

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:  
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE**

**MATÉRIA E RADIAÇÃO: ARTICULAÇÃO ENTRE  
FÍSICA E SAÚDE NA PERSPECTIVA DE UMA  
PRÁTICA DOCENTE REFLEXIVA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Darla Fortunato**

**Santa Maria, RS, BRASIL**

**2012**

**MATÉRIA E RADIAÇÃO: ARTICULAÇÃO ENTRE FÍSICA E  
SAÚDE NA PERSPECTIVA DE UMA PRÁTICA DOCENTE  
REFLEXIVA**

**Darla Fortunato**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação em Ciências.**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Inés Prieto Schimdt Sauerwein**

**Santa Maria, RS, Brasil.**

**2012**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências:  
Química da Vida e Saúde**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**MATÉRIA E RADIAÇÃO: ARTICULAÇÃO ENTRE FÍSICA E SAÚDE  
NA PERSPECTIVA DE UMA PRÁTICA DOCENTE REFLEXIVA**

elaborada por  
**Darla Fortunato**

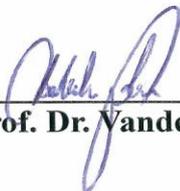
como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Educação em Ciências**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**



---

**Prof.ª. Dr.ª. Inés Prieto Schimdt Sauerwein (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)



---

**Prof. Dr. Vanderlei Folmer (UNIPAMPA)**



---

**Prof. Dr.ª. Marlixe L. B. Santos (UFSM)**

Santa Maria, 28 de Fevereiro de 2012.

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho à minha mãe, Nair Stein Fortunato, que no meio desta minha caminhada foi chamada por Deus, deixando muita saudade e um belíssimo exemplo de mãe carinhosa e dedicada.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar a Deus, que sempre me abençoou com saúde, fé e coragem para enfrentar os obstáculos encontrados.

Ao meu pai, Antonio Fortunato, que esteve ao meu lado em todos os momentos e esforçou-se muito para me proporcionar uma boa educação.

À professora Inés Prieto Schmidt Sauerwein, que aceitou orientar-me neste trabalho e durante a minha dificultosa trajetória foi compreensiva, incentivadora e amiga.

Aos professores que aceitaram fazer parte da banca de defesa: professor Vanderlei Folmer, professora Marlise L. B. Santos e professora Isabel Krey.

Aos amigos que sempre estiveram presentes, em especial à Janete Arnt e ao Rodrigo Mulazzani, que não pouparam esforços para ajudar nos momentos em que mais precisei.

Aos professores, Joecir Palandi e Dartanhan Baldez Figueiredo, que foram indispensáveis para minha formação acadêmica e que além de tudo, demonstraram ser grandes amigos.

À UFSM, que me possibilitou a realização do Curso de Mestrado e a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

## **RESUMO**

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da  
Vida e Saúde  
Universidade Federal de Santa Maria

# **MATÉRIA E RADIAÇÃO: ARTICULAÇÃO ENTRE FÍSICA E SAÚDE NA PERSPECTIVA DE UMA PRÁTICA DOCENTE REFLEXIVA**

AUTORA: DARLA VANESSA FORTUNATO  
ORIENTADORA: INÉS PRIETO SCHMIDT SAUERWEIN  
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 28 de fevereiro de 2012.

Segundo os PCN a Saúde é um tema transversal, isto é, deve permear todas as disciplinas do currículo, nesse caso os professores da disciplina de Física também devem fazer o possível para inserir a Educação em Saúde em suas aulas. Esta pesquisa apresenta e discute a construção, implementação e avaliação de módulos didáticos que relacionam a Física com a Saúde. Esta relação foi feita a partir do Tema Estruturador dos PCN + “Matéria e Radiação”, dentro do qual foi escolhido especificamente o assunto “Radiações Ultravioleta” e, no espaço deste assunto, foi realizada a integração com o tema Saúde. O início da pesquisa deu-se por meio de estudos e leituras de artigos acerca dos temas “Educação em Ciências” e “Educação em Saúde”. Houve a busca de artigos, sobre a integração da disciplina de Física com a Saúde, em periódicos e revistas da área de Ensino de Física e Educação em Ciências, comprovando o número reduzido de publicações com essa interface. A segunda etapa da pesquisa foi a elaboração e implementação em sala de aula de módulos didáticos onde o assunto principal era “As Radiações Ultravioleta e as Consequências para a Saúde” integrando conteúdos de Física Moderna com efeitos biológicos no corpo humano. Os módulos didáticos, foram desenvolvidos em 16h/aula e implementados em uma turma do segundo ano do Ensino Médio de uma escola particular de Rosário do Sul – RS. Durante e após sua implementação, os módulos didáticos foram avaliados por uma prática docente reflexiva, onde os pontos fracos foram analisados com vistas a reelaboração e reestruturação das atividades. As perspectivas de continuidade do trabalho estão no aprimoramento dos materiais didáticos produzidos, expandindo-se a relação de temas de Física com a Saúde.

**Palavras – Chave:** Ensino de Física, Educação em Saúde, Matéria e Radiação, Prática Docente Reflexiva.

## **ABSTRACT**

Master Course Dissertation  
Graduate Program in Education Sciences: Chemistry of Life and Health  
Universidade Federal de Santa Maria

### **MATTER AND RADIATION: ARTICULATION BETWEEN PHYSICS AND HEALTH IN THE PERSPECTIVE OF A REFLECTIVE TEACHING PRACTICE**

According to the PCN Health is a transversal theme, that is, should permeate all curriculum subjects, in this case the teachers of the discipline of physics must also do everything possible to include the Health Education in their classes. This research presents and discusses the construction, implementation and evaluation of teaching modules that correlate to the Health with Physics. This link was made from the Structurer Theme of PCN+ "Matter and Radiation", within which was chosen specifically the subject "Ultraviolet Radiation" and, within this topic was conducted the integration with the theme Health. The beginning of the study was given through studies and reading of articles on the themes "Science Education" and "Health Education". There was the search for articles on the integration of the discipline of physics with the Health in periodicals and journals of "Teaching Physics" and "Science Education", showing the reduced number of publications using his interterface. The second stage of research was the development and implementation, in the classroom, of teaching modules where the main subject was "The Ultraviolet Radiation and Health Consequences" integrating content with Modern Physics and biological effects in the human body. The teaching modules have been developed and implemented in a class of second year of high school a private school in Rosario do Sul – RS. During and after the implementation, teaching modules were evaluated by a reflective teaching practice, where the weak points were analyzed with a view to redesigning and restructuring activities. The prospects for continued work are the improvement of educational materials produced, expanding the list of issues with the Health and Physics.

**Key – Words:** Teaching Physics, Health Education, Matter and Radiation, Reflective Teaching Practice.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura – Espectro eletromagnético .....	17
Quadro 1 – Periódico RBPEC .....	25
Quadro 2 – Periódico CBEF.....	26
Quadro 3 – Periódico RBEF.....	27
Quadro 4 – Periódico C&E .....	27
Quadro 5 – Periódico REPEC .....	28
Quadro 6 – Quadro Módulo 1 .....	30
Quadro 7 – Quadro Módulo 2 .....	32
Quadro 8 – Atividade 1 – questão 1.....	36
Gráfico 1 – Atividade 1 – questão 1.....	37
Quadro 9 - Atividade 1 – questão 2 .....	37
Quadro 10– Atividade 1 – questão 3.....	40
Gráfico 2– Atividade 1 – questão 3 .....	40
Quadro 11– Atividade 2 – questão 1 .....	42
Gráfico 3– Atividade 2 – questão 1 .....	43
Quadro 12– Atividade 2 – questão 2.....	44
Gráfico 4– Atividade 2 – questão 2 .....	44
Quadro 13– Atividade 2 – questão 3.....	46
Gráfico 5– Atividade 2 – questão 3 .....	46
Quadro 14– Atividade 2 – questão 4.....	47
Gráfico 6– Atividade 2 – questão 4 .....	47
Quadro 15– Atividade 3 – questão 1.....	50
Gráfico 7– Atividade 3 – questão 1 .....	51
Quadro 16– Atividade 3 – questão 2.....	52
Gráfico 8– Atividade 3 – questão 2 .....	53
Quadro 17– Atividade 5 .....	54
Gráfico 9 – Atividade 5.....	55

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**EM – Ensino Médio**

**RUV – Radiações Ultravioleta**

**FM – Física Moderna**

**RBEF - Revista Brasileira de Ensino de Física.**

**RBPEC - Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**

**CBEF – Caderno Brasileiro de Ensino de Física**

**C&E – Revista Ciência & Educação**

**REPEC – Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**

**PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais**

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO .....	10
1 INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	12
1.1 Educação em Ciências .....	12
1.1.1 Ciências Naturais .....	12
1.1.2 Ensino de Física e a Física Moderna .....	13
1.2 Educação em Saúde .....	15
1.3 Integração entre Educação em Ciências e Educação em Saúde .....	16
1.4 Temas Estruturadores .....	17
1.4.1 Matéria e Radiação .....	18
1.5 A Física e a Saúde .....	20
1.6 Radiações e a saúde .....	20
1.7 A Radiação Ultravioleta (RUV) .....	22
1.7.1 Equipamentos, Malefícios, Benefícios e Proteção .....	23
1.8 Interdisciplinaridade .....	26
1.9 Prática Reflexiva .....	27
2 DESCRIÇÃO do Processo DE PESQUISA.....	28
2.1 A Pesquisa .....	28
2.2 Construção dos Módulos .....	30
2.3 Implementação dos Módulos .....	31
2.4 Análise e categorização das respostas dos alunos .....	34
3 RESULTADOS .....	35
4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
REFERÊNCIAS .....	67
ANEXOS.....	69

## APRESENTAÇÃO

Esta dissertação está inserida na linha de pesquisa “Educação Científica: Processos de Ensino e Aprendizagem na Escola, na Universidade e no Laboratório de Pesquisa” do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal de Santa Maria. Nesta linha de pesquisa, os estudos realizados envolvem a investigação dos problemas do ensino das ciências, desenvolvendo ações que permitam a interação entre a universidade e a escola.

De acordo com o propósito da linha de pesquisa, este estudo buscou desenvolver atividades capazes de relacionar o Ensino de Física com a Saúde, sendo que os objetivos desta pesquisa são:

- ▲ Pesquisar em revistas e periódicos artigos que relacionem o Ensino de Física e a Saúde.
- ▲ Elaborar módulos didáticos, utilizando recursos educacionais diversos, que relacionem a disciplina de Física com o tema Saúde.
- ▲ Implementar os módulos didáticos em aulas de Física do Ensino Médio.
- ▲ Avaliar a implementação destes módulos.

Buscando atingir tais objetivos, são apresentadas as seguintes perguntas de pesquisa:

1. Que parâmetros um professor da Educação Básica deve considerar para trabalhar com Temas Estruturadores dos PCN+?
2. Como o professor de Física pode integrar a sua disciplina com o tema Saúde, utilizando o Tema Estruturador “Matéria e Radiação”?
3. Sob quais condições um professor poderia implementar uma proposta como a sugerida acima?
4. Como avaliar a prática docente em função da implementação de módulos didáticos que abordem a relação da Física com a Saúde?

Com o intuito de atingir os objetivos apresentados e responder às perguntas propostas,

esta pesquisa apresenta e discute a construção, implementação e avaliação de módulos didáticos que relacionam a Física com a Saúde, bem como os resultados obtidos, incorporando processos reflexivos de minha prática docente realizada. Desta forma, a dissertação tem a estrutura descrita a seguir.

No capítulo 1 é apresentada uma introdução sobre os principais temas desta dissertação, como: educação em ciências, educação em saúde, a integração entre a educação em ciências e a educação em saúde de acordo com os PCN; a relação entre Física e Saúde e a interdisciplinaridade entre Física e Biologia.

No capítulo 2 é descrita a construção dos módulos, a sua implementação em sala de aula, como foi realizada a análise das respostas dos alunos às questões e atividades propostas e como foi feita a categorização dessas respostas.

No capítulo 3 são apresentados os resultados da pesquisa, por meio da análise de cada atividade realizada; e a apresentação desses resultados por meio de quadros e gráficos.

E, para finalizar, o capítulo 4 apresenta as considerações finais que mostram as conclusões do trabalho na perspectiva da prática docente reflexiva; e um panorama de continuidade da pesquisa.

# 1 INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Uma das ideias recorrentes do discurso educativo das sociedades modernas centra-se na importância de uma adequada cultura científica e tecnológica dos cidadãos e na emergência do progresso social que ela pressupõe. Torna-se, assim, importante e pertinente uma adequada Educação em Ciências (Cachapuz et al., 2002).

## 1.1 Educação em Ciências

Segundo Moreira (2003), é necessário fazer a diferenciação entre “Educação em Ciências” e “Treinamento Científico”.

Quando existe uma ênfase nas teorias científicas, no manuseio de equipamentos de laboratório, utilização de método científico e realização de experimentos, está ocorrendo um Treinamento Científico, ou seja, a preparação de um futuro cientista.

Quando a ênfase é formar um estudante capaz de identificar e relacionar conceitos científicos estudados em aula com as tecnologias presentes em seu cotidiano, abordar situações-problema com raciocínio científico, localizar no contexto histórico e social a evolução da ciência está sendo desenvolvida uma Educação em Ciências.

### 1.1.1 Ciências Naturais

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 2002), um conhecimento maior sobre os acontecimentos cotidianos da vida e sobre a natureza permite ao aluno adquirir uma posição a respeito de questões polêmicas como os desmatamentos, a poluição e a transgenia. Este aluno deve ainda conseguir perceber a vida humana e o seu corpo, como um todo, que deve interagir com o meio em um amplo sentido, pois a herança biológica e as condições culturais, sociais e afetivas também refletem-se no corpo. Nesse

sentido, o estudo das Ciências Naturais pode colaborar para a formação da auto-estima do estudante, contribuindo para uma postura de respeito em relação ao próprio corpo e também para o entendimento da saúde como um valor comportamental.

### 1.1.2 Ensino de Física e a Física Moderna

Na maioria das escolas de Ensino Médio os tópicos de física incluídos nos currículos são: Cinemática, Leis de Newton, Termologia, Óptica Geométrica e Eletricidade. Assim, aqueles conteúdos classificados como Física Moderna<sup>1</sup>, acabam ficando de fora, bem como toda a parte de Novas Tecnologias e Física Contemporânea.

Para que seja compreendido o funcionamento da maioria das tecnologias utilizadas em nosso cotidiano é necessário o conhecimento de alguns fenômenos físicos que só foram formalizados no início do século 20. A Física que vem sendo trabalhada nas escolas de Ensino Médio se encontra defasada. Sobre esta questão Terrazzan (1992) diz que

A influência crescente dos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea para o entendimento do mundo criado pelo homem atual, bem como a inserção consciente, participativa e modificadora do cidadão neste mesmo mundo, define, por si só, a necessidade de debatermos e estabelecermos as formas de abordar tais conteúdos na escola de 2º grau. (Terrazzan, p. 209, 1992)

Se estes conteúdos tão importantes e que ajudam no entendimento do funcionamento das novas tecnologias, não forem estudados no Ensino Médio, os alunos deixarão a escola com uma lacuna em sua formação, tanto na área científica como nas áreas social e cultural.

Certamente que esbarraremos em questões como a falta de material didático atualizado, a má formação docente, a escassez de recursos nas escolas, a falta de formação continuada para os professores, entre outros. Porém, cabe a nós professores, tanto universitários como da educação básica, discutir os critérios para a seleção de conteúdos da Física Moderna que devem ser desenvolvidos no Ensino Médio. Uma forma possível de

---

<sup>1</sup> Conjunto de teorias surgido no início do século XX, principiando com a Mecânica Quântica e a Teoria da Relatividade.

construir-se (estabelecer-se) esta discussão seria, por exemplo, através da constituição permanente de uma parceria de trabalho entre Universidade e Educação Básica, na qual haja a incorporação da pesquisa em Ensino de Física nas práticas docentes nas escolas.

A seleção de conteúdos deve partir dos objetivos de ensino que o professor deseja alcançar, ou seja, as competências e habilidades em Física que o aluno deve adquirir com o estudo desses conteúdos. Outra reflexão importante é acerca do nível de profundidade dos tópicos que serão abordados. Segundo Terrazzan (1992),

O processo de seleção dos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea, adequados ao tratamento na física do 2º grau, deve se basear no equilíbrio entre as necessidades que a própria ciência física impõe para que haja consistência na apresentação dos tópicos e para que privilegie leis gerais e conceitos fundamentais. (Terrazzan, 1992)

De acordo com Ostermann e Moreira (2001, p. 136) existe também a questão de que, na maioria das vezes, o conhecimento científico encontra-se em uma linguagem cientificamente rigorosa, difícil de ser compreendida pelos estudantes de nível médio, sendo que os conteúdos são muito densos e que demandam conhecimentos prévios, que até mesmo professores de Física do EM que não estão vinculados a áreas de pesquisa em Física Moderna podem não possuir.

Para Chevallard (1991, apud Pietrocola, 2005), existem três esferas de saber: o Saber Sábio, que é o conhecimento produzido pela comunidade científica; o Saber a Ensinar, que é aquele contido nos livros didáticos; e, o Saber Ensinado, aquele que aparece nas salas de aula.

Para que o conhecimento da produção científica possa ser inserido nas aulas de Física do EM é necessário que se faça uso da “Transposição Didática”. Para os autores Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007), é muito complexo o caminho percorrido pelo conhecimento científico até sua inserção no currículo escolar.

Segundo Pietrocola (2005), “a Transposição Didática é definida como um instrumento eficiente para analisar o processo através do qual o saber produzido pelos cientistas (o Saber Sábio) se transforma naquele que está contido nos programas e livros didáticos (o Saber a Ensinar) e, principalmente, naquele que realmente aparece nas salas de aula (o Saber Ensinado).”

Em vista disso, a seleção de conteúdos de FM a serem inseridos e trabalhados no EM

também requer estudo e pesquisa por parte do professor, individual e coletivamente, de forma permanente dentro da escola na qual atua. Esses conteúdos devem ser escolhidos visando uma relação com o cotidiano vivido pelos alunos, incluindo também a satisfação da curiosidade natural do ser humano. Sempre com a intenção de formar um cidadão capaz de intervir no meio em que vive e compreender a sua realidade social, cultural e tecnológica.

## **1.2 Educação em Saúde**

De acordo com (Candeias, 1997) podemos entender a Educação em Saúde como uma troca de experiências e saberes que levam a ações que conduzem à saúde.

Dessa forma a Educação em Saúde presente nas escolas não pode ser resumida a um detalhamento fisiológico do corpo humano nem a uma lista de normas sobre higiene e prevenção de doenças.

É necessária a implementação de um trabalho interdisciplinar que desenvolva a saúde realmente como um “Tema Transversal” (PCN), ou seja, que possa percorrer todas as disciplinas e ser abordada com eloquência pelos professores das diversas áreas.

A Educação em Saúde visa à mudança comportamental do estudante em relação a sua saúde, ou seja, a valorização de hábitos saudáveis, o conhecimento básico do funcionamento de seu corpo. Também tem como objetivo que o estudante possa fazer uma relação entre seu corpo e a natureza que o cerca, bem como entre seu corpo e as tecnologias presentes em seu cotidiano.

O trabalho com educação em saúde deve desenvolver também no educador uma mudança comportamental, pois quando ele aceita este desafio encontra em seu caminho muitos obstáculos e dificuldades. Um desses obstáculos é a falta de formação adequada para fazer esta relação da saúde com a sua disciplina. Na maioria dos casos o tema saúde é tratado pelo professor de biologia, porque faz parte do currículo da disciplina (corpo humano, doenças, higiene pessoal.). Os professores das outras áreas acabam se isentando desta tarefa.

Uma alternativa para essas dificuldades provenientes da formação inicial e continuada é a prática reflexiva da docência, pois a formação do professor deve ser uma constante em sua vida profissional. Assim a reflexão durante a prática, após a prática e a meta-reflexão podem

ajudar a reformulação do pensamento do professor e também contribuir para uma busca maior de conhecimento e aperfeiçoamento da sua prática docente.

### **1.3 Integração entre Educação em Ciências e Educação em Saúde**

Muitas pessoas ainda têm certa dificuldade em lidar com alguns aspectos da relação saúde/doença. Por vezes percebemos que nos faltam conhecimentos mais específicos para entender e analisar certos quadros de saúde que nos são apresentados pelos profissionais da área. Também, em alguns momentos podemos nos sentir “manipulados” por alguém dito “autoridade no assunto” sem que tenhamos condições de avaliar sua real competência. Com certeza não podemos desejar ser especialistas em todas as áreas que um dia venham a requerer ações e decisões da nossa parte. Por outro lado, não é aceitável o alto grau de ignorância relativa a certos assuntos que nos surgem no dia a dia. É entre os extremos da especialização e da ignorância, que a escola tem o seu papel formativo na cidadania dos estudantes.

A Saúde é um dos temas transversais dos PCN, juntamente com Ética, Pluralidade Cultural, Meio Ambiente, Orientação Sexual e Trabalho e Consumo.

Segundo os PCN, para um entendimento mais amplo da saúde é necessário um conhecimento do funcionamento do corpo humano e da relação entre o corpo humano, o meio ambiente e a qualidade deste meio, sendo que estes conhecimentos são matéria da área de Ciências Naturais. É necessário ter também conhecimentos de Língua Portuguesa e Matemática para a interpretação de informações a respeito da saúde.

Portanto, o tema saúde, além de conhecimentos referentes a si próprio, requer conhecimentos das mais diversas áreas para ser entendido e trabalhado para formar um cidadão capaz de participar, de modo informado, na discussão de problemas e fatos recorrentes de seu cotidiano.

A educação em ciências deve servir para formar este cidadão, de forma que questões relacionadas a tecnologias, saúde, meio ambiente e a ligação destas com as diversas situações nos âmbitos histórico, social e cultural seja passível de discussão e argumentação por parte deste cidadão.

## 1.4 Temas Estruturadores

O Ensino de Física tradicionalmente apresenta uma divisão do conhecimento em áreas como Mecânica, Termologia, Óptica e Eletromagnetismo. Esta divisão vem sendo utilizada desde o século XIX, baseada em manuais estrangeiros de ensino de Física.

Segundo **Terrazzan** (1992), existem diversas maneiras de organizar os conteúdos curriculares da Física, dependendo do critério utilizado. De acordo com o autor é necessário que sempre se deixe claro este critério quando se propõe uma seleção e divisão de conteúdos, para que esta nova divisão possa ser justificada.

Os PCN+ apresentam uma nova proposta de organização curricular baseada em “Temas Estruturadores”. Os autores desta defendem que as formas de organização curricular para o estudo de um particular tema são variadas.

Como conciliar os Temas Estruturadores com os conteúdos tradicionalmente abordados na Física? Segundo seus propositores, os objetivos a serem alcançados deverão fornecer os critérios de seleção e organização dos conteúdos na educação básica. Para isso, os autores dos documentos oficiais fizeram uma releitura detalhada da divisão tradicional incorporando tópicos para atingir os objetivos desejados, que são expressos através das competências e habilidades em Física.

Essa nova abordagem privilegia a importância contemporânea dos processos e fenômenos físicos dando ênfase às características mais essenciais da Ciência Física como, por exemplo, relacionar os conteúdos conceituais com os fenômenos à nossa volta, desenvolver nos alunos a capacidade de elaborar perguntas e estabelecer hipóteses, de testá-las, entre outras, que permitem um olhar investigativo sobre o mundo que nos cerca.

São apresentados seis Temas Estruturadores: *“Movimentos: variações e conservações”*, *“Calor, Ambiente, Fontes e Usos de Energia”*, *“Equipamentos Eletromagnéticos e Telecomunicações”*, *“Som, Imagem e Informação”*, *“Matéria e Radiação”* e *“Universo, Terra e Vida”*.

Estes temas são um exemplo de como se podem reorganizar as áreas da Física, permitindo a construção do conhecimento científico por parte do aluno.

No Tema Estruturador 1 “Movimentos: variações e conservações”, são estudados os tipos de movimentos, suas classificações, suas causas, as interações que os originam, suas variações e transformações. As leis da conservação do momento linear, momento angular e da energia são estudadas com ênfase na compreensão de seus sentidos e em formas de utilizá-las para fazer previsões e estimativas.

No Tema estruturador 2 “Calor, Ambiente, Fontes e Usos de Energia”, o principal foco de estudo é o “calor”, para isto é necessário a identificação de fontes de energia térmica, os percursos do calor e os processos de transformação de energia.

No Tema Estruturador 3 “Equipamentos Eletromagnéticos e Telecomunicações”, são estudados os diferentes efeitos da energia elétrica, pois no cotidiano dos estudantes existem diversos aparelhos que fazem uso da energia elétrica e a compreensão dos fenômenos eletromagnéticos é indispensável para o uso adequado, eficiente e seguro desses aparelhos. Estes estudos são centrados em modelos e conceitos da eletrodinâmica e do eletromagnetismo.

O Tema Estruturador 4 “ Som, Imagem e Informação” enfatiza a compreensão dos atuais meios de informação e comunicação, para isto é necessário o estudo da ondulatória e da óptica, a formação de imagens e os efeitos físicos envolvidos.

O Tema Estruturador 6 “Universo, Terra e Vida”, tem como objetivo propiciar aos estudantes uma visão cosmológica da Ciência, dando-lhes capacidade para acompanharem as evoluções nas conquistas espaciais, indagar sobre a origem do universo e as condições para o surgimento da vida. Para que isto seja possível é necessário uma abordagem acerca da interação gravitacional, evidenciando-se a relação entre as partículas elementares da matéria com o mundo das estrelas e galáxias.

O Tema Estruturador 5 “Matéria e Radiação” será comentado com mais detalhe no próximo tópico, pois o desenvolvimento da pesquisa e elaboração dos módulos didáticos estão inseridos neste tema.

#### 1.4.1 Matéria e Radiação

Na atualidade se tornou indispensável o uso de tecnologias como computadores,

equipamentos eletrônicos de diagnóstico médico, radares, fornos de micro-ondas e etc. Todas essas tecnologias envolvem as radiações, desde as ondas de rádio até os raios gama.

Dessa forma a inclusão desses conteúdos no currículo do Ensino Médio dá a oportunidade aos estudantes de reconhecerem os riscos e benefícios de determinados tipos de radiações, compreenderem os recursos de diagnóstico médico, acompanhar e discutir sobre questões que envolvam energia nuclear e ter uma noção mais ampla acerca do desenvolvimento da informática e os processos que levam a isto.

Além disso, a compreensão desses aspectos pode levar a um olhar mais consciente a respeito do impacto das novas tecnologias nas diversas formas de vida, introduzindo novos recursos para uma discussão sobre ética e valores na ciência.

Para o Tema Estruturador “Matéria e Radiação” é sugerida a divisão em quatro unidades: 1) *Matéria e suas propriedades*, 2) *Radiações e suas interações*, 3) *Energia nuclear e Radioatividade* e 4) *Eletrônica e Informática*.

Dentro da unidade 1 é sugerido relacionar os modelos atômicos existentes com as diversas propriedades dos materiais (térmicas, elétricas e magnéticas); relacionar o modelo de organização dos átomos às características observáveis em cristais, cristais líquidos e novos materiais...; relacionar os modelos físicos estudados com a organização da matéria viva e suas especificidades.

Na unidade 2 aparecem os diferentes tipos de radiações e sua utilização nas diversas tecnologias existentes; processos de interação das radiações com os meios materiais, como por exemplo, fotocélulas, emissão e transmissão de luz, radiografias...; efeitos biológicos e ambientais do uso de radiações no cotidiano.

A unidade 3 apresenta as transformações nucleares que dão origem à radiação e como reconhecer sua presença no ambiente e em sistemas tecnológicos; o uso das transformações nucleares em usinas, indústria, agricultura e medicina; avaliação dos efeitos biológicos e ambientais, bem como a proteção radiológica.

Na unidade 4 sugere-se o estudo dos componentes eletrônicos, como semicondutores, e suas propriedades, identificando-os nos aparelhos eletrônicos atuais; a identificação de elementos básicos da microeletrônica, redes de informática e automação; acompanhamento e avaliação do impacto social e econômico da automação e informatização na vida contemporânea.

Esta divisão em unidades e a especificação do que trabalhar em cada unidade,

forneceu critérios para construção dos módulos didáticos implementados na pesquisa, servindo de base para a escolha de conteúdos e formas de abordagem.

## **1.5 A Física e a Saúde**

A Física é a ciência que estuda a natureza e suas propriedades em seus aspectos mais universais. Analisa as características dos fenômenos naturais e suas propriedades, estabelecendo relações entre estes. Além disso, descreve e elabora explicações para a ocorrência destes fenômenos, dando princípio às leis que regem o comportamento da natureza.

Se formos analisar com certa profundidade, é impossível não relacionar a Física com a saúde, direta ou indiretamente, pois a Física está presente em todos os equipamentos eletrônicos que utilizamos hoje em dia e está presente também em todas as manifestações da natureza. Como usuários de equipamentos como televisores, computadores, celulares, aparelhos de diagnóstico médico, estamos expostos a fenômenos físicos que podem interagir com o nosso corpo, como por exemplo, as radiações emitidas ou a energia elétrica ou térmica que também estão presentes nestes aparelhos.

Algumas áreas da Física, como a parte que estuda a “matéria e radiação” estão mais diretamente ligadas à saúde, pois existem efeitos biológicos resultantes da interação matéria-radiação que podem ser percebidos e estudados mais diretamente.

## **1.6 Radiações e a saúde**

Radiação é a emissão e propagação de energia por meio de ondas eletromagnéticas ou partículas dotadas de energia cinética. Esta propagação se dá de um ponto a outro no vácuo ou em meios materiais.

As radiações que se propagam por meio de partículas podem ser denominadas “*radiação corpuscular*” e têm origem em processos de desintegração nuclear (elétrons,

pósitrons, partículas alfa...) ou em processos de fissão nuclear (múons, mésons, neutrons...). Alguns tipos de tomografia como a “Tomografia Computadorizada de Emissão de Fóton Único (SPECT)” e a “Tomografia por Emissão de Póstron (PET)”, fazem uso da radiação corpuscular.

Na “radiação eletromagnética” a transmissão de energia se dá através de ondas transversais que se propagam perpendicularmente às direções de oscilação dos campos Elétrico e Magnético. Estas radiações podem ser caracterizadas pela energia de seus fótons, seu comprimento de onda ( $\lambda$ ) ou por sua frequência. As ondas eletromagnéticas, no vácuo, possuem a velocidade da luz ( $c = 3 \times 10^8$  m/s). (Temos como exemplo os raios – X, os raios gama, ondas de rádio, ultravioleta, luz visível, micro-ondas...). Todas essas radiações têm inúmeras aplicações e utilidades, o que as difere entre si é a sua frequência.

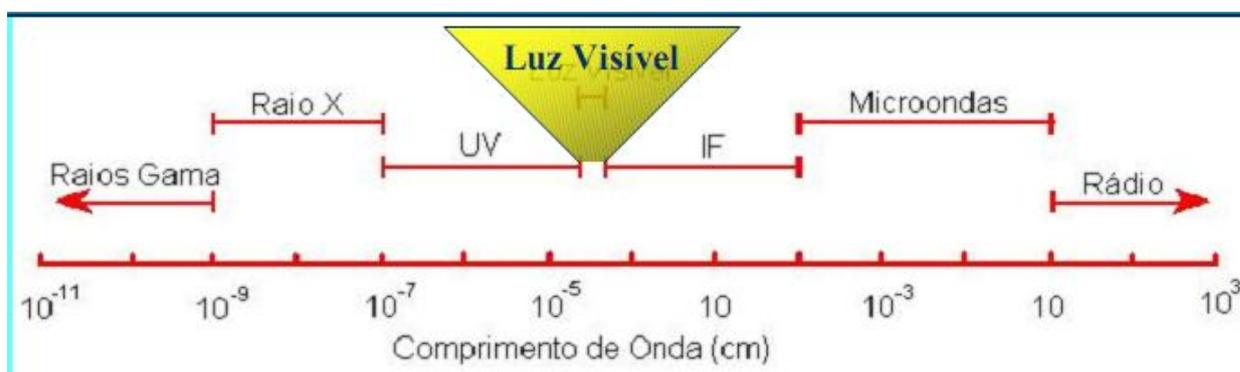


Figura 1: Espectro eletromagnético – retirado do site da UFRJ

Fonte ([http://equipe.nce.ufrj.br/thome/p\\_grad/nn\\_img/transp/c1\\_introd\\_v1b.pdf](http://equipe.nce.ufrj.br/thome/p_grad/nn_img/transp/c1_introd_v1b.pdf))

As radiações ainda podem ser classificadas em dois tipos: *ionizantes* e *não-ionizantes*.

As *não-ionizantes*, como o próprio nome diz, não são capazes de produzir ionização, ou seja, a energia que possuem não é capaz de causar a emissão de elétrons de átomos ou moléculas com os quais exercem interações. Elas estão na faixa de comprimento de onda ( $\lambda$ ) maiores que 200 nm, como exemplo temos a radiação ultravioleta, a luz visível, os raios infravermelhos, micro-ondas, etc...

As radiações *ionizantes* são aquelas que possuem uma energia superior à energia de ligação dos elétrons de um átomo com o seu núcleo, ou seja, esta energia é capaz de causar emissão de elétrons dos átomos com os quais interage. Dessa forma elas possuem uma energia superior à energia das radiações não-ionizantes.

Os dois tipos de radiações citados estão largamente relacionados com a saúde, direta ou indiretamente, no sentido de que estão presentes em grande parte dos exames de radiodiagnóstico, tratamentos radioterápicos e equipamentos eletrônicos aos quais nos expomos diariamente.

Em vista disso, o tema estruturador “Matéria e Radiação” torna-se um campo amplo para a relação da Física com a saúde, pois nos permite fazer a conexão entre conceitos físicos envolvidos nos fenômenos das radiações e efeitos biológicos - decorrentes da exposição à radiação - no corpo humano, bem como estudar as formas de proteção radiológica.

### **1.7 A Radiação Ultravioleta (RUV)<sup>2</sup>**

Do total de radiação emitida pelo Sol, uma pequena parcela chega até a superfície terrestre. E isto ocorre porque a atmosfera funciona como um filtro. No caso da RUV (UVA, UVB e UVC), o maior filtro natural é a camada de ozônio, situada a cerca de 30 km da superfície terrestre.

Uma parte considerável de toda a RUV que atinge as camadas superiores da atmosfera é filtrada pela camada de ozônio e o que chega até nós é a quantidade certa, a dose à qual os seres humanos, as plantas e os animais estão adaptados.

Qualquer alteração na quantidade de radiação UV que chega até a superfície da Terra pode causar danos enormes à saúde, além de desequilibrar os ecossistemas com prejuízos para a fauna e flora.

Existem três faixas de comprimento de onda da RUV:

UVA – entre 320 e 400 nm - A atmosfera é bastante permeável a esta faixa de radiação. Assim, boa parte da radiação UVA que atinge a camada superior da atmosfera consegue atravessá-la com pouca atenuação. Muito pouco absorvida pela camada de ozônio, penetra profundamente nas camadas da pele causando danos à saúde.

UVB - entre 280 e 320 nm - A camada de ozônio absorve boa parte da radiação UVB que chega à Terra. Mesmo em pequenas quantidades pode ser substancialmente danosa à

---

<sup>2</sup> Texto baseado no livro Física para Ciências Biológicas e Biomédicas (Emico Okuno)

saúde. Não penetra tão profundamente na pele quanto à radiação UVA.

UVC - entre 100 e 280 nm. É totalmente absorvida pela camada de ozônio e não é motivo de preocupação. É altamente penetrante e danosa a saúde e teríamos sérios problemas se ela atingisse a superfície terrestre.

As fontes de RUV podem ser artificiais, como corpos aquecidos à temperatura de incandescência, arcos de xenônio, de vapor de mercúrio e lâmpadas de descarga elétrica de mercúrio. O Sol é a fonte natural de RUV mais importante e é uma massa incandescente, cuja temperatura na superfície atinge 6000 K (6273° C)

É importante, no entanto, lembrar que a intensidade da radiação solar num determinado lugar depende de vários fatores, como latitude, altitude, estação do ano, hora do dia e condição atmosférica. Num dado local, a intensidade de radiação solar durante as várias horas do dia é primariamente uma função da posição do Sol. Ela será maior quando o Sol estiver no zênite (a pique), pois a espessura da atmosfera terrestre que a radiação deve atravessar será a menor possível.

O efeito mais importante da RUV é a produção de vitamina D na pele. Essa vitamina é essencial para a absorção e o metabolismo do cálcio, e uma deficiência da mesma pode causar, nas crianças, uma doença nos ossos conhecida por raquitismo.

A RUV é causadora do câncer de pele, envelhecimento precoce, danos nos olhos, queimaduras e manchas na pele, déficit imunológico, entre outras. Portanto, é necessário fazer a devida proteção contra essas radiações, por meio de protetor solar, roupas e acessórios adequados.

### 1.7.1 Equipamentos, Malefícios, Benefícios e Proteção <sup>3</sup>

O Sol é a principal fonte de RUV no Universo, mas existem alguns equipamentos que produzem artificialmente a RUV, com diversas funções, como por exemplo, a esterilização de ambientes e materiais, iluminação especial, bronzamento artificial, controle de pragas, análise de minerais, dentre outros. Alguns dos mais utilizados equipamentos que funcionam

---

<sup>3</sup> Texto baseado no artigo “Fotoproteção” de autoria de Gabriel Gontijo e publicado na Revista da Sociedade Brasileira de Dermatologia “Surgical & Cosmetic Dermatology”, vol. 1, nº 4, ano 2009. (disponível em <http://www.surgicalcosmetic.org.br/public/artigo.aspx?id=41>)

por meio da RUV são a Câmara de Bronzeamento Artificial e a Lâmpada de Luz Negra.

A Câmara de Bronzeamento Artificial, como o nome já diz, serve para produzir bronzeamento na pele, este bronzeamento não causa vermelhidão nem ardor, dando a impressão de não causar danos na pele. A maior parte da RUV emitida pelas câmaras de bronzeamento são as radiações UVA, que não causam vermelhidão (as radiações responsáveis pela vermelhidão são as UVB), mas em compensação penetram profundamente na pele alterando as fibras elásticas e colágenas, provocando rugas, perda da elasticidade e manchas, e predispondo ao câncer de pele.

A Lâmpada de Luz Negra emite RUV de ondas longas e uma pequena quantidade de luz visível. Para impedir falsificações, alguns documentos (cartão de crédito, passaporte, etc) podem ter uma marca d'água que só pode ser vista sob uma lâmpada que emita RUV. Algumas substâncias como minerais, pigmentos, vitaminas e óleos naturais se tornam fluorescentes ao contato com a RUV, podendo ser identificados mais facilmente. A exposição em excesso a esse tipo de equipamento, a longo prazo, também pode causar danos à saúde.

A exposição excessiva à RUV traz um sério risco de desenvolvimento do câncer de pele para todos. Existem dois tipos de câncer de pele, o *melanoma* e o *não-melanoma*.

O câncer de pele do tipo melanoma é o menos comum, entretanto o mais agressivo. Muitos cientistas apontam uma ligação entre queimaduras solares na infância e adolescência e desenvolvimento do melanoma na vida adulta. Estima-se um período entre 10 a 30 anos para que as manifestações clínicas do câncer ocorram. Este tipo de câncer pode se disseminar rapidamente para outras partes do corpo, mas se detectado precocemente geralmente é curável. Porém se não for diagnosticado e tratado em seu estágio inicial pode ser fatal.

A melhor forma de detectá-lo é a observação da pele. O melanoma inicia-se com um crescimento descontrolado de células produtoras de pigmento na pele. Este crescimento leva à formação de pintas e/ou sinais malignos, fortemente pigmentados. Os melanomas podem aparecer de modo repentino, sem aviso, mas também podem desenvolver-se de um sinal já existente ou uma região próxima a este. Por esta razão é importante observar constantemente a pele e saber a localização e aparência dos sinais no corpo, pois desta forma qualquer modificação será notada.

Existem aspectos específicos de sinais na pele que caracterizam um melanoma, por exemplo, *assimetria* (uma metade diferente da outra), *bordas irregulares* (contorno mal definido), *cor variável* (mesma lesão com várias colorações), *diâmetro* (maior do que 5mm).

Segundo alguns dermatologistas, os melanomas ocorrem com mais frequência na região superior das costas dos homens e mulheres e também na região das pernas das mulheres, mas isto não é considerado uma regra.

O câncer de pele do tipo não-melanoma diferente do melanoma raramente são fatais. Apesar disso não devem ser tidos como inofensivos. Se não tratados podem se disseminar para outros órgãos causando problemas mais sérios. Existem dois tipos principais de câncer não-melanoma: o *Carcinoma de Células Basais (CCB)* e o *Carcinoma de Células Escamosas (CCE)*.

O Carcinoma de células basais se manifesta como tumores de pele que se apresentam como nódulos pequenos e de aspecto carnudo em áreas expostas ao sol sendo que cerca de 30% das lesões ocorrem no nariz. Entretanto, ele pode surgir em qualquer local, mesmo em áreas não expostas ao sol.

É o tipo de câncer mais comum entre as pessoas de pele clara. Não cresce rapidamente e raramente se dissemina para outras partes do corpo, mas pode penetrar abaixo da pele, nas cartilagens, nos ossos e causar um considerável dano local.

O Carcinoma de Células Escamosas são tumores de pele que apresentam características malignas, como o rápido crescimento, invasão local e potencial para se disseminar mais facilmente para outras partes do corpo. Podem aparecer como nódulos ou como uma mancha descamativa e avermelhada. É o segundo tipo de câncer de pele mais comum encontrado em pessoas de pele clara. Raramente ocorre em pessoas com pele escura.

Tanto o CCB quanto o CCE têm uma taxa de cura de 95% se detectados precocemente.

Alguns sinais de alerta que devem ser observados para o CCB são, por exemplo, nódulos perolados, translúcidos e elevados, com crescimento lento que podem apresentar pus e sangrar. Para o CCE deve se observar nódulos elevados descamativos, vermelhos ou rosas, ou que crescem como uma verruga que forma pus em seu centro. Desenvolve-se principalmente nas orelhas, face, lábios, mão e outras áreas expostas do corpo.

Sabemos que é impossível não se expor ao Sol e em doses adequadas a RUV possui um papel essencial na produção de vitamina D. A proteção se torna indispensável não apenas no verão, mas em qualquer estação do ano ou temperatura. Podemos nos proteger facilmente com o uso de roupas, chapéus, óculos escuros, filtros solares, etc.

Os filtros solares possuem um FPS (Fator de Proteção Solar). Por exemplo, o FPS 15

indica que o tempo de exposição necessário para atingir a dose erimatososa mínima, ou seja, começar a vermelhidão na pele, é quinze vezes maior do que sem o uso do filtro solar.

Dermatologistas recomendam o uso de filtro solar diariamente, por pessoas de todos os tipos de pele. As de pele negra devem utilizar o FPS 15, enquanto que para as extremamente brancas é recomendado o uso do FPS 60.

## **1.8 Interdisciplinaridade**

Os PCN+ questionam a segmentação entre os diferentes campos de conhecimento produzida por uma abordagem que não leva em conta (desconsidera) a inter-relação e a influência entre eles, ou seja, questiona a visão compartimentada (disciplinar) da realidade sobre a qual a escola, tal como é conhecida, historicamente se constituiu. Uma possível solução para esse problema seria a estruturação dos conteúdos que privilegiassem a interdisciplinaridade.

Muito se fala em integrar as disciplinas e contextualizar conteúdos, estas questões vêm sendo debatidas exaustivamente entre educadores da área de Ciências Naturais.

Os PCN do Ensino Médio buscam dar significado ao conhecimento escolar mediante a contextualização, e evitar a compartimentalização, mediante a interdisciplinaridade. A reorganização curricular em áreas de conhecimento tem o objetivo de facilitar o desenvolvimento dos conteúdos para que estes sirvam de ferramentas para compreender o mundo à nossa volta.

Embora os PCN tratem deste assunto, eles não definem o termo interdisciplinaridade e nem apresentam orientações específicas de como trabalhar interdisciplinarmente em sala de aula, visto que esta perspectiva tem que ser construída na unidade escolar em função de suas demandas e necessidades. Por outro lado, fica claro que a proposta não é acabar com o ensino disciplinar, pois, segundo os documentos,

As linguagens, ciências e humanidades continuam sendo disciplinares, mas é preciso desenvolver seus conhecimentos de forma a constituírem, a um só tempo, cultura geral e instrumento para a vida, ou seja, desenvolver, em conjunto, conhecimentos e competências. Contudo, assim como a interdisciplinaridade surge do contexto e depende da disciplina, a competência não rivaliza com o conhecimento; ao contrário, se funda sobre ele e se desenvolve com ele (PCNEM + 2002, p. 13)

O termo interdisciplinaridade já virou jargão educacional, a maioria dos educadores acaba utilizando o termo, mas não o colocando em prática em suas aulas.

Delizoicov e Zanetic (1993) afirmam que a interdisciplinaridade “respeita a especificidade de cada área do conhecimento, isso é, a fragmentação necessária no diálogo inteligente com o mundo e cuja gênese encontra-se na evolução histórica do desenvolvimento do conhecimento”. Além disso, ressaltam que “ao invés do professor polivalente, a interdisciplinaridade pressupõe a colaboração integrada de diferentes especialistas que trazem a sua contribuição para a análise de determinado tema” (DELIZOICOV e ZANETIC, 1993, p. 13).

O Tema Estruturador “Matéria e Radiação” dos PCN+ se torna um incentivo à tentativa da prática da interdisciplinaridade, pois abrange a Física das interações entre as radiações e a matéria, envolvendo não só conceitos físicos mas também efeitos biológicos quando tal interação for com o corpo humano. Dessa forma pode-se fazer uma ligação entre Física e Biologia.

Dentro deste tema existem vários conteúdos de Física que podem ser abordados, como por exemplo, ondas eletromagnéticas, decaimento radioativo, espectro de emissão dos átomos, a dualidade onda-partícula, o espectro eletromagnético.

Ainda dentro do Tema Estruturador “Matéria e Radiação”, existem conceitos biológicos que podem ser estudados, como por exemplo, os efeitos causados pelas ondas eletromagnéticas no DNA celular.

Estas duas disciplinas podem ser integradas por meio de um tema mais geral como as Radiações Ultravioleta e os efeitos no corpo humano.

## **1.9 Prática Reflexiva**

Para Zeichner (1992), quando o professor reflete sobre sua prática, ele se torna um investigador em sala de aula, deixando de lado técnicas e manuais já elaborados por investigadores acadêmicos.

O termo Prática Reflexiva foi difundido por Schön (1992), que criticava o professor

tecnicista, o qual buscava a solução para os problemas que surgiam em sua prática por meio de rigorosas técnicas científicas. Em contraponto, conduziu o professor a uma condição na qual pudesse refletir sobre as situações vividas na sala de aula e sobre a sua atuação perante estas situações. Dessa forma, o professor age como um prático-reflexivo, ou seja, um profissional que reflete sobre sua prática, procurando soluções para os problemas que surgem e agindo no sentido de recriar seus métodos e reconstruindo suas ações.

São três tipos diferentes de reflexão propostos por Schön: a “*reflexão na ação*”, “*reflexão sobre a ação*” e a “*reflexão sobre a reflexão na ação*”.

A reflexão na ação consiste em refletir durante o desenvolvimento da ação, sem interrompê-la. Nosso pensamento nos leva a reformular o que estamos fazendo e no momento em que estamos fazendo, tornando possível intervir na situação que se apresenta.

A reflexão sobre a ação se define quando pensamos retrospectivamente sobre o que fizemos e sobre o modo como agimos em determinada situação, buscando descobrir como a nossa ação pode ter contribuído para um resultado inesperado.

Já a reflexão sobre a reflexão na ação está no ato de pensar sobre a reflexão na ação que foi feita anteriormente, ou seja, fazer uma meta reflexão, fortalecendo o entendimento de determinada situação e, deste modo, possibilitando a escolha de uma nova estratégia, para uma eventual reformulação do planejamento didático.

A prática docente reflexiva nos mostra que a teoria está incorporada, indissociavelmente à prática. Um professor reflexivo se torna capaz de responder às situações de forma espontânea, por meio de improvisação, pois não existem soluções técnicas prontas. As soluções surgem no momento em que se reflete acerca da situação e, então se decide agir de forma a contornar o problema quando ele se apresenta.

## **2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE PESQUISA**

### **2.1 A Pesquisa**

O início da pesquisa deu-se por meio de estudos e leituras de artigos acerca dos temas “educação em ciências” e “educação em saúde”. Houve a busca de artigos, sobre a integração

da disciplina de Física com a Saúde, em periódicos e revistas como a “Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)”, “Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF)”, “Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF)”, “Revista Ciência & Educação” (C&E), “Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências (EPEC)”; no período entre os anos 2005 e 2010. Os dados coletados nesta busca serão apresentados no capítulo dos RESULTADOS.

A segunda parte da pesquisa foi a construção de dois módulos didáticos que relacionassem a Física com a Saúde. O tema escolhido para esta relação foi a Radiação Ultravioleta e seus efeitos biológicos no corpo humano. Conceitos físicos e biológicos envolvidos foram pesquisados e estudados para serem desenvolvidos nos módulos. A descrição da elaboração destes módulos será feita no item a seguir.

O projeto de pesquisa foi implementado em uma escola particular de Rosário do Sul – RS. A referida escola trabalha com as modalidades Ensino Fundamental, Ensino Médio e Pré-vestibular, localizando-se no centro da cidade. Todo material didático que o professor deve utilizar em suas aulas é recebido pronto da escola, alguns dias antes do início do semestre letivo, dificultando o planejamento individual de cada professor.

Foi realizada uma observação das turmas de primeiro, segundo e terceiro anos do EM, dentre estas turmas, foi escolhida a do segundo ano para a implementação do projeto. O critério de escolha, neste caso, foi a disponibilidade de horário dos alunos para a participação no projeto e a demonstração de interesse em participar de atividades diferentes que a turma apresentou.

A turma era composta por 13 alunos, com idades entre 15 e 16 anos. Todos os alunos da turma participaram do estudo, pois os critérios para a inclusão dos participantes eram: aceitar voluntariamente participar do estudo; os responsáveis assinarem um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), onde constavam os objetivos da pesquisa; ter disponibilidade para participar das atividades propostas.

Este trabalho foi realizado após a aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria.

Esta pesquisa, por suas características, fez uma abordagem do tipo etnográfico. De acordo com André (2010), algumas características da pesquisa do tipo etnográfico são: 1) contato direto e prolongado do pesquisador com os participantes; 2) a existência de um

esquema aberto de trabalho, permitindo a passagem entre teoria e empiria, ou seja, a flexibilidade do esquema de trabalho permite que o caminho teórico seja construído e estruturado ao longo da pesquisa.

Durante a pesquisa tive contato direto e prolongado com os participantes e com a escola, pois trabalhei como professora de Física nesta escola por seis meses. Dessa forma tive oportunidade de conhecer e participar do cotidiano dos alunos, professores e funcionários da escola, ampliando, assim, as perspectivas de observação, dando-me subsídios para a posterior análise das atividades dos participantes.

Como foi constatado pelo levantamento dos artigos nos periódicos da área de ensino, há pouquíssimo material didático que atendesse o tema estruturador com o qual eu queria trabalhar em sala de aula. Desta forma, foi necessária a elaboração própria deste material. Durante as três etapas do desenvolvimento do material didático (elaboração, implementação e avaliação) foram pesquisados e incorporados subsídios em materiais específicos de pesquisa em Ensino de Física e em documentos oficiais como os PCN+, que contribuísem para uma efetiva interdisciplinaridade entre Física e Saúde. Logo, durante minha prática docente refleti e procurei obter soluções para os problemas que surgiam durante a pesquisa. Dessa forma, fui construindo meu caminho teórico no desenvolver do trabalho.

## **2.2 Construção dos Módulos**

Para a realização da pesquisa foram elaborados dois módulos didáticos, nos quais eram previstas 8h/aula para o desenvolvimento do primeiro e 8h/aula para o desenvolvimento do segundo módulo didático.

O módulo 1 abordava principalmente conceitos básicos de Ondulatória e a questão da Dualidade Onda-Partícula, passando pelo espectro eletromagnético e o espectro de emissão do átomo.

O objetivo geral deste módulo era que os alunos fossem capazes de reconhecer os fenômenos ondulatórios, diferenciar esses fenômenos entre si e identificar, em determinadas situações, o comportamento da luz ora como onda, ora como partícula.

O módulo 2 tratava basicamente da Radiação Ultravioleta e o nosso cotidiano, tendo

como assunto principal as consequências da RUV para a saúde, seus malefícios e benefícios, e os métodos de proteção solar.

O objetivo geral do módulo 2 era que os alunos, ao final das atividades, fossem capazes de identificar a RUV como um tipo de radiação e reconhecer neste fenômeno conceitos físicos estudados anteriormente; bem como analisar e reconhecer os efeitos causados pela RUV no corpo humano.

### 2.3 Implementação dos Módulos

No quadro a seguir estão apresentadas, resumidamente as aulas, o desenvolvimento e conteúdo de cada aula, as competências que visavam ser adquiridas pelos participantes e os objetivos de aprendizagem para cada aula, nos dois módulos.

<b>AULAS</b>	<b>DESENVOLVIMENTO/ CONTEÚDO</b>	<b>COMPE- TÊNCIAS</b>	<b>OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM</b>
<b>Aula 1</b> Introdução (Aula expositiva e dialogada)	Características das ondas (comprimento de onda, frequência, período); caracterização das ondas quanto à sua natureza (eletromagnéticas ou mecânicas); caracterização das ondas quanto à sua vibração (longitudinal, transversal).	Investigação e Compreensão	Identificar e relacionar esses conceitos com fenômenos ondulatórios observados no cotidiano ou em experimentos que serão realizados nas próximas aulas.
<b>Aula 2</b> Texto de divulgação científica sobre a Física Moderna (ATIVIDADE 1)	Os alunos fizeram uma leitura individual do texto e depois responderam algumas questões sobre o texto.	Representação e Comunicação	Interpretar, analisar, identificar termos desconhecidos e expressar-se de forma escrita e oral.
<b>Aula 3</b> Tipos de radiação (Aula	Faixas de frequência e comprimento de onda; relação entre o comprimento de onda e a	Investigação e Compreensão	Identificar as diferentes faixas de frequência das radiações, reconhecer os tipos de radiações presentes em seu cotidiano.

<b>AULAS</b>	<b>DESENVOLVIMENTO/ CONTEÚDO</b>	<b>COMPE- TÊNCIAS</b>	<b>OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM</b>
expositiva e dialogada)	frequência das radiações; tipos de radiações.		
<b>Aula 4</b> Experimento sobre difração (ATIVIDADE 2)	Foi realizada a demonstração do fenômeno da difração de ondas por meio de um experimento em uma cuba com água. Após a demonstração os alunos responderam a quatro questões sobre a atividade.	Investigação e Compreensão	Identificar no fenômeno observado os conceitos sobre o fenômeno da difração, estabelecer relações entre as grandezas envolvidas.
<b>Aula 5</b> Experimento sobre interferência (ATIVIDADE 3)	Foi realizada a demonstração do fenômeno da interferência por meio de um experimento onde um feixe de laser incidia em uma fenda. Após a demonstração os alunos responderam a duas questões sobre a atividade.	Investigação e Compreensão	Identificar o fenômeno da interferência, relacionar os conceitos estudados anteriormente com o observado, estabelecer relações entre as grandezas envolvidas.
<b>Aula 6</b> Modelos atômicos e o espectro do átomo (Expositiva e dialogada)	Modelos atômicos, emissão de luz, excitação, espectro de emissão, a dualidade onda-partícula.	Contextualização Histórica e Social	Conhecer os diversos modelos atômicos pensados no decorrer da história, identificar fenômenos atômicos e relacioná-los com as tecnologias utilizadas no cotidiano.
		Investigação e Compreensão	
<b>Aula 7</b> Vídeo sobre o experimento da dupla-fenda (ATIVIDADE 4)	Foi apresentado um vídeo de animação sobre o experimento da dupla fenda de Young, logo após os alunos elaboraram uma síntese sobre o vídeo.	Representação e Comunicação	Interpretar o vídeo, sintetizar as informações, expressar na forma escrita suas conclusões.

Quadro 6 – resumo de aulas e atividades – módulo 1

AULA	DESENVOLVIMENTO/ CONTEÚDO	COMPE- TÊNCIAS	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM
<b>Aula 8</b> Trabalho de pesquisa em grupo (ATIVIDADE 5)	Foi pedido aos alunos que divididos em 4 grupos fizessem uma pesquisa na internet, no laboratório de informática da escola, sobre equipamentos que funcionam em por meio de RUV, cada grupo recebeu o nome de um equipamento para pesquisar: câmara de bronzamento artificial, lâmpada de “luz negra”, lâmpada fluorescente e esterilizadores. A pesquisa foi orientada.	Representação e Comunicação  Investigação e Compreensão	Identificar na internet os objetos de pesquisa interpretar e sintetizar informações obtidas, selecionar fontes com respaldo científico, expressar de forma oral e escrita os resultados da pesquisa.
<b>Aula 9</b> Conseqüências da RUV para a saúde (Expositiva e dialogada)	Benefícios da RUV (síntese da vitamina D, fototerapia)	Investigação e Compreensão  Contextualização Histórica e Social	Relacionar os conceitos estudados com comportamentos do dia a dia.
<b>Aula 10</b> Texto de divulgação científica sobre vitamina D (ATIVIDADE 6)	Os alunos fizeram uma leitura individual do texto e depois responderam algumas questões sobre o texto.	Representação e Comunicação	Analisar e interpretar a comunicação, discutir e relacionar os conceitos envolvidos com acontecimentos do dia a dia.
<b>Aula 11</b> Consequências da RUV para a saúde. (Expositiva e dialogada)	Malefícios da RUV (tipos de câncer: melanoma, carcinoma de células basais, carcinoma de células escamosas; tratamento. Danos nos olhos e foto envelhecimento)	Investigação e Compreensão  Contextualização Histórica e Social	Relacionar os conceitos estudados com comportamentos do dia a dia.
<b>Aula 12</b> DNA comestível (ATIVIDADE 7)	Montagem de um modelo de DNA com dupla hélice, feito de balas de goma e arame.	Investigação e Compreensão	Visualizar a molécula de DNA e identificar danos que podem ser causados pela exposição à RUV.
<b>Aula 13</b> Uso do protetor solar (Expositiva e dialogada)	Tipos de pele, FPS, mecanismo de ação do protetor solar, roupas e equipamentos de proteção, horários de exposição.	Investigação e Compreensão	Relacionar os conceitos estudados com comportamentos do dia a dia.

## Quadro 7 – Resumo de aulas e atividades – módulo 2

Observando os quadros acima vemos que as aulas 1, 3, 6, 9, 11 e 13 foram expositivas e dialogadas. Estas aulas não serão descritas e analisadas com profundidade, pois será dada ênfase nas atividades com participação ativa dos alunos. Essas atividades foram realizadas durante as aulas 2, 4, 5, 7, 8, 10 e 12. Foram desenvolvidas sete atividades e destas foram selecionadas quatro. A seleção destas quatro atividades levou em consideração os objetivos de cada atividade, as competências adquiridas previstas e a participação dos alunos.

### 2.4 Análise e categorização das respostas dos alunos

Após cada atividade os alunos receberam uma folha com questões para serem respondidas sobre as atividades realizadas. Todas as respostas foram lidas e analisadas individualmente. Após a análise foram agrupadas conforme as categorias estabelecidas para cada atividade. As categorias foram elaboradas no sentido de relacionar a resposta dada com o objetivo da pergunta, ou seja, com a resposta esperada. Para direcionar esse processo foi tomado Bardin (2002) como referência, com a *análise de conteúdo* que a autora diz ser

“um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens” (Bardin, 2002, p. 38)

Estes procedimentos levaram à criação de categorias diferentes para cada atividade, dependendo do objetivo de cada uma e das respostas apresentadas pelos alunos.

Na atividade 1 que utilizava leitura e interpretação de texto, e na atividade 5 que propunha uma pesquisa na internet, as categorias criadas foram: *objetivo alcançado*, *objetivo parcialmente alcançado*, *objetivo não alcançado* (os objetivos de cada atividade serão pormenorizados no capítulo 3).

Para atividade 2 e 3, ambas experimentais e que requeriam respostas a perguntas sobre os experimentos, as categorias criadas para estas respostas foram: *certa, com justificativa certa*; *certa, sem justificativa*; *certa, com justificativa errada*; *errada, com justificativa certa*; *errada, sem justificativa*; *errada, com justificativa errada*.



### 3 RESULTADOS

No decorrer deste capítulo serão apresentados os dados obtidos durante a pesquisa. Sendo que a primeira etapa do trabalho foi a realização de uma pesquisa em Periódicos

Abaixo seguem quadros demonstrativos dos periódicos pesquisados, o total de artigos publicados durante o período estabelecido e o total de artigos que trazem alguma relação da Física com a Saúde.

<b>Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências – Qualis A2</b>		
<b>Ano</b>	<b>Total de Artigos</b>	<b>Artigos que relacionam a Física e a Saúde</b>
<b>2005</b>	17	0
<b>2006</b>	13	0
<b>2007</b>	12	0
<b>2008</b>	18	0
<b>2009</b>	20	1
<b>2010</b>	15	0

Quadro 1 - RBPEC

O periódico RBPEC - Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências – Revista da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências começou a ser publicada a partir de 2001 com periodicidade quadrimestral. Os artigos deste periódico encontram-se disponíveis no site da revista<sup>4</sup>. Na página de apresentação do periódico consta que

é uma publicação da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC) e tem como objetivo disseminar resultados e reflexões advindos de investigações conduzidas na área de Educação em Ciências, com ética e eficiência, de forma a contribuir para a consolidação da área, para a formação de pesquisadores, e para a produção de conhecimentos em Educação em Ciências, que fundamentem o desenvolvimento de ações educativas responsáveis e comprometidas com a melhoria da educação científica e com o bem estar coletivo em nível local e global. (REVISTA BRASILEIRA DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS)

<sup>4</sup> <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/revista/index.html>

<b>Caderno Brasileiro de Ensino de Física - Qualis B1</b>		
<b>Ano</b>	<b>Total de Artigos</b>	<b>Artigos que relacionam a Física e a Saúde</b>
<b>2005</b>	20	0
<b>2006</b>	21	0
<b>2007</b>	20	0
<b>2008</b>	27	0
<b>2009</b>	31	0
<b>2010</b>	33	0

Quadro 2 - CBEF

O Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF) é uma publicação quadrimestral do Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina, cujo início remonta ao ano de 1984. Do início até o final de 2001 seu nome era Caderno Catarinense de Ensino de Física. De acordo com a página de apresentação do periódico o foco da publicação

está voltado prioritariamente para os cursos de formação de professores de Física. Também é amplamente utilizado em pós-graduações em Ensino de Ciências/Física e em cursos de aperfeiçoamento para professores do Nível Médio. Tem por objetivo promover uma disseminação efetiva e permanente de experiências entre docentes e pesquisadores, visando a elevar a qualidade do ensino da Física tanto nas instituições formadoras de novos professores quanto nas escolas em que esses docentes irão atuar. (CADERNO BRASILEIRO DE ENSINO DE FÍSICA)

Os artigos publicados podem ser acessados no site do periódico<sup>5</sup>.

<sup>5</sup>

<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>

<b>Revista Brasileira de Ensino de Física – Qualis B1</b>		
<b>Ano</b>	<b>Total de Artigos</b>	<b>Artigos que relacionam a Física e a Saúde</b>
<b>2005</b>	84	0
<b>2006</b>	70	1
<b>2007</b>	83	0
<b>2008</b>	65	0
<b>2009</b>	66	0
<b>2010</b>	65	0

Quadro 3 - RBEF

A Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) é uma publicação trimestral da Sociedade Brasileira de Física e conforme sua apresentação

é dedicada aos aspectos culturais e instrucionais da Física, visando atingir um público abrangente formado por pesquisadores, alunos de pós-graduação, professores de Física em todos os níveis, e a comunidade que atua na pesquisa e desenvolvimento de metodologia e materiais para o ensino no país, bem como atuar na divulgação da Física e Ciências afins. (REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE FÍSICA)

Os artigos publicados podem ser encontrados no site da revista<sup>6</sup>.

<b>Revista Ciência &amp; Educação – Qualis A1</b>		
<b>Ano</b>	<b>Total de Artigos</b>	<b>Artigos que relacionam a Física e a Saúde</b>
<b>2005</b>	36	0
<b>2006</b>	24	0
<b>2007</b>	28	0
<b>2008</b>	39	0
<b>2009</b>	39	0
<b>2010</b>	45	0

Quadro 4 – C&E

<sup>6</sup> <http://www.sbfisica.org.br/rbef/ojs/index.php/rbef/index>

A revista *Ciência & Educação* é uma publicação da Faculdade de Ciências da UNESP, voltada para a publicação de resultados de pesquisa como consta em sua apresentação:

**Ciência & Educação** tem como missão publicar artigos científicos sobre resultados de pesquisas empíricas ou teóricas e ensaios originais sobre temas relacionados à Educação Científica. Entende-se por pesquisa em Educação Científica as investigações que gerem conhecimentos, por exemplo, sobre o ensino e a aprendizagem de Ciências, Física, Química, Biologia, Geociências, Educação Ambiental, Matemática e áreas afins. A revista tem, ainda, como responsabilidade disseminar a pesquisadores, professores e alunos dos diversos níveis de ensino, bem como aos interessados em geral, a produção nacional e internacional nesta área de pesquisa. Criada e editada desde 1995, sob a responsabilidade de Conselho Editorial pertencente ao Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência da UNESP, *Ciência & Educação* passou a ser importante veículo nacional na área de Educação em Ciências e Matemática. A participação, em seus Conselhos Consultivos e de Avaliadores, de importantes pesquisadores de várias instituições nacionais e internacionais proporcionou ao periódico atingir a classificação A1 na área de Educação no sistema Qualis de avaliação da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). (CIÊNCIA & EDUCAÇÃO)

Os artigos publicados podem ser acessados no site da revista<sup>7</sup>

<b>Revista Ensaio – Pesquisa em Educação de Ciências – Qualis A2</b>		
<b>Ano</b>	<b>Total de Artigos</b>	<b>Artigos que relacionam a Física e a Saúde</b>
<b>2005</b>	15	0
<b>2006</b>	12	0
<b>2007</b>	18	0
<b>2008</b>	18	0
<b>2009</b>	18	0
<b>2010</b>	27	0

Quadro 5 - REPEC

A revista *Ensaio – Pesquisa em Ensino de Ciências* tem origem da iniciativa conjunta de um grupo de docentes do Centro de Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Minas Gerais (Cecimig/UFMG) e do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de

<sup>7</sup>

<http://www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/index.php>

Educação (FAE/UFMG) da mesma universidade, no ano de 1999. Segundo sua própria apresentação

é uma revista quadrimestral arbitrada, iniciativa de docentes que atuam no Centro de Ensino de Ciências e Matemática (Cecimig) e também no Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação (FAE) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Tal iniciativa decorre da crença que o aprimoramento de uma cultura de publicação nesse campo depende do esforço em combinar rigor acadêmico com relevância para a prática. A Revista Ensaio foi criada em setembro de 1999 e já possui dez números publicados que já se encontram no ar. O projeto de edição da Revista concretiza uma antiga necessidade de disseminação do conhecimento produzido no Centro e na pós-graduação em um veículo específico na língua portuguesa. O propósito da revista, portanto, é estimular os autores a transcender o local e o específico afim de produzir conhecimento. (ENSAIO – PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS)

Os artigos se encontram disponíveis no site do periódico<sup>8</sup>.

Apenas dois artigos foram encontrados relacionando a Física com a Saúde, um deles tratava da física relacionada à saúde auditiva e o outro tratava da física envolvida em equipamentos de radiodiagnóstico. Portanto fica evidenciado o número reduzido de publicações que façam essa interface entre Física e Saúde.

Os próximos resultados apresentados dizem respeito à análise das atividades 1, 2, 3 e 5.

### 3.1 Análise e Resultados das Atividades

#### Atividade 1

Esta atividade consistia em um texto de divulgação científica “A Física e a Realidade” (retirado da revista Ciência Hoje<sup>9</sup>). O texto tratava da Mecânica Quântica, de como ela está presente em equipamentos e aparelhos que utilizamos com frequência em nosso cotidiano; também pontuou a questão da “pseudociência”, ou seja, pessoas que usam conceitos de física quântica relacionados com o misticismo, vendendo assim uma imagem deturpada da ciência. Os alunos fizeram uma leitura individual do texto e logo após responderam a três questões

---

<sup>8</sup> <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/index>

<sup>9</sup> <http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/fisica-sem-misterio/a-fisica-e-a-realidade/?searchterm=a%20f%C3%ADsica%20e%20a%20realidade>

propostas. Todas as respostas foram analisadas e categorizadas conforme a análise de conteúdo de cada uma.

### Primeira Questão

"Qual é o assunto principal do texto?"

A maioria (oito alunos) respondeu coerentemente com o esperado, alguns exemplos: "*Física quântica e como se aplica no dia a dia.*", "*Embora a física quântica seja algo complexo, estudado apenas no ensino superior, ela está sempre presente em nosso cotidiano.*". Os outros alunos deram uma resposta vaga, mas que não estava incorreta, como por exemplo: "*Física Quântica.*" As categorias criadas para esta pergunta foram: *Objetivo Alcançado* e *Objetivo Parcialmente Alcançado*.

No quadro a seguir estão todas as respostas. Cada resposta está na coluna da categoria na qual ela foi enquadrada.

<b>Aluno</b>	<b>Objetivo Alcançado</b>	<b>Objetivo Parcialmente Alcançado</b>
<b>1</b>		<i>A física quântica</i>
<b>2</b>		<i>A física está ligada ao nosso dia-a-dia</i>
<b>3</b>	<i>Embora a física quântica seja algo complexo, estudado apenas no ensino superior, ela está sempre presente em nosso cotidiano</i>	
<b>4</b>		<i>Física quântica e como é aplicada no cotidiano</i>
<b>5</b>		<i>Física quântica</i>
<b>6</b>		<i>Física quântica e como se aplica no dia-a-dia</i>
<b>7</b>		<i>Física quântica</i>
<b>8</b>		<i>Física quântica e como se aplica no dia-a-dia</i>
<b>9</b>		<i>Física Quântica</i>
<b>10</b>		<i>Física Quântica</i>
<b>11</b>	<i>Sobre física quântica. Mostra como ela é comum no nosso dia-a-dia, sempre inovando, conseguiu atingir um enorme nível de precisão entre a previsão dos resultados e as comprovações dos resultados experimentais</i>	
<b>12</b>		<i>A física e a realidade</i>

Quadro 8

Fazendo uma breve análise do quadro, podemos observar que seis dos treze alunos responderam apenas que o assunto principal do texto era a “*Física Quântica*”. Esta resposta pode indicar uma leitura superficial do texto ou uma dificuldade de expressar a ideia central do texto com suas próprias palavras, ou seja, dificuldade de análise e interpretação textual. Dois dos treze alunos deram uma resposta relacionando a “Física Quântica” com o “cotidiano” ou “dia-a-dia”, demonstrando a mesma dificuldade dos anteriores, porém a resposta pode ser considerada mais completa e condizente com o que é tratado no texto. Apenas dois alunos apresentaram uma resposta claramente elaborada com suas próprias palavras, dando a entender que esses alunos fizeram uma leitura com maior empenho, conseguindo interpretar melhor o texto e sintetizar suas ideias.

O Gráfico a seguir ilustra número de respostas em cada categoria.

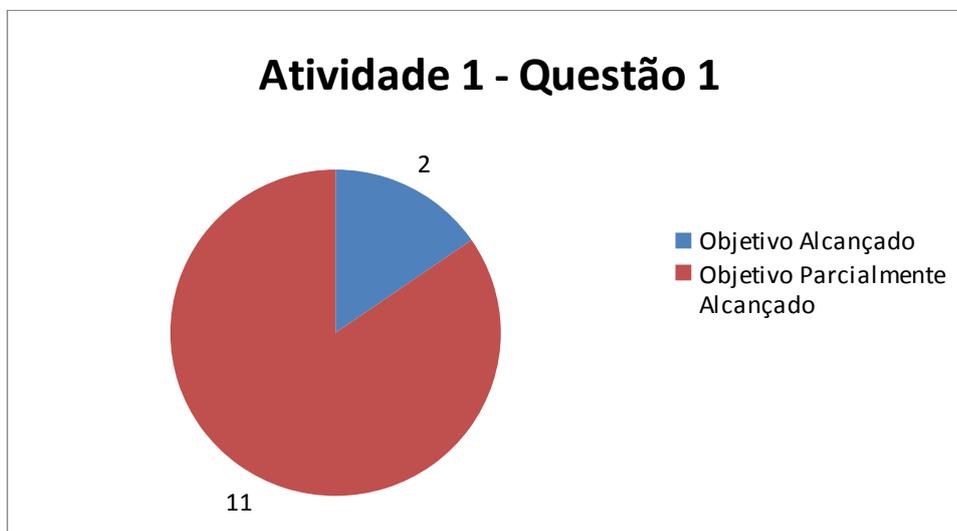


Gráfico 1

### Segunda questão

"Que termos encontrados no texto não são familiares para você?"

Todos os participantes citaram algum termo ou expressão desconhecidos, como por

exemplo: "Sem descambar para a pseudociência", "Constante de Planck  $> h = 6,62 \times 10^{-34} \text{Js}$ ,  $\Delta p \cdot \Delta q \sim h$ ", "Trivial, conceitos esotéricos". Isso evidenciou que fizeram uma leitura mais atenciosa e conseguiram identificar palavras e símbolos que não eram de seu conhecimento. Para esta questão apenas uma categoria foi evidenciada: *Objetivo Alcançado*.

Abaixo segue o quadro das respostas em suas devidas categorias.

Aluno	Objetivo Alcançado
1	<i>Sem descambar para a pseudociência</i>
2	<i>Trivial, conceitos esotéricos</i>
3	<i>Pseudociência, constante de planck</i>
4	<i>Constante de Planck <math>&gt; h = 6,62 \times 10^{-34} \text{Js}</math>, <math>\Delta p \cdot \Delta q \sim h</math></i>
5	<i><math>\Delta p \cdot \Delta q \sim h</math> e a Constante de Planck <math>&gt; h = 6,62 \times 10^{-34} \text{Js}</math></i>
6	<i>LHC, binária</i>
7	<i>As fórmulas <math>\Delta p \cdot \Delta q \sim h</math> e a Constante de Planck <math>&gt; h = 6,62 \times 10^{-34} \text{Js}</math></i>
8	<i>LHC, binária</i>
9	<i>LHC</i>
10	<i>LHC, binária, pseudociência</i>
11	<i>As equações <math>\Delta p \cdot \Delta q \sim h</math> e <math>h/4\pi</math></i>
12	<i>Trivial</i>
13	<i>Trivial</i>

Quadro 9

De acordo com o quadro quatro alunos citaram equações da mecânica quântica como termos desconhecidos; quatro alunos citaram a sigla LHC e os demais citaram palavras ou expressões desconhecidas. Após o recolhimento da folha da atividade, onde os alunos registraram suas respostas, houve uma discussão sobre o texto, as expressões, termos e siglas foram explicados de maneira que eles tivessem um entendimento melhor do texto. As equações foram comentadas dando ênfase na sua importância e fazendo-se menção aos cientistas que as deduziram.

Como todas as respostas apresentavam termos ou expressões não tão comuns para estudantes de nível médio, foi considerado que o objetivo foi alcançado.

Terceira questão

"Como relacionar o texto com acontecimentos do nosso cotidiano?"

Para esta questão surgiram duas categorias: *Objetivo Alcançado* e *Objetivo Parcialmente Alcançado*.

As respostas foram coerentes com o esperado na maioria dos casos. Alguns exemplos: *"Com os exemplos citados no texto, como computadores, celulares, claramente são aparatos eletrônicos, claramente derivados de um efeito quântico"*, *"De muitas formas, principalmente quando usamos tecnologias, como computadores, MP3, televisão, entre outros, onde esses aparelhos dependem da física quântica para funcionar"*. Após a entrega da folha com as respostas fizemos uma discussão mais ampla sobre o texto, com bastante participação da parte dos alunos. Eles demonstraram bastante interesse em saber o que era a "Física Quântica", quem a tinha criado e por quê. Para saciar sua curiosidade contextualizei alguns fatos científicos histórica e socialmente, explicitando alguns limites nos quais a Mecânica Clássica<sup>10</sup> esbarrou. Para isso, a comunidade científica da época teve que buscar explicações para os fenômenos nos quais a Clássica falhava, dando origem ao desenvolvimento da Mecânica Quântica<sup>11</sup>.

<b>Aluno</b>	<b>Objetivo Alcançado</b>	<b>Objetivo Parcialmente Alcançado</b>
<b>1</b>		<i>A física é conhecida pela maioria das pessoas como a ciência que pretende explicar todos os mistérios do cosmos, desde o surgimento do universo (copiou trecho)</i>
<b>2</b>		<i>A física está ligada praticamente com tudo o que nos cerca no nosso cotidiano</i>
<b>3</b>	<i>Com os exemplos citados no texto, como computadores, celulares, claramente são aparatos eletrônicos, claramente derivados de um efeito quântico</i>	
<b>4</b>	<i>De muitas formas, principalmente quando usamos tecnologias, como computadores, MP3, televisão, entre outros, onde esses aparelhos dependem da física quântica para funcionar</i>	
<b>5</b>	<i>Podemos relacionar com as nossas várias ações que desenvolvemos no nosso dia-a-dia, com base nas</i>	

<sup>10</sup> A Mecânica Clássica estuda os movimentos e suas causas de objetos com dimensões visíveis a olho nu e que possuem velocidade muito menor que a velocidade da luz.

<sup>11</sup> A Mecânica Quântica estuda os movimentos de partículas subatômicas, com velocidades próximas à velocidade da luz.

	<i>tecnologias que utilizamos</i>	
<b>6</b>	<i>Podemos ver como se pode aplicar no nosso dia-a-dia, com base nas tecnologias utilizadas</i>	
<b>7</b>	<i>Na maioria das coisas, no celular que usamos, no eletrônico dos computadores, baseados em um efeito quântico</i>	
<b>8</b>		<i>Quando elétrons se chocam contra a tela de um tubo de televisão, produzindo a imagem, eles interagem como se fossem partículas (copiou trecho do texto)</i>
<b>9</b>	<i>A física quântica está presente em praticamente tudo o que utilizamos e vemos em nosso cotidiano. Exemplos disso são os computadores e mp3, que são aparelhos eletrônicos criados a partir de um mesmo princípio, a física quântica</i>	
<b>10</b>	<i>Atualmente vivemos num mundo onde dependemos cada vez mais dos eletrônicos, que representa a física quântica</i>	
<b>11</b>	<i>Podemos relacionar com alguns objetos eletrônicos, como: rádio, computadores, televisão, celulares, ar condicionado e etc.</i>	
<b>12</b>	<i>Podemos relacionar a eletrônica dos computadores, celulares e etc. que são indispensáveis para nós hoje. Ela é baseada em um efeito quântico</i>	
<b>13</b>	<i>Por exemplo, nas TVs antigas (excluindo as de plasma, etc.) mostram elétrons na forma de partículas. Mas quando utilizamos elétrons para gerar uma imagem de micropsia, eles interagem como onda</i>	

Quadro 10

Segundo o quadro de respostas dez alunos tiveram suas respostas na categoria de “objetivo alcançado” porque conseguiram responder coerentemente com o texto e ainda utilizar suas próprias palavras e citar exemplos de como a física quântica está associada ao cotidiano deles. Dessa forma pode-se concluir que estes alunos foram capazes de sintetizar suas ideias e expressá-las de forma escrita. Outra observação que pode ser feita é a de que

dois alunos apenas copiaram um trecho do texto, demonstrando desinteresse na atividade. A seguir temos o gráfico que ilustra o número de respostas em cada questão.

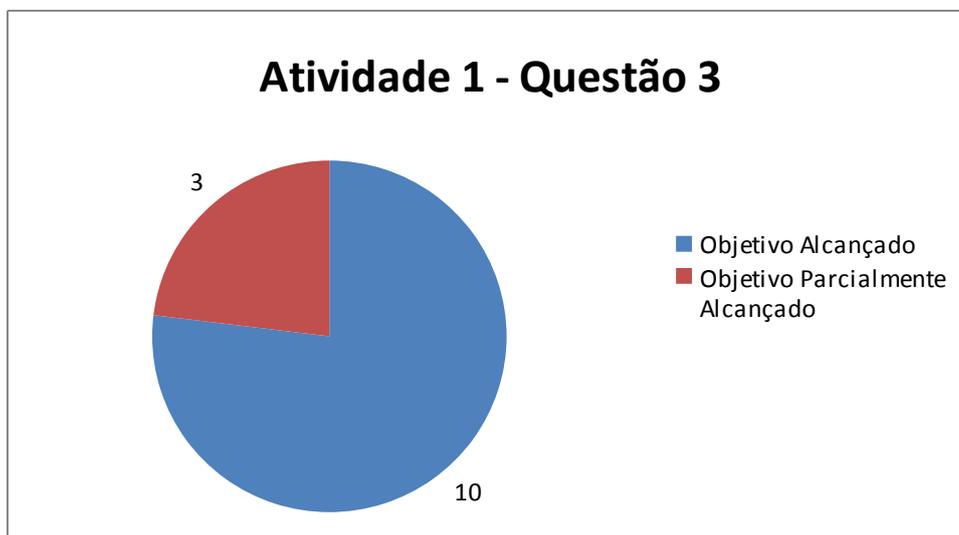


Gráfico 2

#### Considerações sobre a Atividade 1

O objetivo desta atividade era fazer com que os alunos conseguissem interpretar, analisar, identificar termos desconhecidos e expressar isto de forma escrita e oral. Dessa forma uma resposta que esteja na categoria “*objetivo alcançado*” ela contém uma síntese das ideias do texto, com palavras próprias dos alunos. Já, a resposta que contém algumas expressões do texto e demonstra que o texto foi lido com um mínimo de atenção ela está na categoria “*objetivo parcialmente alcançado*”.

Em uma conversa informal com a turma, antes da atividade, eles relataram não ter o costume de trabalhar com textos de divulgação científica, principalmente nas aulas de Física. Durante a realização da atividade foi possível observar que alguns dos alunos participantes demonstraram estar meio receosos e impacientes, ou desestimulados, achando “*muito chato ter que ler essas coisas*”.

Talvez, se já houvesse uma prática da parte deles em atividades de leitura e interpretação, eles tivessem maior disposição em participar. Certamente não será em uma ou duas aulas que contemplem leitura de textos de divulgação científica que os estudantes

adquirirão este hábito, portanto seria de grande importância que os professores desenvolvessem esse tipo de atividade, visando a formação de um estudante capaz de ler um texto, extrair as informações dele e analisá-las em função dos conhecimentos que já possui.

## Atividade 2

Esta atividade consistia em um experimento demonstrativo sobre a difração de ondas. Em uma cuba com água sobre um retroprojektor, foi realizada a demonstração de ondas passando por uma fenda e sendo difratadas, a imagem do fenômeno foi projetada na parede.

Logo após a demonstração os alunos receberam uma folha com algumas perguntas.

### Questão 1

“O que você observa no anteparo quando aumentamos o tamanho da fenda? Por que isso acontece?”

Todos os alunos responderam que quando aumentamos o tamanho da fenda a difração não é tão perceptível, a maioria não justificou a resposta. Exemplos: *"A onda passa e fica mais reta"*, *"A onda não se curva"*, *"A onda passa e fica mais plana do outro lado, acontece isso porque quando abrimos mais a fenda a onda tem mais espaço pra passar como ela é."*

As respostas a esta questão foram analisadas e categorizadas da seguinte maneira: *"certa, sem justificativa"*; e *"certa com justificativa errada"*.

<b>Aluno</b>	<b>Certa sem justificativa</b>	<b>Certa com justificativa errada</b>
1		<i>A onda fica mais reta. Porque tem mais espaço pra ela</i>
2	<i>A onda passa e fica mais reta</i>	
3		<i>Ela passa mais reta do outro lado. Porque a fenda é maior</i>
4		<i>A onda passa e fica mais plana do outro lado, acontece isso porque quando abrimos mais a fenda a onda tem mais espaço pra passar como ela é.</i>
5	<i>Fica mais reta</i>	
6		<i>A onda não se espalha depois que passa na fenda, porque tem mais espaço</i>
7		<i>Fica mais reta, porque o buraco é maior</i>
8	<i>Ela fica mais reta.</i>	
9	<i>A onda não se curva</i>	

<b>10</b>		<i>A onda passa um pouco mais plana do que quando a fenda é menor, porque tem mais espaço pra ela se espalhar</i>
<b>11</b>	<i>A onda passa mais fraca e simples</i>	
<b>12</b>	<i>A onda passa mais reta</i>	
<b>13</b>	<i>A onda passa devagar e fica menos espalhada</i>	

Quadro 11

Observando o quadro acima, podemos perceber a dificuldade que os participantes tinham de justificar suas respostas, onde a maioria apresenta apenas a resposta sem justificativa e os demais alunos apresentam uma justificativa errada para a resposta.

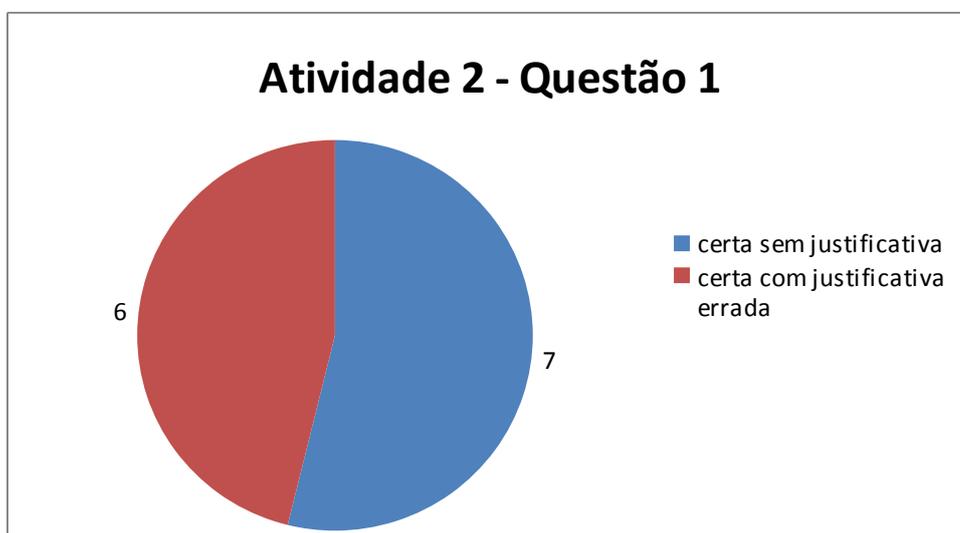


Gráfico 3

### Segunda questão

“E se diminuirmos o tamanho da fenda? Existe alguma diferença? Justifique.”

Para as respostas a esta pergunta foram criadas duas categorias: “*certa sem justificativa*” e “*certa com justificativa errada*”.

A grande maioria respondeu corretamente, que a difração da onda seria maior, ou seja, ela sofreria um maior espalhamento. Embora tenham respondido corretamente não deram justificativa para a resposta. “*A diferença é que ela fica mais redonda depois que passa. Se espalha mais, isso é a difração*”, “*Ela fica mais espalhada do outro lado*”.

<b>Aluno</b>	<b>Certa sem justificativa</b>	<b>Certa com justificativa errada</b>
<b>1</b>	<i>A diferença é que ela fica mais redonda depois que passa. Se espalha mais, isso é a difração</i>	
<b>2</b>		<i>A onda se torna mais curva quando passa a fenda, porque a fenda é menor que antes</i>
<b>3</b>	<i>A onda se espalha mais ao redor da fenda, a difração é maior</i>	
<b>4</b>		<i>A onda é mais curva dessa vez, porque o buraco é menor onde ela tem que passar</i>
<b>5</b>	<i>Ela fica mais espalhada do outro lado</i>	
<b>6</b>	<i>A onda fica mais redonda e se espalha</i>	
<b>7</b>	<i>A onda fica menor, mais arredondada</i>	
<b>8</b>		<i>A onda se espalha numa área maior, isso é a difração que está maior porque a fenda é menor</i>
<b>9</b>	<i>A onda fica menor e redonda</i>	
<b>10</b>	<i>A onda se espalha e fica redonda</i>	
<b>11</b>		<i>A onda fica mais arredondada e se espalha, porque o buraco é menor</i>
<b>12</b>	<i>A onda vai ficando mais curvada e se difrata mais</i>	
<b>13</b>	<i>A onda se espalha mais</i>	

Quadro 12

O quadro nos mostra nove dos participantes responderam corretamente, mas não justificaram suas respostas e os demais responderam corretamente porém a justificativa apresentada estava errada.

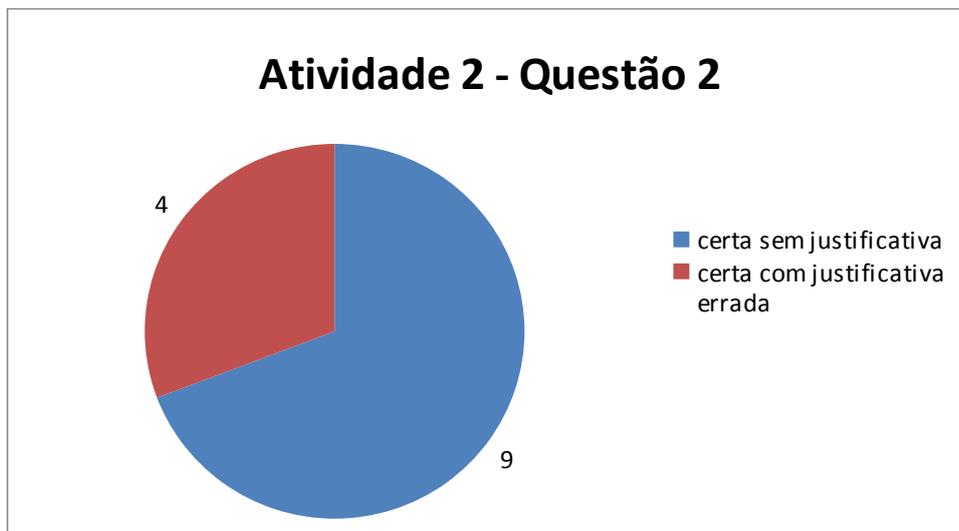


Gráfico 4

#### Terceira questão

“O que você observa quando aumentamos a frequência das ondas? Por que você acha que isso acontece?”

As respostas para esta questão tiveram as seguintes categorias: “*Certa sem justificativa*” e “*Certa com justificativa errada*”.

A maioria dos alunos respondeu que o comprimento de onda diminuiria e que a onda se espalharia menos depois da fenda, ou seja, teria uma difração menor. Mas também não justificaram as respostas. “*Fica mais rápida e as cristas e vales mais juntos, isso acontece porque a fonte vibra com maior rapidez*”, “*A frequência aumenta e o comprimento de onda diminui, ou seja, a distância entre uma crista da onda e outra fica menor, por isso ela vi mais rápida para o outro lado*”.

<b>Aluno</b>	<b>Certa sem justificativa</b>	<b>Certa com justificativa errada</b>
1	<i>A onda fica com menos espaço entre uma crista e outra, ela anda mais rápida</i>	
2	<i>Ela fica menos espaçada e passa mais rápida do outro lado não se espalhando tanto</i>	
3		<i>Fica mais rápida e as cristas e vales mais juntos, isso acontece porque a fonte vibra com maior rapidez</i>
4	<i>As distancias entre as ondas ficam menor, indo por isso mais rápido</i>	
5	<i>Ela fica menos espaçada e passa mais rápido do outro lado</i>	
6		<i>A frequência aumenta e o comprimento de onda diminui, ou seja, a distância entre uma crista da onda e outra fica menor, por isso ela vi mais rápida para o outro lado</i>
7	<i>Ela fica menos espaçada e passa mais rápido do outro lado</i>	
8	<i>A onda fica com menos espaço entre uma crista e outra, ela anda mais rápida</i>	
9	<i>Ela fica mais juntinha as cristas e por isso anda mais rápido e passa na fenda se espalhando menos</i>	
10	<i>A onda fica com menos espaço entre uma crista e outra, ela anda mais rápida</i>	
11	<i>A distancia entre as partes da onda fica menor, fazendo com que ela se propague mais rápido mas não se espalha tanto ao passar na fenda</i>	
12		<i>Ela fica com menor distancia entre uma crista e outra, pois seu comprimento de onda diminui, porque ele é inversamente proporcional à frequência, então a onda passa do outro lado mais rápida se espalhando menos</i>
13	<i>Ela fica mais juntinha as cristas e por isso anda mais rápido e passa na fenda se espalhando menos.</i>	

Quadro 13

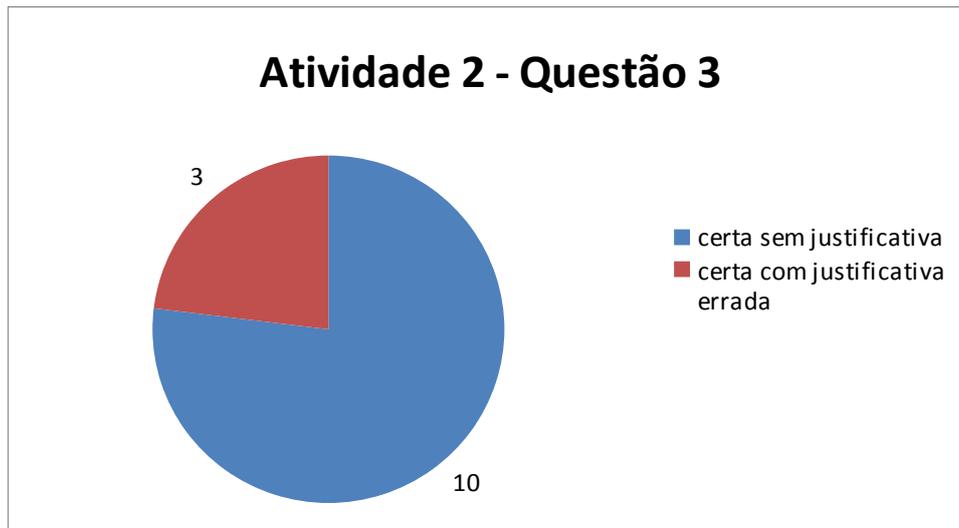


Gráfico 5

## Questão 4

“E quando diminuimos o que acontece? Por que isto ocorre?”

Para as respostas a esta pergunta surgiram duas categorias: “*certa sem justificativa*” e “*certa com justificativa errada*”.

A grande maioria respondeu que o comprimento de onda aumenta e que a onda se espalha mais ao passar pela fenda, mas não justificou a resposta. “*O comprimento de onda aumenta*”, “*Tem mais espaço entre uma crista e outra tornando o movimento mais lento*”.

Aluno	Certa sem justificativa	Certa com justificativa errada
1	<i>O comprimento de onda aumenta</i>	
2		<i>O comprimento de onda aumenta e ela anda mais devagar, passando na fenda mais devagar e se espalhando mais do outro lado</i>
3	<i>O comprimento de onda aumenta</i>	
4	<i>Ela anda mais devagar e se propaga mais lentamente quando passa do outro lado</i>	
5	<i>Tem mais espaço entre uma crista e outra tornando o movimento mais lento</i>	
6	<i>Tem mais espaço entre uma crista e</i>	

	<i>outra tornando o movimento mais lento</i>	
7	<i>Ela fica mais espaçada</i>	
8	<i>Ela vai mais devagar, pois existe um maior espaço entre ela</i>	
9	<i>O comprimento de onda diminui e ela fica maior</i>	
10	<i>Ela fica maior porque seu comprimento aumenta é o contrário da frequência</i>	
11	<i>Tem mais espaço entre uma crista e outra tornando o movimento mais lento</i>	
12		<i>A onda acaba ficando mais longa, porque seu comprimento aumenta por isso ela vai mais lenta e se espalha mais quando passa na fenda</i>
13	<i>Ela vai mais devagar, pois existe um maior espaço entre ela</i>	

Quadro 14

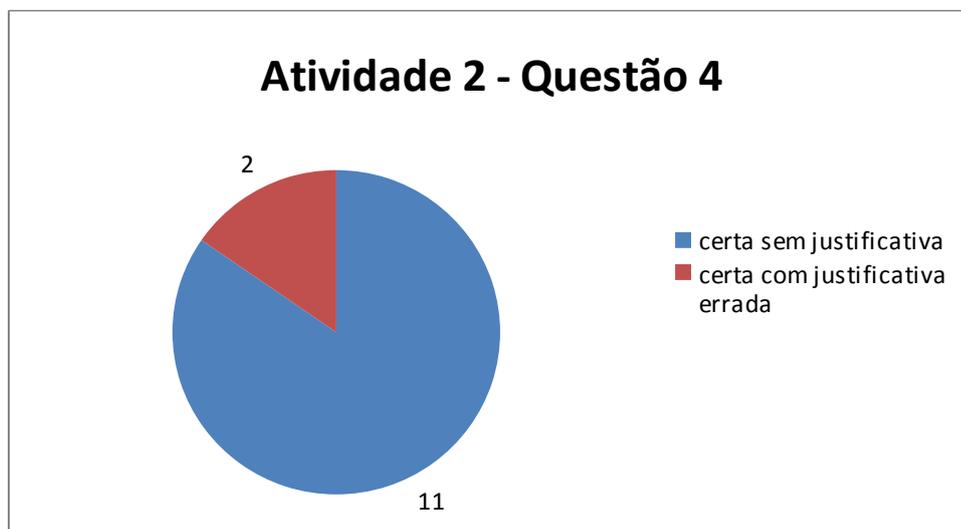


Gráfico 6

## Conclusão sobre a atividade

O objetivo desta atividade era fazer com que os alunos pudessem identificar no experimento demonstrativo os conceitos sobre o fenômeno da difração e estabelecer relações entre as grandezas envolvidas.

De acordo com os dados coletados, podemos concluir que eles foram capazes de reconhecer o fenômeno da difração, demonstrando alguma dificuldade em fazer as relações pertinentes entre as grandezas envolvidas e ainda mais dificuldade em dar uma justificativa correta para os acontecimentos. Ou seja, sabem reconhecer, mas não sabem explicar como o fenômeno ocorre realmente.

Refletindo sobre minha prática durante esta atividade, cheguei à conclusão de que se fosse incluído o estudo da equação da difração na aula expositiva, talvez os alunos conseguissem justificar suas respostas com maior facilidade, pois teriam conhecimento da relação entre as grandezas envolvidas.

### Atividade 3

A atividade 3 tratava-se de um experimento demonstrativo onde incidia-se um raio laser em uma fenda muito estreita. Depois da demonstração os alunos responderam a duas questões sobre o experimento.

#### Primeira questão

“O que você observa no anteparo quando incide o raio laser diretamente na fenda? Por que ocorre esse fenômeno?”

Três dos treze alunos deram uma resposta correta com justificativa correta, mencionando que ocorria a difração do laser ao incidir na fenda. Exemplo: *"Uma faixa cheia de claros e escuros, a gente podia pensar que seria um ponto, como o que sai do laser, mas não, é a difração, porque a luz também é uma onda."* A grande maioria deu uma resposta correta, mas sem justificativa. Exemplo: *"Uma faixa de luz escura e clara, na parede."*

<b>Aluno</b>	<b>Certa com justificativa certa</b>	<b>Certa sem justificativa</b>	<b>Certa com justificativa errada</b>	<b>Errada com justificativa certa</b>
<b>I</b>	<i>Uma imagem de difração na parede, vários claros e</i>			

	<i>escuras. Ocorre porque a luz é uma onda e ela passa por um obstáculo, que é a fenda e se espalha (difração) e se reflete na parede na figura</i>			
2		<i>Luz em faixas claras e escuras; é a difração da onda</i>		
3	<i>Uma faixa cheia de claros e escuros, a gente podia pensar que seria um ponto, como o que sai do laser, mas não, é a difração, porque a luz também é uma onda</i>			
4		<i>Uma faixa de luz escura e clara, na parede</i>		
5	<i>Luz em faixas claras e escuras; é a difração da onda</i>			
6	<i>Observo uma figura de luzes claras e escuras na parede, é a difração da onda de luz</i>			
7				<i>A luz que se projeta na parede é uma onda que faz espalhamento depois de passar na fenda</i>
8	<i>Observo uma figura de luzes claras e escuras na parede, é a difração da onda de luz</i>			
9		<i>Uma faixa horizontal de luz clara e escura, chamada difração</i>		
10				<i>Ocorre a difração da luz, pois ela é uma onda e passa na fenda</i>

				<i>muito pequena, aparecendo na parede</i>
<b>11</b>	<i>Uma faixa horizontal de luz clara e escura, chamada difração</i>			
<b>12</b>			<i>Uma figura horizontal de difração, em vez de vertical que era o esperado porque a fenda é vertical</i>	
<b>13</b>				<i>A luz que se projeta na parede é uma onda que faz espalhamento depois de passar na fenda</i>

Quadro 15

Podemos observar que seis dos participantes conseguiram responder e justificar corretamente. Três responderam corretamente, mas não justificaram suas respostas. Três deram uma resposta errada, mas uma justificativa correta. Apenas um respondeu corretamente, mas com a justificativa errada.

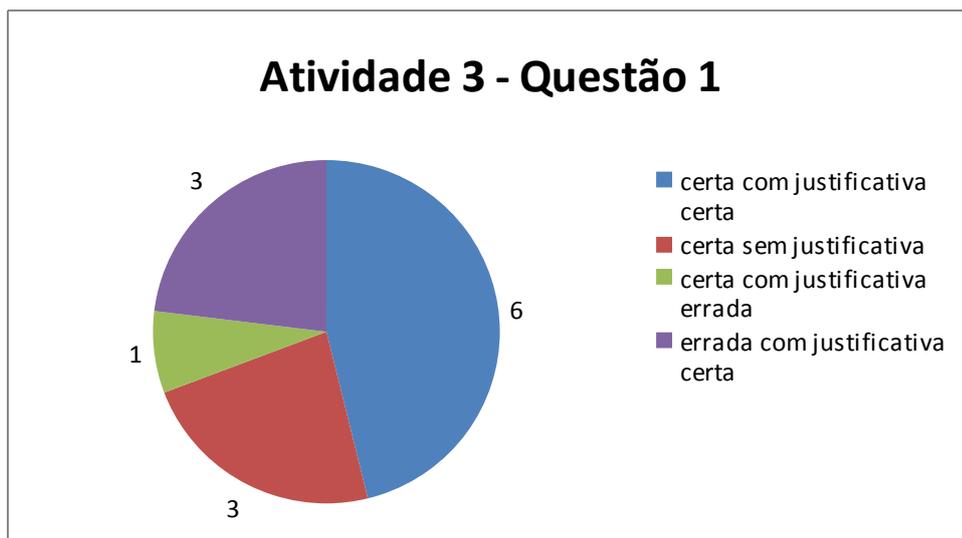


Gráfico 7



## Segunda Questão

“E quando aumentamos a espessura da fenda, o que ocorre com a figura projetada no anteparo? Por que você acha que isso acontece?”

As respostas a esta perguntam se encaixaram em três categorias: “*certa com justificativa certa*”, “*certa sem justificativa*” e “*certa com justificativa errada*”.

A maioria conseguiu observar que a figura se estreitava e que se aumentássemos muito o tamanho da fenda a figura de difração não apareceria mais e sim, apenas um ponto de luz, mas apenas quatro alunos conseguiram relacionar o comprimento de onda do laser com o tamanho da fenda. Exemplo: “*A imagem se aproxima, fica mais estreita, por causa que aumentou a fenda e o comprimento de onda do laser continua o mesmo, se aumentar mais não vai ter a figura, vai ser um ponto de laser na parede.*”

<b>Aluno</b>	<b>Certa com justificativa certa</b>	<b>Certa sem justificativa</b>	<b>Certa com justificativa errada</b>
<b>1</b>	<i>Elas se tornam mais juntinhas a figura fica menor, quanto maior for a fenda menor vai ser a figura, e quando ela for bem grande a figura vai ser um ponto</i>		
<b>2</b>		<i>As faixas se aproximam</i>	
<b>3</b>		<i>As faixas se aproximam</i>	
<b>4</b>		<i>As faixas claras e escuras ficam mais estreitas, acho que tem a ver com o tamanho da fenda</i>	
<b>5</b>		<i>As faixas se juntam</i>	
<b>6</b>			<i>A figura fica menor, as faixas se juntam, é por causa da difração</i>
<b>7</b>	<i>A imagem se torna menor e mais junta, estreita, é causada pelo tamanho da fenda que passa a ser maior, tem a ver com o comprimento de onda da onda</i>		
<b>8</b>		<i>A imagem fica menor, se aproximando, é a difração das ondas acontecendo</i>	

9		<i>As fendas se juntam</i>	
10	<i>A imagem se aproxima, fica mais estreita, por causa que aumentou a fenda e o comprimento de onda do laser continua o mesmo, se aumentar mais não vai ter a figura, vai ser um ponto de laser na parede</i>		
11		<i>Fica a aparecendo a mesma imagem, porém mais pequena</i>	
12	<i>É a difração que fica menor, o tamanho da fenda aumenta e o comprimento de onda é o mesmo</i>		
13		<i>A imagem muda, fica menor, mais perto uma da outra.</i>	

Quadro 16

De acordo com o quadro acima podemos observar que quatro alunos deram uma resposta certa com uma justificativa certa, e alcançando o objetivo proposto. A maioria responde corretamente, mas não justifica e os demais respondem corretamente, mas justificam erroneamente.

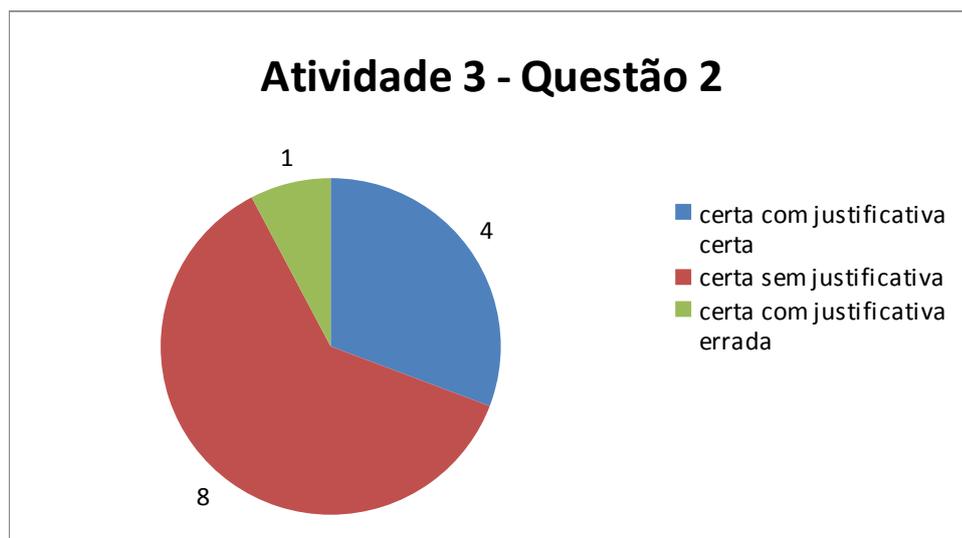


Gráfico 8

Conclusão sobre a atividade

O objetivo dessa atividade era que os alunos conseguissem identificar o fenômeno da interferência, relacionar os conceitos estudados anteriormente com o observado e estabelecer relações entre as grandezas envolvidas. Segundo os dados coletados os alunos conseguiram identificar o fenômeno observado como “Interferência de ondas”, também foram capazes, na maioria dos casos, de relacionar o que foi observado com os conceitos estudados em aula.

Notou-se que alguns alunos relacionaram o fenômeno com a difração, observada na atividade 2. A maior dificuldade encontrada foi a relação entre as grandezas, como entre o comprimento de onda e o tamanho da fenda, embora alguns alunos tenham mencionado essa relação.

Na reflexão de minha prática acredito que se o experimento, em vez de ser demonstrativo, fosse prático, onde os alunos pudessem alterar o tamanho da fenda e fazer medições e comparações, mantendo o comprimento de onda do feixe de luz, fosse mais fácil para eles relacionarem o comprimento de onda com o tamanho da fenda e com a figura projetada na parede.

#### Atividade 5

Nesta atividade foi pedido aos alunos que, divididos em grupos de 4 participantes, fizessem uma pesquisa na internet, no laboratório de informática da escola, sobre equipamentos que funcionam por meio de RUV, cada grupo recebeu o nome de um equipamento para pesquisar: *câmara de bronzeamento artificial*, *lâmpada de “luz negra”*, *lâmpada fluorescente* e *esterilizadores*. Cada grupo deveria apresentar oralmente o relato de suas pesquisas e entregar o mesmo de forma escrita.\* Durante a pesquisa os grupos foram orientados a selecionarem fontes confiáveis e a escreverem com suas próprias palavras o resultado da pesquisa.

---

\* Os relatos foram escaneados e encontram-se no ANEXO ?.

<b>Grupo 1 – Câmara de Bronzeamento Artificial – Objetivo Não Alcançado</b>
<b>Grupo 2 – Lâmpada de Luz Negra – Objetivo Parcialmente Alcançado</b>
<b>Grupo 3 – Lâmpada Fluorescente – Objetivo Parcialmente Alcançado</b>
<b>Grupo 4 – Esterilizadores – Objetivo Parcialmente Alcançado</b>

Quadro 17

De acordo com o quadro demonstrativo da atividade 5, podemos observar que apenas um dos quatro grupos teve seus resultados categorizados como “Objetivo Não Alcançado”, pois apenas copiou um trecho sobre o assunto, não especificando quase nada do que foi pedido. Os outros três grupos alcançaram parcialmente os objetivos, pois, apesar de terem copiado vários trechos, usaram algumas palavras próprias e foram mais claros quanto ao funcionamento dos equipamentos.

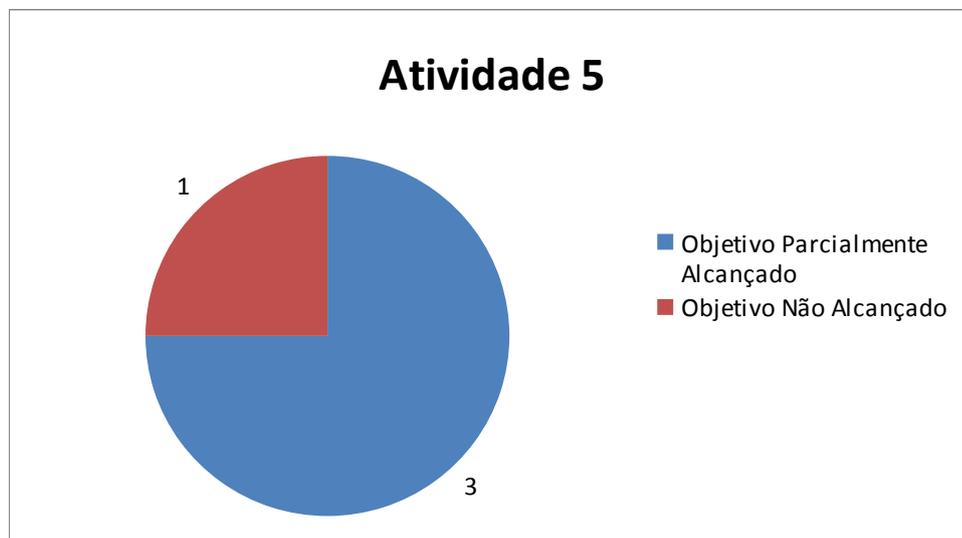


Gráfico 9

#### Conclusão sobre a atividade

O objetivo desta atividade era que os alunos fossem capazes de identificar na internet

os objetos de pesquisa, interpretar e sintetizar as informações obtidas, selecionar fontes confiáveis, e expressar de forma oral e escrita os resultados da pesquisa. Neste breve relatório deveria constar o objeto de pesquisa, o resultado obtido e as fontes utilizadas. O esperado era que o grupo não apenas copiasse as informações da internet, mas que as sintetizasse com suas próprias palavras, mostrando o que realmente entendeu. Esta foi a grande dificuldade de todos os grupos, pois de acordo com relatos dos participantes a turma não realizava esse tipo de atividade regularmente e, quando realizavam, era para ser feita em casa, sem orientação do professor; dando margem para que apenas copiassem e colassem.

Com a análise dos relatos ficou claro que a maioria dos grupos copiou informações, alterando apenas alguns termos ou palavras, não sintetizando os textos, nem usando palavras próprias. Embora na hora da apresentação oral eles tivessem se expressado bem sem ler ou decorar o que haviam copiado.

Outra observação é quanto às fontes, três dos grupos usaram a Wikipedia e mais algum site específico sobre o assunto.

Talvez se a pesquisa fosse mais direcionada, com tópicos a serem preenchidos e com uma orientação mais clara quanto ao fato de reescrever os textos com as próprias palavras, os alunos tivessem alcançado os objetivos propostos.

## **4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A dissertação intitulada “MATÉRIA E RADIAÇÃO: ARTICULAÇÃO ENTRE FÍSICA E SAÚDE NA PERSPECTIVA DE UMA PRÁTICA DOCENTE REFLEXIVA”, apresenta a construção de planejamentos didáticos que abordam a relação entre a disciplina de Física e a Saúde, partindo da sugestão, feita pelos PCN, da Saúde sendo um tema transversal.

Para o desenvolvimento deste trabalho, a priori, foram estabelecidos objetivos de pesquisa a serem atingidos. Para o início do trabalho objetivou-se pesquisar em revistas e periódicos artigos científicos que relacionassem o Ensino de Física e a Saúde. Apenas dois artigos foram encontrados no período estipulado de 2005 a 2010. Esta foi a primeira barreira encontrada para a continuidade da pesquisa, pois não é nada fácil construir um planejamento didático apropriado sem subsídios ou materiais nos quais fosse possível basear-se. A solução encontrada foi a busca de materiais específicos com conteúdos de física e de biologia para que a partir da reflexão e do estudo pudesse ser realizada a seleção de conteúdos para integrar os módulos, com base nos objetivos de aprendizagem estipulados para cada um deles. Buscando, desse modo, em cada módulo didático estabelecer uma sequência de conteúdos vinculada a atividades diversificadas integrando as duas áreas de conhecimento mencionadas anteriormente. Para esta elaboração foi escolhido o tema radiações ultravioleta e os efeitos biológicos na pele, onde foram estudados tanto os conceitos físicos referentes às radiações, quanto alguns conceitos biológicos referentes aos danos na pele pela exposição à RUV. Dentro desta perspectiva o tema saúde foi abordado em aulas de Física no sentido da aquisição de hábitos saudáveis em relação à exposição solar, como a fotoproteção, que teve destaque em algumas aulas.

Para a construção dos módulos didáticos considerou-se necessária a utilização de recursos educacionais diversos, como por exemplo, experimentos, textos de divulgação científica, vídeos, pesquisas na internet, dentre outros. Isto porque em uma turma de alunos onde cada um tem características e personalidades diferentes, se torna importante que se explorem maneiras variadas de despertar o interesse de cada um.

Ainda no âmbito da construção dos módulos didáticos destaca-se a primeira pergunta de pesquisa: “Que parâmetros um professor da Educação Básica deve considerar para

trabalhar com Temas Estruturadores dos PCN+?” A princípio, o professor deve considerar os objetivos de aprendizagem para seu planejamento, selecionando, dentro do tema escolhido, conteúdos que venham a contribuir com tais objetivos. A partir dos objetivos traçados selecionar os recursos didáticos que farão parte do planejamento, ou seja, o modo como as atividades serão desenvolvidas. Nesta pesquisa foram utilizados como recursos didáticos textos de divulgação científica, experimentos, vídeos, dentre outros. Outro parâmetro a ser considerado pelo professor para trabalhar com um tema estruturador é a questão da problematização, procurando discutir inicialmente sobre o que o aluno já conhece do assunto, por meio de perguntas e diálogos com o mesmo, para a partir daí relacionar o conhecimento prévio dos alunos com o conteúdo que será trabalhado em aula. A interdisciplinaridade também deve ser considerada para o planejamento, ou seja, o professor deve averiguar como fazer um planejamento interdisciplinar dentro do tema estruturador escolhido. Neste caso o tema estruturador escolhido foi “Matéria e Radiação” que trata da interação das radiações com a matéria, destarte sendo amplamente possível fazer uma abordagem interdisciplinar entre Física e Saúde, que é um dos objetivos propostos pela pesquisa.

A segunda pergunta de pesquisa também está relacionada à construção dos módulos didáticos: “Como o professor de Física pode integrar a sua disciplina com o tema Saúde, utilizando o Tema Estruturador “Matéria e Radiação”? A resposta encontrada durante a realização deste trabalho foi que, por meio de estudos, pesquisas e reflexões, o professor deve fazer uma seleção de conteúdos de Física que podem ser trabalhados em conjunto com conteúdos da disciplina de Biologia, destacando a interação das ondas eletromagnéticas (radiações) com o corpo humano. Para o desenvolvimento desta ação interdisciplinar foi utilizado o assunto das radiações ultravioleta e os efeitos biológicos causados no corpo humano, dentro da qual foram discutidos não apenas conceitos físicos e biológicos, mas também a aplicação desses conhecimentos no cotidiano do aluno, por meio de mudança comportamental e aquisição de hábitos saudáveis em relação à exposição ao Sol e a aparelhos que emitem RUV.

No ponto de vista da implementação dos módulos didáticos surge a terceira pergunta de pesquisa: “Sob quais condições um professor poderia implementar uma proposta como a sugerida acima?” De acordo com as vivências desta pesquisa acredito que o professor deve estar ciente do grau de conhecimento prévio dos alunos sobre os temas que serão abordados, bem como a receptividade da turma a atividades diferentes das quais eles estão acostumados a trabalhar, pois estas questões influenciam diretamente no desempenho destes alunos durante as atividades propostas.

Ainda na perspectiva da implementação dos módulos, surge a questão da prática reflexiva, onde o professor deve estar atento a qualquer imprevisto ou problema que venha ocorrer, fazendo uso da “reflexão na ação”, ou seja, no momento em que as situações sugerem demandam uma ação diferenciada ele deve estar apto a refletir e tomar uma decisão. Esta decisão pode estar relacionada a alguma mudança no planejamento, alguma adaptação ou nova estratégia para que a turma consiga acompanhar o trabalho proposto, sem que haja desperdício de tempo ou desmotivação dos alunos.

A última pergunta de pesquisa vem no sentido da avaliação da prática: “Como avaliar a prática docente em função da implementação de módulos didáticos que abordem a relação da Física com a Saúde?” Aqui voltamos a falar na prática reflexiva. Para uma avaliação concreta da implementação destes módulos didáticos é necessário, sim, avaliar a aprendizagem dos alunos, pois sem avaliar esta aprendizagem é impossível avaliar a prática em si. Porém, nesta pesquisa, o foco não é a avaliação da aprendizagem dos alunos, e sim, a avaliação da prática docente desenvolvida. Para que esta implementação seja avaliada, é necessário que o professor tenha uma postura crítica em relação a sua produção, ou seja, que ele tenha a capacidade de apontar os pontos fracos de seus planejamentos e relacioná-los com o desempenho obtido por parte dos alunos. Além de enxergar as falhas, deve também estar disposto a reformular seus planejamentos acrescentando tópicos que fizeram falta ou retirando possíveis excessos que vieram a confundir os alunos, bem como refletir sobre essas decisões tomadas e sobre como elas foram tomadas. Esta procedência está inserida na prática docente reflexiva de Schön, mais precisamente na “reflexão sobre a ação” e na “reflexão sobre a reflexão na ação”.

Analisando os resultados obtidos nas atividades propostas aos alunos percebo várias falhas na construção dos módulos. Uma delas, por exemplo, foi a escolha de experimentos demonstrativos, onde os alunos apenas me observaram realizando o experimento. Hoje, depois de refletir sobre os resultados obtidos, vejo que teria sido melhor se os experimentos fossem práticos e os alunos pudessem manejar os instrumentos e fazer medidas. Acredito que teriam mais facilidade para responder às questões propostas e justificar suas respostas corretamente.

Outro ponto onde devo pensar numa reformulação é na atividade 5, onde os alunos foram divididos em grupos e orientados a fazer uma pesquisa na internet. Pelos resultados obtidos ficou claro que a grande maioria apenas copiou trechos de textos encontrados na internet. A meu ver este fato ocorreu por falta de direcionamento da pesquisa e orientações claras acerca da elaboração de uma síntese das informações encontradas.

Já na atividade de interpretação de texto, ficou óbvia a falta de habilidade dos alunos na leitura e interpretação de textos, dificuldade que se tornou maior por ser um texto de divulgação científica, no qual continha palavras e termos desconhecidos para os alunos. Porém acredito que esta habilidade vem com a prática e pode ser desenvolvida e aprimorada com um trabalho mais sistemático de leitura e interpretação de textos de divulgação científica.

Observei também durante as aulas ministradas, tanto as que continham uma atividade com participação ativa dos alunos, quanto às expositivas, que o tema abordado foi uma boa escolha, pois despertou o interesse dos alunos, tratando de questões que estão presentes diariamente em suas vidas. Por outro lado, levou para as aulas de física um assunto que fazia parte, geralmente, das aulas de biologia, que é a saúde. Dessa forma eles puderam perceber que a Física não está somente presente na natureza, mas que também seus fenômenos interagem com nosso corpo, produzindo efeitos biológicos, bons e maus. E que precisamos estar informados sobre estes efeitos para que possamos tomar decisões sábias a respeito de nosso corpo. Deste modo, a Física deixa de ser uma disciplina onde apenas se resolvem cálculos matemáticos descontextualizados e sem interesse para os alunos e passa a ser uma disciplina ampla, que abrange fenômenos naturais e artificiais aos quais estamos expostos e que faz parte da nossa vida tanto quanto as outras disciplinas do currículo.

Concluo, então, que é possível, sim, fazer um trabalho interdisciplinar com enfoque na relação entre Física e Saúde. Porém o desenvolvimento deste trabalho requer muita pesquisa, estudos e reflexões. A começar pela seleção de conteúdos de Física que podem ser direta ou indiretamente relacionados à Saúde, passando pela questão da transposição didática, ou seja, a transformação do saber científico para o saber a ser ensinado. Outra questão importante é o aspecto interdisciplinar. Foi necessário um estudo mais aprofundado de conteúdos da área da Biologia, como por exemplo, a estrutura da molécula de DNA, sendo necessário consultas a professores desta área. Além de estudar estes conteúdos, foi preciso construir a relação deles com os conceitos físicos envolvidos e, o mais importante, contextualizar esta relação com o tema Saúde. Ainda, convém destacar, que foram feitas anotações acerca das observações realizadas durante a implementação dos módulos, no sentido de registrar as reações dos alunos, os problemas que surgiram e as decisões tomadas, colaborando assim para uma prática reflexiva sistemática e para um aperfeiçoamento profissional permanente. E para finalizar, quero destacar que esta reflexão e aprofundamento no tema, abriu uma gama de oportunidades futuras para a continuidade da pesquisa e reformulação dos planejamentos já elaborados. Pois existem vários outros conteúdos da área da Física que podem e devem ser relacionados com aspectos da Saúde, como por exemplo, a relação dos processos de

propagação do calor com a temperatura corporal; o estudo da hidrodinâmica relacionado à pressão sanguínea; a eletricidade relacionada aos impulsos elétricos que ocorrem em nosso cérebro; dentre outros. Portanto a disciplina e o professor de Física podem colaborar significativamente para Educação em Saúde no contexto escolar.

## REFERÊNCIAS

André 1989 – metodologia da pesquisa educacional, página 39 (FAZENDA, Ivani (org.). Metodologia da pesquisa educacional. São Paulo: Cortez, 1989. )

BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. Trad. Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70, 2002.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura - Secretaria de Educação Básica. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, 2000

Cachapuz, A., Praia, J. e Jorge, M. (2002). Ciência, educação em ciência e ensino das ciências. 1ª Edição. Ministério da educação. Lisboa

CANDEIAS, Nelly M. F., Conceitos de educação e de promoção em saúde: mudanças individuais e mudanças organizacionais. Rev. Saúde Pública, 31 (2): 209-13, 1997

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos. São Paulo: Cortez, 2007

DELIZOICOV, D.; ZANETIC, J. A proposta de interdisciplinaridade e seu impacto no ensino municipal de 1º grau. In: PONTUSCHKA, N. N. (org.). Ousadia no diálogo: interdisciplinaridade na escola pública. 3. ed. São Paulo: Loyola, 2001.

F. Ostermann e M.A. Moreira, Caderno Catarinense de Ensino de Física 18, 135 (2001).

Física para Ciências Biológicas e Biomédicas. Emico Okuno, Iberê L. Caldas e Cecil Chow. Ed. Harbra.

Moreira 2004 Revista Chilena de Educación Científica, 3(1): 10-17, 2004

OKUNO, E.; VILELA, M.A.C. Radiação Ultravioleta – características e efeitos. A Livraria da Física, 2005

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

SCHÖN, A. D. Formar professores como profissionais reflexivos. In: Nóvoa, A. (coord.) Os professores e sua formação. Lisboa: Dom Quixote, 1992a, p 77-92

TERRAZZAN, E. A. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 209-214, dez. 1992

ZEICHNER, K. Novos caminhos para o practicum. In: Nóvoa, A. (coord.) Os professores e sua formação. Lisboa: Dom Quixote, 1992a, p 117-138

## **ANEXOS**

## Anexo 1

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

#### “MATÉRIA E RADIAÇÃO: ARTICULAÇÃO ENTRE FÍSICA E SAÚDE NA PERSPECTIVA DE UMA PRÁTICA DOCENTE REFLEXIVA”

Pesquisadora: Darla Fortunato

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Inés Prieto Schmidt Sauerwein

Contato: (55) 99982682

Coleta de dados/informações: Escola Fronteira

Você está sendo convidado a participar de um projeto de pesquisa acerca da integração da disciplina de Física com a Saúde por meio de aulas sobre o tema Radiações Ultravioleta e os efeitos biológicos no corpo humano.

Esta pesquisa está sendo realizada para avaliar as possibilidades da implementação de módulos didáticos que façam a relação entre Física e Saúde.

Esta pesquisa não implica em riscos aos alunos que participarem. Os benefícios consistem em desenvolver no Ensino Médio conteúdos de Física que normalmente não são estudados nesse nível de ensino, procurando relacionar a Física com a saúde e promovendo hábitos saudáveis. Do ponto de vista de competências e habilidades, desenvolver capacidades de trabalho em grupo, elaboração de hipóteses e de explicações para as situações apresentadas, colocando o centro da aprendizagem no aluno, ou seja, que ele seja participante ativo no processo de ensino-aprendizagem.

Os alunos participantes da pesquisa terão suas dúvidas referentes à Física, em geral, e ao tema em estudo, em particular, esclarecidas sempre que solicitadas durante as aulas ministradas pela pesquisadora. A responsável pela pesquisa é a Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Inés Prieto Schmidt Sauerwein.

O aluno tem assegurado o sigilo que assegura a privacidade das informações, bem como retirar o consentimento em qualquer tempo, sem qualquer prejuízo.

As pesquisadoras do presente projeto se comprometem a preservar a privacidade dos alunos cujas informações serão coletadas. Concordam, igualmente, que estas informações

serão utilizadas única e exclusivamente para a execução do presente projeto. As informações somente poderão ser divulgadas de forma anônima e serão mantidas no Departamento de Física em um armário chaveado por um período de dois anos, sob a responsabilidade da orientadora do projeto Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Inés Prieto Schmidt Sauerwein. Após este período, os dados serão destruídos.

Eu \_\_\_\_\_ R.G.  
n. \_\_\_\_\_, CPF n. \_\_\_\_\_ concordo  
em participar do estudo. Fui devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador.  
Local e data \_\_\_\_\_  
Nome e Assinatura \_\_\_\_\_

---

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato: Comitê de Ética em Pesquisa – CEP- UFSM.

Av. Roraima, 1000 – Prédio da Reitoria – 7º andar – Campus Universitário – 97105-900 – Santa Maria – RS – Tel.:(55) 3220-9362 – e-mail: comiteeticapesquisa@mail.ufsm.br

Eu \_\_\_\_\_ R.G.  
n. \_\_\_\_\_, CPF n. \_\_\_\_\_ concordo  
que meu (minha) filho(a) participe do estudo. Fui devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador.  
Local e data \_\_\_\_\_  
Nome e Assinatura \_\_\_\_\_

---

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato: Comitê de Ética em Pesquisa – CEP- UFSM.

Av. Roraima, 1000 – Prédio da Reitoria – 7º andar – Campus Universitário – 97105-900 – Santa Maria – RS – Tel.:(55) 3220-9362 – e-mail: comiteeticapesquisa@mail.ufsm.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:  
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

**Atividade 5: Pesquisa na Internet**

A turma será dividida em 4 grupos, cada grupo deve pesquisar sobre um dos equipamentos a seguir: *câmara de bronzeamento artificial*, *lâmpada de luz negra*, *lâmpada fluorescente* e *esterilizadores*. O grupo deve escrever um pequeno relato sobre os resultados da pesquisa, este relato deve conter o objeto de pesquisa, os resultados da pesquisa e as fontes utilizadas.

**Equipamento:** *Esterilizadores*

**Relato:** *O esterilizador é usado para controlar infecções nos peixes, pois consegue fazer com que as bactérias e parasitas não passem de um peixe para o outro. Ele utiliza uma lâmpada fluorescente especial com comprimento de onda de mais ou menos 254 nanômetros. A água com bactérias passa pelo bulbo da lâmpada e é atingida pela radiação. Quando essa luz penetra no organismo, inicia-se uma (~~mutação~~) mutação no DNA, prevenindo a reprodução do microorganismo atingido. Pode ser usado em aquários ou para filtrar água.*

*Fonte: [www.peixepauma.com](http://www.peixepauma.com)  
[www.google.com](http://www.google.com)*



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:  
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

**Atividade 5:** Pesquisa na Internet

A turma será dividida em 4 grupos, cada grupo deve pesquisar sobre um dos equipamentos a seguir: *câmara de bronzamento artificial, lâmpada de luz negra, lâmpada fluorescente e esterilizadores*. O grupo deve escrever um pequeno relato sobre os resultados da pesquisa, este relato deve conter o objeto de pesquisa, os resultados da pesquisa e as fontes utilizadas.

**Equipamento:** Lâmpada fluorescente

**Relato:** Os resultados da pesquisa foram: as lâmpadas fluorescentes funcionam com um par de eletrodos em cada extremo. O tubo de vidro é coberto com um material a base de fósforo. Este material quando é excitado pela radiação ultravioleta gerada pela ionização dos gases produz a luz visível. Ela não é prejudicial para a saúde porque não deixa passar a radiação ultravioleta.

Fontes: [www.wikipedia.com.br](http://www.wikipedia.com.br)  
[www.ciencia.bsm.com.br](http://www.ciencia.bsm.com.br)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:  
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

**Atividade 5:** Pesquisa na Internet

A turma será dividida em 4 grupos, cada grupo deve pesquisar sobre um dos equipamentos a seguir: *câmara de bronzeamento artificial, lâmpada de luz negra, lâmpada fluorescente e esterilizadores*. O grupo deve escrever um pequeno relato sobre os resultados da pesquisa, este relato deve conter o objeto de pesquisa, os resultados da pesquisa e as fontes utilizadas.

**Equipamento:** LÂMPADA DE LUZ NEGRA

**Relato:** A LUZ NEGRA SE PARECE COM UMA LÂMPADA FLUORESCENTE NORMAL, MAS EMITE COMPRIMENTOS DE ONDA DE 380 A 420 NANO METROS. A RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA DESTA LÂMPADA É OBTIDA ATRAVÉS DE UMA LÂMPADA FLUORESCENTE SEM A PROTEÇÃO DO COMPONENTE FÓSFORO QUE A FAZ EMITIR LUZ VISÍVEL. A LUZ NEGRA DEIXA PASSAR TODA A RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA, É PREJUDICIAL A SAÚDE QUANDO NOS EXPOSMOS POR MUITO TEMPO, É USADA EM BOATES, IDENTIFICAR DINHEIRO FALSO E DECORAÇÃO

FONTES: WIKIPÉDIA.COM



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:  
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

**Atividade 5:** Pesquisa na Internet

A turma será dividida em 4 grupos, cada grupo deve pesquisar sobre um dos equipamentos a seguir: *câmara de bronzamento artificial*, *lâmpada de luz negra*, *lâmpada fluorescente* e *esterilizadores*. O grupo deve escrever um pequeno relato sobre os resultados da pesquisa, este relato deve conter o objeto de pesquisa, os resultados da pesquisa e as fontes utilizadas.

**Equipamento:** *Câmara de Bronzamento Artificial*

**Relato:** *É um dispositivo emissor de radiação ultravioleta (tipicamente 95% de raios UVA e 5% de raios UVB) é usada para produzir um bronzamento cosmético. Devido aos efeitos adversos à saúde humana, a Organização Mundial de Saúde não recomenda o uso de dispositivos de bronzamento UV para fins cosméticos.*