

Universidade Estadual de Campinas
F 609 - Tópicos de Ensino de Física I
Professor Rickson Mesquita

Laura Borges dos Penedos - RA: 146847

1 de Junho de 2021

I. Plano de Aula: Uma introdução ao conceito de Buracos Negros

II. Dados de Identificação

Professor: Laura Borges dos Penedos

Série: 3º ano do Ensino Médio

Sequência Didática sobre o ensino do conceito de Buracos Negros à luz de uma perspectiva histórico-científica

Duração: Encontros Síncronos (Aproximadamente 5 horas) e Dedicção Assíncrona (Aproximadamente 10 horas)

Quantidade de estudantes: Em torno de 10 a 15 estudantes.

III. Tema

Conceito de Buraco Negro a partir de uma perspectiva histórico-científica

IV. Conteúdo:

- Biografia de Karl Schwarzschild e de Roger Penrose;
- Descrição qualitativa das Equações da Relatividade Geral
- Descrição qualitativa sobre a solução de Schwarzschild
- Interpretação qualitativa da solução de Schwarzschild
- Conceito clássico de buraco negro.

V. Objetivo

- Compreender o conceito de Buraco Negro a partir de uma perspectiva histórica.

Específicos: Entender o significado físico das Equações da Relatividade Geral; Entender o processo que levou Schwarzschild a encontrar a primeira solução exata das Equações de Einstein; Entender o motivo pelo qual a solução de Schwarzschild é um buraco negro.

OBS: Para aplicação dessa sequência, é necessário que os estudantes tenham pleno domínio sobre a Mecânica Newtoniana e os conceitos envolvidos a nível médio. Além disso, é ideal que eles possuam algum conhecimento introdutório sobre referenciais e os postulados da Teoria da Relatividade Restrita.

VI. Desenvolvimento do Tema

O Material Didático contendo dois capítulos será fornecido aos estudantes de modo a ser um guia de estudo dos conceitos envolvidos. Além disso, o professor deve criar um Ambiente Virtual de Aprendizagem que contenha fóruns (um para o primeiro capítulo e dois para o segundo capítulo). Esses fóruns serão essenciais para motivar a comunicação dos estudantes enquanto eles estiverem estudando os conceitos. A troca de conhecimento e a reflexão são partes integrantes desse projeto. Para toda a interação, o professor deve sempre considerar que os estudantes estão tendo realmente um diálogo com Karl Schwarzschild e Roger Penrose, como está no Material Didático.

No período de estudo assíncrono, o professor deve procurar os estudantes junto a ferramentas de interação e questioná-los se estão compreendendo o conteúdo e as atividades propostas. O fórum será a ferramenta para troca de conhecimento e dúvidas, inclusive, um espaço onde os estudantes podem se ajudar. Assim, o professor deve incentivar uma postura ativa por parte dos estudantes, além de ser mediador do conhecimento.

Primeiro Encontro:

Este Encontro tem o objetivo de fornecer o primeiro contato dos estudantes com o assunto. Assim, quanto mais possibilidades versáteis de exploração do tema, mais proveitoso será para os estudantes. Aqui se sugere duas perspectivas: uma relacionada à pesquisa e outra ao cinema. Então, a ideia é dividir o tempo do encontro de 45 min em duas partes.

Na Primeira Parte, sugere-se discutir trechos do Filme Interestelar. O professor pode mostrar o trecho do filme que os personagens se aproximam do buraco negro. Em seguida, a partir do filme, promover um diálogo de reflexão com os estudantes da seguinte forma: Por que o buraco negro? Por que o buraco negro, no filme, tem esse formato? O buraco negro é importante para a Física e a ficção científica? O que caracteriza um buraco negro? Qual a influência que ele tem para quem está ao redor?

A ideia é que, por questionamentos entre pares e professor-aluno, o professor guie a turma a compreender a importância de se estudar buracos negros à luz da ficção científica.

Na Segunda Parte, após os estudantes entenderem e se sentirem mais à vontade para discutir o tema de Buracos Negros, sugere-se apresentar a importância dos buracos negros a nível de pesquisa. A ideia aqui é discutir o experimento de reconstrução da imagem do Buraco Negro por ter sido bastante difundido em notícias. A partir de questionamentos, a ideia é que os estudantes concluam o quanto o buraco negro é importante para a sociedade, uma vez que envolve colaborações internacionais e experimentos caros. Isso faz com que desperte no aluno, igualmente, a questão da produção de conhecimento científico.

Segundo Encontro:

Propõe-se que o Segundo Encontro siga uma prática da forma Sala de Aula Invertida. Inicia-se o Encontro com uma revisão do que os estudantes viram no Material Didático até o momento. Sugere que essa revisão sempre utilize conceitos que os estudantes já conhecem previamente, como gravidade newtoniana, força, potencial gravitacional newtoniano. Após a revisão, recomenda-se um momento de tira-dúvidas em que os estudantes possam discutir e refletir sobre os conceitos. A terceira parte (e mais longa) se destina à realização da Atividade 1. Em grupos de três, os estudantes devem pensar sobre a descrição qualitativa das Equações de Einstein e suas aplicações nas formas mais simples. O professor deve estar atento às discussões de cada grupo e ir guiando os estudantes (a partir do diálogo) em refletirem sobre vácuo, massa pontual, e outros elementos vindos da Mecânica Newtoniana. O objetivo é que os estudantes concluam que: para uma solução não trivial, a forma mais simples de aplicação das Equações de Einstein é a descrição de uma massa pontual parada no centro do universo. Aqui considera-se que a solução trivial seja vácuo completo implica em espaço-tempo plano.

Terceiro Encontro:

Este Encontro tem o objetivo de promover uma discussão final sobre a visão clássica de buracos negros e as perspectivas futuras de estudos e desenvolvimento científico na área. Propõe-se a realização da primeira parte da Atividade 2. O professor pode iniciar o Encontro elaborando uma revisão e seção de tira-dúvidas sobre o significado físico da Solução de Schwarzschild, inclusive retomando o que foi visto no Primeiro Encontro. Recomenda-se questionar os estudantes se a visão que eles tinham no Primeiro Encontro se manteve, ou, se mudou, de que forma mudou. Após isso, dá-se o andamento da realização da primeira parte da Atividade 2 e, para isso, convém-se dividir em duas partes.

Na primeira parte, os estudantes farão a apresentação oral (conforme explicado no Material Didático). Ao final de cada apresentação, o professor deve incentivar os estudantes a realizarem perguntas e promover uma troca de conhecimentos sobre o que cada um pesquisou e as áreas de interesse.

Na segunda parte, o professor deve expor a proposta dos estudantes escreverem um projeto de pesquisa com base na apresentação e nas discussões feitas até o momento. Aqui, é importante que o professor deixe claro a ideia de um projeto de pesquisa como sendo um documento que possui o passo-a-passo para desenvolvimento de algum tipo de conhecimento. Como guia, o professor pode-se basear no modelo da Fapesp, mas adaptando ao contexto (ou seja, excluindo os tópicos de cronograma detalhado e financiamento).

VII. Recursos Didáticos

- **Material Didático:** Utilização íntegra do Material Didático disponibilizado nas Referências.
- **Ambiente Virtual de Aprendizagem:** Para hospedagem dos documentos e fóruns.
- **Fórum:** Um Fórum para discussão do conteúdo do Capítulo 1 e Atividade 1. Um Fórum para discussão do conteúdo do Capítulo 2. Um Fórum para discussão da Atividade 2.
- **Trechos de filme:** Trechos do filme Interestelar
- **Recursos Técnicos:** Os estudantes devem possuir internet e terem acesso a navegador. Além disso, devem ter acesso a softwares de texto e apresentação.

VIII – Propostas de Atividades Avaliativas:

- Atividade 2

- Apresentação Oral

Critérios: 1) Profundidade e Clareza na exposição das ideias, 2) Coerência com a temática (Buracos Negros), 3) Relação com o conteúdo do Material Didático

- Projeto de Pesquisa

Critérios: 1) Profundidade e Clareza na exposição das ideias, 2) Adequação à forma de projeto proposta, 3) Coerência com a temática (Buracos Negros)

IX - Referências

Penedos, L. B. Material Didático sobre Buracos Negros para estudantes do Ensino Médio.

2021. Disponível em

<<https://read.bookcreator.com/BnAfkwfI2OZNyJdpgX1ILc3M2PS2/2vgUTmsQRSKJt1GTmHIDaQ>>.