

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 14/06/2016.



Faculdade de Ciências e Tecnologia
Campus de Presidente Prudente

MNPEF
Mestrado Nacional Profissional em
Ensino de Física

O MIRABOLANTE MUNDO DAS PARTÍCULAS ELEMENTARES: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA PROFESSORES DE FÍSICA

OSMAR PEREIRA SILVA JÚNIOR

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Maria Osorio Araya

Presidente Prudente
Novembro de 2015

O MIRABOLANTE MUNDO DAS PARTÍCULAS ELEMENTARES: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA PROFESSORES DE FÍSICA

OSMAR PEREIRA SILVA JÚNIOR

Orientadora: Profa. Dra. Ana Maria Osorio Araya

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

Prof. Dr.

Prof. Dr.

Prof. Dr.

**Presidente Prudente
Novembro de 2015**

FICHA CATALOGRÁFICA

S581m Silva, Osmar Pereira Junior
O Mirabolante Mundo das Partículas Elementares : uma sequência didática para professores de física / Osmar Pereira Silva Junior. – Presidente Prudente: [s.n], 2015
viii, 77 f.: il.

Orientadora: Ana Maria Osorio Araya
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia
Inclui bibliografia

1. Física de partículas elementares. 2. Sequência didática. 3. Formação de professores. I. Araya, Ana Maria Osorio. II. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. O mirabolante Mundo das Partículas Elementares : uma sequência didática para professores de física.

*“O essencial é invisível aos olhos”
O pequeno príncipe, Antoine de Saint-Exupéry*

AGRADECIMENTOS

São tantas pessoas para agradecer em poucas linhas que a probabilidade de alguns ficarem anônimos e evidentes é muito grande. Desculpe desde já.

Primeiramente, agradeço a Deus pela oportunidade de estar em um Universo com tantos seres e fenômenos fascinantes.

Agradeço a toda minha família que nunca mediram esforços e sempre apoiaram. Um beijo especial a minha mãe Neusa, meu grande pai Osmar e meu querido irmão Luiz Paulo. Amo muito todos vocês.

Não podia deixar de agradecer e dizer o orgulho e admiração que tenho de trabalhar com outros grandes professores que ultrapassam essa linha de amigos de trabalho e tornam-se amigos/irmãos como Guilherme, Heitor, Nicolas, Pai Léo, Mônica, Genilson, Jairo, etc. Alguns acabam virando mentores né Paulo Fiorato e Liliane?

Queria agradecer aos professores e colegas do Mestrado de Física. Obrigados a todos vocês pela troca de experiências.

Um agradecimento especial aos professores Moacir, professor João Ricardo, professora Clarissa e professor Angel por aceitarem o convite de ser banca da dissertação, auxiliando no melhoramento do trabalho.

A todos meus alunos que ajudam e iluminam o meu caminho fazendo cada vez mais a entender como é apaixonante dar aulas.

Aos meus amigos João, Leandro, Lucas, Nino e companhia por todos esses anos de companheirismo e fidelidade.

Aos grandes amigos de Futebol que durante esse tempo é uma válvula de escape com sua alegria, muitas risadas e perna de pau. É muito bom fazer parte desse time.

Agradeço de coração a professora Ana que teve muita paciência e disponibilidade para Orientar durante dos esses anos. Desculpe deixar você com cabelos brancos, mas ti considero com uma mãe.

Não podia deixar de agradecer a pessoa que ficou do meu lado durante todo esse tempo, ajudando com seus conselhos, coerência, amizade, amor. Sou muito grato por tudo Lika.

Termino agradecendo após algumas lágrimas a toda família Schrödinger que além de dividirmos teto, trocamos experiências, comidas, conhecimentos e momentos de dificuldades. Obrigado a todos vocês meninos.

RESUMO

A pesquisa "*O mirabolante mundo das Partículas Elementares*" tem como objetivo o desenvolvimento e aplicação de uma sequência didática sobre um tema da Física Moderna que se apresenta desafiador para os professores de Física. É um dos temas indicados na proposta curricular de ensino de Física do Estado de São Paulo, mas poucos dados se têm de como ensinar e qual metodologia é mais indicada para que se cumpra com o mínimo do indicativo das propostas de aulas contextualizadas, significativas e dinâmicas. A proposta envolve a construção de uma sequência didática contendo os requisitos apontados pelos pesquisadores da área, especialmente a construção do material e metodologias que auxiliem o professor em exercício e em formação inicial, na sua prática pedagógica sobre o tema Física de Partículas.

Palavras-chave: Física de Partículas Elementares; Sequência didática; Formação de professores.

ABSTRACT

The research "The dazzling world of Elementary Particles" is aimed at the development and implementation of a didactic sequence about a topic of modern physics that presents challenging for teachers of physics. It is one of the themes identified in the proposed curriculum Physical education of the State of São Paulo, but few data have of how to teach and what methodology is best suited for that complies with the minimum indicative proposals contextualized lessons, meaningful and dynamic. The proposal involves the construction of a didactic sequence containing the requirements pointed out by researchers in the field, especially the construction of the material and methodologies that assist the teacher in exercise and initial training in their teaching on the topic Particle Physics.

Keywords: Elementary Particle Physics; Didactic sequence; Teacher training;

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

FCT: Faculdade de Ciência e Tecnologia

FMC: Física Moderna e Contemporânea

FPE: Física de Partículas Elementares

MP: Modelo Padrão

NEF: Núcleo de Ensino de Física

SD: Sequência Didática

UNESP: Universidade Estadual Paulista

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
CAPÍTULO 1 – OS REFERENCIAIS TEÓRICOS	15
1.1) <i>CONSIDERAÇÕES SOBRE O ENSINO DE FÍSICA</i>	15
1.2) <i>PARTÍCULAS ELEMENTARES NO ENSINO DE FÍSICA</i>	15
1.3) <i>SEQUÊNCIA DIDÁTICA: MAIS QUE UMA SEQUENCIA DE AULAS</i>	21
CAPÍTULO 2 – PERCURSO METODOLOGICO	23
2.1) <i>UMA OLHADA NO SABER DOS PROFESSORES</i>	23
2.2) <i>UMA OLHADA NOS ALUNOS DA LICENCIATURA EM FÍSICA</i>	24
2.3) <i>TEMPO E CONTEÚDO DA SD: UM DESAFIO</i>	25
2.4) <i>CONSTRUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</i>	26
2.5) <i>APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</i>	27
2.5.1) <i>Aula 1: Modelando Modelos e Escalando Escalas</i>	27
2.5.2) <i>2ªAula: O mirabolante mundo das Partículas Elementares</i>	28
2.5.3) <i>3ªaula: A TV E O LHC</i>	28
2.5.4) <i>4ªAula: Avaliação</i>	29
CAPÍTULO 3- RESULTADOS, DISCUSSÕES E PRODUTO FINAL	30
3.2) <i>Análise dos alunos da licenciatura</i>	33
CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERENCIAIS	36
APÊNDICE A- ANÁLISE DOS PROFESSORES	39
APÊNDICE B – ANÁLISE DOS ALUNOS DA LICENCIATURA	42
APÊNDICE C - O MIRABOLANTE MUNDO DAS PARTÍCULAS ELEMENTARES UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA PROFESSORES DE FÍSICA	45
Instruções	48

Introdução	49
1.1) O Big Bang: O possível início de tudo!	49
1.1.1) Proposta de atividade 1:	50
1.2) Números de Planck: valores do mundo primordial	51
1.2.1) Como é calculado o espaço e tempo de Planck?	51
1.2.2) Energia de Planck	52
1.2.3) Densidade de Planck	52
1.2.4) Temperatura de Planck	53
1.2.5) Proposta de Atividade 2:	53
1.3) As evidências do Big Bang	54
1.3.1) Expansão do Universo	54
1.3.2) Radiação Cós mica de fundo	56
1.3.3) Abundância de elementos leves	56
<i>AULA 1: MODELANDO MODELOS E ESCALANDO ESCALAS</i>	57
2.1) Atividade Prática	57
2.2) Parte II: Escalando Escalas	59
2.2.1) Proposta de Atividade 3	60
<i>AULA 2: O MIRABOLANTE MUNDO DA FÍSICA DE PARTÍCULAS ELEMENTARES</i>	63
3.1) Dos filósofos naturais ao bóson de Petter HIGGS	63
3.1.1) O Trio de Mileto	63
3.1.2) Saindo de Mileto	64
3.1.3) Os atomistas modernos	65
3.1.4) O descobrimento de novas partículas: ordem cronológica	67
3.2) Um pouco mais sobre Partículas Elementares	70
3.2.1) A organização do Modelo Padrão	70
3.3) Partículas elementares e as leis de conservação	73
3.3.1) Conservação da carga elétrica	74
3.3.1.1) Proposta de Atividade 4	75
3.3.2) Conservação de Energia	75
3.3.2.1) Proposta de Atividade 5	76
3.3.3) Conservação de Carga Cor	76
3.3.3.1) Proposta de Atividade 6	77
<i>AULA 3: A TV E O LHC: O MUNDO EM TORNO DAS PARTÍCULAS</i>	78
4.1) Tubo de Raios Catódicos	78
4.1.1) Simulador de tubo de raios catódicos	79
4.2) LHC: A máquina	79

4.3) Como podemos ver o que não podemos ver?	81
4.3.1) O ATLAS	81
4.3.2) O CMS	82
4.3.3) ALICE	83
4.3.4) O LHCb	83
4.4) Game do LHC	83
4.5) Atividade 7 : Buscando respostas	84
4.6) Qual o fato mais impressionante do Universo...	84
4.6.1) Atividade 8: Discutindo um pouco mais.	85
REFERÊNCIAS	85

INTRODUÇÃO

Muitas pessoas questionam sobre como surgiu o Universo, será que o Universo realmente surgiu do Big Bang? Será que algum dia terá um fim? Essas questões, além de colocar em debate pensamentos religiosos e científicos, fazem refletir sobre qual a origem da vida e o papel da ciência nessas discussões.

Esses questionamentos fizeram falta durante todo o meu ensino básico, o que me fez pensar “porque as portas para essas reflexões não foram abertas durante essa fase”? Sendo que deveria ser frequente esse tipo de discussão, principalmente na escola. Reflexões como a do Astrofísico Neil deGrasse Tyson que participou em um dos quadros da revista americana TIME, chamado “10 questions” (10 questões), no qual, foi questionado por um internauta sobre qual era “o fato mais impressionante do Universo”. Tayson, respondeu essa pergunta de maneira surpreendente e fantástica, a sua fala é pouca extensa, só que seria uma perda para o leitor resumir sua resposta, pois, cada palavra tem um fascínio, que está descrita logo em seguida:

“O fato mais surpreendente é saber que os átomos que abrangem a vida na Terra — os átomos que formam o corpo humano — podem ser rastreados aos pontos que cozinham elementos leves, transformando-os em elementos pesados em seus núcleos sob temperaturas e pressões extremas. Essas estrelas, as mais pesadas entre elas, tornaram-se instáveis em seus últimos anos. Elas entraram em colapso e então explodiram, espalhando suas enriquecidas entranhas pela galáxia — entranhas compostas de carbono, nitrogênio, oxigênio e todos os ingredientes fundamentais da vida em si. Tais ingredientes se tornaram parte de nuvens de gás que condensam, entram em colapso, formam a próxima geração de sistemas solares: estrelas com planetas em órbita, e tais planetas agora têm os ingredientes da vida em si. Então, quando eu olho para o céu à noite, eu sei que, sim, somos partes deste Universo, estamos neste Universo. Mas, talvez mais importante que esses dois fatos, é que o Universo está em nós. Quando penso nisso, olho para cima — muitas pessoas se sentem pequenas porque elas são pequenas e o Universo é grande, mas eu me sinto grande, pois meus átomos vieram dessas estrelas. Há um nível de conectividade. Isso é o que você realmente quer na vida: se sentir conectado, relevante, como um participante em acontecimentos e eventos ao seu redor. Isso é precisamente o que somos, simplesmente por estarmos vivos”. (Neil deGrasse Tyson, 2009).

Quando assisti pela primeira vez a um vídeo adaptado com essa resposta de Tayson, contada pelo narrador e dublador Guilherme Briggs, muitas ideias que não se encaixavam em meus pensamentos começaram a fazer sentido, por exemplo, nossos

átomos ainda permaneceram um bom tempo no universo, como podemos ser grandes e pequenos ao mesmo tempo? Além disso, entendi o que significava a série que passava na televisão quando era adolescente, apresentada pelo também astrofísico Marcelo Gleiser, chamado “Poeira das Estrelas”, no qual, citava que somos vestígios de explosões estelares. Além disso, percebi uma grande relação com o tema Física de Partículas Elementares (FPE), atual ramo da Física que procura responder “do que somos feitos?”, buscando entender o Universo.

A relação com tema desta pesquisa vem desde 2009, quando comecei a fazer parte do Núcleo de Ensino de Física (NEF) da Faculdade de Ciências e Tecnologia - Presidente Prudente, um grupo que conta com a participação de professores do curso de Licenciatura em Física da FCT UNESP, alunos da graduação, professores da rede pública de ensino, e alguns colaboradores que estão na pós-graduação em outras universidades e que tem por intenção principal o estudo conjunto dos conteúdos e das metodologias, visando o ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC). Após essa convivência decidi pesquisar o tema mais profundamente o que resultou em uma exposição científica denominada “*As pequenas grandes coisas do universo*” que consta de alguns elementos interativos na forma de pôsteres apresentados em um espaço de ensino não formal e que foi o meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), apresentando em Dezembro de 2012. Dando continuidade na pesquisa em FPE, agora como aluno do Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), procurei realizar uma abordagem diferente, inserindo distintas variáveis no trabalho, amparadas nas novas experiências que obtive no decorrer do meu percurso como professor de física, após a defesa do TCC. Esta experiência acompanhada de aprofundamento teórico possibilitou uma nova visão sobre o tema e principalmente sobre o ensino. Desta forma, o trabalho terá um foco direcionado para a formação de professores e não para a divulgação da FPE, pois, atualmente a FPE é uma realidade presente no Ensino Médio, está inserida em livros didáticos (mesmo de forma “tímida”) e faz parte do Currículo do Estado de São Paulo, 3º ano do Ensino Médio, segundo semestre.

Em umas das oficinas ministradas junto ao NEF, oferecida a professores da Diretoria de Ensino de Santo Anastácio, tivemos a oportunidade de sentir a angústia dos professores em relação ao tema, alguns resultados mais específicos serão comentados em outro momento do trabalho. O que se pode adiantar é que a maior parte dos professores que participaram da oficina não tiveram FPE em sua formação em Física,

aliado a isto tem a falta de tempo para trabalhar o tema em sala de aula e o grau de dificuldade da FPE.

Outro ponto que também deve ser colocado, é que no curso de Licenciatura em Física, da FCT UNESP de Presidente Prudente, o tema é citado no âmbito da curiosidade, não é trabalhado de maneira efetiva como parte das disciplinas da graduação e isto é uma realidade em diversas Universidades.

Nesse contexto a proposta é trabalhar a metodologia para o ensino de FPE, desenvolvendo uma sequência didática (SD) que inclua diferentes ferramentas de ensino, os conhecimentos prévios dos alunos e os conhecimentos obtidos sobre FPE após aplicação da SD. O trabalho consta em duas partes principais, a respostas dos professores em serviço sobre o tema e o desenvolvimento da SD com os professores em formação inicial.

Frente a o exposto a pergunta a ser respondida nesta pesquisa é: Como contribuir para o ensino de FPE com professores em formação? Frente a esta pergunta surgem os objetivos:

Objetivo Geral

Construir uma SD contendo dados e as ferramentas necessárias para que os professores possam utilizar com seus alunos. Para isto será confeccionado um site contendo indicativos de como construir uma sequência Didática detalhada, textos e links relacionados com o tema.

Objetivos Específicos

- Organizar conteúdos e metodologias necessárias ao entendimento da FPE.
- Explicar e justificar os passos necessários para o desenvolvimento da SD e compartilhar as informações por meio de um site de fácil acesso com as informações sobre o tema, links, atualidades e história, material que pode ser utilizado em sala de aula.

Para conseguir explorar todos esses aspectos, a pesquisa foi dividida em quatro capítulos:

-O primeiro capítulo apresenta uma introdução aos apontamentos do governo sobre o ensino de física, apresenta a FPE desde seu início até o presente em um breve resumo da

história do desenvolvimento da FPE, citando alguns trabalhos importantes sobre o ensino do tema e os trabalhos dos pesquisadores, culminando com estudos sobre sequência didática e sua utilização para organizar e construir um aprendizado significativo para ser utilizado pelo futuro professor.

- O segundo capítulo abordará a metodologia empregada para a confecção da sequência didática e a metodologia escolhida para o trabalho em cada um dos momentos que a compõem.
- O capítulo três apresentara os resultados da aplicação da SD e do material confeccionado como contribuição à formação inicial dos futuros professores.
- Finalmente no capítulo quatro se apresentam as conclusões deste trabalho.