



Pós-Graduação em **Astronomia**
MESTRADO PROFISSIONAL
UEFS



**SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS: EVOLUÇÃO ESTELAR E INTRODUÇÃO À
FÍSICA MODERNA**

CLEDSTON MARIO DE SANTANA LIMA

FEIRA DE SANTANA

2018

Estas Sequências Didáticas são oriundas de dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Astronomia da Universidade Estadual de Feira de Santana, cujo título é **Inserção de Tópicos de Física Moderna no Ensino Médio Usando a Astronomia como Mediadora do Processo de Ensino-Aprendizagem**, sob orientação do Prof. Dr. Carlos Alberto de Lima Ribeiro.

APRESENTAÇÃO

Ao longo do desenvolvimento do intelecto humano, se criou uma série de necessidades diante dos percalços encontrados no caminho. Uma dessas necessidades foi a compreensão do mundo à sua volta, como os fenômenos naturais e suas consequências na vida prática. A ciência nasceu na esteira dessa busca e, juntamente com outras áreas, como a filosofia e a religião, passou a fazer parte da cultura humana geral. Em suas diversas vertentes, tem transformado a sociedade, bem como ampliado o conhecimento acerca do universo.

A Astronomia, como uma ciência antiga, foi sendo desenvolvida com a sociedade e ganhando cada vez mais *status* científico com sua forma de dialogar com várias áreas do conhecimento humano. Essa capacidade de diálogo demonstra sua importância na maneira como conteúdos científicos, por exemplo, são abordados em sala de aula. O interesse dos estudantes em temas da Astronomia pode servir como um caminho a ser seguido na tentativa de repensar o ensino de ciências, em particular da física.

Pensando na necessidade de ressignificar os conteúdos escolares e entendendo que a Astronomia obteve um salto muito grande a partir do século XX com o surgimento da Física Moderna, foram propostas uma série de atividades que permitiram a introdução de alguns tópicos dessa área no Ensino Médio.

O presente material é resultado de uma pesquisa de mestrado realizada no ano de 2017, sob orientação do Prof. Dr. Carlos Alberto de Lima Ribeiro, apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Astronomia, mestrado profissional, da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). São duas Sequências Didáticas (SD) de 11 aulas cada. Além das sequências, foi elaborado um livro intitulado “*Compreendendo a Evolução Estelar a partir de Conceitos de Física Moderna*”, material que pode servir de consulta para a aplicação das atividades.

A primeira SD aborda o conteúdo Evolução Estelar, com propostas de atividades simples para tratar do tema, dando ênfase, em certo momento, à Física Nuclear. A segunda SD introduz tópicos sobre a Radiação de Corpo

Negro, Efeito Fotoelétrico e Espectroscopia, também orientados pelos processos que levaram à compreensão sobre as estrelas.

Estas Sequências Didáticas podem ser usadas da forma que os(as) professores(as) tiverem necessidade, ajustando de acordo com a carga horária e nível dos estudantes. Espera-se, com isso, que haja mais uma contribuição na tentativa de repensar o currículo de física no Ensino Médio, na medida em a vida moderna exige novos conhecimentos e formas de lidar com o mundo.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA 1

UMA ESTRELA NASCE, CRESCE E MORRE

TEMA: Evolução Estelar

PÚBLICO ALVO: 3ª Série do Ensino Médio

NÚMERO DE AULAS: 11, com 50 minutos cada.

JUSTIFICATIVA: O estudo da Evolução Estelar se desenvolveu bastante no século XX por conta dos avanços nas técnicas de observação astronômica e das teorias de suporte para a compreensão do processo. Com o advento da Física Nuclear, foi possível responder perguntas específicas quanto ao funcionamento de uma estrela, incluindo, principalmente, a etapa conhecida como Sequência Principal, com a fornalha que mantém a geração de energia por longos períodos de tempo. Pensando numa perspectiva em longo prazo, o entendimento de todo esse processo não só permite ao ser humano o conhecimento de como os elementos primordiais para a vida são sintetizados, como também a possibilidade de reprodução em laboratório da fusão nuclear, podendo garantir eficiência na geração de energia na Terra.

DESENVOLVIMENTO DAS AULAS

AULA 1 – Essa aula tem por objetivo fazer uma espécie de sondagem para levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema geral a ser abordado. Pela quantidade de alunos por sala (em média 40), foram elaboradas 8 perguntas sem ordem lógica para que pudessem escrever livremente, incluindo a possibilidade de respostas negativas do tipo “*não sei responder*”.

Abaixo, seguem as perguntas:

- a) O que é uma estrela?
- b) Você sabe quais métodos podem ser usados para se extrair a energia do núcleo de um átomo?
- c) Como uma estrela como o Sol produz energia? Tente explicar o processo com base no que você conhece.
- d) É possível reproduzir o mecanismo descrito acima na Terra? Explique.
- e) Você já ouviu falar de espectro eletromagnético? Em caso afirmativo, descreva-o.
- f) Para você, existe relação entre o estudo das radiações e o estudo da evolução estelar? Explique.
- g) Em sua opinião, em que estudar a evolução estelar pode ajudar no desenvolvimento humano?
- h) Qual elemento químico mais abundante no universo?

A análise dessas respostas deve servir de base para uma medida de quanto os estudantes têm contato com questões envolvendo Astronomia durante sua vida escolar. O(a) professor(a) pode optar por diminuir o número de questões, retirando, principalmente, as que tem cunho muito aberto. Se preferir, também pode encaminhar as perguntas de modo oral, em discussões em sala. Com base no tipo de resposta que obtiver, pode dar ênfase a um ou outro aspecto dos próximos passos, como avançar sem falar da Física Nuclear, por exemplo.

AULAS 2 E 3 –

a) Breve histórico sobre o Sol.

Relato sobre as principais ideias referentes ao Sol, desde alguns mitos em diversas culturas, filosofia grega e o desenvolvimento da Astronomia. Uma rápida pesquisa deve conduzir o trabalho, já que o tema é bem documentado.

b) Como o Sol produz energia?

Estimativas históricas da idade da estrela, baseadas em hipóteses sobre sua constituição interna, como carvão, TNT e a proposta de Helmholtz de que o Sol seria composto de um gás ideal sofrendo compressão gravitacional, gerando luz e calor. Comparação com a idade da Terra calculada à época. Verificação de discrepâncias com a teoria mediante datação por carbono, que revelou uma idade para o planeta da ordem de bilhões de anos. Em seguida, análise da proposta feita pelo astrônomo Arthur Eddington de que ocorria a fusão de hidrogênio no núcleo do Sol.

Um material interessante a ser consultado está hospedado no link:

<http://astro.if.ufrgs.br/estrelas/node9.htm>

AULA 4 –

a) Apresentação da equação de Einstein

$$E = mc^2$$

e discussão de como ocorre a conversão da energia a partir da massa na formação do hélio. Os estudantes foram levados a pensar quais consequências se pudessemos converter completamente qualquer massa em energia. Pode-se usar como exemplo o cálculo da quantidade de energia contida em 1 kg de qualquer massa;

b) Cálculo da massa de hidrogênio que é transformada em hélio por segundo a partir da luminosidade do Sol que chega ao planeta Terra. Através do resultado acima e usando a luminosidade do Sol, que é de $13,8 \cdot 10^{23}$ ergs/s, depois de uma regra de três, obter a quantidade de hidrogênio que é queimado no Sol por segundo;

c) Discussão do resultado;

d) Proposta de seminários rápidos com os temas listados abaixo e divisão das equipes.

Temas:

- O SOL VISTO POR VÁRIAS CIVILIZAÇÕES DIFERENTES;
- AS CONSTELAÇÕES NAS DIFERENTES CIVILIZAÇÕES;
- A IMPORTÂNCIA DO SOL PARA A VIDA NA TERRA;
- DISPERSÃO DA LUZ: POR QUE O CÉU É AZUL?
- COMPARANDO O SOL COM OUTRAS ESTRELAS;
- ATMOSFERA DO SOL: FOTOSFERA, CROMOSFERA, REGIÃO DE TRANSIÇÃO, VENTO SOLAR;
- ATIVIDADE SOLAR: CICLO DE 11 ANOS, ERUPÇÕES SOLARES, EFEITOS NA TERRA.

As equipes deverão produzir cartazes bem como apresentar os conteúdos propostos, serão avaliadas as apresentações em si, bem como a criatividade e beleza dos cartazes.

AULA 5 – Há uma série de 6 vídeos curtos (9 minutos de duração em média) nos quais a Física Nuclear é apresentada de modo simples e dinâmico, com histórico dos principais acontecimentos e animações para o entendimento do conteúdo. Serão utilizados os 4 primeiros vídeos, pois proporcionam uma base para a compreensão dos processos de fissão e principalmente fusão nuclear. Os dois últimos vídeos foram descartados por relatarem o funcionamento de uma usina e algumas aplicações da área. Ao fim, foi solicitada uma rápida pesquisa sobre a presença das mulheres na Física nuclear.

Cabe ao(a) professor(a), nesse sentido, decidir se deve dar ênfase a esse aspecto do trabalho ou não. Se interessar, pode ser trabalhado em sala de aula o artigo *“Questões de gênero na ciência e na educação científica: uma discussão centrada no Prêmio Nobel de Física de 1903”*, da Marinês Domingues Cordeiro.

Link: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R1273-1.pdf>

AULAS 6 E 7 – Apresentação dos seminários com os temas propostos na aula 4.

AULAS 8 E 9 –

- a) Rápida discussão sobre as mulheres na Física Nuclear;
- b) O nascimento de uma estrela;
- c) A vida na Sequência Principal – Diagrama HR;
- d) Detalhes da Fusão Termonuclear – Principais cadeias;
- e) Tipos de morte para uma estrela.

Após as aulas, os estudantes terão acesso a um material descrevendo a evolução estelar para estudo em casa.

AULA 10 – Reunidos em grupos, os estudantes deverão os estudantes deverão preencher um quadro-síntese sobre o processo de evolução estelar, relacionando os conteúdos de física estudados em anos anteriores. O objetivo é preparar a síntese para a construção de um mapa posteriormente.

QUADRO PARA SÍNTESE DO CONHECIMENTO

MÃOS À OBRA

1- Organize e defina os conceitos (conteúdos) de Física que aparecem na descrição do modelo de Evolução Estelar.

2- Enumere as etapas da Evolução Estelar de acordo com sua preferência/entendimento.

3- Preencha o quadro abaixo.

OBJETO	DEFINIÇÃO	CONTEÚDO DE FÍSICA QUE MAIS SE DESTACA	ORIGINADA EM QUAL ETAPA?
Gigante Vermelha			

Protoestrela			
Supernova			
Estrela de Nêutrons			
Supergigante Vermelha			
Anã Branca			

Buraco Negro			

O quadro deve servir de base para a confecção dos mapas na medida em que organizam e estruturam previamente a tarefa, somente para depois a executarem de fato. No entanto, é opcional, pois depende muito se os estudantes em questão estão acostumados a produzirem mapas conceituais.

AULA 11 – Construção do mapa conceitual em sala.

Obs.: Paralelamente às aulas e atividades em sala, os estudantes devem se reunir em grupos e produzirem vídeos criativos sobre supernovas. Esses vídeos serão postados em uma página do *Facebook* criada com o objetivo de compartilhamento de conteúdos diversos.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA 2

COMO OS ASTRÔNOMOS SABEM TANTAS COISAS SOBRE AS ESTRELAS?

TEMA: Radiação de Corpo Negro, Efeito Fotoelétrico e Espectroscopia

PÚBLICO ALVO: 3ª Série do Ensino Médio

NÚMERO DE AULAS: 11, de 50 minutos cada

JUSTIFICATIVA: No final do século XIX a Física atingiu uma espécie de encruzilhada em seu desenvolvimento com alguns problemas sem respostas. Para respondê-los, deveria mudar radicalmente sua forma de observar a natureza, deixando de lado teorias que vinham fazendo grande sucesso, mas que não conseguiam manter o mesmo padrão até então considerado. Um desses problemas era a distribuição de frequências com relação à temperatura para um tipo de corpo conhecido como corpo negro. A solução obtida por Planck foi de fundamental importância para a revolução que viria a seguir, com a extensão do conceito de quantização para a luz, feita por Einstein. Novas ideias que não somente mudaram o pensamento científico, mas também trouxeram novos métodos para a Astronomia que, ao incorporar a Espectroscopia, poderia realizar suas investigações de modo bastante preciso, como conhecer a composição de uma estrela. Melhorou também suas técnicas de observação, evoluindo da chapa fotográfica para as câmaras de CCD, aplicação direta do Efeito Fotoelétrico explicado por Albert Einstein.

DESENVOLVIMENTO DAS AULAS

AULA 1 – Estabelecendo a relação entre teoria e experimento.

Trabalhar o texto “É possível uma teoria de tudo?”, descrito abaixo.

É POSSÍVEL UMA TEORIA DE TUDO?

Adaptado de:

“Físicos buscam a teoria do campo unificado”, do Marcelo Gleiser

<https://www1.folha.uol.com.br/fsp/1997/10/26/mais!/42.html>

“Em busca de uma teoria final”

<http://itec.if.usp.br/~rivelles/Seminars/supercordas/ciencia55.htm>

Por que os cientistas gostam tanto de uma teoria? A resposta é mais simples do que parece. Teorias organizam, de forma concisa e precisa, fatos que são observados no laboratório e fora dele. Uma boa teoria deve ser capaz de explicar uma série de fenômenos observados na natureza e também de prever a existência de novos fenômenos a serem observados no futuro.

Podemos, por exemplo, contrastar a teoria da gravitação universal de Newton e a da relatividade geral de Einstein. Apesar de ambas tratarem do fenômeno gravitacional, elas o fazem de modo distinto.

Enquanto a teoria de Newton descreve a gravitação como uma "ação à distância", ou seja, como uma força que atravessa (misteriosamente) o espaço vazio, Einstein propôs que a gravitação pode ser explicada por meio de um tratamento geométrico, em que a presença de um corpo maciço deforma a geometria do espaço à sua volta.

A geometrização do fenômeno gravitacional e seu sucesso teve um profundo impacto no resto da vida de Einstein. Se a gravitação pode ser explicada elegantemente por uma descrição puramente geométrica, por que não o eletromagnetismo, a única outra força que, como a gravitação, também tem longo alcance?

Até sua morte em 1955, Einstein procurou por uma formulação geométrica que não só explicasse os fenômenos eletromagnéticos, mas também os unificasse com a gravitação. Uma teoria unificada da gravitação e do eletromagnetismo trata fenômenos gravitacionais e eletromagnéticos como manifestação de uma única força, ou mais precisamente, de um único campo, o campo unificado. A cada força está associado um campo. Se colocarmos um prego perto de um ímã, sentimos a presença do campo magnético criado. Campo é uma manifestação espacial da presença de uma certa fonte.

Um dos maiores desafios da Física moderna é desenvolver uma teoria que descreva de forma unificada todos os fenômenos do Universo. O grande obstáculo é a incompatibilidade entre duas das principais teorias físicas deste século, a relatividade geral e a mecânica quântica.

Ao sintetizar teorias que pareciam antagônicas, os cientistas conseguem descrever um número maior de fenômenos com menos hipóteses e também prever fenômenos futuros. Newton, por exemplo, baseado em sua teoria, previu a data exata do retorno do cometa Halley. O físico alemão Albert Einstein (1879-1955), segundo seu biógrafo Abraham Pais (em *Einstein Viveu Aqui*, Nova Fronteira, 1997, Rio de Janeiro), disse que a teoria física tem dois anseios: englobar o máximo possível de fenômenos e suas conexões e alcançar isso com base no menor número possível de conceitos independentes e relações arbitrariamente pressupostas.

O objetivo fundamental da unificação de teorias físicas é, portanto, obter modelos mais eficazes para explicar e controlar a natureza. Foi o que Einstein obteve em 1915 ao formular a relatividade geral: uma teoria da gravitação mais abrangente que a de Newton.

A ideia de unificação é fundamental em física. O poder ou eficácia de uma teoria pode ser medido pela quantidade de fenômenos diversos que ela pode explicar. Newton unificou a física dos fenômenos gravitacionais celestes com a dos fenômenos gravitacionais terrestres. No século 19, Faraday, Maxwell e outros mostraram que fenômenos elétricos e magnéticos podem ser descritos conjuntamente pelo campo eletromagnético.

Apesar de Einstein ter falhado em sua missão, sua influência permanece viva até hoje. A ideia de unificação de forças é uma das mais populares entre físicos teóricos do mundo inteiro. Ao eletromagnetismo e à gravitação são

adicionadas duas outras forças, que se manifestam apenas a distâncias subatômicas, que são as forças nucleares forte e fraca.

AS QUATRO FORÇAS DESCREVEM, EM PRINCÍPIO, TODOS OS FENÔMENOS OBSERVADOS, DESDE ESCALAS MICROSCÓPICAS ÀS MACROSCÓPICAS. PORTANTO, A "TEORIA DE TUDO" UNIFICARIA AS QUATRO FORÇAS FUNDAMENTAIS EM APENAS UMA, A FORÇA UNIFICADA. ESSA UNIFICAÇÃO SE MANIFESTA APENAS A ENERGIAS EXTREMAMENTE ALTAS, MUITO MAIS ALTAS DO QUE NÓS PODEMOS TESTAR NOS LABORATÓRIOS ATUAIS. POR TRÁS DA REALIDADE FÍSICA, APENAS VISÍVEL A ENERGIAS ALTÍSSIMAS, EXISTE UMA OUTRA REALIDADE, EM QUE TUDO É MANIFESTAÇÃO DE UM CAMPO UNIFICADO. EM SUA INTIMIDADE, A NATUREZA É EXTREMAMENTE SIMPLES.

Duas teorias incompatíveis

A mecânica quântica nasceu E, em 1915, lançou a teoria da descoberta de buracos negros em 1900, com a teoria de Max relatividade geral, mostrando arrastando o espaço-tempo ao Planck (1858-1947), segundo que a gravidade de um corpo seu redor, o que comprovava a qual a energia não se deforma o espaço e o tempo a previsões feitas a partir da propaga num fluxo contínuo, seu redor. Essa tese foi relatividade geral 80 anos mas por meio de pequenos comprovada alguns anos antes, quando ainda não havia pacotes de energia, os quanta. depois num eclipse solar em incompatibilidade com a teoria Isso permitiu dois avanços: a Sobral, no Ceará: quântica. proposição de Albert Einstein, comparando-se posições de A teoria Quântica pode em 1905, de que a luz também estrelas ao redor do sol antes e descrever formalmente três das se propagaria por meio de durante o eclipse, constatou-se quatro forças fundamentais: pacotes de energia e o modelo que, vistas daqui, elas eletromagnética, forças fraca e atômico do dinamarquês Niels pareciam estar mais próximas forte. Mas a força gravitacional Bohr (1892-1987). devido à passagem dos raios não possui ainda um formalismo Ainda em 1905, Einstein de luz delas perto do campo quântico, não podendo ser formulou a teoria da gravitacional do sol. definida de forma clara e exata relatividade restrita, baseada A relatividade geral inspirou como as outras, que podem ser na proposição de que nenhum outras teorias, como a da descritas na forma da teoria corpo pode alcançar expansão do Universo, pelo quântica de campos. Outro velocidade superior à da luz no norte-americano Edwin Hubble problema, é o fato de que a vácuo (300 mil km/s). Depois, (1889-1953), em 1929, e a da Teoria Quântica não é

mostrou a equação $E=mc^2$ formação dos buracos negros determinista, ou seja, não (energia é igual à massa pelo indiano-norte-americano permite o cálculo preciso da multiplicada pelo quadrado da Subrahmanyam posição de uma partícula, como velocidade da luz).

Chandrasekhar (1910- 1995), proíbe o Princípio de Incerteza em 1931. Em 1997, Wei Cui, de Heisenberg. Por outro lado, a do Instituto de Tecnologia de Teoria da Gravitação é Massachusetts, e determinista, tornando difícil colaboradores da Nasa, a sua unificação. agência espacial dos Estados Unidos, anunciaram a

A ideia de unificação das quatro forças fundamentais não é absurda nem influenciada por tendências monoteístas, como pode parecer. Já conseguimos unificar as forças eletromagnética e fraca, conforme comprovado experimentalmente em 1983 por Carlo Rubia e seu time em Genebra, baseados em previsões teóricas de S. Glashow, A. Salam e S. Weinberg. A energias cerca de mil vezes maiores que as nucleares, as forças eletromagnética e fraca se manifestam como uma única força, a eletrofraca. O próximo passo é incluir a força nuclear forte e, eventualmente, a gravitação nessa unificação. Talvez a visão de Einstein não tenha sido apenas uma fantasia.

RESPONDA

1- De acordo com os fragmentos do texto e seu conhecimento sobre as ciências naturais descreva em poucas palavras o que é uma teoria física (científica).

2- Explique, com suas palavras, o conceito de campo.

3- O texto compara a teoria de Isaac Newton para a gravidade com a proposta por Einstein quase trezentos anos depois. Cite pelo menos uma ideia de qualquer área da ciência (Física, Química e Biologia) na qual um mesmo fenômeno foi explicado por teorias diferentes.

4- Quais as quatro forças fundamentais do universo?

5- Quais as vantagens de se ter uma teoria unificada? Cite pelo menos um exemplo de unificação ao longo da História da Ciência.

6- Duas das grandes teorias atuais da física são a Mecânica Quântica e a Relatividade Geral. Explique, com suas palavras, a incompatibilidade entre elas.

AULA 2 – Os problemas que levaram à Física Quântica

Trabalhar o texto “*O início de uma moderna revolução*”, do Prof. Dr. Adilson de Oliveira, que aborda o problema da Radiação de Corpo Negro. Encaminhar a discussão levando os estudantes a refletirem sobre as seguintes questões:

- a) O que é um corpo negro?
- b) Como se comportava a curva característica de um corpo negro?
- c) Quais eram as duas explicações na época para aquele comportamento?
- d) No que elas falharam?
- e) O que eles enquanto estudantes achavam sobre essa possível ruptura que estava prestes a acontecer?

Link do artigo: <http://cienciahoje.org.br/coluna/o-inicio-de-uma-moderna-revolucao/>

AULA 3 – Se possível usando slides, apresentar a solução proposta por Planck e suas consequências. Através de algum aplicativo de mensagens ou outro meio, o professor deve disponibilizar um vídeo explicando como fazer uma experiência com duas latas de alumínio, uma pintada com tinta preta e outra com tinta branca, sendo aquecidos por uma fonte de luz. Os resultados das observações podem ser discutidos em outra aula.

AULA 4 – Após encaminhar rápida discussão sobre os resultados do experimento (se os estudantes fizerem), o professor deverá apresentar uma série de materiais, como textos, dados e outras informações, a seu critério, sobre ondas eletromagnéticas, que devem ser organizadas e sistematizadas. A tarefa será feita em grupos.

AULA 5 – Depois da organização, cada equipe elegerá um representante para apresentar as conclusões, contendo:

- a) O que é uma onda? Quais suas características? Quais os tipos?
- b) Como se comporta uma onda eletromagnética?
- c) Quais os tipos de onda eletromagnética? Como obtê-las
- d) Quais as aplicações para cada tipo de onda eletromagnética?

Para os temas não se tornarem repetitivos, é sugerido que o professor organize as equipes para que cada uma fique com uma pergunta ou conjunto de perguntas específicas. Se achar necessário, o professor pode acrescentar outras perguntas às propostas acima.

AULA 6 – Apresentação por parte do professor do espectro eletromagnético, resgatando suas características. Depois, com o uso de um vídeo curto sobre o Efeito Fotoelétrico, será apresentada a descoberta de Hertz. A discussão em sala deve levar os estudantes a refletirem sobre possíveis respostas ao problema.

AULA 7 – Apresentação da solução proposta por Einstein, de que a luz é composta por partículas, mais tarde chamadas de fótons. Deve ser resgatada a relação de Planck para o Corpo Negro, com a ampliação da ideia de quantização.

AULA 8 – Discussão da dualidade onda-partícula com o artigo “Onda ou partícula? Uma questão de interpretação”, do físico Adilson de Oliveira. Os estudantes devem ler o artigo em duplas, fazer as devidas observações e depois ao professor caberá a tarefa de encaminhar as discussões mediante uma leitura geral do mesmo.

Link do artigo: <http://cienciahoje.org.br/coluna/onda-ou-particula-uma-questao-de-interpretacao/>

AULA 9 – Espectroscopia

- a) Mostrar fontes de luz diferentes: lâmpada incandescente, lâmpada de led, lâmpada de luz negra e ainda uma vela comum. Como é a emissão para cada fonte de luz?
- b) Fazer a relação com as aulas sobre Evolução Estelar, levando em consideração aspectos como a obtenção da informação por astrônomos sobre as características de uma estrela, por exemplo.
- c) Mostrar, de preferência em slides, os espectros de luz para cada tipo de fonte citada.
- d) Explicar os tipos de espectros: absorção e emissão.
- e) Encorajar os estudantes a identificarem no dia a dia a presença de fenômenos ligados à espectroscopia para serem discutidos na aula seguinte.

- AULA 10 – Depois de rápida discussão sobre as observações cotidianas, o encaminhamento da aula deve levar à Classificação Espectral de Harvard para as estrelas, unindo dessa forma aspectos da Radiação de Corpo Negro, Efeito Fotoelétrico (captação da luz) e Espectroscopia. Em casa, os estudantes devem pesquisar sobre os temas.

- AULA 11 – Em duplas, avaliar e organizar o conhecimento dos estudantes mediante a aplicação de cinco perguntas:

- a) Qual a diferença na obtenção de espectros de emissão contínuos e espectros de emissão discretos?
- b) Quais são as características de um espectro de emissão discreto?
- c) Como são gerados os espectros de absorção?
- d) Como se pode distinguir um espectro de emissão discreto de um espectro de absorção?
- e) Comente a importância das investigações de Joseph von Fraunhofer, Gustav Kirchhoff e Robert Bunsen para a compreensão da composição química e das propriedades físicas dos astros celestes.