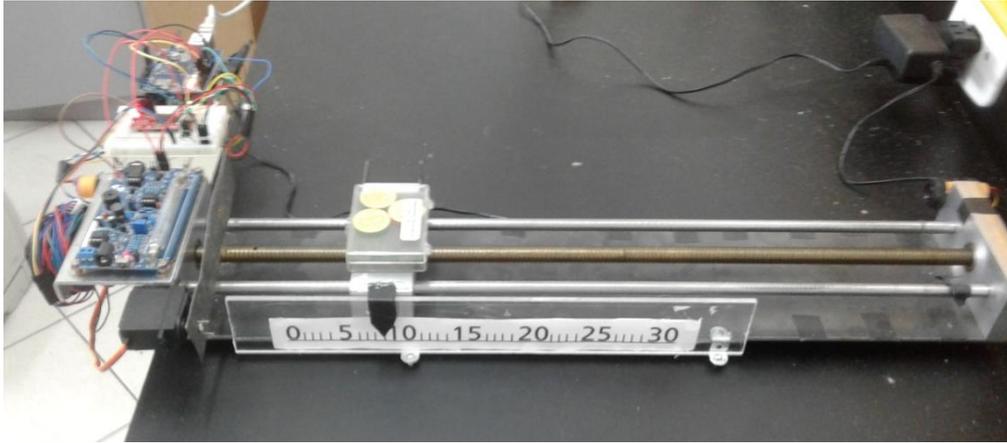


FIGURA 5 – Fotos do experimento real

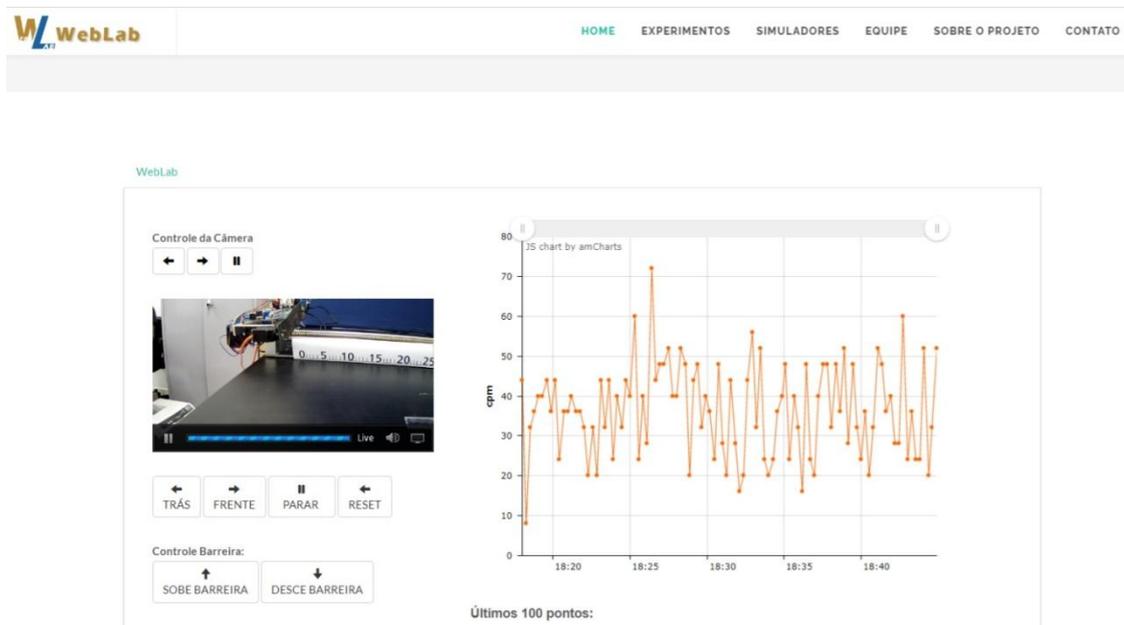


FIGURA 6 – Tela da página do WebLab

Por meio da figura 6, podemos ver a página da internet que os alunos acessam para realizar o experimento remoto. À esquerda podemos ver a imagem da câmera e os comandos que os alunos podem usar; à direita vemos o gráfico da intensidade da radiação captada *versus* tempo. A cada minuto a radiação é captada e o valor da intensidade é mostrado no gráfico em cpm (counts per minute).

Outro experimento controlado remotamente que intentamos disponibilizar aos usuários é o relativo à medida de radiação ambiente.

Nosso grupo de pesquisa desenvolveu um experimento controlado remotamente que permite a coleta de dados de radiações ionizantes em diferentes contextos amostrais: os relativos à natureza e os confinados, buscando identificar radiações naturais e artificiais. Assim, o experimento, além de ser remoto, deve ser móvel. Para tanto, a construção de um Datta-Logger, cujos dados são enviados pela internet a um site e nele armazenados, foi a opção que escolhemos para orientar a construção do experimento.

Como destacam Sato *et al* (2007), um Data-Logger é um dispositivo que tem o objetivo de coletar e armazenar um determinado conjunto de dados. Para tanto, deve ser autônomo na leitura de vários sinais elétricos em intervalos de tempo predefinidos, bem como, armazenar os dados colhidos dessas leituras na memória interna para mais tarde poder fazer o download no computador. Em nosso caso, desejamos fazê-lo por meio da rede wi-fi.

Na Figura 7, apresentamos o diagrama de funcionamento do laboratório remoto que foi construído pelo nosso grupo de pesquisa para captar os dados relativos à radiação ionizante em contextos naturais e artificiais (Datta-Logger) e transmitir os dados para um site. Todo o sistema é baseado no micro controlador arduino, onde foi acoplado um contador Geiger. Os dados captados são enviados a um site via rede wi-fi visando ser acessado por alunos de qualquer escola no Brasil e no mundo. Porém, para evitar perdas de dados, utilizamos um cartão SD para que todos os parâmetros medidos pudessem ser facilmente transferidos para um microcomputador, se a rede wi-fi vier a falhar.

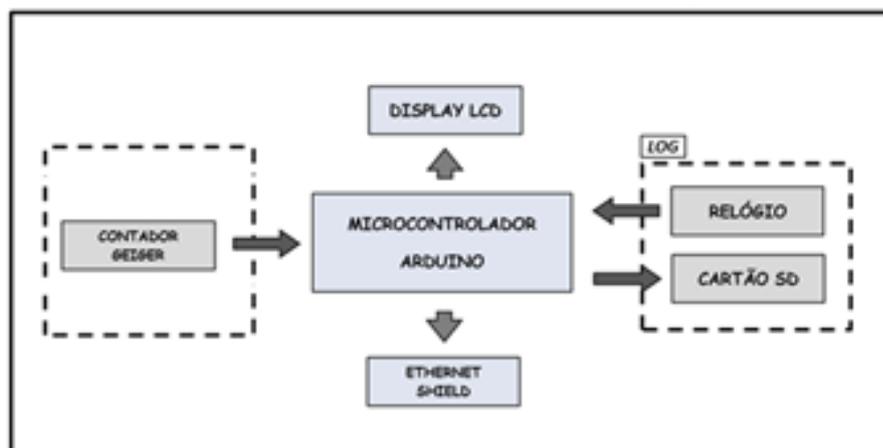


FIGURA7 - Esquema do experimento sobre medida de radiação natural e artificial  
Fonte: elaboração do autor

A partir desse experimento os estudantes podem estudar as radiações naturais e artificiais em diferentes locais e, dessa forma, compreender que mesmo em ambientes naturais há emissão de radioatividade.

A seguir descrevemos a estratégia de aplicação usada pela professora para a atividade experimental.

Para que pudéssemos ter uma avaliação do WebLab, foi sugerido aos alunos que, após realizarem o questionário prévio, entrassem no site e realizassem o experimento. Cada um ficou responsável por coletar seus próprios dados de intensidade de radiação captada em uma determinada distância. Os alunos fizeram o experimento em casa, usando seus computadores e sua rede de internet. Todos eles tinham acesso à rede e possuíam computador em casa.

O link do WebLab e as devidas instruções foram disponibilizadas via email e/ou via facebook, além de explicações introdutórias que foram dadas em sala de aula pela professora, abordando os objetivos do experimento e os dados que deveriam ser coletados. Cada um deveria entrar e, usando as informações do próprio site e as instruções dadas, realizar o experimento. Foi designado para cada aluno coletar no mínimo cinco dados, para que na aula de discussões fosse possível juntar os dados coletados por todos e construir o gráfico da intensidade de radiação *versus* distância, usando um software simples, como o Excel.

Como o intuito é avaliar a interação dos alunos com o WebLab elaborado pelo nosso grupo de pesquisa, a professora não abriu a página do experimento para dar instruções mais precisas aos alunos, apenas instruiu-os quanto ao objetivo do experimento com as amostras radioativas e quanto aos dados que deveriam ser coletados. Acreditamos que assim poderíamos obter dados mais fidedignos para analisarmos, não só quanto à realização do experimento, mas também se sua interface está amigável e de fácil compreensão aos alunos.

Como os dados foram coletados por cada aluno em casa, a aula de discussões seria usada para a construção do gráfico e discussões advindas da realização do experimento.

Durante a aula a professora também apresentou aos alunos um gráfico que mostra a intensidade da radiação gama que foi coletada por um contador Geiger que está no ambiente, localizado no Instituto Tecnológico da Aeronáutica. Os dados foram armazenados num Datta-Logger e usados posteriormente para a obtenção do gráfico de intensidade de radiação x tempo. A seguir está o gráfico referente aos dados coletados no período de junho a novembro de 2017 que foi usado pela professora durante a aula de discussões.

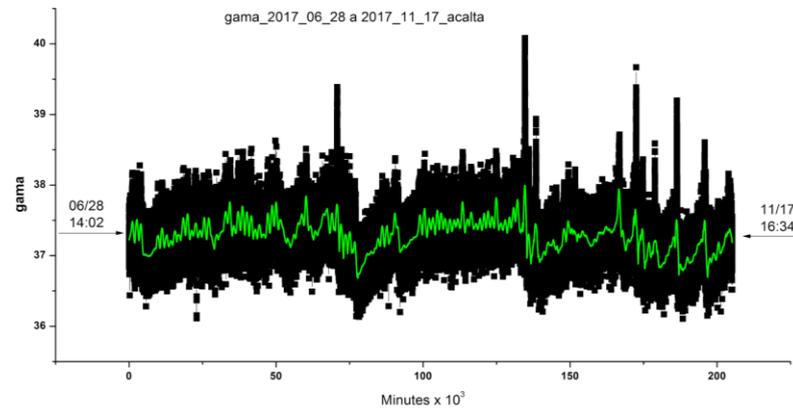


FIGURA 8 – Gráfico da intensidade de radiação gama captada no ambiente.

Através do gráfico, os alunos puderam comparar os níveis de radiação existente no ambiente natural com os níveis de radiação que foram detectados pelo contador Geiger do experimento que realizaram usando amostras radioativas. Assim foi possível discutir com os alunos sobre a radiação que também existe no ambiente natural.

### 3.3.3 Estratégia da aula de discussões

A aula de discussões com duração de no máximo 100 minutos, teve como objetivo levantar questionamentos sobre o tema das Radiações, tais como, o risco e os benefícios das usinas nucleares, os efeitos dos exames que envolvem raios x, além de abordar o experimento que foi previamente realizado pelos alunos. Através dessa abordagem, objetivamos provocar nos alunos um pensamento crítico e reflexivo a respeito do tema e, a partir das argumentações iniciais e possíveis discussões geradas, iniciar a aula.

Primeiramente, iniciamos a aula com perguntas e suposições sobre a construção de uma usina nuclear na cidade em questão. Após essa discussão inicial, os alunos foram convidados a ouvir um pouco sobre a contextualização histórica do tema Radiações. Dessa forma, abordamos a descoberta dos raios x, os raios de Becquerel, o estudo do casal Curie, até os estudos de Rutherford. A partir dessa abordagem, apresentamos os conceitos técnicos da radiação ionizante através de slides e um vídeo ilustrativo de curta duração. Após os alunos já estarem mais familiarizados com os conceitos, levantamos discussões sobre os exames de raios-X, a radiação ambiente e as usinas nucleares.

Com o objetivo de discutir sobre os dados coleados pelos alunos na realização do experimento idealizamos unir os dados de todos os alunos para construir um gráfico da Intensidade de radiação *versus* Distância e assim verificar junto com os alunos a lei do inverso do quadrado. A partir disso, incentivamos a discussão sobre os dados obtidos, para que os alunos levantassem hipóteses e tirassem conclusões advindas do experimento.

A aula contou com a ilustração de slides e vídeos retirados da internet. Elaboramos os slides baseados no livro “Física das radiações – fundamentos e construção de imagens” (DEYLLLOT, 2014).

Nessa aula tivemos a intenção de focarmos nas discussões decorrentes da realização do questionário prévio e do experimento. Quisemos reservar esse tempo que estávamos com os alunos para levantar questionamentos e, principalmente, que os alunos pudessem expor seus pensamentos e conclusões sobre o tema.

### 3.4 Metodologia de análise dos dados

Esta pesquisa seguiu uma abordagem qualitativa de coleta de dados. O estudo qualitativo centra-se na quantidade de informações que possibilitam ao pesquisador ter acesso às intenções, aos motivos e aos sentimentos, a aspectos próprios que não podem ser expressos por números. Conforme descrevem Bogdan e Blikem (1994), na pesquisa qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal; os dados são descritivos, podendo incluir transcrições de entrevistas, vídeos, fotografias, documentos pessoais, notas de campo, memorandos e outros registros oficiais.

Adotamos um processo de análise estabelecido a partir do método de triangulação, que consiste em obter conclusões, confrontando os dados com os conceitos apontados pelo referencial teórico.

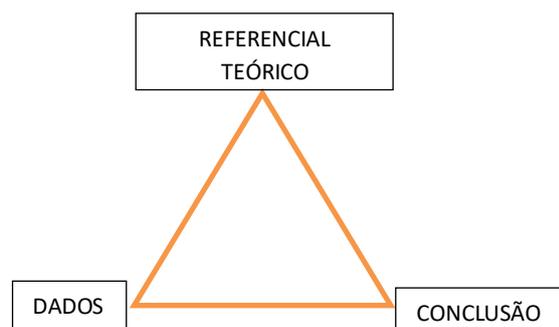


FIGURA 9 – Esquema do processo de triangulação para análise dos dados

## **4 RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS**

Neste capítulo, apresentamos e discutimos os dados obtidos nesta pesquisa sobre as possíveis contribuições de uma atividade que envolve um questionário de concepções prévias, um experimento realizado remotamente e uma aula de discussões abordando o tema Radiações.

Apresentamos primeiramente os dados referentes ao questionário de concepções prévias aplicados aos estudantes através da plataforma Google formulários, em seguida, expomos os dados referentes às transcrições das aulas de discussões com as devidas análises, além de também ressaltar como foi a interação dos alunos com o WebLab. Posteriormente, exibimos os dados do segundo questionário, também aplicado aos estudantes através da plataforma Google formulários, no qual consideramos a opinião dos alunos quanto à atividade realizada e por fim, apresentamos o ponto de vista da professora que formulou e aplicou essa atividade.

### **4.1 Resultados do questionário de concepções prévias dos alunos**

O questionário de concepções prévias (Apêndice 1) foi elaborado com o objetivo de avaliar as competências e habilidades prévias dos alunos sobre o tema das Radiações, além de proporcionar a eles algumas leituras do assunto que seria discutido em sala de aula. Adaptamos questões já usadas na prova do Exame Nacional do Ensino Médio. Optamos por basear-nos neste exame devido à sua abrangência e também por conter questões focadas em avaliar as competências e habilidades sugeridas pelo PCN. Ao todo foram seis questões, cinco de múltipla escolha e uma questão discursiva. Cada questão abordou uma competência e habilidade para que, ao final, pudéssemos ter uma visão dos domínios dos alunos participantes da atividade.

A seguir, apresentamos um quadro que mostra a competência e habilidade abordada em cada questão e a porcentagem de acerto dos alunos. Ressaltamos que responderam a este questionário quarenta e seis alunos das duas escolas.

QUADRO 3 – Porcentagem dos acertos dos alunos em cada questão e suas competências e habilidades

Competência e habilidade abordada	Porcentagem de acertos
<p style="text-align: center;"><b>Questão 1:</b></p> <p><b>Competência</b> – compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade.</p> <p><b>Habilidade</b> – Avaliar propostas de intervenção no ambiente, considerando a qualidade da vida humana ou medidas de conservação, recuperação ou utilização sustentável da biodiversidade.</p>	54,3%
<p style="text-align: center;"><b>Questão 2:</b></p> <p><b>Competência</b> – Associar intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a processos produtivos e sociais e a instrumentos ou ações científico-tecnológicos.</p> <p><b>Habilidade</b> – identificar etapas em processos de obtenção, transformação, utilização ou reciclagem de recursos naturais, energéticos ou matérias-primas, considerando processos biológicos, químicos ou físicos neles envolvidos.</p>	37%
<p style="text-align: center;"><b>Questão 3:</b></p> <p><b>Competência</b> – apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.</p> <p><b>Habilidade</b> - compreender fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e a matéria em suas manifestações em processos naturais ou tecnológicos, ou em suas implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais.</p>	32,6%
<p style="text-align: center;"><b>Questão 4:</b></p> <p><b>Competência</b> – apropriar-se de conhecimentos da química para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.</p> <p><b>Habilidade</b> – avaliar implicações sociais, ambientais e (ou) econômicas na produção ou no consumo de recursos energéticos ou minerais, identificando transformações químicas ou de energia envolvidas nesses processos.</p>	47,8%
<p style="text-align: center;"><b>Questão 5:</b></p> <p><b>Competência</b> – apropriar-se de conhecimentos da química para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções</p>	54,3%

científico-tecnológicas.

**Habilidade** – avaliar propostas de intervenção no meio ambiente aplicando conhecimentos químicos, observando riscos ou benefícios.

A seguir, apresentamos os gráficos mediante os quais expomos as porcentagens relativas às respostas dos alunos a cada questão.

Sobre o texto e a imagem, marque a alternativa correta.

25 / 46 correct responses

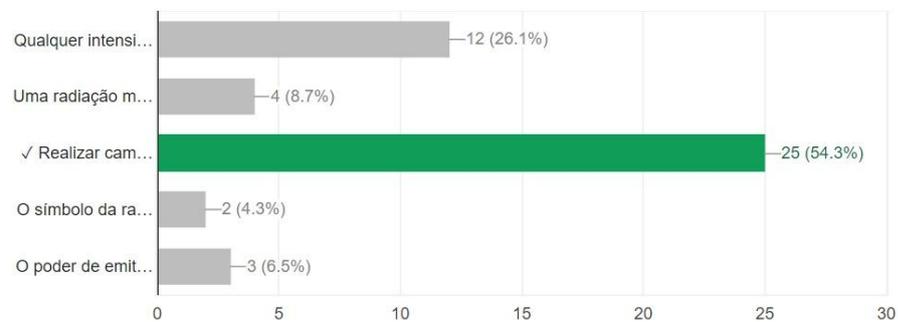


GRÁFICO 1 – Respostas referentes à questão 1 do questionário prévio  
Fonte: elaboração do autor

Considerando as trocas de calor que ocorrem em uma usina nuclear como Angra II, é correto afirmar que

17 / 46 correct responses

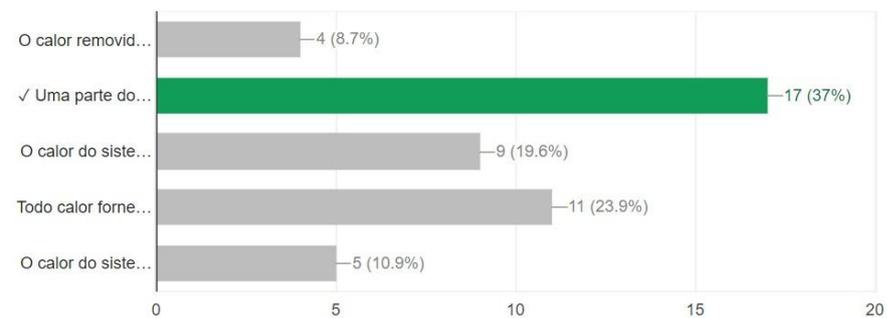


GRÁFICO 2 – Respostas referentes à questão 2 do questionário prévio  
Fonte: elaboração do autor

### Qual a alternativa correta?

15 / 46 correct responses

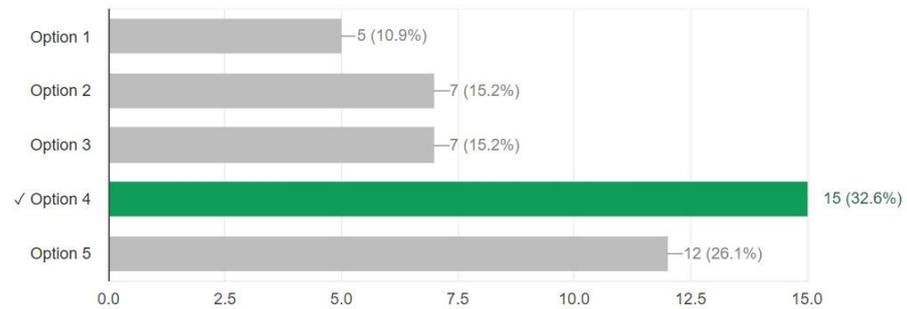


GRÁFICO 3 – Respostas referentes à questão 3 do questionário prévio  
Fonte: elaboração do autor

### Com relação à produção de energia nuclear

22 / 46 correct responses

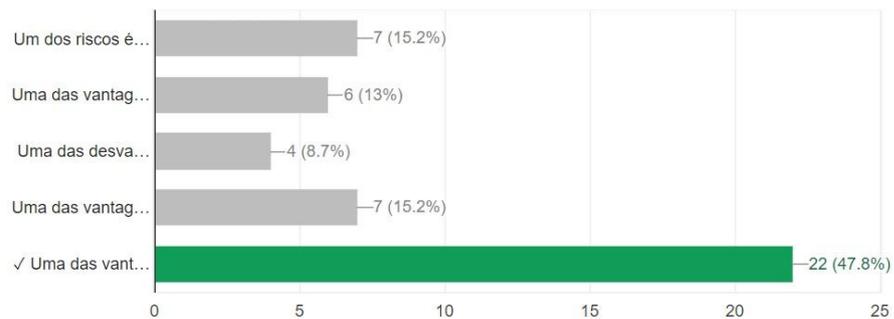


GRÁFICO 4 – Respostas referentes à questão 4 do questionário prévio  
Fonte: elaboração do autor

### Com relação ao texto e aos impactos causados pela utilização da energia nuclear, podemos afirmar que

25 / 46 correct responses

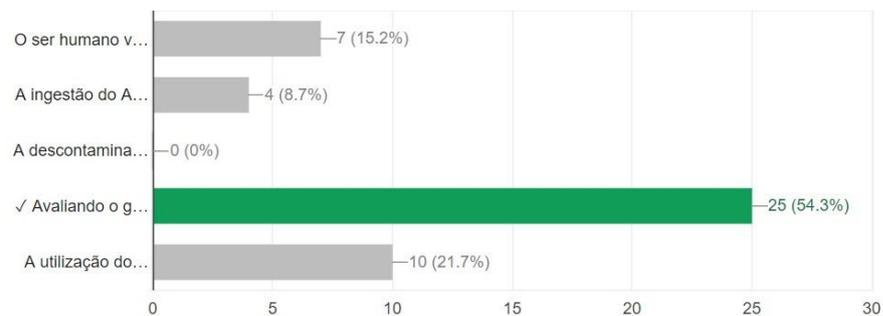


GRÁFICO 5 – Respostas referentes à questão 5 do questionário prévio  
Fonte: elaboração do autor

A última questão deste questionário foi discursiva, onde os alunos tiveram um espaço aberto para escrever suas respostas. Abordava, especificamente, o acidente que ocorreu em Goiânia envolvendo o céσιο-137. Foi apresentado aos alunos um link que direcionava para uma reportagem sobre esse acidente, a reportagem destacava os trinta anos do ocorrido, apresentando um vídeo com entrevistas e um texto sobre os fatos. Foi perguntado aos alunos que tipo de intervenções eles sugeriam e que poderiam ser adotadas para que acidentes deste tipo fossem evitados no futuro.

Notamos que os alunos, de forma geral, conseguiram identificar os principais problemas que causaram o acidente, que foi o descarte do equipamento de forma inapropriada e a falta de conhecimento da população. Dessa forma citamos aqui algumas das intervenções propostas pelos alunos para esta questão:

- Conscientizar as pessoas sobre os riscos da radiação;
- Investimento em segurança no que diz respeito ao manuseio de elementos radioativos;
- Maior fiscalização aos órgãos e empresas que lidam com materiais radioativos;
- Descarte adequado;
- Ampla divulgação do símbolo que indica a presença de elementos radioativos;
- Educação adequada nas escolas sobre Radiações.

Com este questionário de concepções prévias que os alunos responderam antes da aula de discussões e antes de manusear o experimento remoto, notamos que mais da metade dos alunos apresentaram a habilidade de “avaliar propostas de intervenção no ambiente, considerando a qualidade da vida humana ou medidas de conservação, recuperação ou utilização sustentável da biodiversidade” e de “avaliar propostas de intervenção no meio ambiente aplicando conhecimentos químicos, observando riscos ou benefícios”. As outras habilidades abordadas nas questões tiveram acerto de menos da metade dos alunos. Devemos ressaltar que todos os alunos já haviam tido aulas sobre o conteúdo de Radioatividade em aulas de Química.

A seguir, apresentaremos as considerações relativas aos dados da aula de discussões que encerrou essa atividade.

## 4.2 Resultados das interações da aula de discussões

Do ponto de vista das interações ocorridas em sala de aula entre alunos e professora em torno do experimento realizado, podemos identificar os seguintes aspectos mais recorrentes nos diálogos estabelecidos:

- Falhas no processo
- O experimento enquanto contextualizador das discussões e desencadeador de dúvidas dos alunos
- O experimento como catalisador da atenção dos alunos em relação aos dados coletados.
- O experimento como desencadeador de discussões em torno da aplicação do conteúdo na vida social

A seguir comentaremos cada um desses itens identificados nas interações decorrentes da aula de discussões.

### 1 Falhas no processo

Para a aula de discussões foi planejado reunir os dados coletados pelos alunos e então montar um gráfico para podermos discutir os resultados encontrados, no entanto, devido a muitas dificuldades relatadas pelos alunos, não foi possível fazer a construção do gráfico. Como vemos pelas falas a seguir da turma do colégio dois:

5- Professora: *Você vai mudando a distância aqui, conforme você quer, e cada um faria do jeito que quisesse a distância que quisesse, e aí você anotava. Por exemplo, 10 cm, você parou o carrinho aqui.*

6- Aluno 2: *Foi difícil parar o carrinho.*

7- Professora: *Sim, mas você não precisa parar numa distância exata, você poderia clicar para parar e onde ele parasse você anotava.*

8- Aluno 3: *O meu não apareceu isso.*

9- Aluno 4: *Nem no meu.*

10- Aluno 1: *Sabe aquele quadradinho ali em cima? O meu não apareceu.*

11- Professora: *Gente teve essas chuvas e lá caía a internet, está lá no ITA. Deu problema nesses dias, eu fiquei o tempo inteiro entrando e falando com o aluno que estava lá me ajudando. Agora de manhã mesmo, estava dando problema e eu já falei com ele e resolveu. A questão é, quais as dificuldades vocês sentiram, fala pra mim?*

12- *Silêncio*

13- Professora: *Dificuldade técnica? Tipo, não funcionou o que?*

14- Aluno 1: *Eu não consegui mexer nisso aí. (aluno refere-se à barreira).*

Como podemos verificar, em algumas falas os alunos relataram muitas dificuldades técnicas para coletarem os dados corretamente, o que dificultou a montagem do gráfico, assim a professora teve que mudar de estratégia no momento da aula e abrir a página do WebLab para discutir com os alunos sobre as dificuldades e os objetivos do experimento. Como vemos nessa fala inicial na aula da turma dois:

1- Professora: *Bom dia. Eu vou mostrar a imagem que era pra vocês terem visto certinho no experimento, só pra gente comentar. Fala um de cada vez quais as dificuldades que vocês sentiram na hora que vocês entraram no site pra pegar os dados, quais foram as dificuldades? (professora mostra a imagem do experimento remoto)*

2- Silêncio

3- Professora: *Vocês viram essa imagem (professora aponta a imagem do weblab). Aqui é a distância, esse aqui é o motorzinho que vai pra frente e vai pra traz, certo? E aqui está a amostra radioativa, dentro dessa caixinha. E aí o que era pra vocês irem fazendo?*

4- Aluno 1: *Mudando a distância.*

Os alunos das duas escolas tiveram problemas semelhantes, como verificamos nesse recorte da aula com os alunos da escola um:

183 – Professora: *Isso, o equipamento emite radiação, esse outro é para lixo tóxico. Bom, para encerrarmos, uma coisa que eu quero que vocês me falem é sobre os dados que vocês coletaram no experimento, vamos falar do experimento. Quem fez o experimento, olhou e realmente conseguiu mexer lá, entendeu o que estava acontecendo?*

184 – Alunos: *Não, nem tudo.*

185 – Professora: *Quem mexeu fala pra mim o que vocês compreenderam?*

186 – Aluno 2: *Eu demorei pra entender.*

Assim, identificamos que houve falhas no processo e por isso a aula não foi conduzida exatamente como planejada, porém as dificuldades não desqualificaram a atividade, principalmente porque essa é uma realidade própria da atividade experimental real, ou seja, nem sempre as condições de contorno para a obtenção dos dados são satisfatórias.

2 O experimento enquanto contextualizador das discussões e desencadeador de dúvidas dos alunos

185 – Professora: *Quem mexeu fala pra mim o que vocês compreenderam?*

186 – Aluno 2: *Eu demorei pra entender.*

187 – Aluno 18: *Eu queria entender porque tinha aquela barrinha, que diferença que fazia?*

188 – Aluno 2: *É a barreira que abaixava e levantava.*

189 – Professora: *Isso é a barreira, que diferença vocês acham que faz ter a barreira?*

190 – Aluno 2: *Eu acho que nenhuma.*

191 – Aluno 8: *Intensidade.*

192 – Aluno 18: *Eu não vi nenhuma.*

193 – Professora: *A intensidade, a barreira é o equivalente à plaquinha de chumbo. Quando coloca a barreira na frente do detector de radiação era pra você ver que a intensidade diminui. A barreira impede a radiação de passar.*

Podemos ver através destas falas que o experimento gerou algumas dúvidas, principalmente no que se refere à barreira física que estava instalada no equipamento experimental e poderia variar a intensidade de radiação que chegava ao medidor. Alguns alunos não compreenderam que mudando a posição da barreira mudava também a intensidade da radiação captada pelo Geiger e, por consequência, não entenderam o motivo de a barreira estar ali. Através desses questionamentos, foi possível discutir com os alunos como funciona o equipamento de proteção que deve ser usado em locais de exames que usam raios-X, por exemplo. O experimento possibilitou aos alunos conferirem visualmente a proteção que a barreira de chumbo proporciona.

### 3 O experimento como catalisador da atenção dos alunos em relação aos dados coletados

Identificamos que os dados coletados através do experimento também funcionaram como catalisador da atenção dos alunos, pois nem todos os alunos tiveram total compreensão dos valores que estavam coletando e também não visualizaram corretamente o que ocorria quando o carrinho se movia com as amostras radioativas.

209 – Professora: *Olhem nos dados de vocês, qual foi a maior intensidade que vocês detectaram?*

210 – Aluno 14: *78.*

211 – Alunos *falam 70, 52, 124, 136.*

212 – Professora: *Vocês fizeram o experimento com uma amostra radioativa de verdade, a amostra estava naquele equipamento que você podia mover pra frente e pra trás. Elas emitem radiação alfa, beta e gama. O que vocês perceberam quando vocês aproximavam a amostra do contador geiger, a intensidade aumentava ou diminuía?*

213 – Alunos *falam sem muita certeza.*

214 – Aluno 2: *Aumentava.*

Através dos dados também foi possível verificar com os alunos a diferença de intensidade de radiação que foi detectada no ambiente e a que foi visualizada por eles no experimento, proporcionando uma discussão sobre a radiação que também existe no ambiente que vivemos.

223 – Professora: *Pessoal olhe esse gráfico que estou mostrando a vocês, é o gráfico da radiação detectada no ambiente, esse detector está lá no ITA. Vejam, é a radiação detectada no ambiente, ou seja, não está próximo a nenhum material radioativo. O pico de radiação que foi detectado é de 38, 40, que ocorre em dias nublados e chuvosos. Vocês falaram dos dados de vocês em torno de 100, 120. Vejam que nós estamos expostos o tempo inteiro a radiação, nosso organismo, os animais, os seres vivos que estão aqui no planeta estão adaptados a uma certa quantidade de radiação. Não posso pensar que a radiação é negativa e não quero tomar nenhum tipo de radiação, não tem jeito, você está exposto à radiação no meio ambiente. A grande questão é o tipo de radiação que você está sendo exposto, falamos aqui da radiação ionizante que é preocupante e durante quanto tempo ou quantas vezes você será exposto a essa radiação, então existe um valor permitido. Inclusive quem trabalha, os técnicos em radiologia, que trabalham em um ambiente de radiação, usam um equipamento no colete deles que mede a radiação que eles tomaram no decorrer de um período. Existe todo um cuidado pra quem trabalha nesses laboratórios.*

224 – Aluno 8: *Professora eles ganham muito bem e é pouca gente que sabe.*

225 – Professora: *Sim, mas porque é assim? Ganha bem, tem pouca gente na área.*

226 – Aluno 8: *Porque é perigoso.*

227 – Professora: *Realmente, o risco é muito grande.*

228 – Aluno 4: *Aposenta mais cedo.*

229 – Professora: *Sim, porque tem periculosidade. Agora me digam o que vocês acham, por exemplo, do profissional da limpeza que está ali perto do laboratório?*

230 – Aluno 8: *Também é exposto.*

231 – Alunos *concordam que tem risco também.*

#### 4 O experimento como desencadeador de discussões em torno da aplicação do conteúdo na vida social

Através do experimento, principalmente do mecanismo da barreira, foram desencadeadas algumas discussões relacionadas com a aplicação do conteúdo na vida social de todos

49- Professora: *Você acha que tem a ver você fazer mais ou menos exames? Quando o médico fala pra você fazer o exame, você acha que deve tomar algum tipo de cuidado ou não?*

50- Aluno 5: *Acho que sim.*

51- Professora: *Que tipo? Que tipo de cuidado vocês costumam ter?*

52- Aluno 7: *O cara mandou fazer, a gente faz. (risos)*

53- Aluno 8: *Não, você não vai fazer 20 por ano ne.*

54- Aluno 1: *Ah sim, você não vai fazer um absurdo.*

55- Aluno 9: *Faz bastante tempo que eu não faço, eu fazia direto antes.*

56- Professora: *Outra coisa, vocês acham que quando vocês vão fazer o exame vocês precisam usar algum equipamento de segurança?*

57- Alunos: *Sim*

58- Professora: *Vocês usam?*

59- Alunos: *Não, não sei.*

60- Professora: *Vocês já usaram alguma vez?*

61- Aluno 1: *Eu usei quando fiz raio x da boca, aí usei uma roupa de chumbo, essas coisas assim.*

62- Aluno 8: *Quando eu quebrei o dedo também, ele colocou uma barreira.*

Através dessas falas pudemos verificar que os alunos não tinham muito entendimento sobre os equipamentos de proteção que deve ser usado na realização de exames com raio x, por exemplo. Notamos que visualizar a intensidade de radiação diminuir quando a barreira estava bloqueando foi um fator marcante, como vemos nas falas a seguir:

165- Professora: *Esse experimento especificamente, o que vocês conseguiram ver de alguma forma? Vocês já estudaram radiações em química, em física comentamos um pouco sobre radiação eletromagnética e aqui nessa amostra a gente tem as três radiações sendo emitidas, alfa, beta e gama. Vocês viram alguma coisa de novo? Vocês tinham a ideia de que a distância faria alguma diferença, se você vê algum material radioativo você vai chegar perto?*

166- Alunos: *Risos...a gente já tinha essa noção.*

167- Aluno 1: *Quanto mais perto de uma fonte radioativa mais intensidade você tem.*

168- Aluno 5: *Até porque tem a distância mínima que você pode chegar às usinas...mas o legal foi ver a barreira, como muda na hora que você desce a barreira e sobe a barreira.*

169- Professora: *A barreira foi uma coisa que chamou a atenção?*

170- Alunos: *Sim.*

171- Professora: *Vocês viram que realmente funciona, a barreira simula mais ou menos o que vocês colocam de proteção quando vão fazer os exames. É mais ou menos essa ideia. Então deu pra ver bem essa questão?*

172- Alunos : *Sim.*

Para alguns alunos foi difícil enxergar a utilidade da barreira, e não conseguiram notar nenhuma diferença na intensidade ao levantar ou abaixar a barreira.

188 – Aluno 2: *É a barreira que abaixava e levantava.*

189 – Professora: *Isso é a barreira, que diferença vocês acham que faz ter a barreira?*

190 – Aluno 2: *Eu acho que nenhuma.*

191 – Aluno 8: *Intensidade.*

192 – Aluno 18: *Eu não vi nenhuma.*

193 – Professora: *A intensidade, a barreira é o equivalente a plaquinha de chumbo. Quando coloca a barreira na frente do detector de radiação era pra você ver que a intensidade diminui. A barreira impede a radiação de passar.*

Esse fator do experimento desencadeou discussões sobre a proteção que se deve usar ao ter contato com lugares que usam a radiação

224 – Aluno 8: *Professora eles ganham muito bem e é pouca gente que sabe.*

225 – Professora: *Sim, mas porque é assim? Ganha bem, tem pouca gente na área?*

226 – Aluno 8: *Porque é perigoso.*

227 – Professora: *Realmente, o risco é muito grande.*

228 – Aluno 4: *Aposenta mais cedo.*

229 – Professora: *Sim, porque tem periculosidade. Agora me digam o que vocês acham, por exemplo, do profissional da limpeza que está ali perto do laboratório?*

230 – Aluno 8: *Também é exposto.*

231 – Alunos concordam que tem risco também.

232: Professora: *Perceba que, às vezes, nem todo mundo compreende ao que está exposto. O importante aqui, que eu gostaria, é que vocês compreendessem o que é uma radiação ionizante, os perigos e os benefícios desse tipo de radiação, não é somente perigoso, porém não tem só benefício. Existem os dois lados, e é lógico que somos nós que usamos isso, tanto pode ser usado para o mal quanto para o bem. Já vimos a bomba atômica sendo usada. Nós temos que compreender isso e entender também sobre os exames de raio x, que são os que mais estão próximos de vocês.*

233 – Aluno 17: *Evitar fazer muitos.*

Apesar de não ter sido possível realizar a aula como planejado, ainda assim verificamos aspectos positivos advindos da realização do experimento como mostrados acima.

### **4.3 Resultados do questionário para avaliar a opinião dos alunos sobre a atividade realizada**

Depois que os alunos participaram de toda a atividade, foi proposto a eles que respondessem a um segundo questionário (Apêndice 4), agora referente à opinião de cada um sobre a atividade realizada. Como esse questionário foi aplicado por último, nem todos os alunos o responderam. Ao todo foram trinta e cinco respostas dos alunos do terceiro e segundo anos do ensino médio das duas escolas particulares que participaram desta pesquisa.

As respostas são apresentadas através dos gráficos a seguir em relação às seguintes afirmações:

- Quanto à motivação
- Quanto à utilização dos recursos
- Quanto à aprendizagem

Foram postas aos alunos algumas afirmações e eles tiveram que escolher um número de 0 à 10, sendo que zero significa discordo totalmente e 10 concordo totalmente.

### 1. Quanto à motivação

Com relação à atividade ter sido realizada previamente online e envolver um experimento controlado remotamente, senti-me totalmente motivado.

35 respostas

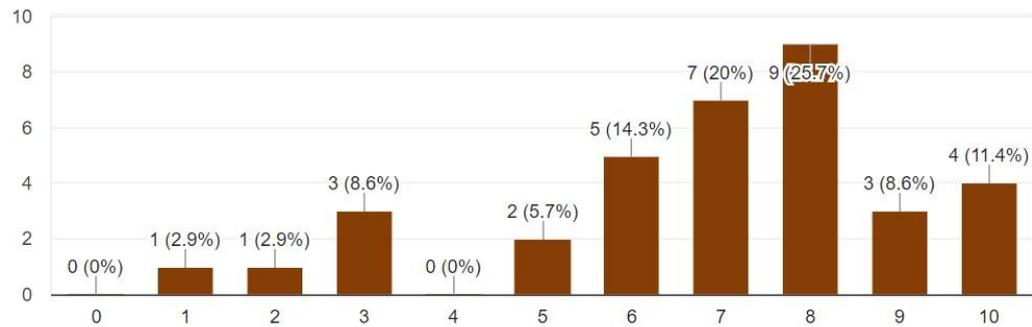


GRÁFICO 6 – Porcentagem das respostas referentes à questão 1

Fonte: elaboração do autor

Podemos verificar que os alunos, em sua maioria, sentiram-se motivados quando foram expostos a uma atividade que propõe uma dinâmica diferente da que estão acostumados. Em um total de trinta e cinco alunos que participaram de toda a atividade proposta, apenas cinco deles responderam que não se sentiram motivados. Esse fato mostra que o uso de outros recursos didáticos, que oportunizem situações de protagonismos aos estudantes, promove a motivação. Neste aspecto, concordamos com Monteiro, Nardi e Bastos-Filho (2009) sobre a necessidade de o professor superar a abordagem tradicionalista quase que exclusivamente matemática, sem priorizar a análise conceitual do fenômeno estudado.

### Teve algo desmotivador na atividade.

35 respostas

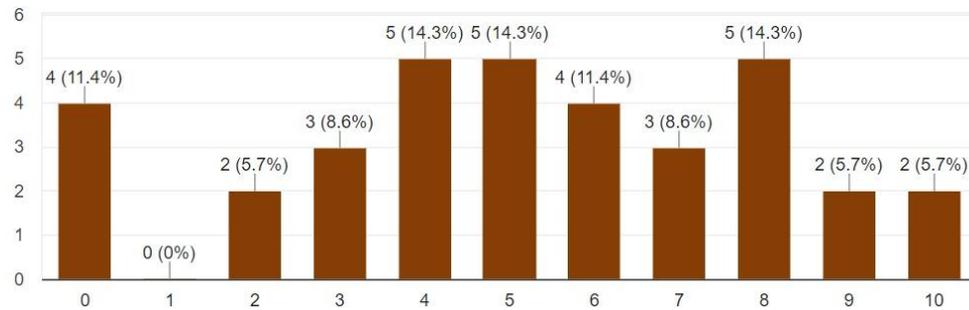


GRÁFICO 7 – Porcentagem das respostas referentes à questão 2  
Fonte: elaboração do autor

Apesar de a maioria dos alunos terem manifestado que se sentiram motivados em relação à atividade, podemos notar através desta questão que ainda assim teve algo desmotivador na atividade.

Como bem destaca Monteiro (2006), a escola vista como a instituição conservadora e propagadora de valores tende a não propiciar autonomia para os estudantes. Nesta perspectiva, os alunos devem ser educados de modo a agirem somente segundo orientações pré-estabelecidas.

Contudo, o autor destaca que, diferentemente, na escola com viés transformador, a meta é desafiar o estudante a se desenvolver, ou seja, a ir além do envolvimento a que está submetido e, por isso, deve enfrentar problemas a partir do estabelecimento e teste de hipóteses, experimentando, agindo, buscando formas diferentes de superação dos obstáculos.

Contudo, esse tipo de tarefa, no início, para quem está acostumado a realizar ações sempre a partir de orientações detalhadas, gera certo desconforto e, por isso mesmo desmotivador.

Por esse motivo acreditamos que a motivação foi se ampliando com o tempo, à medida que os alunos foram se adaptando à tarefa proposta.

Sinto-me mais motivado com aulas que envolvem atividades experimentais.

35 respostas

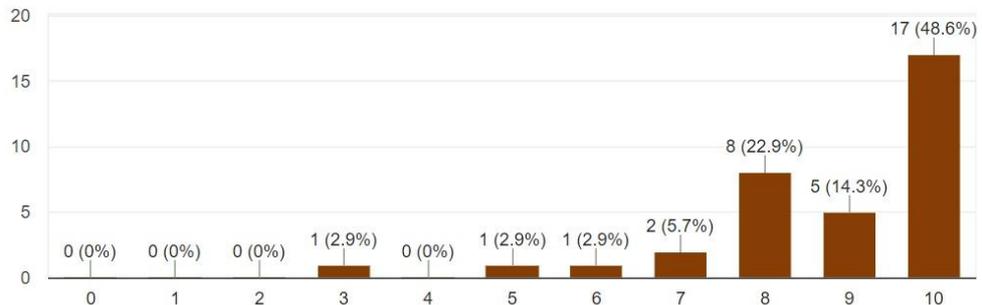


GRÁFICO 8 – Porcentagem das respostas referentes à questão 3

Fonte: elaboração do autor

De forma geral, a grande maioria dos alunos sente-se motivada quando o professor propõe atividades experimentais.

Essa resposta confirma nossa opinião já destacada no comentário das respostas dadas à primeira questão. Na maioria das vezes os alunos são submetidos a aulas como longos períodos de exposição e desafiados a resolverem problemas artificiais que nada tem a ver com situações reais onde, de fato, podem melhor visualizar aquilo que estudam. Portanto, se mostraram sempre motivados quando sentem que podem ocupar uma posição mais autônoma em atividades escolares a partir da interação direta com o fenômeno estudado.

## 2. Quanto à utilização dos recursos:

Ter realizado o questionário previamente me fez sentir mais preparado para a aula.

35 respostas

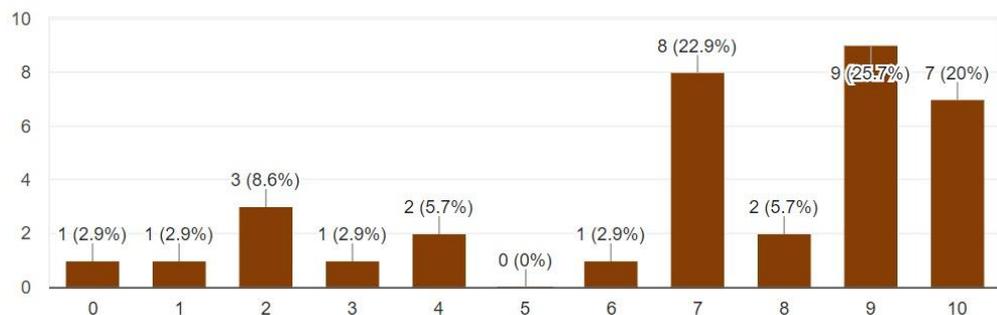


GRÁFICO 9 – Porcentagem das respostas referentes à questão 4

Fonte: elaboração do autor

Através desta questão podemos ver que o questionário prévio cumpriu o seu papel, que era proporcionar uma leitura sobre o assunto aos alunos, para que quando realizassem o experimento e fossem para a aula de discussões já estivessem familiarizados com o assunto. Mesmo assim, uma porcentagem pequena dos alunos não se sentiu preparado para a aula de discussões com a realização do questionário prévio.

A manipulação da atividade via internet foi simples. Não tive nenhuma dificuldade em acessá-la na internet e realizar as tarefas propostas.

35 responses

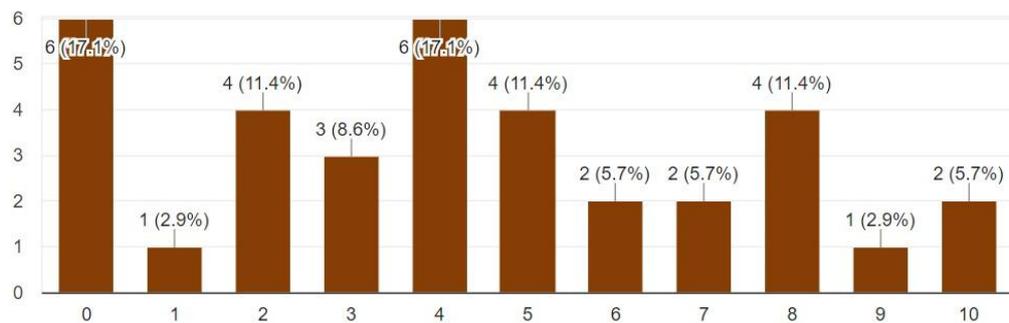


GRÁFICO 10 – Porcentagem das respostas referentes à questão 5

Fonte: elaboração do autor

Os estudantes estão muito habituados a acessar a internet, apesar disso, notamos que houve muitas dificuldades para realizar as atividades propostas. Acreditamos que esse tipo de reação dos alunos se deve à falta de costume dos alunos em realizar esse tipo de atividade. Apesar de muitos já demonstrarem conhecer regras, princípios e até conceitos sobre o tema radiação ionizável, a capacidade de aplicar esse conhecimento para resolver um problema prático se mostrou insuficiente.

As imagens do experimento estavam claras, a manipulação dos recursos disponibilizados foi simples e rápida. Não tive dificuldade de entender a forma de interagir com o experimento controlado remotamente.

35 responses

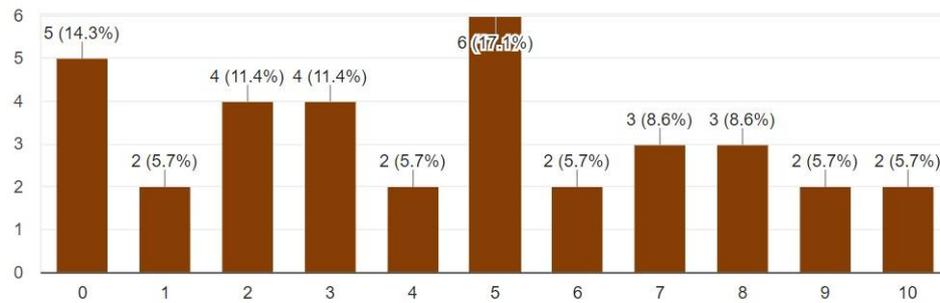


GRÁFICO 11 – Porcentagem das respostas referentes à questão 6  
Fonte: elaboração do autor

A resposta dos alunos enfatiza nossa hipótese sobre a falta de costume deles em aplicar os conhecimentos que tem para realizar a tarefa proposta. Apesar de serem alunos do segundo e terceiro ano do ensino médio e já conhecerem gráficos, não foram capazes de perceber, diretamente que, ao afastarem ou aproximarem a amostra do contador Geiger a intensidade da radiação se alterava.

São alunos cuja história de formação é própria de uma escola voltada apenas para a divulgação e conservação de valores e saberes, que não se preocupa com o desenvolvimento de potenciais dos estudantes. Por isso, os alunos esperavam do material disponibilizado orientações precisas do que fazer para poderem realizar a atividade, ou seja, não foram capazes de, facilmente, alterar os parâmetros e observarem os efeitos de sua ação. Nesse sentido, sentiram falta de algo que os dirigissem na atividade.

### 3 Quanto à aprendizagem:

O questionário prévio, a atividade experimental e a aula foram fundamentais para meu aprendizado.

35 respostas

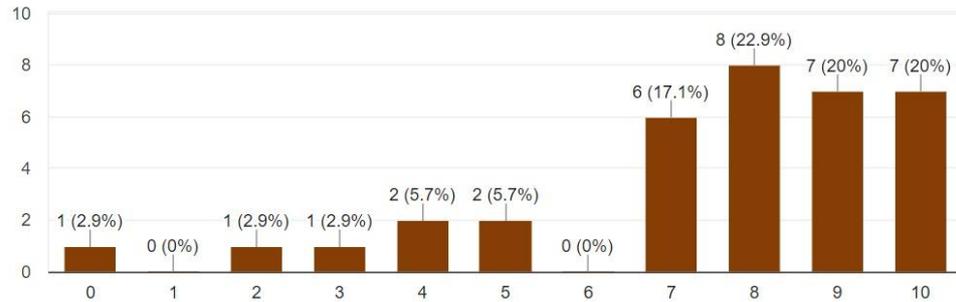


GRÁFICO 12 – Porcentagem das respostas referentes à questão 7

Fonte: elaboração do autor

A maioria dos alunos reconhece que a atividade como um todo colaborou para seu próprio aprendizado. Vemos que apesar das dificuldades constatadas com as questões anteriores os alunos concordam que todas as propostas juntas forneceram um resultado positivo.

Acredito que apenas o questionário prévio e o experimento já foram suficientes para meu aprendizado.

35 respostas

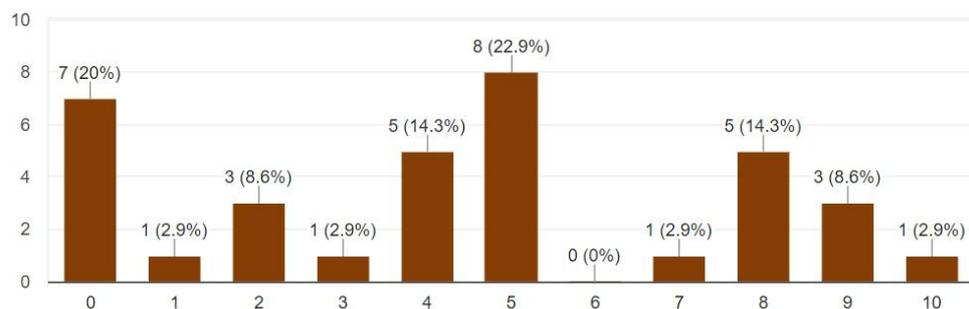


GRÁFICO 13 – Porcentagem das respostas referentes à questão 8

Fonte: elaboração do autor

Nesta questão verificamos que apenas as atividades realizadas em casa pelos alunos através da internet, como o questionário prévio e o experimento remoto, não foram suficientes na concepção deles para seu aprendizado, ou seja, apesar da utilização do recurso, a aula de discussões mostra-se importante na visão dos alunos.

Essa resposta é concorrente com as concepções atuais da Filosofia da Ciência que afirma que um problema não pode ser resolvido meramente com a realização de experimentos.

As Ciências naturais, em especial a Física, não prescindem da experimentação, contudo não constroem suas teorias baseadas unicamente em seus resultados. A discussão, o levantamento de hipóteses, a busca por um modelo que justifique os dados, o debate em torno de qual modelo proposto é o mais adequado, enfim, constitui o trabalho da comunidade científica.

Apesar das atividades realizadas eu não consegui compreender bem o que foi ensinado.

35 responses

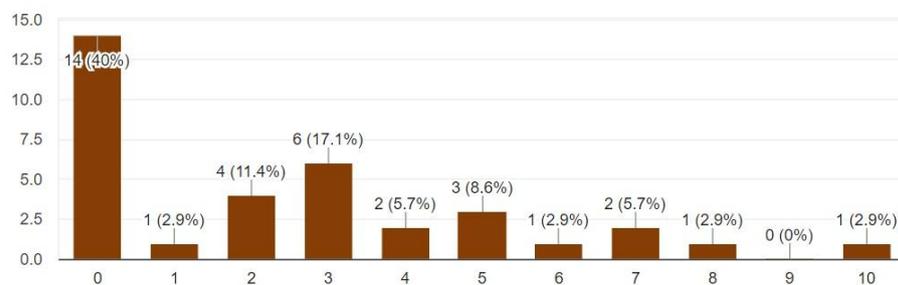


GRÁFICO 14 – Porcentagem das respostas referentes à questão 9

Fonte: elaboração do autor

Os alunos, de forma geral, sentiram que tiveram boa compreensão do tema abordado. Apenas 14,4% dos alunos acreditam não ter compreendido bem o que foi ensinado, apesar de terem participado de todas as atividades propostas.

Hoje sinto-me capaz de tomar decisões responsáveis e conscientes referente ao uso adequado das radiações ionizantes.

35 responses

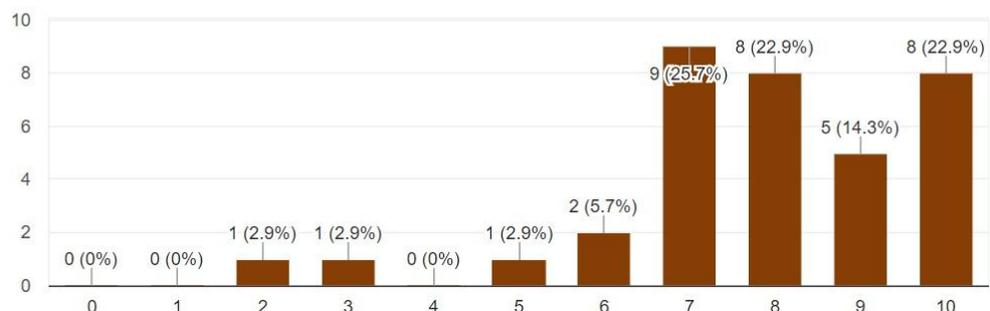


GRÁFICO 15 – Porcentagem das respostas referentes à questão 10

Fonte: elaboração do autor

Corroborando com as respostas da questão anterior, notamos que a maioria dos alunos sente-se capaz de tomar decisões responsáveis e conscientes referente ao uso adequado das radiações ionizantes.

Eu gostaria de aprender Física sempre realizando atividades experimentais controladas remotamente.

35 respostas

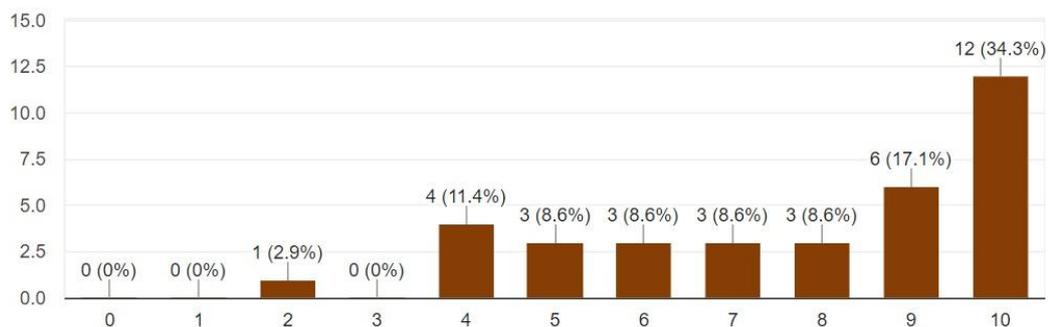


GRÁFICO 16 – Porcentagem das respostas referentes à questão 11  
Fonte: elaboração do autor

Esse resultado nos indica que os alunos se sentiram atraídos pela atividade experimental realizada remotamente. Apesar de terem tido dificuldades para operar o experimento, os alunos acreditam em sua funcionalidade e contribuição para a aprendizagem.

A última questão desse questionário foi aberta, portanto os alunos tiveram um espaço de um parágrafo para escreverem suas respostas. Nessa questão foi perguntado aos alunos o que eles acharam da atividade e se gostaria de estudar Física com atividades desse tipo. A seguir apresentamos na íntegra as respostas dos alunos:

1. *Achei uma experiência nova e bem diferente. Acredito que seja um jeito efetivo de ensinar, uma vez que faz com que os alunos se envolvam ativamente no projeto.*
2. *A atividade foi de certa forma interessante porém complexa, porém gostaria.*
3. *Achei a maneira proposta bem interessante, pois desta forma é possível aplicar os conhecimentos adquiridos em sala de aula e fixar melhor os assuntos.*

4. *Achei muitíssimo interessante por se utilizar a prática para o aprendizado, o que torna o entendimento muito mais eficaz e espontâneo. Gostaria que a física houvesse laboratórios em todas as escolas para que os professores pudessem utilizar da prática para explicarem suas matérias, pois os experimentos são uma ferramenta visual que desperta o interesse e possibilita um entendimento mais rápido.*
5. *A atividade foi legal para quem conseguiu acessar o experimento, que não foi o meu caso.*
6. *Gostaria de estudar física desta forma porque achei extremamente clara e sucinta a discussão em si envolvendo o experimento e do questionário prévio.*
7. *Eu achei muito interessante, pois você pode acessar o site quando você se sentir mais confortável, além da aula após o experimento em que agrega e concretiza muito mais seu conhecimento sobre o assunto, e sim, gostaria de estudar mais assuntos com esse tipo de aprendizado, pois é muito mais interativo e menos cansativo.*
8. *Achei interessante a proposta e pode ser colocada em pratica mais vezes.*
9. *Eu achei bem legal, pois apreendi a estudar e a gostar de física e nas aulas eu ando achando que a matéria dada está bem legal porém o experimento foi difícil de entrar não consegui mais dali e dei uma olha mais gostei.*
10. *Atividades interativas fazem com que o aluno queira se envolver mais com a matéria a ser ensinada , e promove uma maior absorção desta por parte do aluno.*
11. *Grande parte das matérias de física precisam ser aprendidas através de atividade não apenas desse tipo mas que também façam com que o aluno construa, como por exemplo ensinar o aluno sobre eletricidade propondo a construção de algo relacionado a isso.*
12. *Uma bela proposta, e sim eu gostaria de ter mais aulas assim.*
13. *Eu achei a proposta da atividade excelente e muito instigante a nós, alunos desenvolvermos mais interesse ao estudo da física. Eu adoraria aprender física com experimentos e acho q isso é uma boa forma de melhorar o aprendizado nas escolas especialmente para aqueles alunos desinteressados.*
14. *Esclarecedor pois não vi só a teoria, consegui entender o que a teoria significa através do experimento e com o questionário prévio já fui para a sala de aula com o conhecimento básico e com duvidas, potencializando assim meu aprendizado. Sim se todas as matérias estudadas de física fossem desse jeito seria bem mais estimulante.*

15. *Eu achei que o experimento enriqueceu o conteúdo da atividade proposta ,tornando-o mais dinâmico e facilitando a absorção de conhecimento,portanto eu gostaria de estudar física com atividades desse tipo*
16. *Acredito que é importante o contato com a tecnologia, mas talvez se fosse mais próximo de nós o experimento, se pudéssemos ver pessoalmente seria muito melhor e mais interessante.*
17. *Ótimo experimento, gostaria de continuar a aprender física dessa maneira.*
18. *Foi produtivo, porém entediante.*
19. *A proposta inicial da atividade é excelente, porém a maneira como foi conduzida a invalidou. O questionário poderia ter sido diferente do que é eventualmente feito todos os dias do ensino médio, poderia não ter sido questões de vestibulares. O experimento online não foi muito bem instruído e não me senti capacitada cientificamente para entender o que eu estava fazendo. A aula poderia ter sido mais dinâmica, com mais notícias e discussões a respeito das consequências das radiações e como elas efetivamente acontecem (explicação de maneira mais clara). A proposta é maravilhosa e extremamente importante para o conhecimento de todos, portanto poderia ter sido abordada com mais calma e mais tempo e acima de tudo com alunos que estivessem realmente interessados.*
20. *Acredito que física, assim como as outras áreas das ciências da natureza, deveria ser feita com atividades experimentais tanto remotamente com também presencialmente. Fazer exercícios antes de ter a aula me fez compreender mais facilmente porque eu já cheguei à aula com dúvidas que conforme a professora foi explicando ela ia respondendo, isso me fez me sentir mais motivado a aprender.*
21. *Incrível, o ensino se torna diferenciado e possibilita um aprendizado mais rápido na área de física.*
22. *Achei muito interessante, é um método novo que traz inúmeros aprendizados.*
23. *Achei interessante poder interagir e aprender com um experimento virtualmente. Acho que aulas dinâmicas são uma boa maneira de facilitar e impulsionar o aprendizado.*
24. *Foi legal, mas não gosto deste modelo.*
25. *Para nós que temos dificuldades nas áreas de exatas, atividades assim facilitam o nosso conhecimento.*

26. *Eu me senti mais motivada por eu ter que mexer na distância e na intensidade das coisas, deu pra eu ter uma noção maior de quanto maior for a distância menor será a intensidade e com experimento me dei muito melhor.*
27. *Sim. Atividades desse tipo são interessantes para a aprendizagem, porém a maneira a qual ela foi proposta não trouxe muito interesse. Poderia ter sido feito em sala de aula, com uma explicação do que estava acontecendo.*
28. *Estudar física só lendo apostila ou livro é um tanto chato, porém quando estudamos na prática vemos o que realmente acontece, isso desperta nossa curiosidade em saber o porquê que ocorre isso e nós dá um motivo a mais para aprender.*
29. *Ajudou-me a ter uma base sobre o que foi estudado para entender melhor o conteúdo durante as aulas e a palestra sobre radiações.*
30. *Foi um jeito de entreter todos os alunos, e as aulas de física deveriam ser mais dinâmicas como essa.*
31. *Top.*
32. *Sim, me motivou mais o uso do experimento na internet e me deixou mais curiosa com o assunto.*
33. *Gostei da atividade, e gostaria de realizar experimentos parecidos durante os estudos em física.*

Através das respostas dadas pelos alunos notamos que de forma geral a atividade agradou e motivou a maioria. O principal ponto que vemos em comum em muitas respostas é a importância da atividade experimental. Muitos alunos mencionaram o experimento como algo importante e inovador para a aprendizagem. Outro ponto importante que foi mencionado é a realização do questionário prévio como fator de preparo para a aula presencial, percebemos que os alunos se sentiram estimulados e levaram dúvidas para a professora advindas do questionário. O dinamismo desse tipo de atividade também foi um quesito apontado por muitos alunos como fator estimulante para a aula.

#### **4.4 Ponto de vista da professora que realizou a atividade**

A professora que realizou a atividade é a autora desta pesquisa, porém ainda assim acreditamos que é válida a opinião desta sobre a formulação e aplicação desta atividade, não apenas como a autora desta pesquisa, mas como a professora que formulou e aplicou a atividade em sala de aula, mesmo porque, a opinião aqui colocada foi construída logo após a

realização da atividade com os alunos, antes mesmo de a pesquisadora refletir sobre os dados da pesquisa.

*A primeira etapa desta atividade envolveu a elaboração e aplicação do questionário prévio. Optou-se por usar a plataforma Google formulários o que tornou a aplicação de fácil execução, pois os alunos puderam acessar online através de seus próprios equipamentos, não exigindo nenhuma infraestrutura da escola ou mesmo ocupando tempo da aula. Foi possível determinar um cronograma para que os alunos cumprissem essa etapa da atividade e através do próprio site controlar quem já tinha efetuado e obter os resultados individuais de cada aluno ou agrupados. Esse questionário, em minha opinião, contribuiu para que os alunos se inteirassem do assunto, além de ter fornecido um parâmetro geral da turma.*

*A segunda etapa consistiu na realização do experimento por parte dos alunos. O primeiro ponto a ser mencionado é a facilidade de aplicação que o laboratório remoto proporciona, já que não se faz necessário toda a infraestrutura que um laboratório convencional exige. Apesar disso, ainda é preciso que se faça algumas melhorias no site do WebLab e no experimento em si, já que houveram muitos problemas técnicos durante sua execução. Outro fator importante é que, apesar de esta atividade motivar os alunos, percebi que não foi tão cômoda sua realização. Os alunos estão muito habituados com as aulas expositivas tradicionais e quando foi passado a eles um experimento para realizarem em casa, onde eles teriam que ter mais autonomia para coletarem os dados eu notei mais dificuldades. Percebo que é necessário que haja mais atividades em que os alunos sejam os protagonistas e dessa forma conquistarem mais autonomia. Devo mencionar também que os alunos se animaram bastante em realizar um experimento que envolvia uma amostra radioativa, já que não é algo comum na escola.*

*A última etapa dessa atividade foi a aula de discussões, para essa aula preparei slides e considerei levantar algumas discussões sobre o tema, como o caso das usinas nucleares e também dos exames com raio x. Meu principal objetivo foi o de ouvir as considerações e opiniões dos alunos, para que assim pudesse elucidá-los usando os conceitos científicos. Nessa etapa senti algumas dificuldades do ponto de vista técnico, pois não estudei sobre esse tema durante a graduação, o que me fez sentir insegurança quanto as possíveis perguntas que surgiriam na aula. Tive que procurar muito material extra, como vídeos e a leitura do livro que escolhi para me basear.*

*De forma geral eu gostei da atividade, principalmente o fato de poder usar as ferramentas da internet e o laboratório remoto, pois me possibilitou ampliar o tempo de aula e a vivência dos alunos com o tema. No momento da aula percebi que, por já terem realizado as etapas anteriores, os alunos foram mais participativos e já tinham dúvidas sobre o tema. Devo ressaltar que, como tivemos muitos problemas técnicos com o laboratório remoto e realizamos a atividade no final do quarto bimestre, isso impediu que a atividade tivesse melhores resultados.*

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de Física praticado na maioria das escolas brasileiras não tem atendido às exigências atuais da sociedade. Nem mesmo as determinações legais que constam nos Parâmetros Curriculares Nacionais são cumpridas.

Essa realidade deve-se a uma série de fatores, entre elas podemos citar a falta de infraestrutura para a realização de práticas experimentais, o devido preparado do professor para realizar essas atividades, bem como para incluir no currículo da disciplina conteúdos relativos à Física Moderna e Contemporânea.

O ensino de conceitos ligados à Física Moderna e Contemporânea é importante para a formação do cidadão tendo em vista o fato de nossa sociedade atual ter seus fundamentos mais básicos apoiados no desenvolvimento científico e tecnológico.

Isso equivale a dizer que a medicina, os transportes, as telecomunicações e até mesmo o lazer tem seus fundamentos ligados à Ciência e à Tecnologia. Portanto, o indivíduo que não dispõe dos conhecimentos básicos que sustenta esses fundamentos está à margem da sociedade, sem condições mínimas para entendê-la e, assim, ter meios para discuti-la, criticá-la e assumir compromissos sociais de forma responsável.

Contudo, o professor e os alunos diariamente sofrem com as dificuldades em se implementar um ensino de Física em condições de fazer frente as demandas sociais. Portanto, o desenvolvimento de recursos que minimizem os obstáculos enfrentados é necessário. Além de repensarmos a formação do professor no que se refere aos conteúdos de Física Moderna, pois como constatado neste trabalho, a professora apresentou dificuldades na elaboração e aplicação da atividade que envolveu o conteúdo de Radiações. Acreditamos que o WebLab pode ser um recurso positivo também na formação dos professores.

Neste trabalho estamos propondo a utilização do laboratório controlado remotamente como recurso para o ensino que pode trazer contribuições importantes para o ensino de Física Moderna e Contemporânea.

Nossa hipótese é a de que, como as escolas costumam estar melhor aparelhadas de computador com acesso à internet do que com laboratórios didático de Ciências bem equipados, os laboratórios controlados remotamente podem constituir um poderoso aliado do professor tendo em vista que não exige montagem, desmontagem, manutenção e qualquer

outra preparação. Além disso, disponibiliza meios para que as aulas de Física, com carga horária tão baixa e com conteúdo vasto, possam ser ampliadas virtualmente com os alunos desenvolvendo atividades experimentais em casa e levando os resultados experimentais para a sala de aula.

Com a realização desta atividade, envolvendo um experimento remoto, pudemos perceber o entusiasmo dos alunos em realizar um experimento real, principalmente através dos seus dispositivos eletrônicos em suas casas, porém vimos que eles tiveram muitas dificuldades, principalmente em relação aos dados experimentais, o que nos mostra que apesar de compreenderem o conteúdo teórico, os alunos ainda apresentam dúvidas quanto à prática. O tempo de aula foi prolongado virtualmente, pois os alunos estiveram engajados com o conteúdo e as atividades fora da sala de aula, o que consideramos um ganho para os professores.

Apesar de ainda serem necessários alguns aprimoramentos no quesito prático do laboratório remoto, como a criação de um material de apoio que tome o devido cuidado, pois não deve tirar o potencial de autonomia dos alunos, acreditamos que este recurso pode ser uma saída para as aulas de Física que tanto carecem de atividades experimentais.

## REFERÊNCIAS

- ALTHUSSER, L. **Ideologia e aparelhos ideológicos do Estado**. São Paulo: Martins Fontes, 1981.
- ARAUJO, I. S. **Um Estudo sobre o Desempenho de Alunos de Física Usuários da Ferramenta Computacional Modellus na Interpretação de Gráficos em Cinemática**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, 2002.
- ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. **Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de Física**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Vol. 04, No. 03, 2004.
- ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.; MOREIRA, M. A. **Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos de cinemática**. Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 26 No. 02, 2004, p. 179-184.
- BARBOSA, A. C. C.; CARVALHAES, C. G.; COSTA, M. V. T. **A computação numérica como ferramenta para o professor de Física do ensino médio**. Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 28, No. 02, 2006, pp. 249- 254.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal; Edições 70, LDA, 2009.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental**. Brasília: Secretaria de Educação Fundamental, 1998.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio – física**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.
- BORGES, A. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- BROCKINGTON, G. **A Realidade escondida: a dualidade onda-partícula para alunos do Ensino Médio**. São Paulo: IF/FE-USP, 2005. Dissertação de mestrado.
- CANATO, O. **Texto e contexto para o ensino de Física Moderna e Contemporânea na escola média**. São Paulo, IF/FE USP, 2003. Dissertação de Mestrado.
- CARDOSO, D. C.; TAKAHASHI, E. K. **Experimentação remota em atividades de ensino formal: um estudo a partir de periódicos Qualis A**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. v. 11, n. 3, p. 185 – 208, 2011.

- CASINI, M.; PRATTICHIZZO, D.; VICINO, A. **The automatic control telelab: a user-friendly interface for distance learning**. Technical report. Universita. di Siena, Italy, 1999.
- CAVALCANTE, M.; TAVOLARO, C.; HAAG, R. **Experiências em Física Moderna**. A Física na Escola. v. 6, n. 1, p. 75-82, mai. 2005.
- CYSNEIROS, P. G. **Novas Tecnologias no Cotidiano da Escola**. ANPED, 23ª reunião anual, Anais 2000. Caxambu: 2000
- DOMINGUINI, L. **Física moderna no Ensino Médio: com a palavra os autores dos livros didáticos do PNLEM**. Revista Brasileira de Ensino de Física. v. 34, n.2, 2012.
- DURKHEIM, E. **A educação como processo socializador: função homogeneizadora e função diferenciadora**. In: PEREIRA, L. FORACCHI, M. Educação e sociedade: leituras de sociologia da educação. 12a ed. São Paulo: Ed. Nacional, p. 34 – 38,1985.
- FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. **Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 3, p. 259–272, set. 2003.
- FREIRE, P. **Pedagogia da indignação: cartas pedagógicas a outros escritos**. São Paulo: UNESP, 2000.
- GASPAR, A. **Física**. Ática, São Paulo, 2005.
- GONÇALVES FILHO, A.;TOSCANO, C. **Física**. Scipione, São Paulo, 2007.
- GRIFFITHS, D. J. **Introduction to Electrodynamics**. Prentice-Hall, New Jersey, 1999, 3rd ed.
- HECKLER, V.; SARAIVA, M. F. O.; OLIVEIRA FILHO, K.S. **Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica**. Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 29, No. 02, 2007, pp. 267-273.
- HESTENES, D. **American Journal of Physics** 55, 440 .1987.
- LOPES, S. P. M. L. **Laboratórios de Acesso Remoto em Física**. Tese de Mestrado Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 2007.
- LUKESI, C.C. **O que é mesmo o ato de avaliar?** Pátio, Porto Alegre, v. 3, n.12, p.6-11. 2000.
- LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem na escola: reelaborando conceitos e criando a prática**. 2 ed. Salvador: Malabares Comunicações e eventos, 2005.
- LUZ, A.M.R. da; ALVARES, B. A. **Física**. Scipione, São Paulo, 2005, v. 1.
- LUZ, A.M.R. da, ALVARES, B. A. **Física**. Scipione, São Paulo, 2005, v. 2.
- LUZ, A.M.R. da, ALVARES, B.A. **Física**. Scipione, São Paulo, 2005, v. 3.

MACHADO, D. I. ; NARDI, R. **Construção de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da hipermídia.** Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 28, No. 04, 2006, pp. 473-485.

MACHADO, D. I.; NARDI, R. **Construção e validação de um sistema hipermídia para o ensino de Física Moderna.** Revista Eletrônica de Enseñanza de lasCiencias. v. 6, n.1, 2007, p. 90-116.

MARTINS, A. A.; GARCIA, N. M. D. **Ensino de Física e Novas Tecnologias de Informação e Comunicação: Uma análise da produção recente.** VIII ENPEC

MOREIRA, A. F.; BORGES, O. **Ambiente de aprendizagem de Física mediado por animações.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Vol. 07, No. 01, 2007.

MOREIRA, A. F.; SILVA, T. T. da; orgs. **Currículo, cultura e sociedade.** 5. ed. São Paulo: Cortez. 2001

MONTEIRO. M. A. A. **Um estudo da autonomia docente no contexto do ensino de ciências nas séries iniciais do Ensino Fundamental.** 305 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2006.

MONTEIRO, M. A.; NARDI, R.; BASTOS FILHO, J. B. **A sistemática incompreensão da teoria quântica e as dificuldades dos professores na introdução da física moderna e contemporânea no ensino médio.** Ciência & Educação. v. 15, n.3, 2009, p. 557-580.

MONTEIRO, M. A.; MONTEIRO, I.C.C.; GASPAR, A.; VILLANI, A. **A influência do discurso do professor na motivação e na interação social em sala de aula.** Ciência & Educação. v. 18, n. 4, 2012, p. 997-1010.

NOUAILHETAS, Y. **Radiações Ionizantes e a vida.** Comissão Nacional de Energia Nuclear. Rio de Janeiro, 2000.

OLIVEIRA, F. F.; VIANNA, D. M.; GERBASSI, R. S. **Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores.** Revista Brasileira de Ensino de Física. v. 29, n.3, 2007, p. 447-454.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. **Uma Revisão Bibliográfica sobre a Área de pesquisa Física Moderna e contemporânea no Ensino Médio;** Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, 2000.

OSTERMANN; CAVALCANTI, C. J. H. **Um pôster para ensinar Física de Partículas.** Revista Física na Escola, v.2, n.1, 2001.

PENTEADO, P. C., TORRES, C. M. **Física – Ciência e Tecnologia.** Moderna, São Paulo, 2005, v. 1.

PENTEADO, P. C., TORRES, C. M. **Física – Ciência e Tecnologia.** Moderna, São Paulo, 2005, v. 2.

- PENTEADO, P. C.; TORRES, C. M. **Física – Ciência e Tecnologia**. Moderna, São Paulo, 2005, v. 3.
- PEREIRA, A. P.; OSTERMANN, F. **Sobre o Ensino de Física Moderna e Contemporânea: uma Revisão da Produção Acadêmica Recente**. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 14, n. 3, p. 393-420, set. 2009.
- PINHEIRO, N. A. M. **Educação crítico-reflexiva para um ensino médio científico-tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático**. Florianópolis/SC, Tese de Doutorado, UFSC/PPGECT, 2005.
- PIRES, M. A.; VEIT, E. A. **Tecnologias de informação e comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no ensino médio**. Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 28, No. 02, 2006, pp. 241-248.
- RAMOS, L. B. C.; ROSA, P.R.S. **O Ensino de Ciências: Fatores Intrínsecos e Extrínsecos que Limitam a Realização de Atividades Experimentais pelo Professor dos anos iniciais do ensino fundamental**. Investigações em Ensino de Ciências, Rio Grande do Sul, v. 13, n. 3, p. 299-331, 2008.
- REZENDE JR, M. F. **Fenômenos e a introdução da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio**. Dissertação de Mestrado, USFC, 2001.
- REZENDE, F.; OSTERMANN, F. **Formação de professores de Física no ambiente virtual Inter AGE: Um exemplo voltado para a introdução da FMC no ensino médio**. Revista a Física na Escola, São Paulo, v. 5, n.2, p.15-19, out. 2004.
- REZENDE JR. M.; DE SOUZA CRUZ, F. F. **Física Moderna e Contemporânea na formação de licenciandos em física: necessidades e conflitos**. Ciência & Educação, Bauru, v. 15, n. 2, p. 305-21, 2009
- REZENDE JR. M. F.; SOUZA CRUZ, F.F. **Física Moderna e Contemporânea no ensino médio: do consenso de temas à elaboração de propostas**. Trabalho apresentando no IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ciências, Bauru, 2003.
- SAMPAIO, M.M.F. **Problemas da elaboração e realização do currículo**. Ideias, São Paulo, n.26, p.1125. 1995.
- SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E.F. **Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências**. Ciência & Educação, v.7, n.1, p.95-111, 2001.
- SIM, A. A. **Experimento de Física controlado remotamente: uma avaliação sobre processo de ensino e de aprendizagem**. Dissertação de mestrado, UNESP, 2016.
- SIQUEIRA, M. **Do visível ao indivisível: uma proposta de Física de Partículas Elementares para o Ensino Médio**. São Paulo: IF/FE-USP, 2006. Dissertação de Mestrado.
- SAMPAIO, J. L. P.; CALÇADA, S. V. **Universo da Física**. Saraiva, São Paulo, 2005, 2. ed. v. único.

SAMPAIO, J. L. P., CALÇADA, S.V. **Universo da Física**. Saraiva, São Paulo, 2005, 2. ed. v. 1.

SAMPAIO, J. L. P., CALÇADA, S. V. **Universo da Física**. Saraiva, São Paulo, 2005, 2. ed. v. 2.

SAMPAIO, J. L. P., CALÇADA, S. V. **Universo da Física**. Saraiva, São Paulo, 2005, 2. ed. v. 3.

SIAS, D. B.; RIBEIRO-TEIXEIRA, R.M. **Resfriamento de um corpo: a aquisição automática de dados propiciando discussões conceituais no laboratório didático de Física no ensino médio**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Vol. 23, No. 03, dez, 2006, pp. 360-381.

TERRAZAN A. **Perspectivas para inserção da Física Moderna na escolamédia**. Tese de Doutorado. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (USP), 1994.

VALADARES, E. C.; MOREIRA, A. M. **Ensinando física moderna no segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 15, n. 2, p. 121-135, ago. 1998.

WILSON, J.; REDISH, E. **Physics Today January**, 34, 1989.

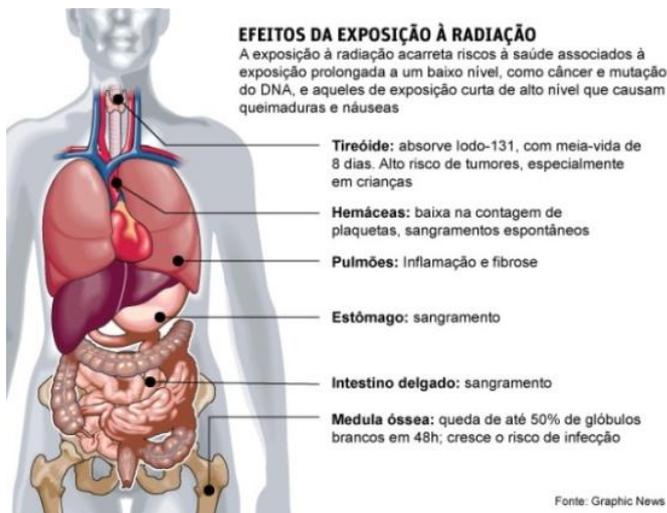
## APÊNDICES

### Apêndice 1: Modelo do questionário de concepções prévias aplicadas aos alunos

1- Carro roubado com material radioativo é encontrado no Rio de Janeiro

A polícia do Rio de Janeiro encontrou na madrugada desta terça-feira, por meio de uma denúncia anônima, o carro roubado no último sábado e que continha material radioativo. Segundo a empresa dona do equipamento, a caixa com o produto estava intacta e será levada para análise mais detalhada. O contato direto com o Selênio 75 pode provocar queimaduras, afetar tecidos internos e até mesmo levar à morte, disse nessa segunda-feira o diretor de Radioproteção e Segurança Nuclear da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), Ivan Salati. Segundo Salati, no entanto, o material tem poder de irradiação com vezes menos intensa do que o Césio 137.

Disponível em <https://www.terra.com.br/noticias/brasil>



Sobre o texto e a imagem, marque a alternativa correta.

- a- Qualquer intensidade de radiação recebida pelo ser humano provoca danos ao intestino delgado.
- b- Uma radiação menor que 4 Sieverts provoca inflamação e fibrose em um indivíduo.
- c- Realizar campanhas de esclarecimento à população sobre os riscos da radiação pode prevenir acidentes como o que ocorreu com o Césio, ou mesmo conscientizar os assaltantes

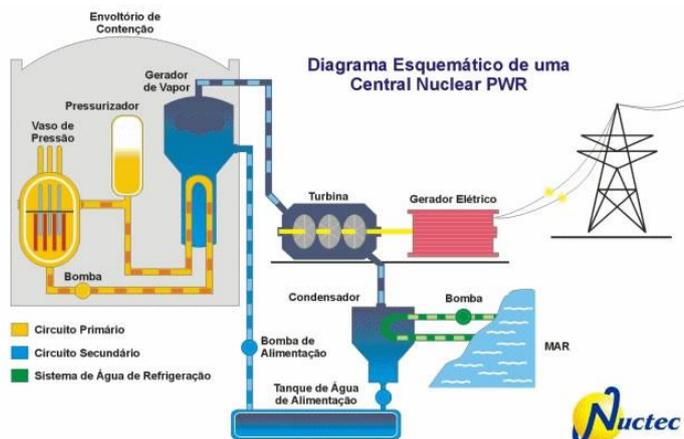
do carro roubado com o material radioativo para não abrirem o recipiente que contém Selênio 75.

d- O símbolo da radioatividade presente no carro roubado é perfeitamente conhecido por todos da população, como indicativo de transporte de material radioativo.

e- O poder de emitir radiação do Selênio 75 é superior ao do Césio 137.

2- Para nos ajudar a enfrentar a falta de energia ocasionada pelas secas que ocorrem ano após ano, outras fontes de energia poderiam ter sido pensadas para nosso país. Hoje, temos Angra I e II, poderíamos ter outras opções. Embora não seja uma fonte de energia sustentável, teríamos mais alternativas.

Para entender um pouco dessa forma de geração de energia, vejamos o caso de Angra II, que utiliza um reator do tipo PWR (Pressurized Water Reactor). O sistema PWR é constituído de três circuitos: o primário, o secundário e o de água de refrigeração. No primeiro, a água é forçada a passar pelo núcleo do reator a pressões elevadas, 135 atm, e à temperatura de 320°C. Devido à alta pressão, a água não entra em ebulição e, ao sair do núcleo do reator, passa por um segundo estágio, constituído por um sistema de troca de calor, em que se produz vapor de água acionando a turbina que transfere movimento ao gerador de eletricidade. Na figura a seguir, estão indicados os vários circuitos do sistema PWR.



Considerando as trocas de calor que ocorrem em uma usina nuclear como Angra II, é correto afirmar que

a- O calor removido do núcleo do reator é utilizado integralmente para produzir trabalho na turbina.

- b- Uma parte do calor fornecido pelo núcleo do reator realiza trabalho na turbina e outra parte é cedida ao sistema de refrigeração.
- c- O calor do sistema de refrigeração é transferido ao núcleo do reator através do trabalho realizado pela turbina.
- d- Todo calor fornecido pelo núcleo do reator é transformado em trabalho na turbina e, por isso, o reator nuclear tem eficiência total.
- e- O calor do sistema de refrigeração é transferido na forma de calor ao núcleo do reator e na forma de trabalho à turbina.

3- Cálcio é um dos elementos principais da estrutura óssea dos seres humanos. Uma doença muito comum em pessoas idosas é a osteoporose, que consiste na desmineralização óssea causada pela perda de  $^{20}\text{Ca}$ , provocando fraturas frequentes e encurvamento da coluna vertebral. Uma das formas utilizadas pelos médicos para estudar a osteoporose consiste em administrar aos pacientes uma dieta contendo sais de estrôncio e acompanhar a absorção do mesmo pelo organismo. O estrôncio tem a capacidade de substituir o cálcio em seus compostos. Uma alternativa a sais de estrôncio no procedimento anterior para estudar a osteoporose é utilizar sais de cálcio radioativo. O isótopo 47 desse elemento, por exemplo, decai emitindo uma partícula beta formando

Dados: números atômicos: Ar = 18; K = 19; Ca = 20; Sc = 21; Ti = 22.

- a-  $\text{Ti}_{22}^{51}$
- b-  $\text{K}_{19}^{47}$
- c-  $\text{Ar}_{18}^{43}$
- d-  $\text{Sc}_{21}^{47}$
- e-  $\text{Ca}_{20}^{47}$

4- Angra 3 é a terceira das usinas nucleares que deu origem à Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, localizada na Praia de Itaorna e que está em fase de instalação. Como Angra 2, terá um reator de água pressurizada (Pressurized Water Reactor), potência de 1405 MW, e projeto da Siemens/KWU, atual Areva NP. Após ter tido sua construção paralisada nos anos

80, foi anunciada a retomada de seu desenvolvimento a partir de Setembro de 2008 e entrará em operação em 2018. Será capaz de gerar mais de 12 milhões de megawatts-hora por ano, energia suficiente para abastecer as cidades de Brasília e Belo Horizonte durante o mesmo período. Com Angra 3, a energia nuclear passará a gerar o equivalente a 50 % do consumo do estado do Rio de Janeiro.

Disponível em <<http://www.eletronuclear.gov.br/Aempresa/CentralNuclear/Angra3.aspx>>

Com relação à produção de energia nuclear,

- a- Um dos riscos é o transporte de urânio, já que é explosivo.
- b- Uma das vantagens é o fato de o urânio ser encontrado em sua forma metálica na natureza.
- c- Uma das desvantagens é o fato de depender da sazonalidade climática.
- d- Uma das vantagens é o fato de os custos operacionais serem muito baixos.
- e- Uma das vantagens é o fato de o urânio ser uma fonte concentrada de energia.

5- A descontaminação de pessoas que entram em contato com material radioativo é feita de acordo com o grau da contaminação. Se a contaminação não for alta, a pessoa passa primeiramente por um processo de **lavagem com água, sabão e vinagre**. É importante ressaltar que a água utilizada também é controlada, pois conterà radioatividade após o processo.

Uma segunda indicação é **umentar a sudorese**, ou seja, o suor do corpo das pessoas contaminadas, por meio de exercícios físicos em esteiras ergométricas ou através do uso de saunas. Em muitos casos, só esses métodos já servem para descontaminar as vítimas e elas são liberadas.

Já em casos mais graves, nos quais o material radioativo ficou muito tempo em contato com a pele e foi absorvido pelo organismo, a pessoa passa a ser monitorada. Nesses casos, realiza-se um tratamento com ingestão do sal **Azul de Prússia**, também denominado **Radiogardase**. Esse medicamento de origem alemã é absorvido pelo tubo gastrointestinal e é de baixa toxicidade, funcionando como uma resina de troca iônica. Ele faz com que o cézio, que é excretado por via urinária, passe então a ser também eliminado pelas fezes.

Se o Azul da Prússia for administrado 10 minutos após a contaminação radioativa, reduz-se a absorção de cézio em 40%. Mas se isso não acontecer, seu efeito diminui, sendo que ele conseguirá captar 35% do cézio radioativo no organismo.

No acidente com o Césio 137, em Goiânia, foram produzidas grandes quantidades de Azul da Prússia, pois este havia sido utilizado antes nas vítimas de Chernobyl, que também foram contaminadas por cézio (subproduto da fissão). Em Goiânia, ele foi aplicado na superfície do corpo das vítimas e dos materiais radioativos. Na época não era possível ingeri-lo porque isso dependia ainda de ensaios toxicológicos e um mínimo de cinco anos de estudos comprobatórios.

Na época do acidente, os farmacêuticos da Marinha do Brasil conseguiram desenvolver outro medicamento, o **Ferrocianeto de Ferro e Potássio —  $\text{FeK}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$** —, capaz de absorver 90% do cézio no organismo, como mostrou um teste realizado *in vitro*. As pesquisas e ensaios clínicos desse medicamento continuam sendo realizados.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. Química nuclear

Com relação ao texto e aos impactos causados pela utilização da energia nuclear, podemos afirmar que

- a- O ser humano vem intervindo no ambiente, por exemplo, utilizando a energia nuclear sem observar os seus riscos, somente se importando com seus benefícios.
- b- A ingestão do Azul da Prússia, na descontaminação radioativa de pessoas contaminadas com o cézio 137, reduz a absorção entre 35% a 40% no organismo, independentemente do tempo da exposição.
- c- A descontaminação é feita a partir do momento que ocorre qualquer exposição de um material radioativo em qualquer quantidade ou nível; assim, basta a pessoa passar por uma lavagem com água, sabão e vinagre.
- d- Avaliando o grau de contaminação por elementos radioativos, o homem vem revendo riscos e benefícios na utilização da energia nuclear, bem como no desenvolvimento de novas técnicas de manuseio, controle e tratamento de materiais radioativos.

e- A utilização do Azul da Prússia em Goiânia foi indicada, pois este havia sido utilizado antes nas vítimas de Chernobyl, sendo esta a única maneira de descontaminação radioativa mais efetiva.

Questão discursiva: Maior acidente radiológico do mundo. Leia a reportagem que está no link abaixo:

<https://g1.globo.com/goias/noticia/cesio-30-anos-serie-do-g1-goias-reconta-o-maior-acidente-radiologico-do-mundo.ghtml>

Com relação a esse acidente tratado na reportagem, quais intervenções você acredita que podem ser feitas para evitar acidentes futuros?

## **Apêndice 2 : Transcrição das interações realizadas no 3º ano do colégio número dois**

1- Professora: Bom dia. Eu vou mostrar a imagem que era pra vocês terem visto certinho no experimento, só pra gente comentar. Fala um de cada vez quais as dificuldades que vocês sentiram na hora que vocês entraram no site pra pegar os dados, quais foram as dificuldades? (professora mostra a imagem do experimento remoto)

2- Silêncio

3- Professora: Vocês viram essa imagem (professora aponta a imagem do weblab). Aqui é a distância, esse aqui é o motorzinho que vai pra frente e vai pra traz, certo? E aqui está a amostra radioativa, dentro dessa caixinha. E aí o que era pra vocês irem fazendo?

4- Aluno 1: Mudando a distância.

5- Professora: Você vai mudando a distância aqui, conforme você quer, e cada um faria do jeito que quisesse a distância que quisesse, e aí você anotava. Por exemplo, 10 cm, você parou o carrinho aqui.

6- Aluno 2: Foi difícil parar o carrinho.

7- Professora: Sim, mas você não precisa parar numa distância exata, você poderia clicar para parar e onde ele parasse você anotava.

8- Aluno 3: O meu não apareceu isso.

9- Aluno 4: Nem no meu.

10- Aluno 1: Sabe aquele quadradinho ali em cima? O meu não apareceu.

11- Professora: Gente teve essas chuvas e lá caía a internet, está lá no ITA. Deu problema nesses dias, eu fiquei o tempo inteiro entrando e falando com o aluno que estava lá me ajudando. Agora de manhã mesmo, estava dando problema e eu já falei com ele e resolveu. A questão é, quais as dificuldades vocês sentiram, fala pra mim?

12- Silêncio

13- Professora: Dificuldade técnica? Tipo, não funcionou o que?

14- Aluno 1: Eu não consegui mexer nisso aí. (aluno refere-se a barreira)

15- Professora: Pra você não apareceu isso?

16- Aluno 5: Professora quando você vai ver aparece os últimos 100 pontos ali embaixo no site, você vai ver os mais recentes e estão lá embaixo, daí você coloca lá pra baixo, só que ele já atualiza, daí não volta pra cima, você não consegue ver direito o que está lá embaixo.

17- Professora: Mas aqueles pontos a gente não ia usar pra nada.

18- Aluno 5: É porque eu tentei, eu coloquei um relógio de Brasília, oficial. Aí quando passava no ponto eu marquei o horário, daí eu fui ver e também tentar ver lá por baixo.

19- Professora: mas gente o dado que eu queria que vocês pegassem não era o tempo.

20- Aluno 5: Sim, sim, mas é porque eu marquei a distância no horário que estava.

21- Professora: Ótimo. O ponto que eu queria que vocês pegassem era a intensidade versus distância. Então você olhava a intensidade no gráfico que estava aqui olha (professora aponta para o gráfico da intensidade x tempo). Esse gráfico aqui ao lado.

22- Alunos: Isso mostrava.

23- Professora: Esse gráfico aqui, por exemplo, aqui está 68, então a intensidade pra essa distância com a barreira, está vendo que a barreira está pra baixo aqui, vamos subir a barreira.

24- Alunos: Isso também não funcionou não.

25- Aluno 3: Professora agora faz sentido, porque eu clicava aí e não mudava nada

26- Professora: Subiu a barreira. Quando sobe a barreira, veja, já deu um salto aqui na intensidade de radiação, foi pra 80. Está vendo? Ou seja, a barreira estava impedindo a radiação.

27- Aluno 5: O meu deu 84 e 80 com a barreira.

28- Professora: Já aumentou de novo agora, 84. Tá certo. Então, o que eu queria que vocês olhassem aqui. Primeiro vocês tiveram dificuldade técnica. Alguém teve dificuldade de compreender o que estava sendo feito?

29- Aluno 3: Por causa da dificuldade técnica eu não consegui fazer.

30- Professora: Você não conseguiu ver o experimento. E quem viu o experimento e funcionou certinho, mas mesmo assim não estava entendendo o que estava fazendo? Alguém teve algum problema desse tipo?

31- Alunos: Não

32- Aluno 5: Outra dificuldade técnica também professora é que a noite a luz estava apagada.

33- Professora: tem câmera infravermelha, mas claro que não vai ser cem por cento. Então a câmera infravermelha não funcionou super bem?

34- Aluno 5: Não

35- Professora: Gente, fora isso vocês acharam interessante fazer isso aqui, com uma amostra radioativa, coisa que eu não poderia trazer em sala de aula?

36- Alunos: Sim

37- Professora: uma coisa que eu quero mostrar pra vocês, vejam, olha o pico de radiação que deu aqui, 132, o carrinho está numa distância bem próxima do medidor, então a amostra está bem próxima. Eu vou mostrar pra vocês outro gráfico. Esse é o gráfico que está medindo a radiação do ambiente. Vocês acham que no meio ambiente também tem radiações?

38- Alunos: sim

39- Professora: A gente também está sendo bombardeado por radiações?

40- Aluno 1: Pelo próprio Sol a gente já tem radiação.

41- Professora: Radiação cósmica também. Uma coisa interessante é que esse gráfico foi feito esse ano com o medidor que está no ambiente lá no ITA. E veja o que acontece, tem dias que tem picos de radiação. Dias como hoje, por exemplo, dias nublados e chuvosos a gente tem maior intensidade de radiação, mas normalmente a radiação gira em torno de 30, 40 no dia que teve um pico máximo, vocês viram no experimento com a amostra 80, 82. Ou seja, no meio ambiente também estamos sendo bombardeados por radiação. Mas e aí? É perigoso isso ou não é? O que vocês acham?

42- Aluno 5: Ao longo do tempo é.

43- Professora: Essa do meio ambiente vocês também acham que é perigoso, mesmo em longo prazo?

44- Aluno 1: Sim.

45- Professora: Eu peguei uns dados de um site de radiologia. Nós temos uma radiação aceitável que nosso corpo está adaptado a tomar essa radiação, em torno de 3 Sv por ano, essa é a dose de radiação. Nesse site eu li sobre o exame de raio x. O que vocês acham? É ok ir lá fazer o exame?

46- Aluno 2: Não

47- Professora: Fazer vários exames?

48- Alunos: Não

49- Professora: Você acha que tem haver você fazer mais ou menos exames? Quando o médico fala pra você fazer o exame, você acha que deve tomar algum tipo de cuidado ou não?

50- Aluno 5: Acho que sim.

51- Professora: Que tipo? Que tipo de cuidado vocês costumam ter?

52- Aluno 7: O cara mandou fazer, a gente faz. (risos)

53- Aluno 8: Não, você não vai fazer 20 por ano ne.

54- Aluno 1: Ah sim, você não vai fazer um absurdo.

55- Aluno 9: Faz bastante tempo que eu não faço, eu fazia direto antes.

56- Professora: Outra coisa, vocês acham que quando vocês vão fazer o exame vocês precisam usar algum equipamento de segurança?

57- Alunos: Sim

58- Professora: Vocês usam?

59- Alunos: Não, não sei.

60- Professora: Vocês já usaram alguma vez?

61- Aluno 1: Eu usei quando fiz raio x da boca, aí usei uma roupa de chumbo, essas coisas assim.

62- Aluno 8: Quando eu quebrei o dedo também, ele colocou uma barreira.

63- Professora: Isso, exatamente gente. A radiação ela é acumulativa, você pode tomar até certa dose anualmente. Você pode tomar até determinada quantidade, então, por exemplo, uma pessoa que tem uma doença crônica, que sempre está indo lá fazer exames, pessoa com câncer e precisa estar sempre indo fazer raio x, é algo a se pensar, por que muitas vezes a pessoa está com câncer e vai lá pra tratar aquele câncer, mas aí ela toma mais radiação. Por que vocês acham que a radiação é perigosa?

64- Aluno 7: Ela modifica o átomo

65- Alunos 5: As células.

66- Professora: Isso, ela pode causar mutações no DNA das células. Por isso que ela chama radiação ionizante. Vocês acham que todas as radiações causam isso?

67- Silêncio

68- Alunos 1, 5 e 7: Não

69- Aluno 7: A luz não causa isso, o micro-ondas não causa isso.

70- Professora: Exatamente, nós temos no espectro eletromagnético todos os tipos de radiações, micro-ondas, ondas de rádio a luz visível, certo? E temos o raio x e o raio gama que são as radiações que tem mais energia, e são chamadas de ionizantes, porque elas tem capacidade de ionizar um átomo ou uma molécula, o que seria isso? Ela arranca um elétron. Quando um átomo é atingido por essa radiação, ela tem energia suficiente pra arrancar um elétron daquele átomo. E isso é o que causa as mutações nas moléculas de DNA.

71- Professora: Eu gostaria de falar rapidamente pra vocês sobre a parte histórica das radiações. Primeira descoberta foi dos raios x, lembram?

72- Alunos 1: Do casal?

73- Aluno 5: Não

74- Professora: Foi o Roentgen.

75- Aluno 5: Foi a chapa, ele conseguiu ver a mulher dele.

76- Professora: Isso. Com os tubos de raios catódicos.

77- Aluno 5: Sim, ele colocou a mão na frente e ele viu que atrás, na placa saiu a foto.

78- Professora: Sim, exatamente. Depois disso tem os raios de Becquerel, lembram-se disso?

79- Alunos: Sim

80- Professora: O que são esses raios de Becquerel?

81- Aluno 1: Só lembro o nome dele, mas não sei explicar.

82- Aluno5: Ele colocou sal de urânio...

83- Professora: Isso, ele colou sob uma chapa fotográfica.

84- Aluno 5: E deixou no Sol.

85- Professora: Sim, e ele começou a perceber que na parte que tinha o urânio essa chapa ficava mais manchada, e num dia nublado ele colou essa chapa fotográfica com o urânio numa gaveta e ele percebeu que mesmo assim a chapa estava marcada, e ele entendeu que a única explicação que ele achou foi que o urânio estava emitindo alguma radiação. Então ele lançou essa ideia.

86- Aluno 1: Ele morreu depois por tanta radiação né.

87- Professora: Quase todos os pesquisadores desse período morreram por esse motivo. Vejam aqui a chapa que ele tinha (foto no slide). Depois disso veio a Marie Curie, que na tese de doutorado dela estava interessada nos raios de Becquerel, na natureza desses raios. No meio do trabalho surgiram outros questionamentos, ela começou a se perguntar, será que é só o urânio que tem essa característica? E então ela começou a ver os outros elementos. Começou a estudar a pechblenda e através desse estudo encontrou o polônio e depois o rádio.

88- Aluno 5: Ela e o marido morreram?

90- Professora: Sim, morreram de câncer. Depois veio o Rutherford, que estudou também os raios de Becquerel, e começou a ver as características desses raios. Viu que tinha dois tipos de radiação, que foram batizadas por ele de radiação alfa e radiação beta, que são diferentes. E depois veio Paul Vilarde que estudou a radiação gama, que é uma radiação eletromagnética,

diferente das outras duas que são corpusculares. Aqui coloquei um quadro pra vocês verem os tipos de radiação (professora mostra um quadro comparativo das radiações conhecidas). Agora pra concluirmos essa parte, apenas definindo formalmente o que é uma radiação, é uma forma de energia emitida por uma fonte e que se propaga de um ponto a outro sob a forma de partículas com ou sem carga elétrica, lembra que a radiação gama não sofre nenhum desvio num campo magnético. (Professor mostra no slide a partícula beta, alfa e radiação gama) Outro fato é a energia mínima dessa radiação ionizante, que é cerca de 10 eV, que tem esse poder de danificar células e afetar o material genético. No questionário teve uma questão mais técnica que eu mandei pra vocês, sobre o cálcio, lembram?

91- Alunos: Ah sim.

92- Professora: Emitia uma radiação beta se não me engano.

93- Aluno 2: Isso, radiação beta.

94- Professora: Quando um núcleo pai emite uma radiação beta, ele fica com um próton a mais e o mesmo número de massa.

95- Alunos: sim, no questionário era 47 e 21.

96- Professora: Isso. Gente aqui só pra lembrar, vocês já viram isso aqui, o espectro eletromagnético (professora mostra no slide o espectro eletromagnético ilustrado), onde vocês veem o raio x e o raio gama lá no final. Bom o que eu gostaria que a gente concluísse dessa aula, dessa atividade, basicamente eu queria que vocês tivessem a vivência de fazer o experimento e ver como é a intensidade de radiação, uma coisa importante é vocês compreenderem que a intensidade da radiação é inversamente proporcional ao quadrado da distância, isso faz parte da física, por exemplo, com a força gravitacional acontece a mesma coisa. Eu queria que vocês vissem aqui com esse gráfico (gráfico da radiação emitida no meio ambiente) também pra vocês notarem que a radiação não é algo somente negativo, porque existe essa ideia de que a radiação é perigosa, porém vocês conseguem falar pra mim coisas positivas que obtemos através desse conhecimento da radiação?

97- Aluno 1: Energia

98- Aluno 9: Tem processos de conservação de alimento.

99- Professora: Isso, o que mais?

100- Aluno 5: Detecção de doenças, mas não fazer em excesso.

101- Professora: Exatamente, os exames na medida certa e de forma correta não é de todo negativo, o benefício é maior que o malefício, mas claro que você deve tomar sempre as devidas precauções. Por exemplo, eu vi um médico oncologista falando que a tireoide e os órgãos reprodutores são os que mais sofrem com a exposição da radiação. Se você vai fazer uma radiografia do abdômen, o certo é você proteger com a plaquinha de chumbo as regiões reprodutoras. Tem que tomar cuidado sempre que for fazer um exame de raio x. Verificar com o laboratório para te fornecer esse equipamento de segurança. Outra coisa, a questão da usina nuclear, qual é a opinião de vocês sobre isso?

102- Silêncio

103- Professora: Positiva ou negativa? O que vocês acham? Se o governo falasse que vai construir uma usina nuclear aqui em Guará, vocês seriam a favor ou contra?

104- Aluno 7: Se desse pra construir, sim

105- Professora: Vamos supor que dá pra construir

106- Aluno 7: Eu assino embaixo

107- Professora: Se houvesse um plebiscito pra população, vocês votariam sim ou não? Se houvessem discussões em torno disso, entre amigos e familiares, vocês iriam falar e pensar o que sobre isso?

108- Aluno 5: Ela gera menos resíduos, mas a chance dela contaminar, é bem mais perigoso que qualquer outro, o risco é muito maior.

109- Professora: E o benefício? Vocês acham que vale a pena ou não?

110- Aluno 5: O urânio é encontrado em abundância e ele não é tão caro, em relação aos outros recursos, só que o problema é a segurança, o risco que tem.

111- Professora: A grande questão é fiscalizar a parte da segurança, se está sendo feita adequadamente?

112- Aluno 5: Sim, o descarte do resíduo.

113- Professora: Ok. Vocês lembram daquela reportagem do acidente do césio né, e se vocês tivessem encontrado alguma coisa assim, vocês saberiam identificar que aquilo é material radioativo ou não?

114- Aluno 1: Só se o negocinho estiver brilhando (risos).

115- Professora: O que vocês acham, que cuidados que faltaram naquela situação?

116- Aluno 5: Vigilância.

117- Aluno 10: E também estar preparado pra qualquer vazamento, ou algo que desse um erro, a população já tivesse mais conhecimento.

118- Aluno 11: É acho que foi falta de conhecimento mesmo.

119- Professora: Vocês acham que é por conta da população ser pobre que aconteceu isso?

120- Aluno 7: Não, o hospital que deixa uma máquina com coisa radioativa ali, o pessoal vai e pega.

121- Aluno 5: Foi negligência.

122- Aluno 12: Jogou o lixo no lugar errado.

123- Aluno 5: Se o hospital vai fechar ele já tem que estar preparado pra retirar aquilo e descartar de maneira correta .

124- Professora: Primeiro erro foi o descarte.

125- Aluno 5: E falta de conhecimento.

126- Professora: E falta de conhecimento tanto do símbolo da radiação quanto de entender o perigo real que ela é, porque é invisível.

127- Aluno 1: É a pessoa não vê.

128- Professora: O perigo é invisível, você até vê que o material brilha, mas será que todo material radioativo tem essa característica? Essas aqui que vimos no experimento não estavam brilhando, então não podemos usar só isso como parâmetro. É difícil você saber o perigo da radiação porque é algo totalmente invisível, quem não tem o menor conhecimento, nunca teve

uma aula de química, ou física adequadamente ou algo assim, será que compreende o que é a radiação e os males que ela causa?

129- Aluno 5: Acho que não, até porque aconteceu isso né.

130- Aluno 1: É.

131- Aluno 5: E lá estava falando que a moça viu que as pessoas que estavam perto daquele material começaram a ficar doentes e ela foi pra vigilância sanitária, só que até então por quantas pessoas já se espalhou isso...

132- Professora: Tanto que foi o maior acidente que tivemos.

133- Aluno 5: É.

134- Professora: Nós nem tínhamos a usina nuclear nessa época... (retificando, a usina de Angra 1 começou a operar em 1985 e o acidente com o césio ocorreu em 1987).

135- Aluno 5: É, isso que eu ia falar, não tinha nem a usina nuclear.

136- Professora: Exatamente, veja só, naquele momento a gente nem tinha uma usina, ninguém lançou uma bomba atômica aqui e mesmo assim tivemos esse acidente.

137- Aluno 5: Esse é outro ponto negativo, eles podem usar a radiação pra construir as bombas.

138- Professora: É, esse é outro ponto negativo, que existem as bombas nucleares.

139- Aluno 1: A bomba nuclear se alguém soltar uma, explode o mundo né.

140- Professora: Não, já soltaram e não aconteceu isso, mas todo conhecimento tem essa questão, você estudar genética, por exemplo, também pode ser usada tanto para o bem quanto para o mal. Engenharia, também pode usar para os dois propósitos. O que a gente precisa compreender aqui é que nem tudo é cem por cento vilão ou cem por cento herói. Todas essas coisas que a gente descobre da natureza tem esse dois lados, que vão ser usados por nós. A bomba nuclear não se fez sozinha. Esse descarte feito de qualquer jeito, o negócio não foi parar lá andando sozinho, a questão é de conscientizar não só a população, mas também as pessoas que lidam com esses materiais, os donos de hospitais, entender o risco real disso. Vocês lembram de mais acidentes que vocês já ouviram falar?

141- Aluno 12: Japão, quando aconteceu o terremoto, a usina estourou...não é que estourou, não teve refrigeração adequada.

142- Aluno 5: Deu problema no sistema de refrigeração da usina, aí explodiu.

143- Aluno 12: Até hoje lá é contaminado.

144- Aluno 5: Chernobyl até hoje é ainda, mas lá foi falta de cuidado mesmo, porque foi na época que a união soviética não estava ligando muito pra manutenção da coisa, então eles deixaram decair e chegou naquela situação.

145- Aluno 12: Quando se deram conta já não dava mais tempo.

146- Professora: Esse é outro problema, você tem um governo que está lá cuidando certinho da segurança, aí passa anos e por qualquer outro motivo extra, a usina está lá, só que o governo já é outro, preocupado com outra coisa e negligencia, isso é um perigo também. Isso é mais uma coisa que a população precisa estar a par, o que significa ter uma usina, porque a população toda tem que ser um fiscal, pode entrar o governo que for, mas quem está morando na redondeza, quem está ali e pode ser atingido tem que ser o maior vigilante dessa questão, se realmente está fazendo a segurança adequada, se não está, se está economizando em alguma coisa. As pessoas querem economizar de todo jeito, como esse descarte que houve, joga em qualquer lugar e aconteceu o acidente. Bom, com essa atividade eu queria saber o que vocês já tinham em mente e também que vocês lessem aqueles textos do questionário e respondessem aquilo lá pra já virem com uma noção pra aula. Vocês acham que ler e responder aquelas perguntas ajudou vocês a compreender algumas coisas? A pensar algumas coisas que vocês ainda não tinham pensado? Vir pra aula já sabendo alguma coisa?

147- Aluno 1: É, a gente lembra das coisas que já estudamos antes.

148- Professora: Então vocês acham que fazer o questionário antes foi positivo?

149- Alunos: Sim

150- Aluno 12: Você já vai pra aula com conhecimento, aí você só vai acrescentando. Se você vai pra aula sem nada...

151- Aluno 5: É o que a gente faz (risos).

152- Professora: Então isso foi positivo. E o experimento?

153- Aluno 12: Se eu conseguisse fazer.

154- Aluno 5: Eu achei legal mexer nele, porque é uma coisa que a gente não vê todo dia né.

155- Aluno 4: A régua não apareceu pra mim.

156- Aluno 5: É mais coisa técnica mesmo, acho que são melhorias técnicas, o experimento em si é legal.

157- Aluno 1: E também não tinha muita legenda.

158- Professora: Então vocês acham que faltou uma legenda?

159- Aluno 5: Uma orientação.

160- Aluno 3: É melhorar a técnica mesmo.

161- Professora: Sim. Se vocês tivessem a oportunidade de fazer um curso de Física, ou química, com vários experimentos assim, em todas as aulas, todos os temas, vocês em casa coletarem os dados, sem precisar vir até a escola...

162- Alunos: Sim, bom.

163- Aluno 5: Sim por que eu acho que na realidade aqui, querendo ou não, a gente só tem a teoria, assim a gente vê na prática, dá pra esclarecer algumas coisas.

164- Aluno 7: Só a teoria as vezes é chato, maçante.

165- Professora: Esse experimento especificamente, o que vocês conseguiram ver de alguma forma? Vocês já estudaram radiações em química, em física comentamos um pouco sobre radiação eletromagnética e aqui nessa amostra a gente tem as três radiações sendo emitidas, alfa, beta e gama. Vocês viram alguma coisa de novo? Vocês tinham a ideia de que a distância faria alguma diferença, se você vê algum material radioativo vc vai chegar perto?

166- Alunos: Risos...a gente já tinha essa noção.

167- Aluno 1: Quanto mais perto de uma fonte radioativa mais intensidade você tem.

168- Aluno 5: Até porque tem a distância mínima que você pode chegar nas usinas...mas o legal foi ver a barreira, como muda na hora que você desce a barreira e sobe a barreira.

169- Professora: A barreira foi uma coisa que chamou a atenção?

170- Alunos: Sim.

171- Professora: Vocês viram que realmente funciona, a barreira simula mais ou menos o que vocês colocam de proteção quando vão fazer os exames. É mais ou menos essa ideia. Então deu pra ver bem essa questão?

172- Alunos: Sim.

173- Professora: Bom, de toda forma é importante você compreender o que é a radiação. A população compreendendo bem os riscos vai exigir os devidos cuidados. Como eu já contei pra vocês de quando fui fazer uma radiografia e conversei com o técnico, ele não sabia o que era contador Geiger. Enfim, já que nem todos conseguiram pegar os pontos para montarmos o gráfico, eu vou mostrar pra vocês como seria o gráfico que faríamos, a ideia era colocar os pontos no gráfico e ver que tipo de gráfico sairia e assim entender qual a relação da intensidade com a distância (professor desenha um esboço do gráfico na lousa e escreve a função matemática). A ideia era comparar com os dados que eu trouxe aqui do meio ambiente, que também existe radiação, mas a intensidade é menor. No meio ambiente deu 38 e a intensidade que vemos aqui do dado de vocês foi de 136. Muito obrigada pela participação, encerramos aqui.

### **Apêndice 3 : Transcrição das interações realizadas no 3° e 2° anos do colégio número um.**

1- Professora: Bom dia, vamos iniciar essa atividade que vocês já fizeram previamente o questionário que eu enviei e depois o experimento que foi proposto pra vocês, certo? Apenas alguns de vocês, na verdade poucos, não fizeram o questionário ou o experimento, então nossa aula vai fluir bem. O tema da aula como vocês já viram é radiações. Vocês sabem do que se trata? Quando fala em radiações, vocês imediatamente já pensam em alguma coisa, o que vem a mente de vocês?

2- Aluno 1: Raio solar.

3- Professora: E vocês, o que mais?

4- Aluno 2: Aquele acidente de Goiás.

5- Alunos: O cézio.

6- Aluno 3: Câncer.

7- Professora: O que mais vem à mente de vocês?

8- Aluno 4: Partícula alfa e beta.

9- Aluno 5: Exame raio x.

10- Aluno 6: Gama.

11 – Aluno 7: Aula de Física mesmo.

12 – Professora: Vocês acham que radiação é um tema referente apenas ao conteúdo de Física? Ou Química?

13 – Silêncio.

14 – Professora: Vocês acham, por exemplo, que é importante que as pessoas no geral saibam o que é isso? Ou não, é algo que só serve pra fazer prova de vestibular e etc?

15 – Alunos: Não, senão vai acontecer o cézio “2” agora.

16 – Professora: Como é?

17 - Alunos: Tem que saber pra não acontecer de novo.

18 – Aluno 8: Eu acho que não precisa estudar, mas pelo menos o básico.

19 – Professora: Vamos supor que aqui em Lorena está tudo certo pra construir uma usina nuclear, vocês seriam a favor ou contra a essa construção?

20 - Aluno 9: Depende.

21 - Alunos: Contra.

22 - Professora: A maioria seria contra a ter uma usina nuclear na cidade?

23 – Aluno 2: Não sei se eu seria contra.

24 – Professora: Por quê? Vamos supor que houvesse um plebiscito, a usina só seria construída mediante a aprovação no plebiscito, ou seja, a população da cidade que vai votar sim ou não para a construção da usina. Vocês se posicionariam de que maneira?

25 – Aluno 2: Eu seria a favor.

26 – Aluno 10: Contra.

27 – Aluno 2: Acho que eles não iam colocar uma usina totalmente desregulada no meio da cidade.

28 – Professora: Então você acha que tudo bem, não tem problema construir a usina, e vocês gente?

29 – Aluno 11: Eu sou contra.

30 – Aluno 4: Olha em volta de Lorena vai ter um “Homer Simpson” lá trabalhando, então eu acho que não.

31 – Aluno 2: Mas se for uma coisa séria, tipo uma empresa direita, não tem problema nenhum.

32- Aluno 8: Eu acho que o problema não é a instalação em si, o problema é como vai selecionar direito quem vai trabalhar lá ou não e como vai ser feita essa construção, porque a gente sabe que muita coisa aqui no Brasil, considerando não só o governo de Lorena, muitas obras são feitas de qualquer jeito.

33 – Professora: Então você acha que seria feito de qualquer jeito.

34 – Aluno 8: E que pode dar problema no futuro.

35 – Professora: Você não confia no nosso governa ou numa empresa brasileira para gerir e manter essa usina?

36 – Aluno 2: Em se tratando de Brasil não dá.

37 – Aluno 8: Eu acho que a questão é pegar e fazer direito.

38 – Aluno 4: Angra 1 e Angra 2 é cria da ditadura.

39 – Aluno 8: E que era um governo que querendo ou não fiscalizava melhor essas coisas, porque eles eram muito nacionalistas.

40 – Aluno 12: Se não é vantajoso para os políticos, se não vai dar lucro pra eles, eles não vão investir. Muitas coisas já poderiam ter sido feita, mas eles não investem porque não é lucrativo.

41 – Professora: Então primeira coisa no geral que todo mundo está levantando é uma desconfiança sobre quem vai construir isso e como vai ser administrado. Então existe um sentimento de vocês de desconfiança em relação ao Estado que vai gerir, construir, e é uma coisa que vai permanecer aí, então troca de governo e a segurança e o investimento tem que continuar acontecendo, esse realmente é um problema que tem que ser pensado. Ótimo. Vocês saberiam dizer, por exemplo, para uma pessoa que perguntasse a vocês no meio dessa discussão toda “mas o que é radiação?”, vocês saberiam explicar pra alguém?

42 – Aluno 12: Não.

43 – Professora: Vocês saberiam falar para seu vizinho, para seu familiar quando houvesse essa discussão? Porque quando tem um plebiscito, ou algo assim na cidade, todos falam sobre o assunto e vocês como alunos que estão formando ou estão no ensino médio, estudando Física e Química, vocês saberiam dizer alguma coisa sobre isso? No sentido de argumentar a favor ou contra, não apenas por ser contra o governo ou algo assim, mas com argumentos técnicos e científicos.

44 – Aluno 8: Eu acho que o argumento que eu usaria seriam os dejetos, o lixo tóxico, como armazenar de forma segura, até chegar num ponto onde não é mais radioativo.

45 – Aluno 7: Eu não tenho nenhum argumento técnico de Física ou Química.

46 – Professora: Vocês estudaram radiações com o professor de Química, certo? Menos o segundo ano.

47 – Alunos: Sim.

48 – Professora: Eu vou falar pra vocês bem rápido, só pra vocês contextualizarem como surgiu esse conhecimento, quem são as pessoas que estudaram isso e o que aconteceu com essas pessoas. Nós sabemos que a maioria dos cientistas que lidaram com as radiações morreram de câncer, porque na época ainda não tinha o entendimento do perigo que era a manipulação sem nenhuma proteção. Acompanhem no slide. A primeira coisa foi a descoberta dos raios x pelo Roentgen que é da época de 1920. Ele descobriu o raio x por acaso, por isso ele colocou o nome de raio x, porque era um raio que ele não sabia explicar o que era, ninguém conhecia ainda. Ele estava fazendo experimentos em tubos de raios catódicos e então ele percebeu que tinha outro raio com alcance maior e ele não sabia o que era, então ele chamou esse raio de raio x.

49 – Professora coloca um vídeo curto sobre a descoberta de Roentgen.

50 - Professora: Esse foi um vídeo pra contextualizar vocês. Esse foi o primeiro Nobel de Física, em 1901, o Roentgen ganhou merecidamente por essa descoberta. Ele percebeu, como vocês viram ali nos próprios testes que eles estavam fazendo, que ele colocou a mão por acaso e viu o que poderia ser a “fotografia dos ossos da mão”, ele testou também com a mulher dele. Ninguém ainda entendia o que eram esses raios, se isso poderia fazer mal ou não, justamente por isso Roentgen colocou o nome de raio x. Depois veio os raios de Becquerel, vocês chegaram a estudar isso?

51 - Alunos: Não.

52 - Professora: O Becquerel nasceu em 1852 e morreu em 1908, ou seja, ele e o Roentgen viveram na mesma época. Becquerel deu continuidade aos estudos do pai dele. Ele depositou sal de urânio sobre uma chapa fotográfica e deixava no Sol, então ele percebia que a chapa ficava marcada, mas um dia ficou nublado e ele pegou essa chapa e colocou na gaveta, no dia seguinte reparou que mesmo assim a chapa também ficou marcada no lugar que estavam os sais de urânio, a única explicação que ele achou era que os próprios sais de urânio é que estavam emitindo alguma radiação, vejam só, como que pode ele ter colocado na gaveta, tudo

escuro e mesmo assim a chapa ter ficado marcada? Bom, Becquerel lançou essa ideia no seu doutorado. Vejam a chapa fotográfica de Becquerel (professora mostra as imagens no slide). Ele concluiu que esse evento só poderia ter sido explicado pela emissão espontânea dos raios de urânio. Então Becquerel lançou essa ideia. Depois disso veio a Madame Curie, que em seu doutorado se interessou pelos raios de Becquerel. Ela queria estudar a natureza dos raios de Becquerel, essa era a proposta da tese de doutorado dela, mas no meio do caminho surgiram outras questões, será que só o sal de urânio que emite os raios de Becquerel? Será que outros elementos também tem essa característica? Foram as dúvidas que começaram a surgir, e nessa altura o marido da Madame Curie também entrou na pesquisa e os dois começaram a pesquisar juntos outros elementos que também poderiam emitir os raios do sal de urânio. Estudando a plechblenda, eles viram que esse elemento emitia uma radiação muito maior do que só o urânio era capaz de emitir, então ela começou a perceber que havia outro elemento na composição da plechblenda que estava emitindo muito mais radiação que o urânio, ela conseguiu separar os elementos e batizou esse novo elemento de polônio, em homenagem a sua terra natal a, Polônia. Então o casal continuou em busca de mais outros elementos que poderiam também emitir radiação. A partir da plechblenda eles encontraram outro elemento também naturalmente radioativo, o radio. Ela ganhou o prêmio Nobel de Física e Química por ter descoberto esses elementos, determinar a massa atômica do radio e que ele é naturalmente luminoso. Porém, a consequência é que tanto ela como o marido, morreram de câncer. Até esse momento ainda não se sabia o que era isso, que era perigoso, então as pessoas estudavam esses elementos sem nenhuma proteção, sem nenhum cuidado, aliás, nem se sabia que cuidados deveriam ter. Depois disso veio o Rutherford, que também se interessou por esses raios de Becquerel e a pesquisa dele foide entender a natureza dos raios de Becquerel , ele percebeu que esses raios, na presença de um campo magnético, se desviavam para um lado ou para o outro. Vocês que estudaram eletricidade e magnetismo, quem sofre um desvio quando é colocado num campo magnético?

53- Aluno 12: Ímã?

53- Aluno 8: Polo sul e polo norte? Corrente elétrica?

54- Professora: Uma carga elétrica, não é isso? Positiva ou negativa. Então Rutherford percebeu que dos raios de Becquerel um tipo conseguia penetrar mais a matéria do que o outro. Os dois estavam sujeitos a interação magnética, ou seja, ele colocava esses raios na presença de um campo magnético e esses raios sofriam um desvio, o que quer dizer que eles

interagem com o campo magnético, e sofriam desvios em direções opostas. Ele deu o nome dessas radiações de radiação alfa e beta. Então foi o Rutherford, estudando a natureza dos raios de Becquerel, que avançou um pouco mais no conhecimento das radiações. Por último, a radiação gama, que vocês já citaram anteriormente, nos anos de 1900, Paul Vilarde que estudou essa radiação. Esse terceiro tipo de radiação não sofre nenhum desvio na presença de um campo magnético, ou seja, não tem carga nem positiva nem negativa, diferente da radiação beta e alfa. Vilarde deu o nome de radiação gama a esse terceiro tipo. Hoje sabemos que a radiação gama é uma radiação eletromagnética. Lembra que vimos o espectro eletromagnético, que tem o micro-ondas, a luz visível, ultravioleta e os raios x e raios gama? Vejam aqui um quadro que resume o que se tinha de conhecimento das radiações até então (professora mostra o quadro com um resumo das radiações no slide). Por que vocês acham que estamos aqui falando dessa radiação e não do micro-ondas, por exemplo? O micro-ondas também é uma radiação, a luz visível também é uma radiação, essas também são perigosas? O que vocês acham?

55 - Aluno 14: Não se você tomar o devido cuidado né? Não se expor muito.

56 - Aluno 2: Acho que tudo depende da quantidade.

57 - Professora: Elas também são perigosas? Vocês acham que a luz visível, que é uma radiação, micro-ondas que também é uma radiação, perigosas?

58 - Aluno 15: Professora todas as luzes são uma radiação?

59 - Professora: Sim.

60 - Aluno 2: Professora, acho que depende, porque por exemplo tem a radioterapia que é uma coisa super boa.

61- Aluno 15: É.

62- Professora: Então você acha a radioterapia uma coisa super boa?

63- Aluno 8: Não, é boa até um ponto.

64- Aluno 2: Não, senão a pessoa morre de câncer.

65- Aluno 8: Sim, mas tem radioterapia que a pessoa sai da sessão com queimadura na pele.

66- Aluno 2: Sim, mas ou a pessoa sai com queimadura ou a pessoa morre.

67- Aluno 12: Professora o laser também é uma radiação?

68- Professora: Sim, laser é um tipo de radiação, a luz.

69- Aluno 14: Professora eu acho que se você usar da maneira correta não é ruim.

70- Professora: Gente vamos agora entender qual a diferença disso que estamos falando, da radiação gama, radiação beta, raio x, da radiação de micro-ondas, da luz visível. Vamos entender porque uma é diferente da outra. Nós estamos falando de radiação ionizante e não ionizante. Uma radiação ionizante, ou seja, raio x, raio gama, é aquela que tem o poder de ionizar um átomo ou uma molécula, ou seja, tem energia suficiente pra tirar um elétron desse átomo ou molécula. Então a radiação ionizante é que tem o poder de fazer isso com um átomo ou uma molécula, com esse tipo de radiação é que temos que ter total atenção.

71- Aluno 14: A radiação ionizante?

72- Professora: Sim, como ela tem alta energia e consegue fazer isso com o átomo ou uma molécula, ela é que pode ocasionar mutações no DNA das células, e isso é que pode causar um câncer.

73- Aluno 15: Aquela máquina que escurece a pele, ela emite radiação ionizante?

74- Professora: Não, ela emite radiação ultravioleta, que não é ionizante.

75- Aluno 7: É a mesma que usa na radioterapia?

76- Professora: Não.

77- Aluno 7: Porque minha prima fez e ficou toda queimada.

78- Professora: Eu vou mostrar pra vocês o espectro eletromagnético e vocês vão ver as diferenças de energia de cada uma delas (professora mostra no slide o espectro eletromagnético ilustrado).

79- Aluno 2: Professora naquele questionário que você nos enviou não tinha um texto falando sobre um novo tipo de tratamento de câncer com radiação?

80- Professora: Tem, vamos falar sobre isso. Vou mostrar um vídeo curtinho que traz um resumo sobre os tipos de radiação ionizante.

81- Professora coloca um vídeo explicativo sobre radiações ionizantes.

82- Professora: Nesse vídeo vocês viram um resumo do que é a radiação alfa, beta e gama. Então a radiação gama, é uma radiação eletromagnética, ela tem o poder de penetração maior ou menor?

83- Alunos: Maior.

84- Professora: Isso, então a radiação gama penetra muito mais, tem mais energia. E a radiação alfa?

85- Aluno 15: Fica menor.

86- Professora: Ela é a que tem menor poder de penetração, e a radiação beta intermediária. Então é por isso que nos lugares que vocês vão fazer raio x, radioterapia, exames desse tipo, onde se usa radiação ionizante, tem que ter uma proteção de chumbo, ou seja, tanto as paredes, o local, quanto o equipamento, aquele colete que tem que ser usado são equipamentos feitos de chumbo, porque é um material que pode breicar a radiação gama.

87- Aluno 16: E aquele cubo sabe? Aquele negócio...

88- Professora: O equipamento de tomografia?

89- Aluno 16: Isso.

90- Professora: No exame de tomografia você vai ser bombardeado por raio x, por isso o técnico deixa você na máquina e sai da sala, pra ele não tomar aquela radiação.

91- Aluno 16: E eu tomo?

92- Professora: Você toma.

93- Alvorço na sala.

94- Professora: Bom, vocês agora já entenderam o que é a radiação, alfa, beta e gama. Por que a alfa tem menor poder de alcance? Porque ela é mais massiva, tem dois prótons e dois nêutrons. A radiação beta é um elétron, então ela é menos massiva.

95- Aluno 17: Por que quando vamos fazer radiografia temos que tirar brinco?

96- Professora: Pra não ter nenhuma interação, os brincos geralmente são de metal.

97- Aluno 14: Professora você sabe os números atômicos?

98- Professora: Do que?

99 – Aluno 14: Das radiações.

100 – Professora: Da radiação beta é menos um, porque ele não tem próton, a radiação gama tem o número de massa 4 e o número atômico 2.

101- Aluno 12: Nossa eu estou lembrando dessa matéria.

102 – Professora: Vamos entender essa questão que vocês estão com bastante dúvida, a questão do raio x, dos exames, é perigoso ou não, como funciona tudo isso. Na medicina sempre olhamos o custo benefício, qual é o benefício em virtude do malefício, por exemplo, você fazer um exame de raio x traz malefícios? Sim, porque você vai se bombardeado por raios x, e o raio x é uma radiação ionizante.

103 – Aluno 8: Professora por isso que mulher grávida não pode fazer radiografia?

104 – Professora: Mulher grávida faz em último caso, porque tem um feto em formação dentro dela.

105 – Aluno 12 – Se a mulher estiver grávida e fizer radiografia ela corre o risco de perder o bebê?

106 – Professora: Não vou dizer perder, não sei te dizer se há o risco de perder, acredito que depende do período que a mulher está, mas pode ocorrer alguma mutação no DNA das células que estão se formando.

107 – Aluno 12: Tipo uma má formação.

108 – Professora: Lembre do que a radiação ionizante faz, ela tem o poder de ionizar as moléculas, o que pode causar mutações no DNA das células da criança que está em formação. Mas vamos entender então porque é permitido que a gente faça exame com raio x, se estamos falando que é perigoso, porque fazemos? A questão é o benefício. Claro que se você tem uma dorzinha qualquer e já quer fazer uma tomografia ou um raio x, é óbvio que, se neste ano você teve algum problema e você já fez vários exames de raio x e o médico que você vai indicar novamente pra você fazer o exame, você tem que avisá-lo que já fez muitos exames com raio x neste ano. Uma coisa importante é que a radiação é acumulativa no seu organismo, se você fizer um exame com raio x por ano, não vai ter nenhum problema, mas se você fizer vinte, trinta exames aí sim pode ser perigoso, porque quanto mais exposto você estiver à radiação

mais chance de ocorrer alguma mutação na sua célula e isso pode virar um câncer. Eu li um estudo de um médico oncologista falando que nos EUA estima-se que muitos casos de câncer é decorrente de excesso de exposição a exames com raio x.

109 – Aluno 8: Como eles fazem exame de raio x lá!

110 – Professora: Excesso de exame com raio x, nós temos que tomar cuidado com o excesso de prescrição para fazer o exame. Outra coisa importante, vocês sabem quais os órgãos que devem ser mais protegidos quando você vai fazer o exame de raio x?

111 – Aluno 2: Tireoide.

112 – Aluno 8: Pâncreas?

113 – Aluno 4: No que afetaria?

114 – Professora: Por exemplo, a medula é um órgão que deve ser protegido, pois é um órgão de fabricação das células sanguíneas, uma mutação ali e você pode ter leucemia.

115 – Aluno 2: A mulher também tem que ter uma proteção por causa do câncer de mama.

116 – Professora: Isso, uma coisa importante é proteger a tireoide.

117 – Aluno 14: Como que protege?

118 – Professora: Hoje nós já sabemos como protege, com o equipamento de chumbo. Os locais de exames tem que te oferecer um equipamento, que parece uma gargantilha, que você coloca no pescoço e é feito com chumbo.

119 – Aluno 8: O pâncreas também?

120 – Professora: Não, outra região que tem que ser bastante protegida também são os órgãos reprodutores, as gônadas, os ovários, pois são órgãos responsáveis por reproduzir células e se você toma esse tipo de radiação ali, pode ocorrer mutações. Então quando você for fazer um exame de raio x, e por exemplo, o exame for do seu abdômen, você tem que pedir uma proteção para sua tireoide e para os seus órgãos reprodutores.

121 – Alunos: Nunca deram esse equipamento.

122 – Professora: Então você pede. As mulheres quando vão fazer a mamografia, que também usa raio x, o certo é usar o protetor da tireoide. Hoje em dia as máquinas são muito modernas,

a intensidade da radiação emitida já não é tão alta quanto antigamente, as máquinas mais antigas eram muito piores, hoje não, as máquinas tem uma mira muito boa, mas é algo invisível, você vai se arriscar? Eu prefiro colocar o equipamento de segurança. São precauções que as pessoas não sabem que tem que tomar, espero que vocês a partir de agora, quando forem fazer os exames, lembre-se que o exame de raio x não é qualquer coisa, você deve fazer apenas quando realmente for necessário. As pessoas que tem doenças crônicas tem essa dificuldade. No hospital de Barretos, que cuida de pessoas com câncer, já toma precauções pra fazer o menor número de exame possível, principalmente nas crianças. Elas já estão indo lá tratar o câncer, e o médico joga radiação o tempo inteiro, porque tem que fazer vários exames com periodicidade, então eles já tomaram medidas pra diminuir a quantidade de exame que essas pessoas fazem. Então você que não vai ficar fazendo exame de raio x por qualquer coisa.

123 – Professora mostra o espectro eletromagnético ilustrado.

124 – Professora: Aqui o espectro eletromagnético que eu falei pra vocês .

125 – Alunos: Essa imagem eu lembro.

126 – Professora: Vocês já viram esse espectro, olhem aquele que está circulado (os raios x e gama estão circulados na imagem). Ali é a região de frequência da radiação gama e do raio x, então é uma radiação eletromagnética igual a luz visível, da mesma natureza da luz visível, porém ela tem mais energia, maior frequência. Por esse motivo nós dizemos que são radiações ionizantes, porque tem esse poder de ionizar o átomo e por isso nós temos que ter precauções em relação a ela. Veja, por exemplo, que ondas de rádio e micro-ondas não estão nessa categoria. Então não pense que o seu micro-ondas vai te causar câncer.

127 – Aluno 7: Eu tenho medo de duas coisas, panela de pressão e micro-ondas

128 – Alunos começam a contar histórias de alimentos que explodiram dentro do micro-ondas.

129 – Aluno 15: Eu coloquei papel alumínio e saiu faísca.

130 – Professora: Porque papel alumínio é um metal, não pode colocar dentro do micro-ondas. Essa questão técnica da radiação é importante vocês saberem justamente pra vocês compreenderem como é delicado essa questão, veja que nós falamos aqui de aspectos positivos da radiação, por exemplo, fazer os exames é um aspecto positivo, porém tem que ser

feito com cautela, com uma máquina adequada, proteção adequada, não pode ser feito em qualquer lugar. Tem que ser protegido com paredes de chumbo, inclusive os vidros das portas, porque nós vimos que o vidro não impede a radiação de passar. E você tem ir fazer somente quando for realmente necessário para o seu diagnóstico, principalmente tomografia.

132 – Aluno 14: Eu nunca coloquei nada de chumbo em mim.

133 – Aluno 16: Nem que coloque uma coisa de chumbo, eu não vou entrar nesse negócio não.

134 – Professora: Gente, calma, não é pra você ficar com medo de fazer o exame.

135 – Aluno 17: Eu não estou com medo, mas veja bem, eu fui fazer um exame e não deu em nada, já foi desnecessário, não fez bem pra mim aquela radiação que eu tomei.

136 – Professora: Exatamente, aquela radiação que você tomou não te fez bem. Mas vocês acham que aqui no ambiente que nós estamos tem radiação também?

137 – Aluno 7: Tem o aluno 17 (risos)

138 – Risos

139 – Professora: Vocês acham que aqui no ambiente tem radiação sendo emitida também?

140 – Aluno 16: Tem.

141 – Aluno 2: Não tem uma rádio aqui embaixo? São ondas de rádio.

142 – Aluno 15: Eu já ouvi dizer que se você ficar com o celular no bolso pode ficar estéril.

143 – Alunos: Sim, já ouvi falar isso também.

144 – Aluno 14: Também ouvi que ficar com o celular embaixo do travesseiro faz mal.

142 – Professora: Nunca foi comprovado que esse tipo de radiação causasse esse mal, a radiação que nós sabemos que traz algum perigo são as radiações ionizantes. Essas sim merecem toda atenção. Que são essas que nós falamos aqui, radiação gama, alfa e beta.

143 – Aluno 17: Mas é mentira o que ele falou então?

144 – Professora: Não é questão de ser mentira, não existe nada comprovando até hoje que isso ocorre, que a radiação emitido pelo celular vai te causar algum mal nesse sentido. Gente

outra coisa que eu quero falar com vocês é sobre a usina, lembram? Nós falamos aqui inicialmente sobre a questão da usina. Vamos assistir um vídeo curtinho falando sobre Angra 1 e Angra 2, que são nossas usinas nucleares e está relativamente perto de nós.

145 – Professora coloca o vídeo que é uma reportagem sobre as usinas de Angra 1 e 2.

146 – Professora: Vocês viram no vídeo como funciona a nossa usina nuclear ali em Angra dos Reis. Vocês falaram no início da nossa conversa sobre a preocupação que vocês têm sobre quem vai gerir a usina, que vocês não confiam nos governos que podem gerenciar a usina e etc. Porém nós temos já duas usinas que vocês viram e estão em pleno funcionamento, vocês viram as precauções que foram tomadas e dentre essas precauções, está uma campanha educativa com a população. Quem mora ao redor tem que entender o que está acontecendo ali, concordam?

147 – Alunos: sim

148 – Professora: Tem que saber como funciona e os possíveis perigos que podem existir na usina. Eu não tenho certeza, mas acho que não foi feita nenhuma consulta à população antes de construir a usina, como eu sugeri aqui no início da aula.

149 – Aluno 4: E também o raio de um acidente é mais ou menos 360 quilômetros, e aqui se atravessar a serra, nós seríamos diretamente atingidos.

150 – Professora: Nós também seríamos atingidos pela radiação se houvesse um acidente dessa magnitude na usina.

151 – Aluno 8: Eu acho que fazer essa campanha só no local não é suficiente, deveria ser até um raio direto que pudesse ser atingido.

152 – Professora: Isso, por todas as pessoas que seriam atingidas caso houvesse algum acidente. Outra questão é também o meio ambiente e isso diz respeito a todos.

153 – Aluno 4: Quando passa pela estrada tem uma grande faixa de floresta, aí tem a usina, outra grande faixa de floresta.

153 – Professora: Mas vocês acreditam que, por exemplo, igual a questão do raio x, dos exames que usam raio x, vocês viram que também causam malefícios certo? Não é só benefício, mas por conta desse malefício você acredita que tem que acabar e tirar esse tipo de exame?

154 – Aluno 4: Se houver um meio mais eficiente que não traga problema, acho que sim.

155 – Professora: Se houver outro meio, sim, porém se não houver, ok.

156 – Aluno 8: Mas acho que seria a proteção, que não se houve falar.

157 – Professora: Sim, não se houve falar, porém agora vocês já ouviram falar. Mas e em relação à usina nuclear? Como foi dito no vídeo, um benefício da usina nuclear é ser possível gerar uma grande quantidade de energia em um espaço menor, com poluição menor. O carvão polui muito mais. O princípio de funcionamento da usina nuclear é igual a de uma termoelétrica, já estudamos sobre isso, porém aqui tem uma grande quantidade de energia concentrada, o benefício do urânio é que ele é facilmente encontrado na natureza e ele tem muita energia concentrada.

158 – Aluno 15: Como que consegue urânio?

159 – Professora: Nas rochas. Por que o urânio no meio ambiente não é tão perigoso? Vocês já estudaram o cálculo do tempo de meia-vida?

160 – Alunos: Sim.

161 – Professora: Então vocês sabem que para o urânio decair naturalmente é demorado, na usina esse processo é acelerado, no reator é onde isso acontece. Ele é bombardeado com nêutron acelerando esse processo, ocorre uma reação em cadeia. Então a questão da usina nuclear realmente, ela é perigosa, vocês chegaram a essa conclusão, eu também acho que é perigosa, tem que haver um cuidado muito grande, porém a gente esquece de pensar que esses locais de exames de raio x também tem que ter os seus cuidados, e a população esquece um pouco desse outro lado. Esses locais, como ocorreu o acidente do césio, que vocês leram na reportagem, qual foi o maior problema que vocês acharam daquele acidente? Qual a situação nesse caso que vocês acham que foi errada?

162 – Silêncio

163 – Professora: Ali houve um descarte de um equipamento.

164 – Aluno 8: Eu acho que foi o descarte inadequado o pior dos problemas.

165 – Professora: Pra você o pior dos problemas foi o descarte inadequado, porém outro problema secundário que ocorreu ali foi a falta de informação da população, o desconhecimento do símbolo de radioatividade, todos conhecem o símbolo?

166 – Aluno 15: Não.

167 – Professora: Se você ver o símbolo de radioatividade você reconhece?

168 – Alunos começam a se questionar.

169 – Professora mostra o símbolo de radioatividade para os alunos.

170 – Alunos: Ah, é esse mesmo, verdade.

171 – Professora: Com certeza o equipamento tinha um símbolo desse. Caso você encontre algo com um símbolo desse, você não vai mexer no material.

172 – Aluno 8: Mas é aquele negócio, nem todo mundo sabe o que quer dizer isso aí.

173 – Professora: É verdade, nem todo mundo sabe, e o que vocês acreditam que poderia ser feito? Seria algo nas escolas?

174 – Aluno 8: Eu acho que seria uma conscientização, não só na escola. Tem coisa que não adianta você ensinar a criança porque tem muitos pais que não dão ouvidos para o que a criança aprende na escola.

175 – Professora: Mas você acha que essa aula, por exemplo, essa conversa que a gente teve.

176 – Aluno 8: Acho que tem que ser uma palestra mais geral, para pais e alunos.

177 – Professora: Essa aula que a gente teve aqui, pra vocês já serviu de conscientização no sentido de que em relação aos seus filhos, as pessoas próximas de vocês terá mais cuidado, principalmente se você encontrar um símbolo da radioatividade, a questão de fazer os exames de raio x.

178 – Aluno 4: Professora qual a diferença dessa símbolo para o de radioatividade? (aluno pesquisou um símbolo através do celular e mostrou a professora).

179 – Professora: Não sei dizer, vamos pesquisar.

180 – Outros alunos pedem pra olhar e também começam a pensar.

181 – Aluno 2: Geralmente esse símbolo está na lata de lixo do hospital

182 – Aluno 8: Eu vejo mais esse em lixo hospitalar e o que você mostrou em equipamentos.

183 – Professora: Isso, o equipamento emite radiação, esse outro é para lixo tóxico. Bom, para encerrarmos, uma coisa que eu quero que vocês me falem é sobre os dados que vocês coletaram no experimento, vamos falar do experimento. Quem fez o experimento, olhou e realmente conseguiu mexer lá, entendeu o que estava acontecendo?

184 – Alunos: Não, nem tudo.

185 – Professora: Quem mexeu fala pra mim o que vocês compreenderam?

186 – Aluno 2: Eu demorei pra entender.

187 – Aluno 18: Eu queria entender porque tinha aquela barrinha, que diferença que fazia?

188 – Aluno 2: É a barreira que abaixava e levantava.

189 – Professora: Isso é a barreira, que diferença vocês acham que faz ter a barreira?

190 – Aluno 2: Eu acho que nenhuma.

191 – Aluno 8: Intensidade.

192 – Aluno 18: Eu não vi nenhuma.

193 – Professora: A intensidade, a barreira é o equivalente a plaquinha de chumbo. Quando coloca a barreira na frente do detector de radiação era pra você ver que a intensidade diminui. A barreira impede a radiação de passar.

194 – Aluno 7: Professora e o que é o cpm?

195 – Professora: É a unidade de radiação.

196 – Aluno 7: Tinha uma diferença grande entre um minuto.

197 – Professora: A medida é feita a cada minuto. E quem teve dificuldade? Falem pra mim quais foram as dificuldades?

198 – Aluno 8: Eu acho que a gente viu um monte de gráfico e um monte de dado e não consegui fazer o negócio.

199 – Aluno 2: A primeira vez que eu entrei, aquela caixinha não estava aparecendo na câmera e eu não conseguia nem achá-la.

200 – Aluno 8: O meu ficou assim e depois apareceu só gráfico e um monte de dados.

201 – Aluno 2: E eu resetava e não ia o negócio.

202 – Professora: E vocês, que problema vocês tiveram?

203 – Aluno 7: Eu não entendi o gráfico direito.

204 – Muitos alunos dizem que não conseguiram entrar.

205 – Aluno 14: Eu não consegui mexer direito, estava travando demais.

206 – Aluno 2: É, pra ir pra frente tinha que clicar mais de uma vez e pra parar você tinha que parar antes.

207 – Professora: Então vocês acharam muito difícil entender o experimento e também tiveram problemas técnicos.

208 – Alunos concordam.

209 – Professora: Olhem nos dados de vocês qual foi a maior intensidade que vocês detectaram?

210 – Aluno 14: 78.

211 – Alunos falam 70, 52, 124, 136.

212 – Professora: Vocês fizeram o experimento com uma amostra radioativa de verdade, a amostra estava naquele equipamento que você podia mover pra frente e pra traz. Elas emitem radiação alfa, beta e gama. O que vocês perceberam quando vocês aproximavam a amostra do contador geiger, a intensidade aumentava ou diminuía?

213 – Alunos falam sem muita certeza.

214 – Aluno 2: Aumentava.

215 – Professora: Isso, aumentava. A intensidade aumenta quando você aproxima. E quando você afastava acontecia o que?

216 – Aluno 18: Professora eu não sei, porque eu via que era muito devagar, as vezes ele não obedecia quando eu mandava ir pra frente ou pra traz.

217 – Aluno 2: Teve uma hora que começou a mexer sozinho e não era eu.

218 – Professora: É ao vivo o experimento, então pode ser que tinha alguém lá no laboratório que mexeu no momento que você estava fazendo o experimento.

219 – Aluno 12: Pode ser que tivesse duas pessoas fazendo a mesma coisa?

220 – Professora: Não, mas pode ser alguém que estava lá no laboratório e mexeu.

221 – Aluno 2: Professora impossível eu entrei onze da noite.

222 – Aluno 8: Teve uma hora que o mouse parou de mexer, parou de funcionar .

223 – Professora: Pessoal olhem esse gráfico que estou mostrando a vocês, é o gráfico da radiação detectada no ambiente, esse detector está lá no ITA. Vejam, é a radiação detectada no ambiente, ou seja, não está próximo a nenhum material radioativo. O pico de radiação que foi detectado é de 38, 40, que ocorre em dias nublados e chuvosos. Vocês falaram dos dados de vocês em torno de 100, 120. Vejam que nós estamos expostos o tempo inteiro a radiação, nosso organismo, os animais, os seres vivos que estão aqui no planeta estão adaptados a uma certa quantidade de radiação. Não posso pensar que a radiação é negativa e não quero tomar nenhum tipo de radiação, não tem jeito, você está exposto à radiação no meio ambiente. A grande questão é o tipo de radiação que você está sendo exposto, falamos aqui da radiação ionizante que é preocupante e durante quanto tempo ou quantas vezes você será exposto a essa radiação, então existe um valor permitido. Inclusive quem trabalha, os técnicos em radiologia, que trabalham em um ambiente de radiação, usam um equipamento no colete deles que mede a radiação que eles tomaram no decorrer de um período. Existe todo um cuidado pra quem trabalha nesses laboratórios.

224 – Aluno 8: Professora eles ganham muito bem e é pouca gente que sabe.

225 – Professora: Sim, mas porque é assim? Ganha bem, tem pouca gente na área.

226 – Aluno 8: Porque é perigoso.

227 – Professora: Realmente, o risco é muito grande.

228 – Aluno 4: Aposenta mais cedo.

229 – Professora: Sim, porque tem periculosidade. Agora me digam o que vocês acham, por exemplo, do profissional da limpeza que está ali perto do laboratório?

230 – Aluno 8: Também é exposto.

231 – Alunos concordam que tem risco também.

232: Professora: Perceba que as vezes nem todo mundo compreende ao que está exposto. O importante aqui, que eu gostaria, é que vocês compreendessem o que é uma radiação ionizante, os perigos e os benefícios desse tipo de radiação, não é somente perigoso, porém não tem só benefício. Existem os dois lados, e é lógico que somos nós que usamos isso, tanto pode ser usado para o mal quanto para o bem. Já vimos a bomba atômica sendo usada. Nós temos que compreender isso e entender também sobre os exames de raio x, que são os que mais estão próximos de vocês.

233 – Aluno17: Evitar fazer muitos.

234 – Professora: Isso, fazer o mínimo possível, se não precisar fazer um exame desse melhor ainda, mas se precisar vá fazer e tome os devidos cuidados. Vai fazer mamografia todo ano, sem problemas, mas use o protetor da tireoide. Use a proteção que existe, não aceite fazer o exame sem nenhuma proteção adequada. Algum comentário que vocês gostariam de fazer?

235 – Aluno 14: Eu achei muito legal.

236 – Aluno12: Eu nunca vi alguém falando de colocar essa proteção.

237 – Professora: Mas é um equipamento de segurança e que vocês viram que tem que ser feito de chumbo.

238 – Aluno 19: Professora uma vez eu fui fazer exame da jugular e eu usei um colete, era muito pesado.

239 – Professora: Sim, isso é o correto. Pra evitar que o resto do seu corpo seja pego por uma radiação secundária.

240 – Aluno20: Quais são os elementos naturais que geram radiação ionizante?

241 – Professora: O Césio, por exemplo, tem os materiais que emitem radiação de forma natural e os elementos artificiais, que foram estudados pela filha da Marie Curie.

242 – Aluno 18: Todos os exames, por exemplo, raio x, radioterapia, tomografia, tem esse perigo? Porque minha avó faz muitos desses exames.

243 – Professora: É imprescindível que ela faça? Essa é uma pergunta que sua família tem que conversar com o médico, além disso é controlar quanto ela faz por ano, nem os médicos hoje sabem dizer quantos exames é aceitável que se faça ou não, porém existe uma dose mínima que a Organização Mundial da Saúde estipula que é aceitável por ano. Lembrando que a radiação é acumulativa, por isso você tem que estar atento com seu médico se realmente é necessário fazer o exame, se o benefício for maior, então faça.

244 – Aluno 18: Quem está com câncer fazendo quimioterapia e faz esses exames pode pegar câncer de novo!

245 – Professora: A radioterapia, que vai jogar radiação direcionada no tumor tem uma mira muito boa, as máquinas são mais modernas e além disso é você usar os equipamentos de proteção existentes.

246 – Aluno lembra da questão do vestibular da UNESP que ele realizou que abordava esse assunto.

247 – Aluno 18: Agora fiquei com medo de fazer essas coisas, se eu tiver câncer e fizer esse tratamento vou ter mais câncer.

248 – Professora: Não, não é assim, nesse caso o benefício é maior que o malefício, além disso a dose de radiação desses exames é muito pequena.

249 – Aluno 18: Nossa, mas cai todo o cabelo do corpo.

250 – Professora: Esses são os efeitos colaterais do tratamento.

251 – Aluno 2: Cai porque queima o bulbo capilar, por isso que cai o cabelo.

252 – Professora: Bom, esses são efeitos colaterais do tratamento, mas vejam que é um tratamento agressivo, mesmo assim você não vai deixar de fazer o tratamento de um câncer com medo de pegar outro.

253 – Aluno 18: Professora a radiação vai no tumor e mata a célula?

254 – Professora: Isso. Veja como podemos usar a radiação para o bem. Sabendo do que ela é capaz você pode usar pra atacar uma célula cancerígena, então não é negativo. Tem o seu lado

positivo e negativo e você tem que ter conhecimento para você poder decidir por você mesmo, você saber se vale a pena ou não. Quando você nunca nem ouviu falar sobre isso, outros é que vão decidir por você. Gente para encerrarmos eu gostaria de partilhar aqui com vocês essa questão da conscientização sobre o tema das radiações, não sei se quando vocês estudaram vocês discutiram sobre tudo isso. Outra coisa era vocês fazerem o experimento ao vivo, como se você realmente estivesse em um laboratório, e com isso vocês viram que tiveram várias dificuldades que vocês me apontaram. Num laboratório real existem também muitas dificuldades, são vários parâmetros que você tem que medir e nem sempre é fácil, no caso de vocês teve situação que a luz não estava tão boa, o equipamento não era preciso. O que eu gostaria era que vocês tivessem a oportunidade de mexer num experimento real e coletar os dados como vocês fizeram. Nós montaríamos um gráfico com os dados de vocês. Nossa intenção era montar um gráfico que teria esse padrão aqui (professora desenha o que seria o gráfico encontrado com os dados). O gráfico da intensidade por distância. E a gente percebe que a intensidade da radiação segue o mesmo padrão que a gente vê, a intensidade é inversamente proporcional ao quadrado da distância. Que outra lei da Física que obedece essa relação de proporcionalidade também?

255 – Silêncio.

256 – Professora: Lembram da força gravitacional? A lei de Coulomb? Lembram que a força elétrica entre duas cargas também é inversamente proporcional ao quadrado da distância? A Intensidade da radiação funciona da mesma forma. Pessoal eu vou mandar pra vocês um questionário, parecido com o que eu já enviei pra vocês.

257 – Alunos não gostam da ideia.

258 – Professora: Não é uma prova, eu peço que vocês colaborem comigo neste segundo questionário para eu ter um feedback sobre nossa atividade.

#### **Apêndice 4 : Modelo do questionário aplicado nos alunos para avaliação da atividade realizada**

Esta atividade está prevista para 30 minutos.

Responda usando seus conhecimentos e sua opinião sobre o assunto.

Escolha 0 para discordo totalmente e 10 para concordo totalmente.

- 1- Com relação à atividade ter sido realizada previamente online e envolver um experimento controlado remotamente, senti-me totalmente motivado.

Discordo totalmente ( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 ( ) 10 concordo totalmente

- 2- Teve algo desmotivador na atividade.

Discordo totalmente ( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 ( ) 10 concordo totalmente

- 3- Sinto-me mais motivado com aulas que envolvem atividades experimentais.

Discordo totalmente ( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 ( ) 10 concordo totalmente

- 4- Ter realizado o questionário previamente me fez sentir mais preparado para a aula.

Discordo totalmente ( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 ( ) 10 concordo totalmente

- 5- A manipulação da atividade via internet foi simples. Não tive nenhuma dificuldade em acessá-la na internet e realizar as tarefas propostas.

Discordo totalmente ( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 ( ) 10 concordo totalmente

- 6- As imagens do experimento estavam claras, a manipulação dos recursos disponibilizados foi simples e rápida. Não tive dificuldade de entender a forma de interagir com o experimento controlado remotamente.

Discordo totalmente ( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 ( ) 10 concordo totalmente

- 7- O questionário prévio, a atividade experimental e a aula foram fundamentais para meu aprendizado.

Discordo totalmente ( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 ( ) 10 concordo totalmente

8- Acredito que apenas o questionário prévio e o experimento já foram suficientes para meu aprendizado.

Discordo totalmente  0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10 concordo totalmente

9- Apesar das atividades realizadas eu não consegui compreender bem o que foi ensinado.

Discordo totalmente  0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10 concordo totalmente

10- Hoje sinto-me capaz de tomar decisões responsáveis e conscientes referente ao uso adequado das radiações ionizantes.

Discordo totalmente  0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10 concordo totalmente

11- Eu gostaria de aprender Física sempre realizando atividades experimentais controladas remotamente.

Discordo totalmente  0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10 concordo totalmente

12- Escreva o que você achou da atividade que foi proposta e se você gostaria de estudar Física com atividades desse tipo.