|  |
| --- |
| PROPOSTA DE TRABALHO |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nome do acadêmico:** marcelo leonardo de souza | | |  |
| **Código de Matrícula:** 14.2.0788 | |  | **Código de Pessoa: 5106850** |
| **E-mail de Contato:** mlesouza95@gmail.com |  | | |
| **Telefone(s) de Contato:** (47) 9-91540757 | |  | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nome do Professor Orientador:** Marcelo Gomes de Paoli | | | |  | |
| **E-mail de Contato:** paoli@univali.br | |  | | | |
| **Telefone(s) de contato**: (47) 9-9619-3545 | |  | | | |
| **Titulação: Doutor** | **Área(s) de pesquisa: Física** | | | | |
| **Dia da semana e horário de Atendimento ao acadêmico:** | | | | | Quintas-feiras às 18:00 |
|  | | |  | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Possui Co-orientador? [ ] SIM. [ x ] NÃO.** | | | | | | | | **Em caso afirmativo:** | |
| **Nome do Coorientador:** | | |  | | | | | | |
| **e-mail de contato:** | |  | | | | | | | |
| **Telefone(s) de contato:** | | | |  | | | | | |
| **Instituição de Origem:** | | | |  | | | | | |
| **Titulação:** |  | | | | **Área(s) de pesquisa:** | | | |  |
|  | | | | | | |  | | |
| *Considerando verídicas as Informações fornecidas neste formulário,*  *encaminhamos a Proposta de Trabalho para avaliação.* | | | | | | | | | |
| **Assinatura do acadêmico:** | | | | | |  | | | |
| **Assinatura do Professor Orientador:** | | | | | |  | | | |
| *Itajaí (SC),* 18 de March de 2018*.* | | | | | | | | | |

SIMULANDO Estrelas de quarks através do modelo de sacola do MIT

Marcelo Souza

03 / 2018

Orientador: Marcelo Gomes De Paoli, Dr.

Área de Trabalho: Física, Ciência da Computação

Palavras-chave: Estrelas de Quarks, Modelo de Sacola do MIT, Cadáveres Estelares.

Número de páginas: 9

**RESUMO**

Em um mundo onde novos artigos são publicados todos os dias, nas mais diferentes áreas, é necessário que, apesar da produção massiva, os assuntos sejam inteligíveis para todo o público e não apenas para uma minoria que estuda profundamente o assunto. Com este pensamento em mente será desenvolvido um *software* cujo objetivo é facilitar o entendimento das estrelas de *quarks*, cuja descrição utiliza a pesada linguagem cientifica da física nuclear. O software se utilizará de conceitos de Ciência da Computação para facilitar a visualização e entendimento dos dados resultantes da simulação ao mesmo tempo em que será de utilidade para estudantes de física por utilizar o modelo de sacola do MIT, que é de grande importância na área.

Palavras chaves: Estrelas de Quarks, Modelo de Sacola do MIT, Cadáveres Estelares.

1. **PROJETO**

*“Todas as coisas são feitas de átomos”.*

Richard Feynman em seu *Lectures on Physics* diz que caso todo o conhecimento cientifico do mundo fosse perdido em um cataclismo e apenas uma frase pudesse ser passada para a próxima geração essa seria a frase com a maior quantidade de informação na menor quantidade de palavras (FEYNMAN,2008). Hoje sabemos que os átomos, por sua vez, são compostos de *quarks*.

Os *quarks* são partículas extremamente peculiares. Devido a um fenômeno conhecido como *confinamento* eles nunca podem ser observados isoladamente. Eles podem ser encontrados apenas em trios, formando os bárions (prótons, nêutrons, deltas, etc.), ou em duos formando os mésons (pi, rho, etc). Porém em situações extremas de densidade e pressão é possível que aconteça um *desconfinamento* e os *quarks* se comportem como partículas livres. Tal fenômeno é previsto pela cromodinâmica quântica, a parte da mecânica quântica responsável por descrever a interação entre os hádrons. Hádrons são as partículas compostas por quarks, no caso, bárions e mésons (GRIFFITHS,2008).

Essa situação extrema pode acontecer dentro de uma estrela de quarks. Quando uma estrela chega ao fim de sua existência, dependendo de sua massa, ela pode se tornar um buraco negro, uma estrela de nêutrons ou uma anã branca. As estrelas de nêutrons são cadáveres estelares que possuem densidade e pressão altíssimas em seu interior. Elas receberam este nome porque acreditava-se, a princípio, que elas eram compostas exclusivamente por nêutrons. Hoje se sabe que elas podem conter prótons e outros hádrons, mais especificamente é possível que sua densidade seja tão alta que ela não seja composta por hádrons e sim por quarks livres e completamente desconfinados (FILHO; SARAIVA, 2014).

O objetivo deste trabalho é unir todos estes conceitos de física de forma acessível para leigos e curiosos de todas as áreas. Além de utilizar o modelo de sacola do MIT, que já é bem conhecido e cujos resultados são utilizados amplamente em física nuclear, para construir um software que também seja útil para o público especializado (PAOLI, 2010; JACOBSEN, 2007).

Para este presente trabalho será utilizado o modelo de sacola do MIT que tem como proposta descrever os hádrons em geral, tanto os bários como os mésons, de uma maneira que seja ao mesmo tempo simples, mas rica em física. Resumindo, os aspectos físicos levados em conta são a liberdade assintótica, o confinamento, o movimento relativístico dos quarks e algumas considerações sobre o vácuo da cromodinâmica quântica. Quando os quarks estão próximos uns dos outros eles interagem muito fracamente, isto é, comportam-se aproximadamente como partículas livres, está propriedade foi chamada de liberdade assintótica.

No modelo de sacola do MIT os quarks são tratados como partículas livres, no sentido restrito do termo, enquanto estiverem no interior da sacola. Sendo os quarks partículas de spin ½ e visto que a sua velocidade no interior dos hádrons é relativística, é adequado descrevê-los usando espinores de Dirac. No modelo de sacola do MIT, o mecanismo de confinamento consiste no fato de que o campo dos quarks só existe na região esférica que é chamada de sacola. Não existe nada fora da sacola, nem mesmo flutuações quânticas dos campos dos quarks (PILOTTO,2003).

* 1. PROBLEMA DE PESQUISA

Descrever o interior, ou até mesmo analisar a possibilidade de existência, de uma estrela de quarks é algo tanto interessante quanto difícil. Por um lado, o entendimento do problema requer conceitos físicos com os quais a maior parte do público nunca se deparou. Por outro, a solução requer perícia na implementação de métodos computacionais e devido ao volume de dados e análises é possível que resultados e conceitos se percam no processo.

* + 1. Solução Proposta

Desenvolver um software em *python* que utilizando métodos numéricos robustos resolve o problema físico envolvido e apresenta os resultados de forma a facilitar a análise do processo.

* + 1. Delimitação de Escopo

No presente trabalho será desenvolvido um software em *python*, porém o mesmo não permitirá grande interatividade com o usuário. O sistema tem como objetivo auxiliar físicos e entusiastas da área que já possuem algum conhecimento sobre o tema abordado, fazendo com que o software não seja voltado para educação.

* + 1. Justificativa

A física teórica depende da ciência computação para continuar seu desenvolvimento. É fundamental que exista uma comunicação clara entre essas ciências. No entanto, o que se observa por parte dos físicos é um certo desinteresse em relação a computação mesmo com a crescente necessidade de desenvolvimento de softwares específicos tanto para tratar dados como para simular experimentos e resolver equações complexas. Por parte dos cientistas da computação o que se percebe é um crescente desapego a parte da ciência. A união dessas ciências em um único trabalho é interesse comum para todos.

## OBJETIVOS

* + 1. Objetivo Geral

Desenvolver um *software* em *python* capaz de simular o interior de uma estrela de quarks utilizando o *modelo de sacola do MIT* como base para seus cálculos. O *software* deve ser capaz de apresentar seus resultados de forma clara e útil tanto para o público entusiasta quanto especializado na área de astrofísica.

* + 1. Objetivos Específicos

1. Implementar os métodos de cálculo numérico necessários para resolver as equações;
2. Utilizar os métodos numéricos para resolver as equações com as restrições físicas apropriadas de modo a descrever o interior de uma estrela de quarks;
3. Modelar as saídas do programa na forma de gráficos e imagens claras e de fácil compreensão;
4. Comparar os resultados obtidos com os já presentes na literatura e com alguns valores reais esperados.
   1. METODOLOGIA

A primeira parte do trabalho consiste na pesquisa bibliográfica. Como a física, de nenhum nível, não é uma área nativa para o aluno de Ciência da Computação um certo tempo será utilizado para que o acadêmico possa se acostumar com alguns conceitos. Este não é um trabalho de física, todas as equações serão retiradas diretamente da literatura sem necessidade de demonstração matemática. No entanto, é profundamente necessário que o aluno compreenda o que está fazendo e o que significam as expressões que ele está modelando.

A seguir serão realizadas as implementações em *python*. Primeiramente é necessário implementar os vários métodos numéricos que serão utilizados, os quais, em sua maioria, já estão disponíveis em diferentes bibliotecas. Após isso finalmente é possível implementar as equações com as restrições físicas e assim realizar as simulações. A última parte consiste em transformar os dados de saída do software em gráficos, imagens e tabelas de fácil visualização e interpretação, que por sua vez serão comparados com resultados já existentes na literatura.

* + 1. Plano de trabalho

A construção do trabalho será feita nas seguintes etapas:

1. Análise de trabalhos relacionados: busca e seleção de artigos e livros em bases de dados, leitura e análise dos artigos selecionados.
2. Definição dos critérios do software: a segunda etapa atende o Objetivo Especifico 1 do TTC e compreende a definição da plataforma de desenvolvimento e a análise de ferramentas.
3. Desenvolvimento do software: a terceira etapa atende o Objetivo Especifico 2 do TTC e compreende a implementação dos métodos matemáticos, desenvolvimento do algoritmo do modelo de sacola do MIT.
4. Definição e desenvolvimento da interface do usuário: a quarta etapa atende o Objetivo Especifico 3 do TTC e compreende o tratamento das informações que devem ser apresentadas e a modelagem da interface.
5. Analises dos resultados: a quinta e última etapa atende o Objetivo Especifico 4 do TTC e compreende a comparação dos resultados obtidos com os já existentes na literatura.
   * 1. Cronograma

Apresente o cronograma de execução do seu projeto considerando a defesa do TTC I e do TTC II.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Quadro** 1**. Cronograma de execução para o TTC I.**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Atividade** | **Mar**  **2018** | **Abr**  **2018** | **Mai**  **2018** | **Jun**  **2018** | | 1. Análise de trabalhos relacionados | XXXX |  |  |  | | 1. Fundamentação Teórica | XXXX | XXXX | XXXX | XXXX | | 1. Definição dos critérios do software |  | \_\_\_X | XXXX | XX\_\_ | |
| **Quadro** 2**. Cronograma de execução para o TTC II.**   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **Atividade** | **Jul**  **2018** | **Ago**  **2018** | **Set**  **2018** | **Out**  **2018** | **Nov**  **2018** | **Dez**  **2018** | | 3. Desenvolvimento do software | XXXX | XXXX | XXXX |  |  |  | | 1. Definição e desenvolvimento da interface do usuário |  |  | \_XXX | XX\_\_ |  |  | | 1. Analise dos resultados |  |  |  | \_\_XX | XXXX |  | |

* 1. Análise de riscos

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Risco** | **Probabilidade** | **Impacto** | **Gatilho** | **Plano de contingência** | | 1. Problema de performance da linguagem | Baixo | Médio | Demora para calcular e retornar o resultado | Utilizar uma outra linguagem que possua melhor performance | |

REFERÊNCIAS

FEYNMAN, Richard. **Lições de Física de Feynman**. Bookman (cidade), 2008.

FILHO, Kepler de Souza Oliveira; SARAIVA, Maria de Fatima Oliveira. **Astronomia e Astrofísica**. Porto Alegre: [s.n.], 2014. 784 p.

GRIFFITHS, David. **Introduction to Elementary Particles**. 2nd Edition. WILEY-VHC (cidade), 2008.

JACOBSEN, Rafael Bán. **Plasma de Quarks e Glúons no interior de Estrelas de Nêutros.** Porto alegre, 2007.

PAOLI, Marcelo Gomes de. **Efeitos da existência da fase mista em estrelas de Nêutrons híbridas**. Florianópolis, 2010.

PILOTTO, Fernando Gonçalves. **Modelo de sacola Quiral com Superfície Difusa.** Porto alegre, 2003.