

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ANA CLAUDIA SABINO

TÓPICOS DE ASTRONOMIA PARA O ENSINO MÉDIO

CAMPO MOURÃO

2022

ANA CLAUDIA SABINO

TÓPICOS DE ASTRONOMIA PARA O ENSINO MÉDIO

Astronomy topics for high school

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Adriana da Silva Fontes
Coorientador: Prof. Dr. Michel Corci Batista

CAMPO MOURÃO

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

“Somos todos poeira de estrelas”
(Carl Sagan)

SUMÁRIO

1	INDRODUÇÃO.....	4
2	ORIENTAÇÕES PARA PROFESSORES.....	6
2.1	Recursos didáticos e procedimentos.....	6
2.2	Avaliação.....	7
3	ORGANIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	8
3.1	Encaminhamento das atividades da sequência didática.....	8
4	MÓDULO 1: MODELOS COSMOLÓGICOS.....	10
4.1	Proposta de Trabalho para o Módulo 1.....	18
4.2	Encaminhamento do Módulo 1.....	19
4.3	Recomendações do Módulo 1.....	19
4.4	Materiais do Módulo 1.....	20
4.5	Vídeos do Módulo 1.....	26
5	MÓDULO 2: UNIVERSO: ORIGEM, FORMAÇÃO E COMPOSIÇÃO... ..	27
5.1	Proposta de Trabalho para o Módulo 2.....	31
5.2	Encaminhamento do Módulo 2.....	32
5.3	Recomendações do Módulo 2.....	33
5.4	Materiais do Módulo 2.....	34
5.5	Vídeos do Módulo 2.....	51
6	MÓDULO 3: ESTRELAS.....	52
6.1	Proposta de Trabalho para o Módulo 3.....	55
6.2	Encaminhamento do Módulo 3.....	56
6.3	Recomendações do Módulo 3.....	56
6.4	Materiais do Módulo 3.....	57
6.5	Vídeos do Módulo 3.....	62
7	MÓDULOS 4: SISTEMA SOLAR.....	63
7.1	Proposta de Trabalho para o Módulo 4.....	65
7.2	Encaminhamento do Módulo 4.....	66
7.3	Recomendações do Módulo 4.....	67
7.4	Materiais do Módulo 4.....	67
7.5	Vídeos do Módulo 4.....	76
8	CONSIDERAÇÕES SOBRE O PRODUTO.....	77
	REFERÊNCIAS.....	78

1. INTRODUÇÃO

Desde os povos primitivos, os astros despertam o interesse na humanidade, que contempla o céu noturno pelos mais diversos motivos: elaboração de calendários, agricultura, orientação, manifestar crenças, inspiração artística, curiosidade, estudos, entre outros. Na atualidade, algumas vezes fenômenos astronômicos aparecem em manchetes de televisão, viram assunto nas redes sociais, e até mesmo tema de jogos digitais e dessa forma acabam tornando-se objeto de curiosidade entre a população e conseqüentemente entre os estudantes.

São inúmeras as pesquisas que evidenciam o interesse dos alunos em assuntos relacionados à Astronomia e “o ensino da Astronomia vem recebendo uma atenção cada vez mais acentuada nos últimos anos, conforme o volume aumentado de trabalhos apresentados em eventos e publicações da área” (LANGHI & NARDI, 2005, p.77). Segundo Fróes (2014, p.3504), graças aos estudos realizados no âmbito do projeto Rose, está claro que os estudantes consideram o tema interessante, e que pode ser usado para estimulá-los a tomar gosto pela física e pelas ciências exatas, participando mais ativamente das aulas.

Em documentos oficiais como a BNCC, observa-se que desde a etapa do Ensino Fundamental até os anos finais do Ensino Médio o estudo desses conteúdos está previsto e presença desses temas pode ser observada em diversos momentos no texto da BNCC.

Na competência específica de número dois, de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias para o Ensino Médio, o texto traz:

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis. (BRASIL, 2018, p.556)

Essa presença também pode ser observada em diversas habilidades previstas para de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio, como a habilidade EM13CNT209,

Analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida, utilizando representações e simulações, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros). (BRASIL, 2018, p. 557)

No Novo Ensino Médio Paranaense, na área de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, o planejamento da disciplina de Física da primeira série, já contempla o estudo de conteúdos de Astronomia. O Referencial Curricular Para o Ensino Médio do Paraná 2021 aborda o tema Astronomia na Unidade Temática 01, Movimento: Conservações e Variações, onde afirma que

A Astronomia é muito atrativa aos estudantes, pois muitos deles se encantam pela Física mediante a Astronomia. Assim, deve-se tomar um cuidado especial com ela. Existem muitos materiais de divulgação científica que podem explorar esse conteúdo, como também simuladores, além, é claro, da observação ao céu diurno e principalmente noturno (PARANÁ, 2021, p. 408).

Diante da presença cada vez mais evidente da Astronomia na educação e do interesse que esse assunto desperta nos estudantes, é de grande importância produzir materiais que auxiliem o trabalho docente, uma vez alguns cursos superiores não apresentam astronomia ou astrofísica em sua grade curricular. Além disso, é preciso que esses materiais possibilitem tornar o estudo de conceitos de Astronomia mais acessíveis contribuindo para alfabetização científica dos discentes.

Esse trabalho foi desenvolvido como produto educacional, no Programa de Pós-Graduação no curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física no curso de Mestrado Profissional em Física (MNPEF). Nele é proposta a aplicação de uma Sequência Didática (SD) para o Ensino de Astronomia no Ensino Médio.

O produto elaborado é composto por uma sequência didática, organizada por meio da teoria de Sequência Didática proposta por Zabala (1998) e fundamentada na teoria da Aprendizagem Significativa.

A SD dividida em módulos, que contemplam diversos assuntos de astronomia, tendo em vista que a BNCC da área de Ciências da Natureza, propõe para Ensino Médio, a abordagem de temáticas relacionadas ao Universo, Cosmo e Terra.

Por meio dessa pesquisa, busca-se confeccionar um material que possa auxiliar o professor de física em sua prática docente, auxiliar a construção do conhecimento e promover a alfabetização científica dos estudantes.

2. ORIENTAÇÕES PARA PROFESSORES

Com exceção da primeira aula, que será introdutória e terá como objetivo identificar os assuntos que precisam ser trabalhados com maior cuidado e aqueles em que os alunos já conhecem, bem como despertar a curiosidade deles, é de extrema importância que seja ministrada uma introdução de cada assunto a ser trabalhado. Para isso, o material apresenta sugestões de introdução e as referências utilizadas nas mesmas.

Para identificar os conhecimentos prévios trazidos pelos estudantes propõe-se utilizar um questionário, como apresentado no apêndice 1 desta proposta, no entanto, o professor também poderá sugerir que sejam elaborados desenhos, textos, debates, ou qualquer outra atividade que permita que esse levantamento seja realizado, de acordo com os recursos disponíveis em sua escola.

2.1 Recursos didáticos e procedimentos

Recomendações:

- A maioria das aulas podem ser realizadas em sala de aula;
- As atividades práticas são de baixa complexidade, utilizando materiais de fácil acesso.
- É recomendável que esses materiais sejam separados e parcialmente montados com antecedência, para que se faça a divisão das equipes (levando em consideração a quantidade de materiais disponíveis), bem como otimizar o tempo de aula;
- Em aulas que utilizem o simulador e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), é necessária a utilização de computadores ou smartphones conectados a uma rede de internet. Para a projeção de telas há necessidade do uso de projetor ou Televisão.
- É recomendado que o professor se familiarize com TDICs antes da utilização em sala de aula. Nas referências, o professor encontrará sugestões de endereços eletrônicos contendo informações e tutoriais a respeito do uso dessas TDICs.

- A bibliografia sugerida não é de uso obrigatório nas aulas, mas foi desenvolvida levando em consideração o material de elaboração das aulas propostas.
- Nas aulas que for utilizar os vídeos sugeridos, recomentada-de que eles estejam armazenados no computador, ou em um dispositivo de armazenamento (para o caso de falha na rede de internet).

2.2 Avaliação

Sugestões:

- As avaliações das aulas podem ser realizadas levando em consideração o comportamento e participação do aluno durante a aula;
- Os roteiros experimentais preenchidos podem servir de instrumento de avaliação, para tanto é necessário que as equipes preencham corretamente os dados solicitados e entreguem ao professor ao final de cada aula. As listas exercícios propostas podem ser trabalhadas em equipes ou individualmente, podendo servir de instrumento de avaliação. Para tanto é necessário que elas sejam resolvidas e entregues ao professor, conforme data estipulada;
- Para cada assunto trabalhado, o professor poderá propor atividades de pesquisa no livro didático e utilizá-las como atividades avaliativas.
- O professor pode propor, ao término do trabalho, uma autoavaliação, na qual os estudantes podem perceber seu engajamento com as atividades e sua relação com seu aprendizado.

3. ORGANIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A proposta de sequência didática está estruturada em quatro módulos totalizando dezesseis aulas, de acordo com o quadro 1.

Quadro 1 - Esquema de organização em blocos da sequência didática

Módulos	Temas	Número de aulas
Módulo 1	Modelos Cosmológicos	5
Módulo 2	Universo: Origem, formação e composição	6
Módulo 3	Estrelas	2
Módulo 4	Sistema Solar	3

Fonte: autoria própria (2022).

3.1 Encaminhamento das atividades da sequência didática

Nos blocos dessa sequência didática foram trabalhados os seguintes conteúdos conceituais:

Módulo 1: Modelos Cosmológicos

- História da astronomia
- Modelos cosmológicos

Módulo 2: Universo: Origem, formação e observação

- Radiação cósmica de fundo
- Big Bang
- Galáxias
- Nebulosas

Módulo 3: Estrelas

- Formação dos elementos químicos
- Ciclo de vida das estrelas
- Ciclo de vida de estrelas de massa próxima à do Sol

- Ciclo de vida de estrelas massivas

Módulo 4: Sistema Solar

- Sistema Solar
- Sol
- Planetas telúricos ou rochosos
- Planetas Jovianos ou gasosos
- Planetas anões
- Cinturões de asteroides
- Cinturão de Kuiper
- Nuvem de Oort

4. MÓDULO 1: MODELOS COSMOLÓGICOS

Desde os primórdios a humanidade olha para o céu e busca compreendê-lo, “As especulações sobre a natureza do Universo devem remontar aos tempos pré-históricos, por isso a astronomia é frequentemente considerada a mais antiga das ciências” (OLIVEIRA & SARAIVA, 2014, p.1). Em algumas partes do globo, “evidências de conhecimentos astronômicos muito antigos foram deixadas na forma de monumentos, como o de Stonehenge, na Inglaterra, que data de 3000 a 1500 a.C.” (OLIVEIRA & SARAIVA, 2014, p.1).

O interesse pelo firmamento se deu por diversos motivos: elaboração de calendários, agricultura, orientação, manifestar crenças, inspiração artística, curiosidade, estudos, entre outros.

Os registros astronômicos mais antigos datam de aproximadamente 3000 a.C. e se devem aos chineses, babilônios, assírios e egípcios. Naquela época, os astros eram estudados com objetivos práticos, como medir a passagem do tempo (fazer calendários) para prever a melhor época para o plantio e a colheita, ou com objetivos mais relacionados a astrologia, como fazer previsões do futuro, já que, não tendo qualquer conhecimento das leis da natureza (física), acreditavam que os deuses do céu tinham o poder da colheita, da chuva e mesmo da vida (OLIVEIRA & SARAIVA, 2014, p.1).

Civilizações pré-históricas e antigas “buscavam encontrar explicações mitológicas para vários fenômenos celestes observados” (MILONE, 2018, p.1-10).

Na Grécia, “a influência dos mesopotâmicos e egípcios no conhecimento astronômico da Grécia Antiga foi notável” (NOGUEIRA & CANALLE, 2009, p.29), a astronomia da babilônia chegou “por volta de 500 a.C. envolta por esses conteúdos astrológicos, com preocupações de desvendar o futuro” e foi na civilização Grega que ocorreu “à primeira das revoluções científicas, com a “invenção do cosmo” pelos *pensadores gregos das origens*” (EVANGELISTA, 2011, p.4). Conforme argumenta Luiz (2009, p.5)

Os gregos também se tornaram célebres por tentar modelar o Universo, que naquele tempo era quase um sinônimo de Sistema Solar. Num cenário onde muitas propostas foram apresentadas, como a de uma Terra plana ou até mesmo cilíndrica, predominou a da Terra esférica situada no centro de tudo que existe, modelo este conhecido como geocêntrico.

Conforme Nogueira e Canalle (2009, p.29), é importante ressaltar que desde muito cedo os pensadores já suspeitavam que o mundo não fosse plano nem

achatado, seno que Anaximandro propôs uma Terra cilíndrica em 6 a.C., que mais tarde foi considerada uma esfera, devido a ideia de esfera como a forma geométrica mais perfeita.

Foi com Eudoxo que esse tratamento “esférico” acabou estendido a todo o cosmos. Ele organizou o Universo com a Terra no centro, esférica e imóvel, envolta por diversas outras esferas que explicavam o movimento das estrelas fixas, já mencionado, e dos sete “planetas” (na concepção geocêntrica do mundo, esse termo incluía também o Sol e a Lua), que se posicionavam, a cada dia, ligeiramente diferentes em relação às estrelas e algumas vezes pareciam fazer ziguezagues difíceis de explicar (NOGUEIRA & CANALLE 2009, p.31).

Adotando o modelo de Eudoxo com algumas modificações, Aristóteles propôs seu próprio modelo de Cosmos, caracterizado por um Universo finito, mantendo “a crença de que os corpos celestes estavam presos a esferas cristalinas centradas na Terra, que, ao girarem, arrastavam-nos, fazendo com que descrevessem movimentos circulares” (PORTO & PORTO, 2008, p.4601). Nesse sentido,

Seu Universo formava um todo, onde cada constituinte possuía seu lugar próprio, estabelecido conforme sua natureza: o elemento terra, mais pesado, posicionava-se no centro desse Universo, enquanto os elementos mais leves, água, ar e fogo, iam formando “camadas” concêntricas em torno (PORTO & PORTO, 2008, p.4601).

Essa ideia de Cosmos perdurou por alguns séculos e Conforme Porto & Porto (2008, p.4601),

Durante todo o período que se estendeu desde seu aparecimento, no século IV a.C., até o século XVI d.C., a física e a cosmologia de Aristóteles permaneceram como os únicos pensamentos sistemáticos formulados a respeito dos fenômenos físicos e da estrutura do Universo.

Mas, segundo Evangelista (2011. p.107), foi com o sistema Ptolomaico que a astronomia matemática grega atingiu um elevado grau de desenvolvimento. O modelo geocêntrico também ficou conhecido como “sistema ptolemaico, pois foi Claudius Ptolemaeus (85 d.C.-165 d.C.), “o último dos grandes astrônomos gregos, quem construiu o modelo geocêntrico mais completo e eficiente” (OLIVEIRA & SARAIVA, 2017, p.65),

No século II d.C. Cláudio Ptolomeu construiu um modelo astronômico geocêntrico, compatível com os dados experimentais disponíveis então, em que adotava uma série de hipóteses a respeito do movimento dos planetas, admitindo para cada planeta a composição de um movimento de revolução

(epiciclo) em torno de um certo ponto, que, por sua vez, descrevia uma trajetória circular (deferente) em torno de um outro centro. Ptolomeu admitiu ainda que a Terra não se situava no centro do círculo deferente dos planetas (PORTO & PORTO, 2008, p.4601).

Foi a versão aprimorada desse “modelo geocêntrico proposto no início da civilização grega que prevaleceu tanto no oriente quanto no ocidente durante todo o período medieval” (OLIVEIRA & SARAIVA, 2014, p.2). O Almagesto, obra de Ptolomeu, foi considerado “a maior fonte de conhecimento sobre astronomia na Grécia” (OLIVEIRA & SARAIVA, 2017, p.5).

Segundo Picazzio, *et al.*, (2011, p.20), com o declínio da civilização greco-romana os árabes tornaram-se “*uma espécie de repositório do conhecimento clássico grego*” e foram as traduções feitas pelos árabes que possibilitaram os avanços alcançados no passado,

Foi esse conjunto de conhecimentos, recuperado e reinterpretado pelo religioso, médico e astrônomo polonês, Nicolau Copérnico (1473-1543), que construiu os fundamentos da astronomia moderna, ampliada e consolidada por homens como Galileu Galilei, Johannes Kepler, Tycho Brahe, Isaac Newton e, mais recentemente, William Herschel já no século 19 e Albert Einstein e Edwin P. Hubble, no século 20 (PICAZZIO, *et al.*, 2011, p.21).

Na Idade Média, conforme descrito por ROSA (2012, p.417), a teoria geocêntrica era dominante, tinha fundamento bíblico e as observações eram limitadas a datas e calendário religiosos. Além disso, “Todas as explicações cosmológicas se encontravam nas Sagradas Escrituras: a Terra imóvel, com o Sol e os planetas a circundá-la.” (ROSA, 2012, p.417).

Foi somente na segunda fase do renascimento Científico, que se iniciou uma “Revolução científica no campo da astronomia” (ROSA, 2012, p.400), por meio de Nicolau Copérnico.

Nicolau Copérnico, um clérigo polaco, publicou uma nova hipótese explicativa do movimento aparente dos planetas: no centro do universo passava a estar o Sol, enquanto a Terra passava a ser apenas mais um dos planetas, o terceiro a contar do Sol, movendo-se numa órbita circular. Copérnico apresentou esta teoria na sua obra *De Revulutionibus Orbium Coelestium* (As revoluções dos orbes celestes) em 1543, o ano da sua morte (LUCAS, 2007, p.13).

É importante mencionar que Copérnico não foi o primeiro a propor um sistema com Sol no centro, “Aristarco de Samos (310-230 a.C.) foi o primeiro a propor um

modelo heliocêntrico consistente para o sistema solar, antecipando Copérnico em quase 2000 anos” (OLIVEIRA & SARAIVA, 2014, p.3), mas na época não foi bem recebida. “Até o século de Copérnico, na verdade, havia grande oposição à ideia heliocêntrica” (NOGUEIRA & CANALLE 2009, p.36). De acordo com Evangelista (2011, p.177), a teoria apresentada por Copérnico foi alvo de objeções não somente pelos religiosos como também pela comunidade científica.

Thomas Digges “foi o principal divulgador das ideias de Copérnico na Inglaterra. Traduziu boa parte do *De Revolutionibus* e acrescentou suas ideias sobre o Universo infinito, com estrelas a distâncias variáveis no espaço infinito” (Rosa, 2012, p.431) e “é provável que Bruno tenha entrado em contato com Thomas Digges, na Inglaterra” (PAULA, 2020, p.153)

Foi de fato com Bruno, após Digges, que o infinito ganhou status de realidade cosmográfica no cenário renascentista. Isso porque Bruno irá argumentar com as aquisições da nova astronomia de Copérnico, e irá refutar com rigor filosófico todas as objeções aristotélicas e ptolomaicas à infinitude do universo. E com isso chegará à ideia de um universo “infinitamente infinito” (PAULA, 2020, p.154).

Em 1600 Jordano Bruno foi declarado herege e condenado a fogueira, Conforme Evangelista, (2011, p.194), entre as heresias de que foi acusado estava o fato de ter demonstrado a causa do movimento da Terra e da imobilidade do firmamento, além de sustentar um mundo eterno e infinito. Dessa forma a construção dos pilares dessa nova ciência se deu, “pelos diligentes e preciosas observações de Tycho Brahe e pela agudeza e tenacidade de Johannes Kepler” (EVANGELISTA, 2011, p.197).

O dinamarquês Tycho Brahe, nascido em 1546, “trabalhou no desenvolvimento de instrumentos astronômicos e na medição e posicionamento das estrelas, o que viria a facilitar futuras descobertas” (Rosa, 2012). Tycho fez importantes observações, sendo “considerado o maior astrônomo observador da era pré-telescópica” (PICAZZIO, *et al.*, 2011, p.103). “Tycho aceitava o modelo copernicano, mas refutava o Sol como centro do universo” (PICAZZIO, *et al.*, 2011, p.103)

ele usou suas observações para criar um modelo que era alternativo ao de Aristóteles e Ptolomeu – mas também ao de Copérnico. Praticamente um meio-termo entre eles, o sistema colocava todos os planetas girando em torno do Sol, que por sua vez, como a Lua, girava em torno da Terra, que seguia sendo o centro do Universo. Em termos de predições, o modelo híbrido não funcionava direito (NOGUEIRA & CANALLE, 2009, p.39).

Em seus trabalhos, autores como Picazzio, Nogueira, Oliveira & Saraiva, pontuam que o conjunto de medidas deixadas por Brahe foram um importante legado deixado pelo astrônomo e contribuíram para que Kepler pudesse propor as três leis que descrevem os movimentos dos planetas.

Dessa forma, pode-se afirmar que “Os precisos dados observacionais de Tycho revelaram a Kepler o verdadeiro formato da órbita marciana: uma elipse, com o Sol posicionado em um de seus focos” (NOGUEIRA & CANALLE, 2009, p.40),

Defensor de Nicolau Copérnico (1473-1543), que propôs a teoria heliocêntrica (heliostática), temos o matemático e astrônomo alemão Johannes Kepler (1571-1630) que entre muitas outras contribuições foi responsável por romper a ideia de que os planetas orbitavam de forma circular e que hoje conhecemos como sua primeira lei (MENEZES & BATISTA, 2020, p.353).

Em relação as três leis chamadas hoje de Leis de Kepler, Milone (2018, p.3-7) afirma que

As duas primeiras foram apresentadas simultaneamente (1609) e são o resultado de sua tentativa de descrever corretamente os movimentos planetários. A terceira lei, determinada dez anos mais tarde (1619), relaciona os períodos e tamanhos das órbitas e, de certa forma, traduz certa harmonia entre os movimentos dos corpos, o que talvez fosse o principal objetivo de Kepler.

Conforme Menezes & Batista (2020, p.355), os enunciados dessas 3 leis do movimento planetário são:

1ª (Lei das órbitas) Todos os planetas se movem em órbitas elípticas, com o Sol em um dos seus focos. 2ª (Lei das áreas) O segmento de reta que liga um planeta ao Sol varre áreas iguais no plano da órbita do planeta em intervalos de tempo iguais. 3ª (Lei dos períodos) O quadrado do período de qualquer planeta é proporcional ao cubo do semieixo maior de sua órbita.

A 3ª Lei estabelece a relação entre tempo que um planeta leva para completar uma órbita e a distância média do planeta ao Sol, da seguinte forma:

$$\frac{T^2}{D^3} = k \quad (1)$$

Onde k é uma constante, que depende das unidades usadas para T e D .

Sendo que “estas três leis empíricas foram fundamentais para Isaac Newton desenvolver sua teoria gravitacional” (PICAZZIO, *et al.*, 2011, p.104),

Com seu trabalho, Kepler finalmente concluiu a busca que começou no início dos tempos de explicar os movimentos vistos no céu. Mas caberia a um contemporâneo seu, Galileu, dar um novo rumo à astronomia. Embora não tenha inventado a luneta, como alguns dizem, o italiano foi um dos grandes responsáveis pelo aperfeiçoamento desse aparelho. Foi também o primeiro a realizar observações astronômicas sérias com ele. Um novo Universo, invisível a olho nu, se revelou (NOGUEIRA & CANALLE, 2009, p.43).

Galileu Galilei “foi o primeiro a utilizar o telescópio como instrumento de pesquisa” (PICAZZIO, *et al.*, 2011, p.104), pois “Em maio de 1609, ele ouviu falar de um instrumento de olhar à distância que o holandês Hans Lippershey havia construído, e, mesmo sem nunca ter visto o aparelho, construiu sua primeira luneta em junho, com um aumento de 3 vezes” (OLIVEIRA & SARAIVA, 2014, p.749). Dessa forma, Galileu

Observou a Lua, o Sol, os planetas e a Via Láctea. Sua observação mais contundente pode ter sido a dos quatro maiores satélites de Júpiter – Io, Europa, Ganimedes e Calisto, hoje referidos como “satélites galileanos”. Esses satélites orbitam Júpiter, de maneira semelhante aos planetas que orbitam o Sol (PICAZZIO, *et al.*, 2011, p.103).

Utilizando a luneta, Galileu fez importantes observações, que de acordo com Evangelista (2011) tiveram importante papel na defesa do sistema de Copérnico. Ele “acreditara na teoria copernicana (de que os planetas orbitam o Sol) desde o início, mas só começou a defendê-las publicamente quando descobriu evidências necessárias para apoiar tal ideia” (HAWKING, 2015, p.8),

Galileu havia juntado assim grande quantidade de evidências em favor da teoria heliocêntrica e escrevia em italiano para difundir ao público a teoria de Copérnico. Isso chamou a atenção da Inquisição que, após um longo processo e o exame do livro de Galileu sobre as manchas solares, lhe dá uma advertência, na qual o Cardeal Roberto Belarmino (1542-1621) lê a sentença do Santo Ofício de 19 de fevereiro de 1616, proibindo-o de difundir as ideias heliocêntricas (OLIVEIRA & SARAIVA, 2014, p.750).

A segunda condenação de Galileu se deu após a conclusão de sua obra “o Diálogo em 1630, depois de 6 anos de construção” (EVANGELISTA, 2011, p.243), o livro que “apesar de ter sido publicado com as autorizações eclesiásticas prescritas”

(OLIVEIRA & SARAIVA, 2014, p.751), lhe renderia uma condenação por heresia em 1633. Segundo Rosa (2012), “a acusação não era pela publicação do Diálogo, mas por ter extorquido, de modo fraudulento, o imprimatur, que contrariava o preceito de 1616, que o proibira de ensinar e defender a doutrina de Copérnico”. Segundo Evangelista (201, p.253), no mesmo dia da emissão de sua condenação, em 22 de junho de 1633, “Galileu, de joelhos abjurou” (EVANGELISTA, 2011, p.253).

Coube ao britânico Isaac Newton dar continuidade aos esforços de Kepler e Galileu, uma vez que ele é considerado por muitos como sucessor intelectual deles.

É a visão de Newton que dá verdadeiro sentido aos sucessos de Kepler e Galileu; o alemão e o italiano já haviam feito grandes coisas para explicar o movimento dos astros e a ação da gravidade terrestre, mas nenhum dos dois conseguiu costurar tudo e enxergar mais longe, percebendo que o universo lá fora e o mundo aqui embaixo são ambos, partes de um todo, que obedece às mesmas leis naturais (NOGUEIRA & CANALLE, 2009, p.45).

O grande diferencial de Newton “foi imaginar que a força centrípeta na Lua era proporcionada pela atração gravitacional da Terra” (OLIVEIRA & SARAIVA, 2014, p.757),

Obviamente, a Terra exerce uma atração sobre os objetos que estão sobre sua superfície. Newton se deu conta de que essa força se estendia até a Lua e produzia a aceleração centrípeta necessária para manter a Lua em órbita. O mesmo acontece com o Sol e os planetas. Então, Newton levantou a hipótese da existência de uma força de atração universal entre os corpos em qualquer parte do Universo (OLIVEIRA & SARAIVA, 2014, p.88).

Assim, conforme Oliveira & Saraiva (2014, p.88):

Seja F força centrípeta que o Sol exerce sobre um planeta de massa m , que se move com velocidade v a uma distância r do Sol, é dada por

$$F = m \frac{v^2}{r} \quad (2)$$

Assumindo uma órbita circular, o período T do planeta é dado por:

$$T = \frac{2\pi r}{v} \quad (3)$$

Isolando v

$$v = \frac{2\pi r}{P} \quad (4)$$

Pela 3ª Lei de Kepler

$$P^2 = Kr^3 \quad (5)$$

Onde $K = cte$ que depende de P e r

$$v^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{Kr^3} = \frac{4\pi^2}{Kr} \rightarrow v^2 \propto \frac{1}{r} \quad (6)$$

Sendo m massa desse planeta e M a massa do Sol, a força centrípeta exercida pelo Sol no planeta será

$$F \propto \frac{m}{r^2} \quad (7)$$

Pela 3ª Lei de Newton, o planeta exerce uma força igual e contrária sobre o Sol, que é dada por

$$F \propto \frac{M}{r^2} \quad (8)$$

Então

$$F = -\frac{GMm}{r^2} \quad (9)$$

Onde G é a constante universal de gravitação, r a distância e os corpos e M e m suas respectivas massas e o sinal negativo é devido à natureza sempre atrativa da força gravitacional. Dessa forma,

A partir das três leis de Kepler e de suas três leis de dinâmica, Newton chegou à Lei Universal de Gravitação: a força de atração gravitacional entre dois corpos é diretamente proporcional ao produto de suas massas, e inversamente proporcional ao quadrado da distância que os separa (PICAZZIO, *et al.*, 2011, p.105).

Não se pode negar que, “o modelo heliocêntrico associado à Gravitação Universal explicou como a Terra e os demais planetas orbitam em torno do Sol” (MILONE, 2018, p.1-33), mas infelizmente nem todas as questões estavam resolvidas. “Apenas um mistério sobre os movimentos dos planetas permanecia sem resposta – uma estranha precessão da órbita de Mercúrio, o astro mais próximo do Sol” (NOGUEIRA & CANALLE, 2009, p.45).

4.1 Proposta de Trabalho para o Módulo 1

O quadro 2 apresenta uma estrutura de trabalho para o módulo 1.

Quadro 2 - estrutura de trabalho para o módulo 1.

Módulo 1: Modelos Cosmológicos	Duração: 5 Aulas
Objetivos: Compreender e diferenciar os modelos cosmológicos. Entender que o conhecimento científico é construído através do tempo e fruto de colaborações diversas.	
Conteúdos Conceituais: Introdução a história da astronomia Geocentrismo Heliocentrismo Leis de Kepler	
Conteúdos Procedimentais: Conhecer pontos da história da astronomia. Observar a evolução dos modelos cosmológicos ao longo da história. Saber diferenciar geocentrismo e heliocentrismo. Conhecer o modelo cosmológico atualmente aceito. Entender os movimentos dos planetas, a partir dos estudos realizados por Kepler.	
Conteúdos Atitudinais: Compreender o conhecimento científico é resultado de uma construção humana, fruto de uma realidade	

social e histórica.
O professor: trabalhar a evolução dos modelos cosmológicos dando enfoque a história da astronomia.
Material didático pedagógico Vídeos de séries educativas Imagens de livros e telescópios Projetor multimídia Educatróns (Computador + TV) TIDCs: Google Forms Kit experimental “Traçando uma Elipse”

Fonte: Autoria própria (2022).

4.2 Encaminhamento do Módulo 1

Na primeira aula, recomenda-se a aplicação do questionário inicial, com o intuito de identificar os pontos que precisam ser trabalhados com mais cuidado e aqueles em que os alunos já conhecem. Nas aulas posteriores, no início de cada aula, o professor apresenta os conteúdos que serão trabalhados. Após a exposição, o professor propõe um debate de ideias e na sequência distribui as atividades de acordo com o planejamento de cada aula.

Após a aplicação do questionário nas primeiras aulas, é indispensável trabalhar os aspectos históricos, envolvendo a evolução dos modelos cosmológicos. Sugere-se que o módulo seja iniciado com o vídeo:

- “Poeira das Estrelas – Parte 01”, passando em seguida pelo vídeo “ABC da Astronomia - Heliocentrismo” e finalizando com vídeo “ABC da Astronomia - Kepler”.

É importante ressaltar que antes de trabalhar as Leis de Kepler, o professor poderá utilizar o experimento “Traçando uma elipse”, como o objetivo apresentar o relembrar o conceito de elipse.

4.3 Recomendações do Módulo 1

- Verificar as ideias iniciais trazidas pelos estudantes nessa primeira aula;

- Para responder o questionário dessa aula, será necessário que professor e alunos possuam conexão de internet disponível;
- Caso a escola não possua rede de internet disponível para alunos e professores, o professor poderá levar o questionário como material impresso, a ser entregue para os alunos, ou trabalhá-lo por meio de projetor ou TV.
- É importante que o professor não corrija esse questionário com os alunos, nem aponte as respostas corretas, até que ele seja reaplicado no final da sequência.
- Caso o professor não esteja familiarizado com a ferramenta Google Formulários, é possível acessar o material “Tutorial para criação de formulários no Google” disponibilizado pela BIBLIOTECA UFC, cujo endereço eletrônico que se encontra nas referências.
- Na atividade “Traçando uma elipse”, para otimizar o tempo, sugere-se que o professor monte kits experimentais e traga para sala de aula.

4.4 Materiais do Módulo 1

➤ Formulário Google Forms:

O formulário dessa aula encontra-se disponível no link:

https://forms.gle/tsfa_T6dySgNtRZAq8.

Figura 1: Modelo de formulário Google Forms

The image shows a Google Forms interface. At the top, the title is 'Astronomia- 1º Manhã' and the subtitle is 'Reaplicação do Questionário'. Below the title, there is a red asterisk and the word 'Obrigatório'. The form contains several input fields: 'Email *' with a note 'Não é possível preencher previamente o email', a section header 'Atividade 1 de Astronomia - 1º ano' in a purple bar, and three text input fields labeled 'Escola *', 'Nome *', and 'Turma *', each with the placeholder text 'A sua resposta'.

Fonte: Autoria própria (2022).

Questões para o formulário:

As perguntas e respostas encontram-se negritadas.

1. Qual a classificação astronômica do Sol? Assinale a alternativa correta.

a) Planeta

B) Estrela

c) Galáxia

2. O Cinturão de Asteroides está localizado entre quais planetas? Assinale a alternativa correta.

a) Júpiter e Saturno

b) Terra e Marte

c) Júpiter e Marte

d) Netuno e Urano

3. Dos oito planetas do Sistema Solar qual é o planeta mais “quente”?

R.: Vênus

4. Em qual galáxia está localizado o nosso Sistema Solar? Assinale a alternativa correta.

a) Sombreiro

b) Andrômeda

c) Via-Láctea

d) Nuvem de Magalhães

5. Quanto ao tipo, os planetas podem ser divididos em rochosos e gasosos. Quais são os planetas ROCHOSOS? Assinale a alternativa correta.

a) Mercúrio, Vênus, Terra e Marte.

b) Júpiter, Saturno, Urano e Netuno

c) Mercúrio, Vênus, Urano e Netuno

d) Vênus, Terra, Saturno e Urano

6. A fonte de energia das estrelas é? Assinale a alternativa correta.

a) Fissão nuclear

b) Combustão

c) Energia gravitacional

d) Fusão nuclear de hidrogênio em hélio

7. Quantos e quais são os planetas que compõem o Sistema Solar?

R.: São 8 planetas. Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno.

8. (OBA-2011, adaptada) A Terra tem 1 lua e Marte têm 2 luas. Escreva os nomes dos planetas que não têm nenhuma lua. Dica: são menores que a Terra!

R.: Mercúrio e Vênus.

9. Os planetas orbitam o Sol em trajetórias que tem forma de? Assinale a alternativa correta.

- a) Círculo
- b) Elipse**
- c) Parábola
- d) Linha Reta

10. Quanto ao tipo, os planetas podem ser divididos em rochosos e gasosos.

Os planetas GASOSOS são:

- a) Mercúrio, Vênus, Terra e Marte.
- b) Terra, Marte, Júpiter e Saturno
- c) Júpiter, Saturno, Urano e Netuno**
- d) Vênus, Terra, Saturno e Urano

11. Quais os três principais tipos de galáxias que existem, de acordo com sua morfologia?

- a) Elípticas, espirais, irregulares**
- b) Espirais, planares, irregulares
- c) Lineares, lenticulares, espirais
- d) Elípticas, espirais, lenticulares

12. De acordo com o paradigma vigente, os astrônomos acreditam que a idade do universo é em torno de?

- a) 13 mil anos

- b) 13 milhões de anos
- c) 13 bilhões de anos**
- d) 13 trilhões de anos

13. Qual é a teoria científica mais aceita, sobre a origem do universo?

R.: Big Bang

➤ Atividade experimental para o Módulo 1: Traçando uma elipse

Nessa atividade os alunos utilizam um conjunto experimental, para traçar uma elipse. Não é necessária a realização de cálculos, o objetivo dessa atividade é proporcionar a noção do formato de uma elipse.

Materiais:

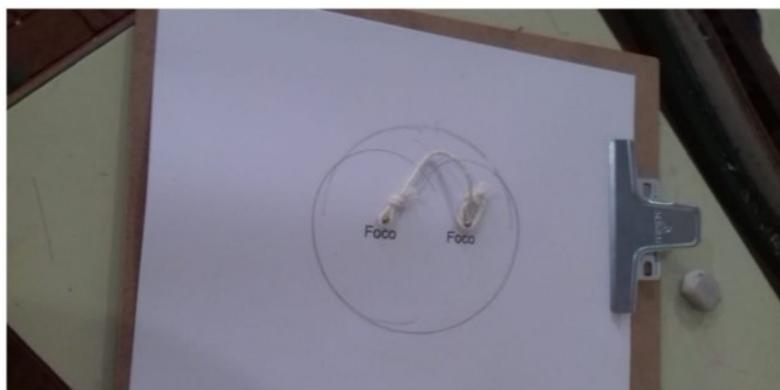
- Prancheta
- Folhas de Sulfite
- Barbante
- Parafusos ou percevejos.
- Lápis

Procedimentos:

1. Traçar uma reta e marque os pontos nas duas extremidades (essa distância será a distância entre os focos).
2. Os focos deveram ser colocados nos pontos marcados, fixando percevejos ou parafusos.
3. Acomodar uma folha sulfite sobre a prancheta com parafusos fixos.
4. Cortar o barbante, deixando o mesmo com comprimento maior do que a distância entre os focos.
5. Amarrar o barbante nos parafusos

A Figura 2 mostra a montagem do experimento.

Figura 2 - Montagem do kit experimental.



Fonte: Autoria própria (2022).

Desenvolvimento da atividade em sala

- 1) Formar equipes;
- 2) Distribuir as montagens experimentais para os alunos;
- 3) Solicitar que os alunos desenhem uma elipse utilizando a montagem;

Observações:

- O professor poderá deixar os alunos livres para utilizar o kit, porém para traçar a elipse os alunos devem posicionar o lápis seguindo o contorno do barbante, mantendo o bem esticado.
- Após traçar a elipse os alunos podem ir diminuindo o comprimento do barbante, até que a elipse não possa ser mais desenhada.

➤ **Gabarito para atividade “Traçando uma Elipse”**

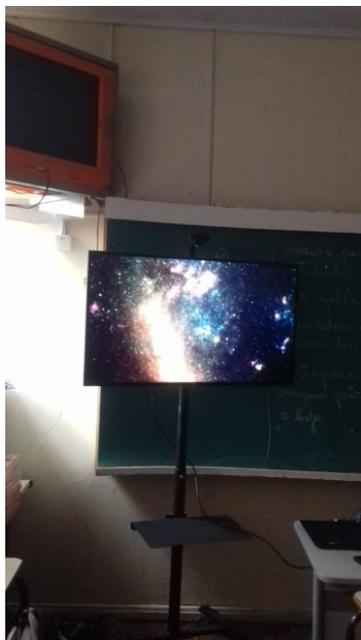
○
Foco

○
Foco

4.5 Vídeos do Módulo 1

Os vídeos podem ser disponibilizados por meio de multimídia ou pelos aparelhos Educatrons, como mostra a Figura 3.

Figura 3: Vídeo sendo exibido no Educatron.



Fonte: Autoria própria (2022).

- **Poeira das Estrelas –Parte 01**

<http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=8757>

- **ABC da Astronomia-Heliocentrismo.**

<http://www.filosofia.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=11005>

- **ABC da Astronomia-Kepler**

<http://www.filosofia.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=10829>

5. MÓDULO 2: UNIVERSO: ORIGEM, FORMAÇÃO E COMPOSIÇÃO

Historicamente, pode-se dizer que “a precessão de Mercúrio é a pedra no sapato da gravitação newtoniana que tanto sucesso tivera na explanação da mecânica do Sistema Solar” (CUNHA & TORT, 2017, p.14). A precessão da órbita de um planeta pode ser definida como “o giro da própria órbita do planeta em torno da estrela central, de modo que o periélio (ponto da órbita em que o planeta está mais próximo do Sol) ocorre a cada volta numa posição ligeiramente diferente da anterior” (NOGUEIRA & CANALLE, 2009, p.45).

Conforme Hawking (2015, p.22), teoria de Einstein previa um movimento levemente diferente da teoria de Newton e suas previsões batiam com o que era observado.

Segundo a teoria Geral da Relatividade, a matéria não exerce propriamente uma atração, como propôs Newton, nem preenche o espaço circunvizinho com um campo gravitacional. A matéria induz curvatura no espaço-tempo circunvizinho e essa curvatura (propriedade geométrica) determina o movimento dos corpos e também da luz (CANALLE & MATSURA, 2007, p.160).

Essa teoria não apenas propôs uma “explicação correta para o movimento de Mercúrio, dispensando a existência de um outro planeta (o próprio Einstein só se convenceu de que sua teoria estava correta depois de efetuar os cálculos e se certificar de que ela explicava a misteriosa precessão) (NOGUEIRA & CANALLE, 2009, p.46) como também “descreve como a matéria molda o espaço-tempo em que está inserida, ao mesmo tempo em que o espaço-tempo define as propriedades de dinâmicas (isto é, de movimento) da matéria” (MILONE, 2018, p.9-8).

Por meio da “relatividade geral seria possível especular de forma mais concreta sobre as origens do Universo!” (NOGUEIRA & CANALLE, 2009, p.46), e para garantir “que suas equações descreviam um Universo real” (MILONE, 2018, p.9-42), Albert Einstein acrescentou “na equação do campo gravitacional chamada constante cosmológica” (PERUZZO, POTTKER & PRADO, 2014, p.333), buscando sustentar um universo estático, condizente com suas crenças, mas “em 1929, Hubble mostrou que o Universo estava em expansão e Einstein pode descartar a Constante Cosmológica” (MILONE, 2018, p.9-43).

Por meio de observações astronômicas, em 1929, o astrônomo americano Edwin Powell Hubble “mostrou que o Universo está em expansão e as galáxias se afastam umas das outras com velocidade proporcional à distância em que se

encontram. Se as galáxias estão se afastando hoje, então, no passado estavam mais próximas” (PICAZZIO, *et al.*, 2011, p.232),

Isso constituiu a primeira evidência para a expansão do Universo, já predita pelo russo Alexander Alexandrovitch Friedmann (1888-1925) em dois artigos publicados no *Zeitschrift fur Physik* em 1922 e 1924, e pelo belga Georges-Henri Édouard Lemaître (1894-1966) em 1927, no *Annales de la Société Scientifique de Bruxelles* (OLIVEIRA & SARAIVA, 2014, p.646).

O padre nascido na Bélgica, Georges Lemaître “foi, provavelmente, o primeiro a propor um modelo específico para o Big Bang, em 1927” (OLIVEIRA & SARAIVA, 2014, p.649), “dois anos antes do artigo de Hubble” (MILONE, 2018, p.9-17). Lemaître propôs a “existência de um estado inicial de alta energia, que ele chamou de átomo primitivo ou átomo primordial” ... “onde toda a matéria e energia estariam compactadas, foi se dividindo, através de uma grande explosão, e criando um universo em expansão” (PERUZZO, POTTKER & PRADO, 2014, p.338),

O nome Big Bang foi usado pela primeira vez pelo astrofísico inglês Fred Hoyle (1915- 2001) de forma pejorativa, pois Hoyle e seus colaboradores defendiam um modelo de universo chamado de Estado Estacionário. Nesse cenário o Universo sempre existiu e sempre existirá, ou seja, não tem início nem fim (PICAZZIO, *et al.*, 2011, p.261).

Mas “É mais adequado chamar o Big Bang de Grande Expansão. No Big Bang a expansão do Universo não se refere apenas à matéria, mas a tudo que existe, inclusive o espaço e o tempo. Antes do Big Bang não havia espaço, logo não pode haver um centro” (PICAZZIO, *et al.*, 2011, p.261)

E assim se deu o “início da chamada teoria do Big Bang, que seria posteriormente mais trabalhada pelo russo-americano George Gamow (1904-1968)” (NOGUEIRA & CANELLE, 2009, p.47).

Segundo a teoria do Big Bang de Gamow, o início do universo teria uma densidade enorme e uma temperatura altíssima. À medida que o universo expandiu, a densidade de matéria, a densidade de radiação e temperatura decresceram (PERUZZO, POTTKER & PRADO, 2014, p.344).

Apesar da Radiação Cósmica de Fundo ter sido prevista em 1948, por Ralph Asher Alpher, Robert Herman em conjunto com Gamow, a evidência de que o Universo teria sido muito mais quente do que é hoje, foi registrada acidentalmente em 1964:

Em 1964, a descoberta acidental da radiação de micro-ondas do fundo do Universo pelos radioastrônomos Arno Allan Penzias (1933-) e Robert Woodrow Wilson (1936), do Bell Laboratories, reforçou a teoria do Big Bang. Penzias e Wilson, que receberam o prêmio Nobel em 1978 (OLIVEIRA & SARAIVA, 2014, p.648).

A radiação cósmica de fundo é uma radiação eletromagnética em micro-ondas, que teria se originado no Big Bang, “é extremamente rica em informações sobre o universo jovem. É uma impressão digital do Universo, mostrando que, há 14 bilhões de anos, a densidade era uniforme, mas não perfeitamente” (PICAZZIO, *et al.*, 2011, p.269), “pois é mais “quente” em certos pontos do céu, indicando que foi emitida por matéria mais concentrada, e mais fria em outros, indicando regiões menos densas de matéria. Essa luz “fóssil” é que é chamada de radiação de fundo do universo” (DAMINELI & STEINER, 2010, p.85).

No universo, “a matéria tende a se concentrar nas galáxias, como o homem tende a se concentrar nas cidades” (MILONE, 2018, p.3-37). As galáxias se originaram entre 380 mil e 300 milhões de anos após o Big Bang, são “associações ligadas pela gravitação compostas de estrelas, gás e poeira interestelar, e de matéria escura” (PICAZZIO, *et al.*, 2011, p.230),

As galáxias se distribuem pelo Universo como ilhas em um imenso oceano, formando em geral “arquipélagos”, ou seja, grupos reunindo de alguns poucos objetos a milhares deles apresentam formatos e tamanho diversos (PICAZZIO, *et al.*, 2011, p.230).

O formato, a cor e o tamanho das galáxias podem variar e “um dos primeiros e mais simples esquemas de classificação de galáxias, que é usado até hoje, foi inventado por Edwin Powell Hubble (1899-1953) nos anos 1920” (OLIVEIRA & SARAIVA, 2014, p.608). De acordo com a classificação de Hubble, as galáxias se dividem “em quatro tipos morfológicos: elípticas, espirais (normais e barradas), lenticulares e irregulares” (PICAZZIO, *et al.*, 2011, p.233).

As “Galáxias elípticas possuem uma aparência oval e algumas são quase esféricas. Elas apresentam núcleos brilhantes com regiões externas mais tênues e não possuem uma borda claramente definida” (MILONE, 2018, p.8-12). Essas galáxias “são classificadas segundo o grau de achatamento: as galáxias com aparência esférica são as E0 e as galáxias mais achatadas, com forma semelhante a um charuto, são as E7” (PICAZZIO, *et al.*, 2011, p.233).

Em relação as galáxias lenticulares, elas “apresentam um pequeno disco e um grande bojo, mas não mostram evidência de braços. São as galáxias chamadas lenticulares. Elas parecem uma galáxia elíptica imersa em um disco estelar” (PICAZZIO, *et al.*, 2011, p.233).

As galáxias com formato espiral “quando vistas de frente, apresentam uma clara estrutura espiral” (OLIVEIRA & SARAIVA, 2014, p.609). “Galáxias espirais, como o nome sugere, têm grande parte de sua luminosidade distribuída segundo uma forma espiral, como braços saindo da região central. A Via Láctea, como a galáxia de Andrômeda, são exemplos de espirais.” (PICAZZIO, *et al.*, 2011, p.237) Essas galáxias podem ser divididas em normais e barradas,

As galáxias espirais são subdivididas em duas classes: as normais e as barradas (estas ganham um B no nome). Nas galáxias espirais barradas, os braços espirais começam no final de uma distribuição de estrelas que se assemelha a uma barra no centro da galáxia. Nas espirais normais, os braços começam próximos da região central, o bojo (PICAZZIO, *et al.*, 2011, p.238).

Por fim “uma pequena percentagem de galáxias estudadas não se encaixa nas classificações acima, sendo então denominadas irregulares” (MILONE, 2018, p.8-15). “Essas galáxias têm formas arbitrárias, sem apresentar um eixo de simetria. As Nuvens de Magalhães, observadas do hemisfério Sul, são exemplos de galáxias irregulares, vizinhas à Via Láctea” (PICAZZIO, *et al.*, 2011, p.234

No Universo, a maior parte das galáxias “vive em grupos e a Via Láctea é parte dessa maioria. A Via Láctea se encontra em um modesto grupo que conta com cerca de 40 galáxias conhecidas, em uma região com 8 milhões de anos-luz de diâmetro” (PICAZZIO, *et al.*, 2011, p.241).

Via Láctea é “apenas uma galáxia, de centenas de bilhões existentes só no Universo observável” (NOGUEIRA & CANALLE, 2009, p.53), é o nome da galáxia que abriga o Sistema Solar. Essa galáxia é do tipo espiral barrada e as “observações detalhadas da Via Láctea mostram que ela tem forma de um disco achatado, com um núcleo brilhante, ou bojo, e um halo aproximadamente esférico” (PICAZZIO, *et al.*, 2011, p.201).

Em relação aos componentes da galáxia, “de modo geral, os principais componentes da Via Láctea são: estrelas, nebulosas, gás interestelar, poeira interestelar, raios cósmicos, e o campo magnético galáctico” (PICAZZIO, *et al.*, 2011,

p.204), sendo que “as estrelas são, provavelmente, o principal componente da Via Láctea, contendo a maior parte de sua massa visível” (PICAZZIO, *et al.*, 2011, p.204), e “somente podemos ver a olho nu a faixa de estrelas que constituem o disco da Galáxia, (MILONE, 2018, p.8-8). “As estrelas que formam a Via Láctea formam a faixa esbranquiçada, de aparência leitosa, que pode ser vista em noites escuras de inverno” (MILONE, 2018, p.3-37), “chamamos a essa faixa “Via Láctea”, devido à sua aparência, que lembrava aos povos antigos um caminho esbranquiçado como leite” (OLIVEIRA & SARAIVA, 2014, p.581).

O nome da Galáxia – Via Láctea – é utilizado em várias línguas modernas, e remonta à Antiguidade Clássica. Na mitologia grega, Zeus teve um filho, Héracles, com uma mortal, Alcmena, esposa de Anfitrião. Para que o menino tivesse poderes associados aos deuses, como a imortalidade, Zeus levou-o para ser amamentado por sua esposa Hera, que, zangada, afastou de si o menino, derramando seu leite pelo céu, o que originou a Via Láctea. (PICAZZIO, *et al.*, 2011, p.203).

5.1 Proposta de Trabalho para o Módulo 2

O quadro 3 apresenta uma estrutura de trabalho para o módulo 2.

Quadro 3 - estrutura de trabalho para o módulo 2.

Módulo 2: Origem, formação e observação	Universo: e	Duração: 5 Aulas
Objetivos: Compreender como o Universo se formou (de acordo com a teoria vigente), bem como conhecer os diversos objetos que o compõe.		
Conteúdos Conceituais Radiação Cósmica de Fundo Big Bang Galáxias Nebulosas		
Conteúdos Procedimentais Conhecer a história da cosmologia; Estudo da formação e estrutura do Universo; Entender o conceito de galáxia;		

<p>Conhecer os formatos das galáxias; Compreender e conhecer sobre nebulosas;</p>
<p>Conteúdos Atitudinais</p> <p>Identificar explicações sobre a origem do Universo, identificar sua localização na galáxia Via Láctea e saber o formato dela.</p>
<p>O professor</p> <p>Apresentar a teoria vigente sobre a origem do universo, bem como aspectos históricos que a permeiam. Apresentar os objetos que compõe o universo, dando enfoque as galáxias e a nossa Via Láctea.</p>
<p>Material didático pedagógico</p> <p>Vídeos de séries educativas Imagens de livros e telescópios Projetor multimídia Educatrons (Computador + TV) TIDCs: Gerador de palavras cruzadas e Kahoot Quebra cabeça “Galáxias” Bexiga e canetas coloridas</p>

Fonte: Autoria própria (2022).

5.2 Encaminhamento do Módulo 2

Nesse módulo, o professor deverá fazer uma retomada rápida dos assuntos trabalhados no módulo anterior, fazendo um link com o novo assunto a ser trabalhado. Recomenda-se que se inicie esse módulo com aspectos históricos, destacando as contribuições e estudos dos diversos cientistas como Einstein, Edwin Hubble, Georges Lemaître, George Gamow, Arno Penzias e Robert Wilson. Para o encerramento dessa primeira parte, o professor pode passar o vídeo Poeira das Estrelas – Parte 06, seguido da atividade de palavras cruzadas, que pode ser trabalhada em sala de aula ou como tarefa de casa.

O segundo tema desse módulo, a ser trabalhado pelo professor é a Teoria do Big Bang. O professor poderá iniciar ou finalizar o assunto com vídeo “Vídeo ABC da

Astronomia-Big Bang”. No planejamento das aulas que abordam esse conteúdo, o professor precisará reservar um momento para a realização da atividade “Experimento da Bexiga”.

Após a trabalhar a teoria do Big Bang, o professor pode dar continuidade as aulas do módulo, abordando os conceitos de galáxias. Esse tema pode ser iniciado com o vídeo “Vídeo ABC da Astronomia-Universo”, seguido pelos vídeos “ABC da Astronomia-Galáxias” e “ABC da Astronomia- Via Láctea”. Durante a abordagem desse tema, o professor poderá reservar uma aula para a aplicação da atividade Montando o Quebra cabeça “Galáxias”.

Após o conteúdo de galáxias, o professor trabalhará brevemente o assunto de nebulosas, mostrando imagens de algumas nebulosas. Para essa aula, o professor terá como opção de atividade o quiz Kahoot.

Finalizando esse módulo, o professor poderá propor como atividade avaliativa uma pesquisa no livro didático da turma.

5.3 Recomendações do Módulo 2

- Preparar a atividade de palavras cruzadas com antecedência no site “educolorir”;
- Caso o professor não esteja familiarizado com a criação de palavras cruzadas no site educolorir, recomenda-se que faça algumas atividades-testes, para familiarizar-se com a ferramenta;
- Para que o professor compartilhe o link das atividades e para que os alunos respondam a mesma, será necessário que professor e alunos possuam acesso a rede de internet disponível;
- Para a atividade de “Montando o Quebra-Cabeça Galáxias”, é necessário preparar o material com antecedência. Recomenda-se também que ele seja impresso colorido e em folha de cartolina.

5.4 Materiais do Módulo 2

➤ Atividade 1: Palavra Cruzada utilizando o site *Educolorir*

O site *educolorir* permite a criação de diversas modalidades de atividades *on line* além de conter uma biblioteca de materiais disponível para acesso. Para utilizar o site não é necessário fazer cadastro ou login, bastando apenas acessar o endereço eletrônico *www.educolorir.com* e escolher o modelo de atividade na aba de opções, como mostra a figura 4

Figura 4: Tela educolorir



Fonte: Educolorir, adaptada, (2022).

Para essa atividade foi escolhida a opção “Gerador de palavras cruzadas”. Após clicar nessa opção, abre-se uma tela onde o professor fará a inclusão dos dados necessários para elaboração de sua atividade. Após o preenchimento é necessário clicar na opção “enviar”, para que o jogo crie a palavra cruzada, figura 5

Figura 5: Tela do gerador de palavras cruzadas educolorir

 A imagem mostra a tela de configuração do gerador de palavras cruzadas. No topo, há o título 'Gerador de Palavras Cruzadas - www.educolorir.com' e um link 'Novo: resolva palavras cruzadas online.'. Abaixo, há campos para 'Título' e 'Subtítulo'. Um aviso indica que as palavras devem ter letras comuns suficientes. A principal parte da tela é uma tabela com duas colunas: 'Palavras' e 'Descrições'. A tabela possui seis linhas numeradas de #1* a #6*.

	Palavras	Descrições
#1*	<input type="text"/>	<input type="text"/>
#2*	<input type="text"/>	<input type="text"/>
#3*	<input type="text"/>	<input type="text"/>
#4	<input type="text"/>	<input type="text"/>
#5	<input type="text"/>	<input type="text"/>
#6	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Fonte: Educolorir, adaptada, (2022).

Após a criação da atividade é possível imprimir, baixar e fazer o compartilhamento clicando na opção “compartilhar”. Será gerada uma tela contendo links para o compartilhamento da atividade com e sem a solução

Inicialmente sugere-se o compartilhamento da palavra cruzada sem a solução, após a tentativa de realização da atividade pelos alunos, o professor poderá compartilhar o link com ou sem a solução, de acordo com a Figura 6 ou baixar e imprimir conforme Figura 7

Figura 6: Links de compartilhamento



Fonte: Educolorir, adaptada, (2022).

A palavra cruzada proposta no presente trabalho encontra-se disponível nos links:

Sem a solução:

www.educolorir.com/crosswords/historia_da_astronomia-9a572c9bbc0362009c44b86b987cd7d1

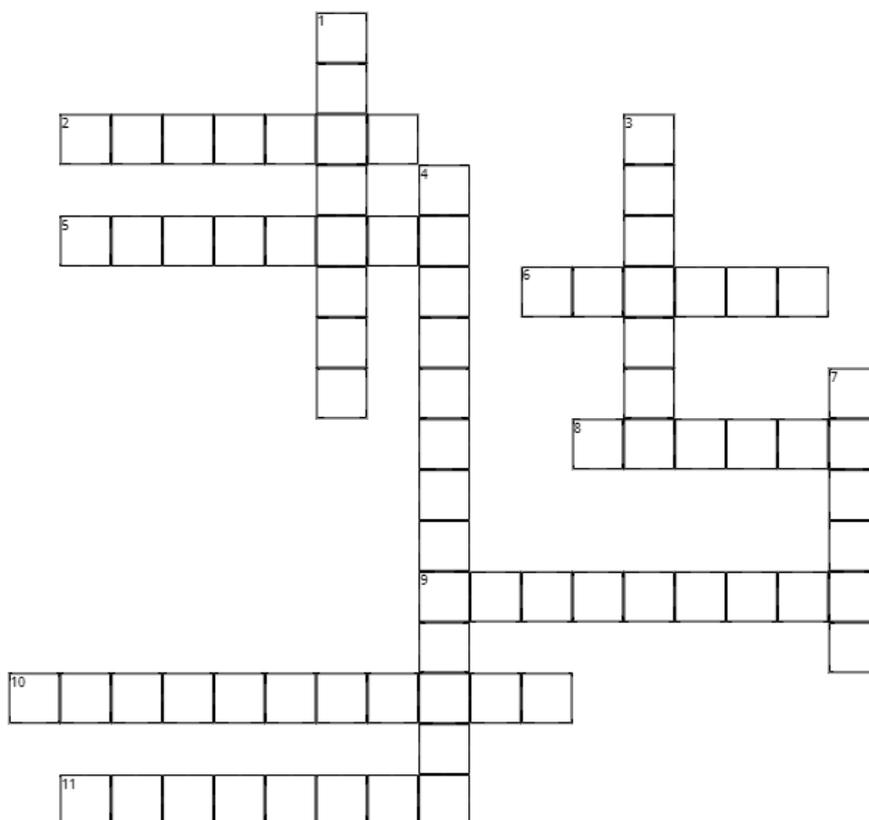
Com a solução:

www.educolorir.com/crosswords/historia_da_astronomia-e58850cb7d31a72c4b0f16709fcec389

Figura 7: cruzadinha para impressão

História da Astronomia

Revisão



Horizontais

2. A teoria mais aceita para a origem do universo
5. Foi, provavelmente, o primeiro a propor um modelo específico para o Big Bang
6. Segundo a 1ª Lei de Kepler, o formato da órbita dos planetas é uma
8. Sobrenome do astrônomo que observou que as galáxias estavam se afastando
9. Esse modelo era uma combinação do modelo de Ptolomeu e do de Copérnico
10. O modelo proposto por Ptolomeu ficou conhecido como modelo
11. O que Penzias e Wilson estavam registrando era a..... Cósmica de Fundo

Verticais

1. sobrenome do cientista que propôs a "teoria da relatividade geral"
3. foi um dos grandes responsáveis pelo aperfeiçoamento da luneta
4. O modelo teórico de Sistema Solar desenvolvido por Nicolau Copérnico
7. Esse brilhante cientista estabeleceu as bases para a ciência moderna

Fonte: Educolorir, adaptada, (2022).

➤ **Atividade 2: Pesquisa no livro didático**

Essa atividade pode ser utilizada como atividade avaliativa, para tanto sugere-se que ela seja realizada com consulta no livro de didático, figura 8.

Figura 8: atividade avaliativa de pesquisa no livro didático

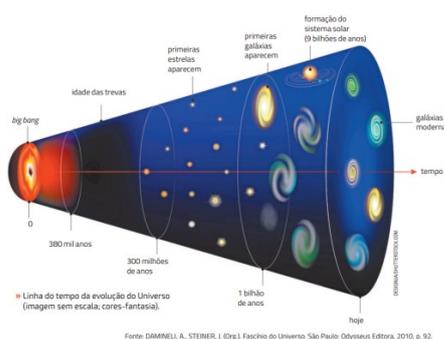


Fonte: Autoria própria (2022).

Questões para pesquisa

1. O que é o Universo e como ele é composto?
2. O que é cosmologia?
3. O que é Radiação Cósmica de fundo?
4. O que é um ano-luz?
5. Qual o valor da velocidade da luz no vácuo em m/s e km/h?
6. Existem algumas teorias sobre a origem e evolução do Universo. Qual é a mais aceita atualmente? Fale sobre essa teoria.
7. O esquema da figura 9 apresenta, de maneira resumida, uma sequência de eventos que teriam ocorrido após o Big Bang. Descreva de forma resumida, os eventos ocorridos.

Figura 9: Eventos ocorridos após o Big Bang



Fonte: GODOY, DELL'AGNOLO & MELO (2020).

➤ **Atividade 3: Experimento com Bexiga**

O Big Bang aconteceu em todo o Universo, inclusive no lugar em que você está agora. Ocorre que o lugar em que você está agora, 13,7 bilhões de anos atrás, era muito menor, e estava compactado junto com todos os outros lugares do Universo atual. A melhor forma de visualizar esse efeito é imaginar que o Universo inteiro fosse a superfície bidimensional de uma bexiga.

Objetivo:

Propiciar uma melhor visualização da expansão do Universo. Nesse experimento a superfície do balão representa o universo e os círculos desenhados no balão representam as galáxias, um modelo simples da expansão do universo.

Encaminhamento:

Peça para o aluno pintar vários pontinhos nesse balão, e, em seguida inflá-lo, Figura 10.

Figura 10: balões utilizados pelos alunos



Fonte: Autoria própria (2022).

Questões para registro e discussão

1. O que aconteceu com o seu desenho feito na bexiga quando você a inflou?
2. O que diz a teoria mais aceita pela comunidade científica sobre a expansão do Universo?
3. O que esse experimento da bexiga tem a ver com a expansão do Universo?

O que se espera

Esperamos que com essa atividade o aluno note que os pontos se afastam uns dos outros e consigam associar com as galáxias que se afastam umas das

outras. Esperamos ainda que entenda que o Universo continuará sendo o que sempre foi, assim como a superfície da bexiga.

Considerações sobre a atividade

Foi possível observar as galáxias (representadas pelos círculos), se afastando umas das outras, porém conforme a bexiga foi inflada, os círculos aumentaram de tamanho e alguns acabaram sumindo da superfície da bexiga, logo há necessidade de explicar aos estudantes que esses acontecimentos não fazem parte da física a ser observada, ou seja, as galáxias não aumentavam de tamanho e/ou sumiam durante a expansão.

Nesse sentido seria interessante ao invés de desenhar os círculos no balão conforme realizado e mostrado na figura 10, colar pequenos papéis com fita na superfície do balão, conforme Figura 11.

Figura 11: Balões com colagem



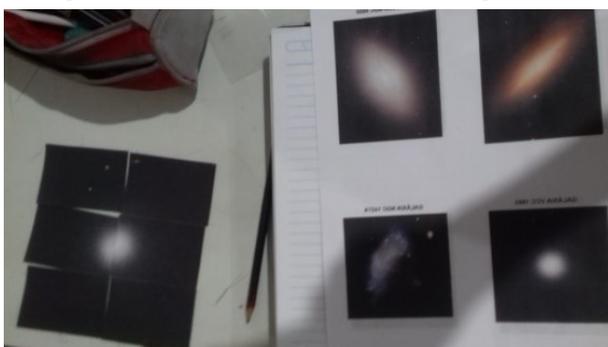
Fonte: NASE (2022)

➤ **Atividade 4: Montando o Quebra cabeça “Galáxias”**

O kit de quebra cabeças “Galáxias” é formado por 8 imagens de galáxias. Cada imagem foi dividida em 6 partes retangulares, impressas em cartolina, formando um quebra cabeça. Juntamente com as 6 partes de cada imagem, formando um quebra cabeça, vai um gabarito contendo as 8 imagens, para auxiliar na montagem. Conforme mostrado na Figura 12.

O objetivo dessa atividade é que os alunos reconheçam e os diversos tipos de galáxias, além de fazer uma associação da imagem montada com a classificação de Hubble para as galáxias.

Figura 12: Quebra-cabeça de galáxia



Fonte: Autoria própria (2022).

Roteiro da atividade:

- 1) Dividir os alunos em equipes, conforme a quantidade de quebra-cabeças disponíveis.
- 2) Distribuir para cada equipe 1 kit contendo 1 quebra-cabeça e 1 gabarito.
- 3) Solicitar que o aluno faça a montagem do quebra-cabeça recebido e identifique o nome e o qual o formato da galáxia montada.

Observações: essa atividade pode ser realizada em folha separada, e utilizada como atividade avaliativa. O corte retangular foi escolhido para facilitar a montagem, além de possibilitar otimização da confecção deles, mas o professor pode utilizar aplicativos que permitam fazer o corte com a configuração tradicional para quebra-cabeça. A seguir apresentamos os modelos para os quebra-cabeças.

➤ **Moldes da atividade 4:**

Molde 1: Galáxia Andrômeda

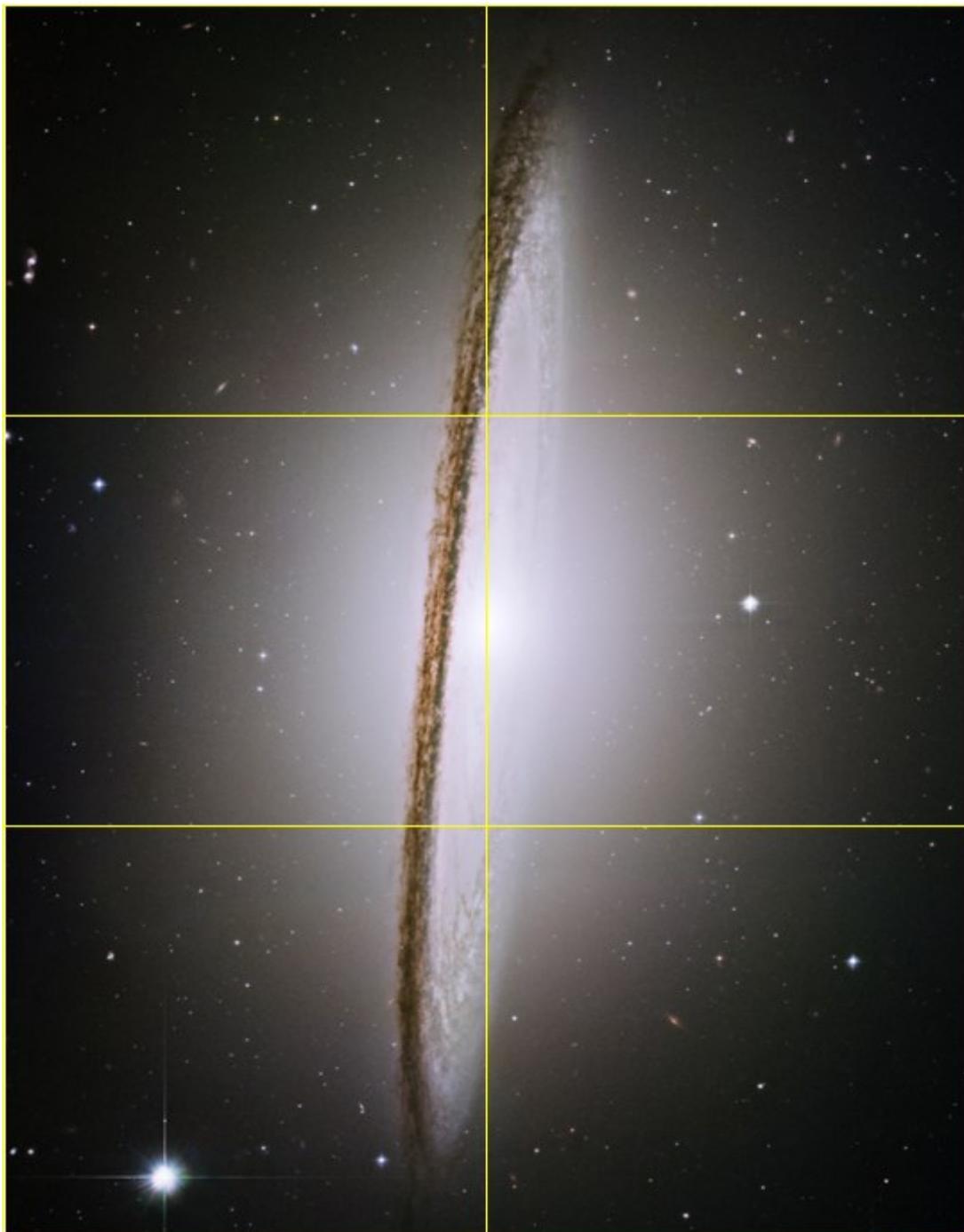
ANDRÔMEDA



<https://apod.nasa.gov/apod/ap061126.html>

Molde 2: Galáxia Sombreiro

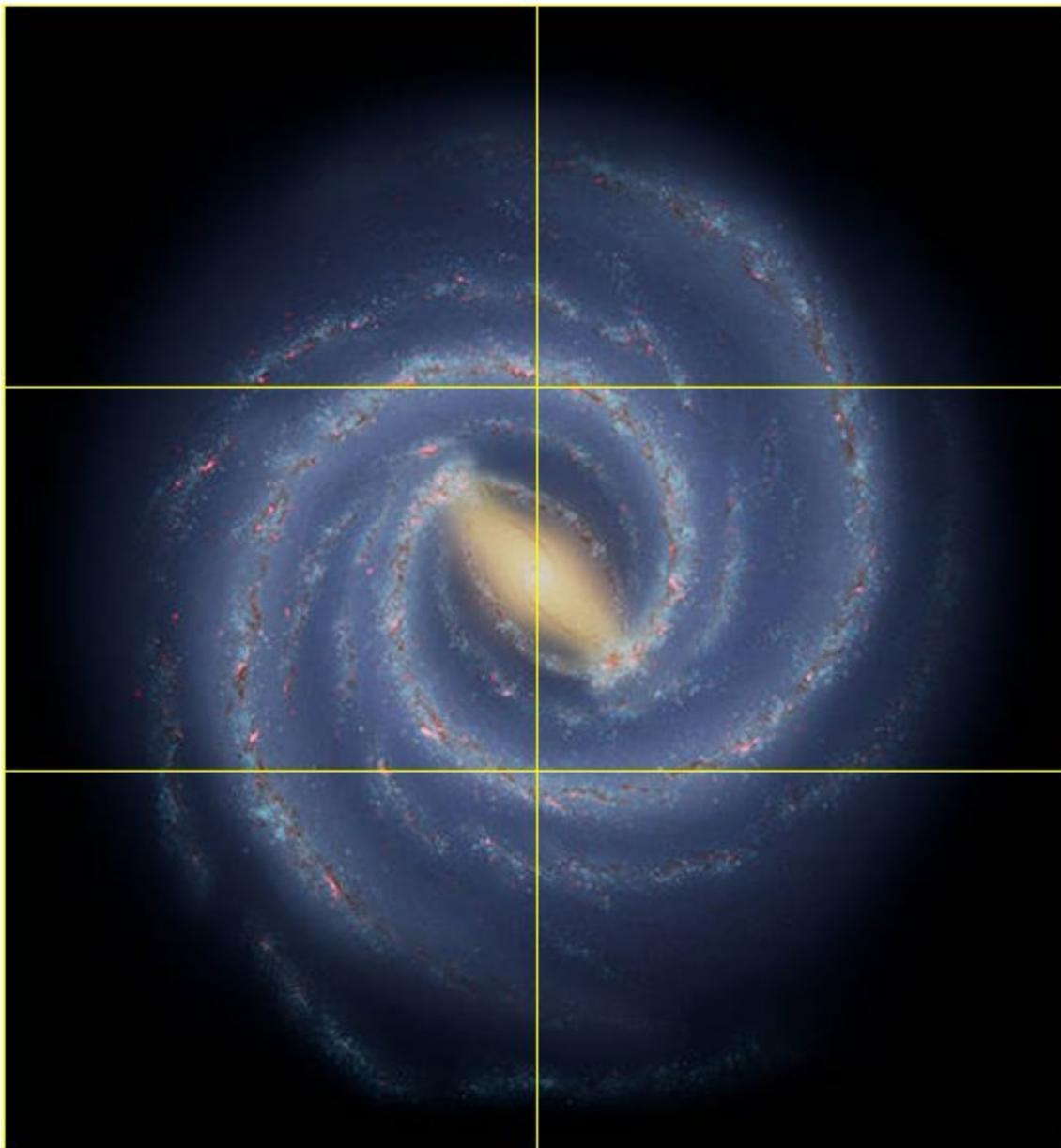
GALÁXIA SOMBREIRO



<https://www.nasa.gov/feature/goddard/2017/messier-104-the-sombrero-galaxy>

Molde 3: Galáxia Via Láctea

VIA LÁCTEA



<https://www.nasa.gov/feature/jpl/astronomers-find-a-break-in-one-of-the-milky-way-s-spiral-arms>

Molde 4: Galáxia NGC 1232

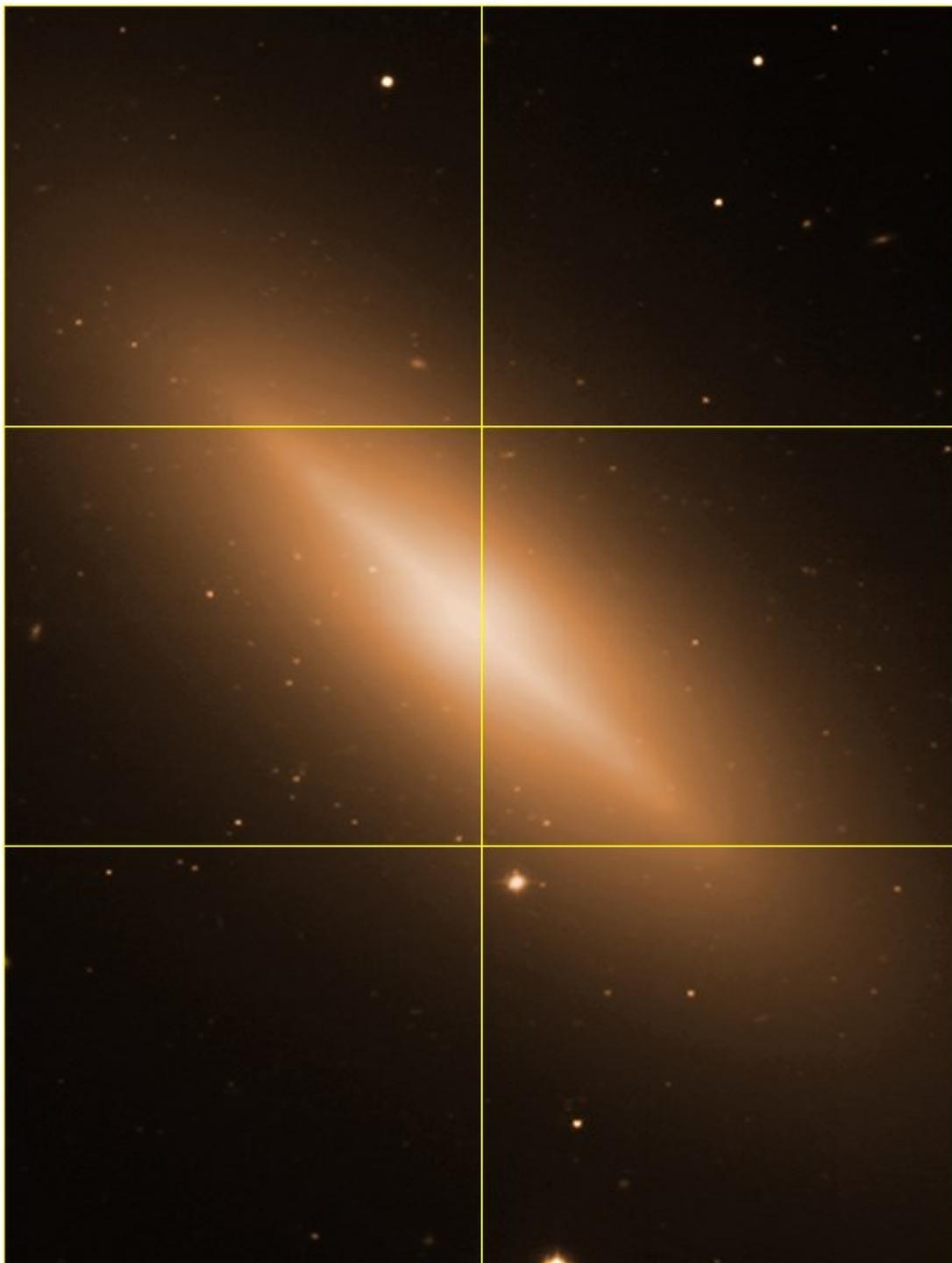
GALÁXIA NGC 1232



<https://science.nasa.gov/grand-spiral-galaxy-ngc-1232>

Molde 5: Galáxia NGC 3115

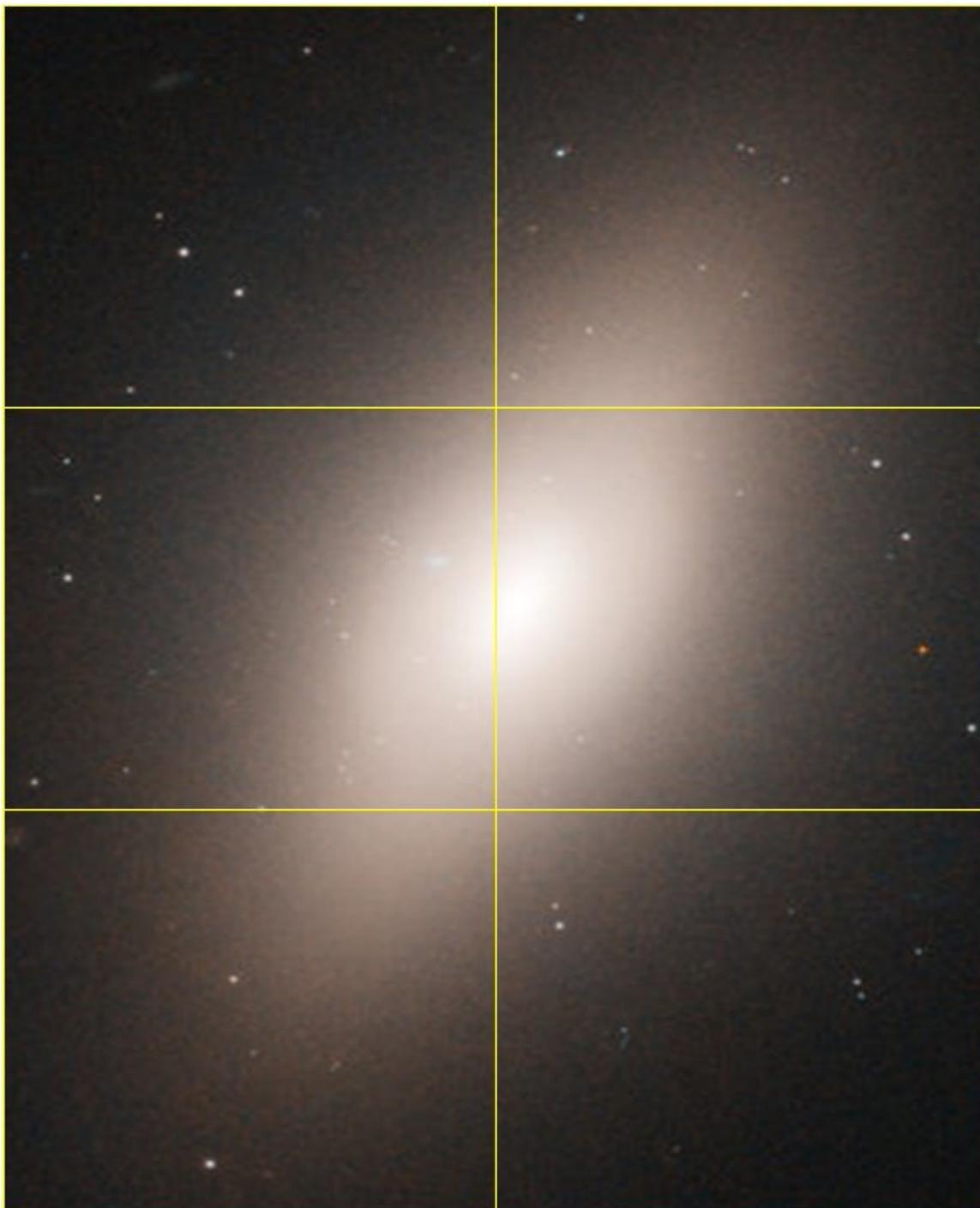
GALÁXIA NGC 3115



https://chandra.harvard.edu/photo/2011/n3115/n3115_optical.jpg

Molde 6: Galáxia NGC 4600

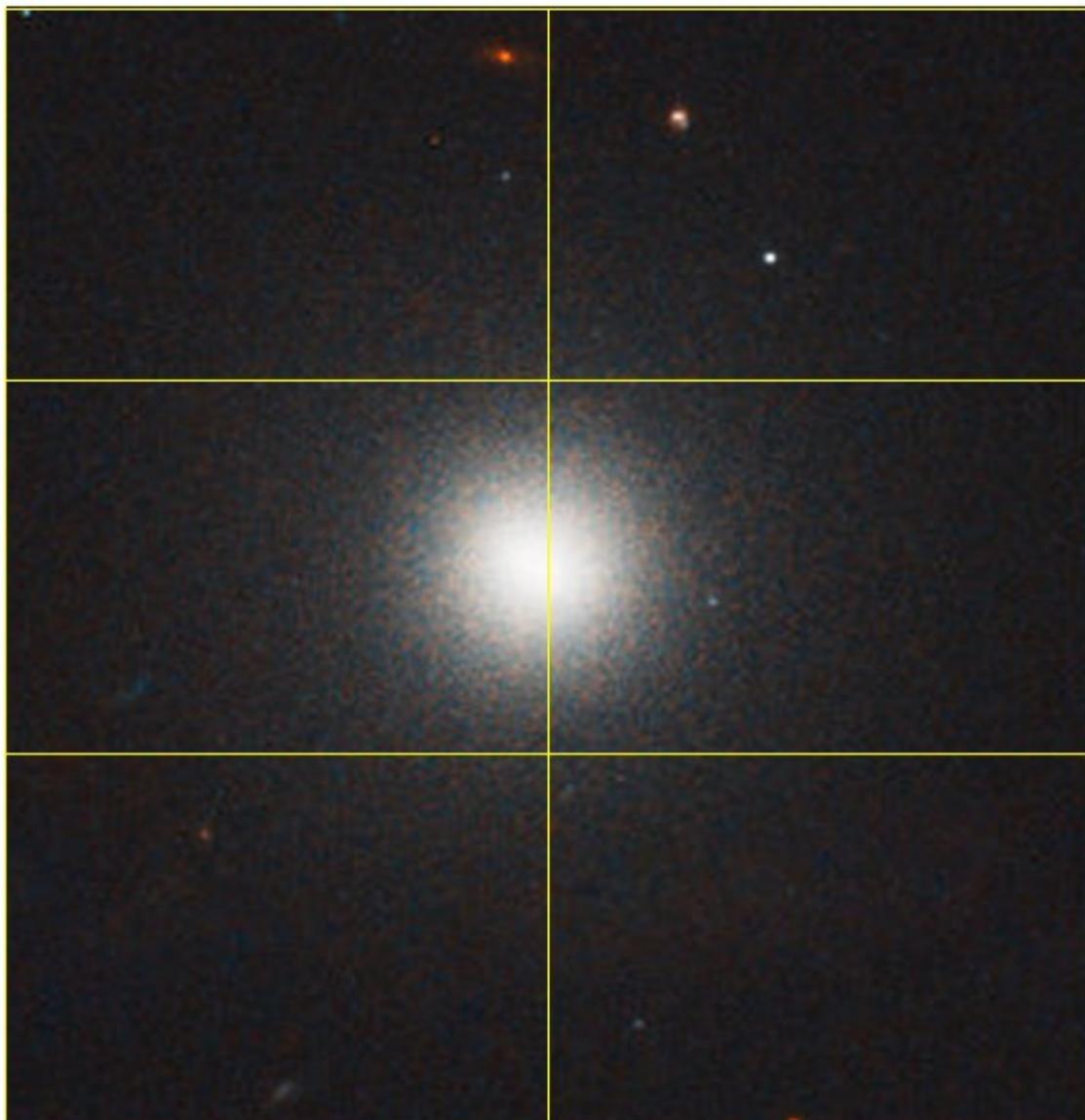
GALÁXIA NGC 4600



<https://hubblesite.org/contents/media/images/2008/30/2385-Image.html>

Molde 7: Galáxia NGC 1993

GALÁXIA VCC 1993



<https://hubblesite.org/contents/media/images/2008/30/2385-Image.html>

Molde 8: Galáxia NGC 1993

GALÁXIA NGC 1427A



<https://apod.nasa.gov/apod/ap050304.html>

- **Atividade 5: Quiz Kahoot Utilizando a plataforma *Kahoot***

Para utilizar e ter acesso ao ambiente de trabalho da plataforma *Kahoot*, o professor precisa se cadastrar através do endereço eletrônico *Kahoot.com*. Após o cadastro é possível criar seus próprios materiais ou utilizar os materiais prontos e disponíveis para o uso em sala de aula.

Os alunos não precisam se cadastrar na plataforma. O acesso, as atividades, se dá por meio do site "*Kahoot.it*", inserindo do pin fornecido pelo professor e posterior liberação de acesso pelo mesmo na plataforma, Figura 13.

Figura 13: Exemplo de Pin do jogo



Fonte: Kahoot, adaptada, (2022).

Ao utilizar a plataforma em sala de aula, o professor precisa projetar as questões e as alternativas no telão ou quadro branco, pois no dispositivo do aluno aparecem apenas os retângulos com as cores correspondentes às alternativas das questões.

Figura 14: Tela do professor: projetada na sala de aula X tela do aluno em smartphone.



Fonte: Bloguinfo (2022)

Durante a aula, o professor ainda pode acompanhar o desenvolvimento da atividade, verificar as respostas dos alunos, a pontuação, rankings, entre outros. A atividade também pode ser disponibilizada aos alunos como tarefa para casa, com prazos de início e término programados pelo professor. Nessa opção as perguntas e respostas aparecerão para os alunos e o acesso se dará por meio de URL OU PIN.

O quiz disponibilizado nesse material encontra-se disponível na plataforma *Kahoot*, como título “Quiz: Galáxias e Nebulosas”, contém 5 questões sendo elas 2 perguntas do tipo “Verdadeiro ou Falso” e 3 questões do tipo “Quiz”. As imagens que ilustram as questões são provenientes de um site diversos, listados na referência do módulo, e foram inseridas por meio da opção “carregar imagens”.

As telas “Quiz: Galáxias e Nebulosas” estão disponibilizadas nesse material como figuras e podem ser usadas e adaptadas pelo professor em sala de aula. Atividade foi realiza de forma síncrona, mas também pode ser realizada como tarefa para ser realiza de forma assíncrona.

5.5 Vídeos do Módulo 2

Poeira das Estrelas–Parte 06.

<http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=8762>

Vídeo ABC da Astronomia-Big Bang.

<https://www.youtube.com/watch?v=SJOPdzCsjQs&list=PLgsQHQ0zFYkBZRtribeVyJYswvODuNDOD&index=48>

Vídeo ABC da Astronomia-Universo.

<https://www.youtube.com/watch?v=9OA9gEOqGNY>

ABC da Astronomia-Galáxias.

<https://www.youtube.com/watch?v=yVcAnZ58r5U&list=PLgsQHQ0zFYkBZRtribeVyJYswvODuNDOD&index=54>

ABC da Astronomia- Via Láctea.

<https://www.youtube.com/watch?v=nKRBWFFSULM&list=PLgsQHQ0zFYkBZRtribeVyJYswvODuNDOD&index=63>

6. MÓDULO 3: ESTRELAS

As estrelas são “os astros que vemos em maior quantidade a olho nu numa noite” (CANALLE & MATSUURA, 2007, p.128), sendo que “todas as estrelas observáveis a olho nu (sem ajuda de instrumentos) pertencem à Via Láctea” (PICAZZIO, *et al.*, 2011, p.178)

As estrelas, “são bolas de gás muito quente que emitem sua radiação para o espaço interestelar” (MILONE, 2018, p.5-5) e podem ser consideradas “imensos reatores atômicos que geram energia nuclear” (MILONE, 2018, p.6-18). Elas são formadas nas galáxias e conforme PICAZZIO, *et al.*, (2011, p.178) em várias regiões, preenchidas por nuvens de gás e poeiras, consideradas berçários das estrelas.

Dentre as propriedades das estrelas, a cor e o brilho despertam grande interesse. O Sol, por exemplo, é uma estrela que “tem uma cor intermediária amarelo-claro. A sua temperatura na superfície é de cerca de 5 800 K” (MILONE, 2018, p.6-7),

Há duas propriedades das estrelas que são de interesse imediato: a sua cor e o seu brilho. A cor de uma estrela é determinada pela temperatura em que se encontra a sua superfície, enquanto que o seu brilho é determinado pela quantidade de luz que ela irradia por segundo, através de toda a sua superfície (MILONE, 2018, p.6-7).

As estrelas não são todas iguais e podem ser classificadas levando em conta sua luminosidade e a temperatura de sua superfície e para a classificação das estrelas utiliza-se um diagrama chamado de Diagrama Hertzsprung-Russel,

O Diagrama de Hertzsprung Russell, conhecido como diagrama HR, foi descoberto independentemente pelo dinamarquês Ejnar Hertzsprung (1873-1967), em 1911, e pelo americano Henry Norris Russell (1877-1957), em 1913, como uma relação existente entre a luminosidade de uma estrela e sua temperatura superficial (OLIVEIRA & SARAIVA, 2014, p.241).

O Diagrama H-R representa os diversos estágios que uma estrela pode assumir durante sua fase evolutiva, sendo considerado muito importante para o entendimento da evolução estelar,

o diagrama H-R é um gráfico da luminosidade L em função da temperatura efetiva da estrela T (temperatura da superfície). Neste diagrama a temperatura cresce para a esquerda e a luminosidade para cima. O diagrama H-R, representado..., é um dos mais importantes recursos para ao entendimento do processo de evolução estelar (PERUZZO, POTTKER & PRADO, 2014, p.296).

É importante pontuar “que as estrelas não se distribuem aleatoriamente sobre todas as partes do Diagrama, mas somente em certas regiões. A grande maioria faz parte da Sequência Principal” (CANALLE & MATSUURA, 2007, p.130), mas há também outras regiões onde é possível encontrar certa concentração de estrelas, “estas regiões abrigam certos tipos de estrela que recebem a denominação de estrelas gigantes, estrelas supergigantes e estrelas anãs brancas” (PERUZZO, POTTKER & PRADO, 2014, p.298),

A maioria das estrelas, incluindo o nosso Sol, ficam numa faixa que corre mais ou menos diagonalmente pelo diagrama. Esta faixa é denominada Sequência Principal, e as estrelas que aí se localizam são chamadas de estrelas da Sequência Principal. Aqui, as estrelas mais vermelhas - mais frias superficialmente - são as menos luminosas, enquanto que as estrelas mais azuis - mais quentes - são as mais luminosas (MILONE, 2018, p.6-9).

Conforme IVANISSEVICH, WUENSCHÉ & ROCHA (2010), as estrelas nascem em aglomerados estelares, quase que simultaneamente, sofrem algumas mudanças durante seu processo de evolução e “não são eternas, como se pensava até o século XIX” (DAMINELI & STEINER, 2010, p.15),

Elas nascem, evoluem e morrem, e durante a vida fabricam átomos pesados que não existiam no Universo jovem, quando a química do Cosmo resumia-se aos dois átomos mais simples, o hidrogênio e o hélio. Essa atividade não para porque, ao explodir e morrer, as estrelas de grande massa espalham seus restos pelo espaço, enriquecendo o ambiente cósmico com carbono, oxigênio, cálcio, ferro e os outros átomos conhecidos (DAMINELI & STEINER, 2010, p.15).

Pode-se dizer que “A parte mais longa da vida da estrela é quando ela está na sequência principal, gerando energia através de fusões termonucleares” (OLIVEIRA & SARAIVA, 2014, p.261), sendo que:

A fusão nuclear se dá no interior das estrelas primeiro usando o hidrogênio como combustível. Ao cabo de milhões ou bilhões de anos (dependendo do porte da estrela: quanto mais massa, mais rapidamente ela gasta seu combustível), o hidrogênio se torna escasso e ela passa a fundir hélio, convertendo-o em carbono; dali o carbono será fundido em átomos diversos, como neônio, oxigênio, sódio e magnésio. Finalmente, se tiver

massa suficiente, a estrela fundirá esses átomos em ferro (NOGUEIRA, 2009, p.55).

O ciclo próton-próton “necessita de temperatura maior que 8 milhões de graus para ser efetivo” (OLIVEIRA & SARAIVA, 2014, p. 258). Nessa cadeia, dois núcleos de hidrogênio se unem, formando um núcleo de deutério. Na sequência o deutério vai fundir com um próton formando o ^3He , que posteriormente irá fundir com outro ^3He , para formar o ^4He . Em algumas dessas etapas há também a liberação de partículas e radiação.

O ciclo de vida das estrelas depende principalmente da sua massa. “De maneira geral, as estrelas evoluem tanto mais rapidamente quanto maior for a sua massa. As estrelas de massa menor que o Sol, levam muito tempo para fazer isto” (MILONE, 2018, p.6-27) e “as estrelas de massa maior que o Sol, no entanto, evoluem mais rapidamente” (MILONE, 2018, p.6-28).

De acordo com Peruzzo, Pottker & Prado (2014, p.301), terminarão a vida como anãs brancas as estrelas com massa inicial entre $0,08M_{\text{Sol}}$ e $0,8M_{\text{Sol}}$, assim como aquelas que tiverem $0,6M_{\text{Sol}}$ e raio de 10.000km.

Conforme Godoy, Dell Agnolo & Melo (2020, p.23), estrelas com massa até 8 vezes a massa do Sol passam a maior parte de sua vida transformando hidrogênio em hélio e com o término do hidrogênio iniciam sua fase final. Na sequência, o núcleo da estrela irá colapsar, aumentando sua temperatura e queimando hidrogênio das camadas mais externas, tornando-se uma gigante vermelha, posteriormente, perderá muita massa para o Universo, ejetando material para o espaço, formando uma nebulosa planetária. Cerca de 100 000 anos dessa fase, a estrela se transformará em uma anã branca e esfriará até se tornar uma anã castanha.

Estrelas com massa acima de 10 massas solares possuem um tempo de vida menor, e em seu destino final explodem em supernovas, podendo tornar-se estrelas de nêutrons e até mesmo buracos negro (dependendo de sua massa),

Se a massa inicial da estrela for compreendida entre 10 e $25M_{\text{Sol}}$, após a fase de supergigante ela explode, efetuando um processo conhecido como explosão de supernova. Assim, ejetará a maior parte da massa pelo espaço e terminará como uma estrela de nêutrons com massa $1,4M_{\text{Sol}}$, temperatura acima de um milhão de K e raio de apenas 20 km (PERUZZO, POTTKER & PRADO, 2014, p.302).

Em relação aos famosos buracos negros, eles ocorrerão “se a estrela possuir massa inicial entre $25M_{\text{Sol}}$ e $100M_{\text{Sol}}$, após a fase de supernova resta um buraco

negro com massa em cerca de $6M_{\text{Sol}}$ e raio menor que 200km” (PERUZZO, POTTKER & PRADO, 2014, p.302), portanto “nem mesmo os nêutrons serão capazes de assegurar o equilíbrio. Nada mais existe que possa se opor à gravidade. O núcleo da estrela colapsará indefinidamente até se reduzir a um ponto.” (CANALLE & MATSUURA, 2007, p.140).

6.1 Proposta de Trabalho para o Módulo 3

O quadro 4 apresenta uma estrutura de trabalho para o módulo 3.

Quadro 4 - estrutura de trabalho para o módulo 3.

Módulo 3: Estrelas	Duração: 2 Aulas
Objetivos Entender o que são estrelas e compreender o ciclo de vida das estrelas.	
Conteúdos Conceituais Formação dos elementos químicos. Ciclo de vida das estrelas. Ciclo de vida de estrelas de massa próxima à do Sol. Ciclo de vida de estrelas massivas.	
Conteúdos Procedimentais Analisar o ciclo de vida das estrelas; Fazer uma comparação entre os tamanhos das estrelas, tendo o Sol como referência; Estabelecer uma associação entre a temperatura da superfície da estrela e sua cor.	
Conteúdos Atitudinais Identificar como ocorre a formação de elementos químicos dentro de estrelas Reconhecer o Sol como estrela Compreender o ciclo de vida das estrelas, do nascimento a morte. Conhecer o ciclo de vida do Sol e das estrelas próximas. Conhecer o ciclo de vida das estrelas massivas.	
O professor: trabalhar a vida e morte das estrelas, destacando o combustível das estrelas e Sol.	
Material didático pedagógico Vídeos de séries educativas Imagens de livros e telescópios	

Projeto multimídia Educatrôns (Computador + TV) Impressão para pintura Giz de cera, lápis de cor, canetinhas e outros materiais para pintura.

Fonte: Autoria própria (2022).

6.2 Encaminhamento do Módulo 3

Nesse módulo, o professor deverá fazer uma retomada rápida dos assuntos trabalhados no módulo anterior. O tema “estrelas” pode iniciar com o vídeo “**Vídeo ABC da Astronomia-Estrelas**” e seguir com uma aula expositiva participativa relativa ao conteúdo, trabalhando nascimento, vida e morte das estrelas. Nesse tema é importante reservar um momento para trabalhar o Sol, que pode por meio do vídeo “**ABC da Astronomia-Sol**”. Também nesse módulo o professor precisará reservar um momento para fazer a atividade “**Pintura das estrelas**”, relacionando temperatura e cor das estrelas.

No tema referente ao ciclo de vida das estrelas massivas, é interessante trabalhar os assuntos dos buracos negros, visto que é um tema recorrente na mídia e costuma despertar a curiosidade dos alunos. O vídeo “**ABC da Astronomia-Buraco Negro**” poderá introduzir ou finalizar essa aula.

6.3 Recomendações do Módulo 3

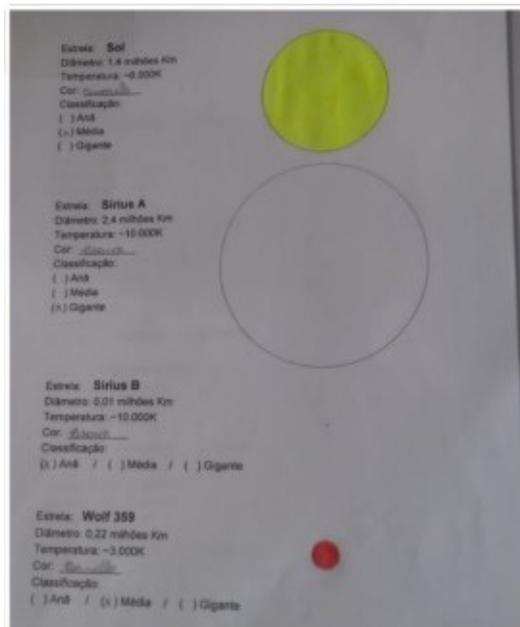
- Na atividade “Pintura das estrelas” sugere-se que o professor disponibilize lápis de cor, giz de cera ou qualquer outra matéria al de pintura para os alunos, nas cores que serão utilizadas.
- O professor também poderá solicitar os alunos tragam materiais de pintura antes dessa aula.
- Recomenda-se que o professor entregue diferentes modelos de folhas de pintura para cada estudante.

6.4 Materiais do Módulo 3

➤ Atividade 1 - Pintura das estrelas

Essa atividade tem como objetivo possibilitar que os estudantes possam fazer uma comparação entre os tamanhos das estrelas, tendo o Sol como referência, além de fazer uma associação entre a temperatura da superfície da estrela e sua cor.

Figura 15: pintura das estrelas



Fonte: Autoria própria (2022).

➤ **Folhas de pintura**

Modelos de folhas de pintura para **impressão**

MODELO A

Estrela: **Sol**

Diâmetro: 1,4 milhões Km

Temperatura: ~6.000K

Cor: _____

Classificação:

() Anã / () Média / () Gigante



Estrela: **Sirius A**

Diâmetro: 2,4 milhões Km

Temperatura: ~10.000K

Cor: _____

Classificação:

() Anã / () Média / () Gigante



Estrela: **Aldebaran**

Diâmetro: 63 milhões Km

Temperatura: ~4.000K

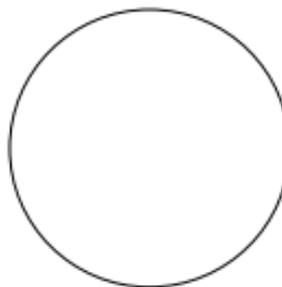
Cor: _____

Classificação:

() Anã

() Média

() Gigante



Estrela: **Rigel**

Diâmetro: 110 milhões Km

Temperatura: ~20.000K

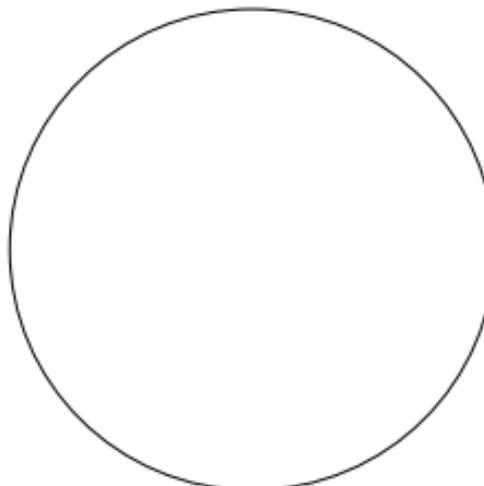
Cor: _____

Classificação:

() Anã

() Média

() Gigante



MODELO B

Estrela: **Sol**

Diâmetro: 1,4 milhões Km

Temperatura: ~6.000K

Cor: _____

Classificação:

() Anã / () Média / () Gigante / () Supergigante



Estrela: **Rigel**

Diâmetro: 110 milhões Km

Temperatura: ~20.000K

Cor: _____

Classificação:

() Anã / () Média / () Gigante / () Supergigante



Estrela: **Betelgeuse**

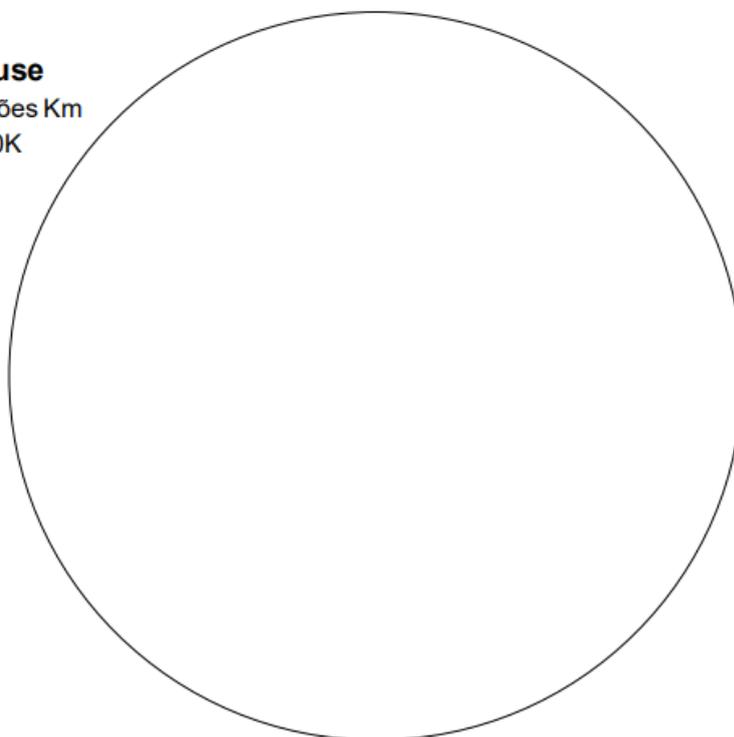
Diâmetro: 1200 milhões Km

Temperatura: ~3.000K

Cor: _____

Classificação:

() Anã
() Média
() Gigante
() Supergigante



MODELO C

Estrela: **Sol**

Diâmetro: 1,4 milhões Km

Temperatura:- 6.000K

Cor: _____

Classificação:

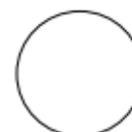
 Anã / Média / GiganteEstrela: **Sirius A**

Diâmetro: 2,4 milhões Km

Temperatura: ~10.000K

Cor: _____

Classificação:

 Anã / Média / GiganteEstrela: **Alfa Centauro A**

Diâmetro: 1,6 milhões Km

Temperatura: ~6.000K

Cor: _____

Classificação:

 Anã / Média / GiganteEstrela: **Alfa Centauro B**

Diâmetro: 1,3 milhões Km

Temperatura: ~6.000K

Cor: _____

Classificação:

 Anã / Média / GiganteEstrela: **Alfa Centauro C**

Diâmetro: 0,21 milhões Km

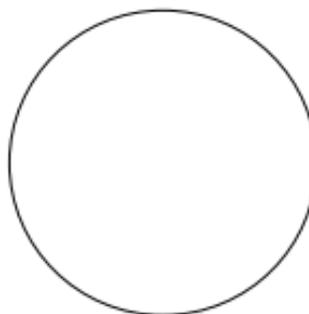
Temperatura: ~3.000K

Cor: _____

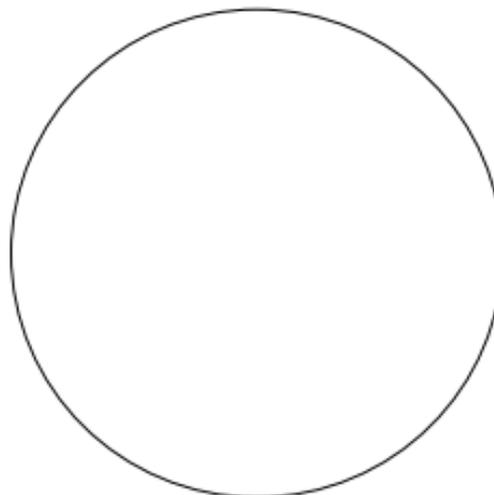
 Anã / Média / Gigante

MODELO D

Estrela: **Sol**
 Diâmetro: 1,4 milhões Km
 Temperatura: ~6.000K
 Cor: _____
 Classificação:
 Anã
 Média
 Gigante



Estrela: **Sirius A**
 Diâmetro: 2,4 milhões Km
 Temperatura: ~10.000K
 Cor: _____
 Classificação:
 Anã
 Média
 Gigante



Estrela: **Sirius B**
 Diâmetro: 0,01 milhões Km
 Temperatura: ~10.000K
 Cor: _____
 Classificação:
 Anã / Média / Gigante



Estrela: **Wolf 359**
 Diâmetro: 0,22 milhões Km
 Temperatura: ~3.000K
 Cor: _____
 Classificação:
 Anã / Média / Gigante



6.5 Vídeos do Módulo 3

Vídeo ABC da Astronomia-Estrelas.

<https://www.youtube.com/watch?v=r2qdpvvsQcg&list=PLgsQHQ0zFYkBZRtribeVyJYswvODuNDOD&index=51>

ABC da Astronomia-Buraco Negro.

<https://www.youtube.com/watch?v=3TtUmpqR560&list=PLgsQHQ0zFYkBZRtribeVyJYswvODuNDOD&index=68>

ABC da Astronomia-Sol.

<https://www.youtube.com/watch?v=dDKED7hyr3E&list=PLgsQHQ0zFYkBZRtribeVyJYswvODuNDOD&index=60>

ABC da Astronomia-Constelações.

<https://www.youtube.com/watch?v=6ziewK1YHy0>

7. MÓDULO 4: SISTEMA SOLAR

A teoria mais aceita para o surgimento do Sistema Solar “sugere que o Sistema Solar surgiu de uma nuvem primitiva de gás e poeira ao redor de 4,6 bilhões de anos atrás” (NOGUEIRA & CANALLE, 2009, p.133).

O Sistema Solar é composto pelo Sol, nossa estrela, oito planetas, alguns com luas e ou anéis, por asteroides, cometas, planetas anões e cinturões, mas “sem o Sol o Sistema Solar não existiria” (PICAZZIO, *et al.*, 2011, p.154),

Como outras estrelas, o Sol é uma esfera de gás ionizado (plasma) brilhante, sustentada por sua própria gravidade e pela energia de reações nucleares que ocorrem no seu núcleo. O Sol tem a idade do Sistema Solar (4,6 bilhões de anos) e é um astro de meia idade (PICAZZIO, *et al.*, 2011, p.157).

Em relação ao movimento dos planetas, é importante ressaltar que podemos considerar que eles giram ao redor do Sol, porém

Os planetas giram em torno do centro de massa do sistema solar. Aliás, o próprio Sol, além de rotacionar, também translada em torno desse centro de massa. Em algumas configurações, o centro de massa do sistema solar pode estar a uma distância de dois raios solares do centro do Sol. Porém, na maior parte do tempo essa distância pode ser desprezada e o Sol pode ser considerado o centro do sistema solar (MILONE, 2018, p.3-12).

Os oito planetas que compõem o Sistema Solar podem ser divididos em dois tipos, um deles apresentando atmosfera gasosa e superfície sólida (planetas telúricos) e o outro apresentando atmosfera gasosa e um interior predominantemente líquido (planetas jovianos).

Existem dois tipos básicos de planetas, os terrestres, que são do tipo da Terra, e os jovianos, que são do tipo de Júpiter. Os planetas terrestres compreendem os quatro planetas mais próximos do Sol: Mercúrio, Vênus, Terra e Marte. Os jovianos compreendem os quatro planetas mais distantes: Júpiter, Saturno, Urano e Netuno (OLIVEIRA & SARAIVA, 2014, p.135).

No Sistema Solar, habitamos o planeta Terra, o terceiro planeta do Sistema Solar em relação ao Sol, sendo essa estrela nossa principal fonte de energia. A Terra é “o maior entre os mundos de composição rochosa” (PICAZZIO, *et al.*, 2011, p.80) e possui um satélite natural, chamado Lua.

O nosso planeta possui um satélite, a familiar Lua. Sua superfície é coberta por crateras de impacto, principalmente a face oposta à Terra. Observa-se também os mares (regiões escuras) e montanhas (regiões claras). Os mares são grandes regiões preenchidas por lava solidificada. Porém, não há indícios de atividade vulcânica atual. Como não possui atmosfera significativa, sua temperatura é basicamente regida pela radiação solar, com grandes diferenças entre o dia e a noite (MILONE, 2018, p.3-23).

Dentre os movimentos descritos pelo planeta Terra pode-se destacar dois movimentos principais: “O movimento de rotação se realiza em 23 horas, 56 minutos e 4 segundos, e o movimento de translação ao redor do Sol em 365 dias, 5 horas, 48 minutos e 46 segundos” (NOGUEIRA & CANALLE, 2009, p.135).

Entre as principais características do planeta azul, uma é considerada muito especial.

É o único planeta conhecido que abriga formas vivas e certamente o único do Sistema Solar a ter forma complexa de vida. Mas isso não é puro acaso. A Terra tem tamanho, composição química, temperatura e condições estáveis adequados à vida. Nem sempre as características terrestres foram favoráveis à vida, sobretudo para os humanos. E, no futuro distante, a Terra não terá condições de manter sua biosfera (PICAZZIO, *et al.*, 2011, p.80).

O Sistema Solar também abriga outros objetos celestes como planetas anões (Plutão, Ceres, Éris, Makemake e Haumea) cometas e cinturões. O Cinturão de Asteroides é uma espécie de “anel entre as órbitas de Marte e Júpiter” (MILONE, 2018, p.3-33), que abriga a maioria dos asteroides. Além disso, “a partir de 1992 foram descobertos vários asteroides situados além da órbita de Netuno, chamados objetos transnetunianos” (OLIVEIRA & SARAIVA, 2014, p.147)

A região do sistema solar além da órbita de Netuno, que se encontra a aproximadamente a 30 unidades astronômicas do Sol, e que contém os objetos transnetunianos é normalmente dividida em Cinturão de Kuiper, Disco Disperso e Nuvem de Oort em ordem de distância ao Sol. Os dois primeiros encontram-se próximos ao plano e contém muitos asteroides. A Nuvem de Oort deve ser a origem de muitos cometas, sobre os quais discorreremos na próxima seção (MILONE, 2018, p.3-34).

7.1 Proposta de Trabalho para o Módulo 4

O quadro 5 apresenta uma estrutura de trabalho para o módulo 4.

Quadro 5 - estrutura de trabalho para o módulo 4.

Módulo 4: Sistema Solar	Duração: 3 Aulas
<p>Objetivos:</p> <p>Conhecer e identificar os componentes do Sistema Solar e as características dos corpos celestes que o compõem. Reaplicação do Questionário do Google Forms</p>	
<p>Conteúdos Conceituais</p> <p>Sistema Solar Sol Planetas telúricos ou rochosos Planetas Jovianos ou gasosos Planetas anões Cinturões de asteroides Cinturão de Kuiper Nuvem de Oort</p>	
<p>Conteúdos Procedimentais</p> <p>Conhecer os astros que compõem o Sistema Solar e entender o posicionamento deles no Sistema Solar; Compreender as características dos corpos celestes que compõem o Sistema Solar. Conhecer alguns objetos além da órbita de Netuno.</p>	
<p>Conteúdos Atitudinais</p> <p>Entender e reconhecer a Terra como planeta que compõe o Sistema Solar. Conhecer os elementos que compõem o Sistema Solar e perceber o posicionamento dos astros</p>	
<p>O professor: apresentar o Sistema Solar, os astros que o compõe, bem como propor debates buscando desenvolver o interesse dos estudantes a respeito das características do nosso planeta e sua localização dentro</p>	

do Sistema Solar.
Material didático pedagógico Vídeos de séries educativas Imagens de livros e telescópios Projetor multimídia Educatrons (Computador + TV) TIDCs: Simulador Solar System Scope e jogo educativo Sistema Solar Computador

Fonte: Autoria própria (2022).

7.2 Encaminhamento do Módulo 4

Esse é o último módulo da sequência didática, por esse motivo, é recomendado que o professor inicie o módulo fazendo uma recapitulação de tudo o que foi trabalhado nos módulos anteriores, fazendo uma ponte entre os modelos cosmológicos e nossa localização no Universo observável. Nesse módulo, recomenda-se que o professor faça uma aula introdutória sobre o Sistema Solar, antes de realizar as atividades propostas. Esse módulo prevê a utilização de internet em suas atividades, por esse motivo, recomenda-se que as aulas sejam ministradas no laboratório de informática. A sequência de vídeos não necessita de uma ordem fechada, ficando ao critério do professor a escolha do melhor momento de utilizá-las.

Na realização das atividades, o professor precisará reservar ao menos duas aulas, apresentando no primeiro momento a atividade com o **Simulador Solar System Scope e posteriormente o Jogo *on line*: Sistema Solar.**

A última atividade desse módulo é a reaplicação do questionário da primeira aula do módulo 1, essa atividade poderá ser utilizada como atividade avaliativa ou como forma de fomentar o debate entre turma.

7.3 Recomendações do Módulo 4

- Caso o professor não esteja familiarizado com o simulador *Solar System Scope*, se recomenda que faça algumas atividades-testes, para familiarizar-se com a ferramenta;
- Recomenda-se que o professor jogue o Jogo *on line* “Sistema” Solar até a etapa final;
- Para esse tema, será necessário utilizar o laboratório de informática da escola, é importante verificar o cronograma de agendamento do mesmo e agendar pelo menos duas aulas para a realização dessas atividades.

7.4 Materiais Módulo 4

➤ Atividade 1 - Simulador Solar System Scope

Recomenda-se que essa atividade seja realizada preferencialmente no laboratório de informática da escola. O Solar System Scope pode ser acessado pelo site ou baixado no computador.

O objetivo dessa aula é utilizar tecnologias digitais de informação e comunicação (TIDCs), como o simulador Solar System Scope e sites de jogos digitais como o Sistema Solar, da plataforma Escola Games, para promover um “passeio pelo Sistema Solar”, além de despertar o interesse dos alunos e atuar como um motivador no processo de ensino-aprendizagem.

Figura 16: Telas dos computadores com acesso ao Solar System Scope



Fonte: Autoria própria (2022)

Roteiro da atividade 1:

Aluno _____

1ºano _____ turma _____

Professor (a): _____

Disciplina: Física

Conteúdo: Astronomia

**Assunto: Sistema Solar Sistema Solar**

Há cerca de 4,5 bilhões de anos, o Sol e todos os objetos que o orbitam nasceram a partir de uma nuvem de gás e poeira interestelar, semelhante às nebulosas de emissão brilhante que vemos espalhadas por todo o céu noturno hoje em dia. O nosso Sistema Solar consiste em uma estrela média, a que chamamos o Sol, os planetas Mercúrio, Vénus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno. Inclui: os satélites dos planetas; numerosos cometas, asteroides e o espaço interplanetário.

O Sistema Solar completo, em conjunto com as estrelas locais visíveis numa noite clara, orbita em volta do centro da nossa galáxia, um disco em espiral com 200 bilhões de estrelas a que chamamos Via Láctea.

Fontes:

O Completo Guia do Sistema Solar. 1ª ed. -São Paulo: Online, 2015.DIAS, F. CENTIEIRO, P. Sistema Solar. Disponível no: <https://www.if.ufrgs.br/ast/solar/portug/solarsys.htm> >. Acesso em 2022.**Experimento: Explorando o Sistema Solar****Objetivos:**

- Fazer um passeio virtual pelos astros do Sistema Solar.
- Recolher informações sobre os astros visitados.

Materiais:

- Computador, tablet ou celular.
- Internet

Procedimentos:Computador e tablets:

*você deverá estar conectado à internet

1) Localize o simulador “Solar system Scope:

- Na aba de busca de seu navegador, digitando “Solar System Scope”.
- No link:

<https://www.solarsystemscope.com/>

2) No aplicativo clique em “começar”, no centro da tela. Aguarde o carregamento, conforme Figura 17.

Figura 17: Tela: Solar System Scope



Fonte: Solar System Scope, adaptada, (2022).

3) Dê um toque na tela para iniciar

Smartphone:

*você deverá estar conectado à internet Baixe o aplicativo “Solar System Scope” através do aplicativo de seu celular, em seguida clique em “abrir”, conforme Figura 18.

Figura 18: Solar System Scope Google Play



Fonte: Google Play, adaptada, (2022).

- 4) De um toque na tela para baixar, em seguida clique na opção “abrir” para entrar no aplicativo.
- 5) Você deverá partir da tela da figura 19 para iniciar nosso passeio virtual pelo Sistema Solar.

Figura 19: Tela Inicial: Solar System Scope



Fonte: Solar System Scope, adaptada, (2022).

6) Clique no ícone de alto-falante, no canto superior da tela para retirar o som, caso você sinta essa necessidade.

7) No menu localizado do lado esquerdo, clique no primeiro botão, uma janela se abrirá e você deverá selecionar a opção “Run Intro”, conforme Figura 20.

Figura 20: Tela: Menu Solar System Scope



Fonte: Solar System Scope, adaptada, (2022).

Agora responda:

Quem é o astro que está no centro do sistema solar e quem são os astros orbitando em volta dele?

R.: Sol no centro, com os planetas girando ao seu redor.

Clique na tela para retornar à janela principal

8) No menu localizado do lado esquerdo, clique no primeiro botão, uma janela irá se abrir e você deverá selecionar a opção “Sistema Solar”, conforme indicado na Figura 21.

Figura 21: Tela: Opção Sistema Solar



Fonte: Solar System Scope, adaptada, (2022).

Em seguida aparecerá uma tela semelhante a Figura 22.

Figura 22: Tela: Solar System Scope

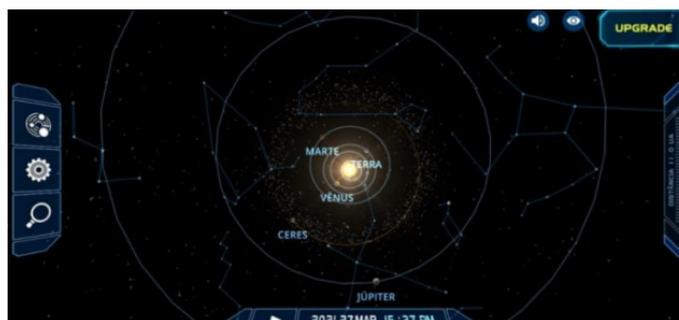


Fonte: Solar System Scope, adaptada, (2022).

9) Clique no seletor de distância localizado no lado esquerdo da tela, para aproximar-se ou afastar-se do Sol. Você também poderá fazer isso através do seu mouse, clicando com o botão direito do mouse arrastando. Anote as distancias de aproximação e distanciamento mostrado no seu cursor.

10) Clique na tela com o botão direito do mouse movimento o sistema até que você observe uma imagem semelhante a Figura 23.

Figura 23: Tela: Representação do Cinturão de Asteroides



Fonte: Solar System Scope, adaptada, (2022).

R.: Essa espécie de anel, entre Júpiter e Marte é o Cinturão de Asteroides, esses “pontos” são na verdade milhares e milhares de pedaços de detritos rochosos. Nesse cinturão é mais comum encontrar asteroides

11) Clique na tela com o botão direito do mouse movimente o sistema e se afaste um pouco mais do Sol, até que você observe a tela da Figura 24.

Figura 24: Tela: Representação do Cinturão de Kuiper



Fonte: Solar System Scope, adaptada, (2022).

R.: Esses “pontos” dispersos, formando uma espécie de anel além do planeta Netuno, correspondem ao Cinturão de Kuiper, nele são encontrados corpos gelados, objetos com centenas ou mesmo milhares de quilômetros de diâmetro, como Sedna.

12) Clique no primeiro botão localizado no menu ao lado esquerdo da tela, selecione a aba “planet explore”. Conforme a Figura 25.

Figura 25: Opção Planet Explore



Fonte: Solar System Scope, adaptada, (2022).

Em seguida aparecerá uma tela semelhante a Figura 26.

Figura 26: Abas planetas e luas



Fonte: Solar System Scope, adaptada, (2022).

Clique no planeta Terra. Você verá a imagem do planeta ampliada e no canto central direito, clique na aba “Terra explorar”, conforme Figura 27.

Figura 27: Tela: Representação do Planeta Terra



Fonte: Solar System Scope, adaptada, (2022).

Na janela de informações que aparece do lado esquerdo, selecione a aba “Enciclopédia”, conforme a Figura 28.

Figura 28: Opção Enciclopédia



Fonte: Solar System Scope, adaptada, (2022).

Anote as informações encontradas.

13) Repita o passo 12, selecione os planetas que contém a aba “LUAS” e preencha a tabela.

14) Agora, copie o quadro abaixo em seu caderno e preencha usando a enciclopédia do simulador.

O quadro 6: Dados obre os planetas

Planeta	Distância do Sol	Temperatura	Nº de Satélites	Composição atmosfera
Mercúrio				
Vênus				
Terra				
Marte				
Júpiter				
Saturno				
Urano				
Netuno				

Fonte: Autoria própria (2022).

➤ **Atividade 2 - Jogo *on line*: Sistema Solar**

O jogo Sistema Solar, é um jogo educativo, disponível no site “Escola Games”. É um jogo para ser jogado individualmente e on-line, que utiliza algumas teclas do teclado para movimentos. No jogo, o aluno “embarca” em uma nave espacial, que saindo de Mercúrio, segue para os outros planetas do Sistema Solar, mas no caminho precisa desviar de meteoros entre outros. Também durante o percurso, o aluno poderá adquirir vidas e um escudos protetores de curta duração. Ao pousar no planeta, abre-se uma janela contendo algumas informações sobre o mesmo e posteriormente o jogador pode seguir viagem até chegar em Netuno. A Figura 29 mostra uma das telas do jogo.

Segundo o site onde está armazenado o jogo, os objetivos pedagógicos são:

- Conhecer o Sistema Solar;
- Nomear os planetas que fazem parte do Sistema solar;
- Descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores), assim como a localização do Sistema Solar na nossa Galáxia;
- Conhecer as características dos planetas do Sistema Solar, comparando-as com a Terra;
- Identificar os planetas que compõem o sistema solar e suas características;
- Evidenciar a amplitude e complexidade do universo;
- Desenvolver as capacidades de observação, comparação e classificação;
- Fixar conhecimento adquirido em sala de aula;

Figura 29: Três telas selecionada do jogo Sistema Solar.



Fonte: Escola Games, adaptada.

7.5 Vídeos do Módulo 4

Vídeo ABC da Astronomia- Planeta.

<https://www.youtube.com/watch?v=etgaa7yYoQ0&list=PLgsQHQ0zFYkBZRtribeVyJYswvODuNDOD&index=58>

ABC da Astronomia-Lua.

<https://www.youtube.com/watch?v=RhB6aIMxJvw&list=PLgsQHQ0zFYkBZRtribeVyJYswvODuNDOD&index=56>

ABC da Astronomia-Terra.

https://www.youtube.com/watch?v=UCvtFw_NXjE&list=PLgsQHQ0zFYkBZRtribeVyJYswvODuNDOD&index=62

8. CONSIDERAÇÕES SOBRE O PRODUTO

Esse trabalho teve como finalidade desenvolver e aplicar um material destinado ao ensino de conteúdos de Astronomia, no Ensino Médio.

A construção da sequência didática proposta nessa pesquisa teve como fundamentação a teoria de Sequências Didáticas propostas por Zabala (1998) e como referencial teórico a teoria da Aprendizagem Significativa, Ausubel (1980) e Moreira (2013).

Espera-se com esse trabalho apresentar uma possibilidade de inserir os conteúdos de Astronomia, propostos na Base Nacional Comum Curricular, explorando os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, levando em consideração os conhecimentos prévios trazidos pelos estudantes e utilizando diversos materiais, que possam ser potencialmente significativos. Dessa forma buscamos tornar o estudo de conceitos de Astronomia mais acessível e significativo para os alunos, objetivando contribuir para sua alfabetização científica, além de auxiliar o professor de física em sua prática docente.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P., Novak. J. D., & Hanesian, H. **Psicologia educacional**, 2ª ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BATISTA, M. C.; ALMEIDA J. E. R. B.; MENEZES, L. P. G.; MARTINS, V. C.; VIEIRA, T. F.; MAGALHAES JUNIOR, C. A. O. **Astronomia básica em perspectiva: um guia sobre as estações do ano**. 1ª ed. Ponta Grossa: Atena Editora, 2020.

BATISTA, M. C.; FUSINATO, P.A. **Ensino de astronomia: uma proposta para professores de ciências nos anos iniciais**. 1ª ed. Maringá - PR: Gráfica e Editora Massoni, 2016.

BONJORNIO, R. A.; BONJORNIO, J. R.; BONJORNIO, V.; CLINTON, M. R. **Física fundamental**, v.1. São Paulo: FTD, 1993.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018.

BRAZEIRO, F. **TV Escola - ABC da astronomia #3 - Big Bang**. YouTube, 7 de junho de 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=SJOPdzCsjQs&list=PLgsQHQ0zFYkBZRtribeVyJYswvODuNDOD&index=48>. Acesso em: 15 de setembro de 2022.

BRAZEIRO, F. **TV Escola - ABC da astronomia #6 - Estrelas**. YouTube, 28 de junho de 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=r2qdpvysQcg&list=PLgsQHQ0zFYkBZRtribeVyJYswvODuNDOD&index=51>. Acesso em 20 de setembro de 2022.

BRAZEIRO, F. **TV Escola - ABC da astronomia #8 - Galáxias**. YouTube, 12 de julho de 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=yVcAnZ58r5U&list=PLgsQHQ0zFYkBZRtribeVyJYswvODuNDOD&index=54>. Acesso em: 15 de setembro de 2022.

BRAZEIRO, F. **TV Escola - ABC da astronomia #11 - Lua**. YouTube, 2 de agosto de 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=RhB6alMxJvw&list=PLgsQHQ0zFYkBZRtribeVyJYswvODuNDOD&index=56>. Acesso em: 27 de setembro de 2022.

BRAZEIRO, F. **TV Escola - ABC da astronomia #13 - Planeta**. YouTube, 16 de agosto de 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=etgaa7yYoQ0>. Acesso em: 27 de setembro de 2022.

BRAZEIRO, F. **TV Escola - ABC da astronomia #15 - Sol**. YouTube, 30 de agosto de 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=dDKED7hyr3E&list=PLgsQHQ0zFYkBZRtribeVyJYswvODuNDOD&index=60>. Acesso em: 21 de Setembro de 2022.

BRAZEIRO, F. **TV Escola - ABC da astronomia #16 - Terra**. YouTube, 6 de setembro de 2021. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=UCvtFw_NXjE. Acesso em: 27 de setembro de 2022.

BRAZEIRO, F. **TV Escola - ABC da astronomia #17- Universo**. YouTube, 30 de setembro de 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=9OA9gEOqGNY>. Acesso em: 14 de setembro de 2022.

BRAZEIRO, F. **TV Escola - ABC da astronomia #18 - Via Láctea**. YouTube, 20 de setembro de 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=nKRBWFFSULM&list=PLgsQHQ0zFYkBZRtribeVyJYswvODuNDOD&index=63>. Acesso em: 15 de setembro de 2022.

BRAZEIRO, F. **TV Escola - ABC da astronomia #22 - Constelações**. YouTube, 18 de outubro de 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=6ziewK1YHy0>. Acesso em: 22 de setembro de 2022.

BRAZEIRO, F. **TV Escola - ABC da astronomia #24 - Buracos Negros**. YouTube, 1 de novembro de 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3TtUmpqR560&list=PLgsQHQ0zFYkBZRtribeVyJYswvODuNDOD&index=68>. Acesso em: 20 de setembro de 2022.

CANALLE, J. B. G.; MATSUURA, O. T. **Formação continuada de professores: astronomia - Programa AEB na Escola**. Brasília: MEC; MCT; AEB, 2007.

CORREA, I. C. S. **História da astronomia**. Disponível em: http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/arquivos/File/Astronomia/Historia_da_Astronomia.pdf. Acesso em: 01 de setembro de 2022.

CUNHA, R. F. F. da; TORT, A.C. O estudo de precessão da órbita de Mercúrio no ensino médio. **Revista do Professor de Física**. Brasília, vol. 1, n. 2. 2017.

DAMINELI, A.; STEINER, J. **O Fascínio do universo**. 1ª ed. São Paulo: Odysseus, 2010.

EDUCOLORIR. **Gerador de palavras cruzadas**. Disponível em: <https://www.educolorir.com/>. Acesso em: 14 setembro de 2022

ESCOLA GAMES. **Sistema solar**. Disponível em: <https://www.escolagames.com.br/jogos/sistemaSolar/>. Acesso em: 25 de setembro de 2022.

EVANGELISTA, L. R. **Perspectivas em história da física: dos babilônios à síntese newtoniana**, v.1. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2011.

FRÓES, A.L.D. Astronomia, astrofísica e cosmologia para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, 3504, 2014.

GEF-UFSM- Grupo de Ensino de Física da Universidade Federal de Santa Maria. **O que é uma elipse?** Disponível em: <http://coral.ufsm.br/gef/q-kepler01.html>. Acesso em: 10 abril de 2022.

GODOY, L.P.; DELL'AGNOLO, R.M.; MELO, W.C. **Multiversos: ciências da natureza: origens: ensino médio**. 1ª ed. São Paulo: FTD, 2020.

GRF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Os tópicos de astronomia desta coleção estão no quarto bloco de mecânica**. Disponível em: <http://www.if.usp.br/gref/mec/mec4.pdf>. Acesso em: 04 setembro de 2022.

HAWKING, S. **Uma breve história do tempo**. Tradução Cassio Arantes Leite. 1ª ed. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2015.

IVANISSEVICH, A.; WUENSCHÉ, C. A.; ROCHA, J.F.V. **Astronomia Hoje**. Rio de Janeiro: Instituto de Ciência Hoje, 2010.

Kahoot!. **Kahoot escola**. Disponível em: <https://kahoot.com/schools-u/>. Acesso em: 12 setembro de 2022.

LANGHI, R.; NARDI, R. Dificuldades interpretadas nos discursos de professores dos anos iniciais do Ensino fundamental em relação ao ensino da Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, Limeira, n. 2, p.75-92, 2005.

LUCAS, C. S. **Uma abordagem alternativa para as leis de Kepler no ensino médio**. 2007. Projeto de Instrumentação para o Ensino de Física - Instituto de Física, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/8205/1/CSLucas.pdf>. Acesso em: 20 de setembro de 2022.

LUIZ, A. A. **História da astronomia e uma introdução aos princípios matemáticos da filosofia natural**. 2009. Relatório de Iniciação Científica - Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2009. Disponível em: <https://docplayer.com.br/75796545-Historia-da-astronomia-e-uma-matematicos-da-filosofia-natural.html>. Acesso em: 27 de agosto de 2022.

MARTINS, V. C. **Noções básicas de astronomia para os anos finais do ensino fundamental: movimento aparente do sol e estações do ano**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2020. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5140/1/astronomiadidaticafisica.pdf>. Acesso em: 22 de março de 2022.

MENEZES, L. P. G.; BATISTA, M. C. Concepções de mestrandos em ensino de física sobre o sistema solar sob a perspectiva das leis de Kepler. **Revista da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática-REAMEC**, Cuiabá (MT), v. 8, n. 2, p. 352-373, maio-agosto, 2020.

MILONE A. C. **Introdução astronomia e astrofísica**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE: São José dos Campos, 2018.
Oliveira, K. S.; SARAIVA, M.F.O.

MOREIRA, M.A. **Textos de apoio ao professor de física: aprendizagem significativa em mapas conceituais**. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2013.

NASA. **National Aeronautics and Space Administration**. Disponível em: <https://www.nasa.gov>. Acesso em: 15 setembro de 2022.

NASE. **Network for Astronomy School Education**. Disponível em: <http://sac.csic.es/astrosecundaria/pt/cursos/formato/materiales/conferencias/ListaConferencias.php>. Acesso em 15 de setembro de 2022.

NOGUEIRA, S.; CANALLE, J. B. G. **Astronomia: ensino fundamental e médio. Coleção Explorando o Ensino**, v.11. Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 2009.

OLIVEIRA, K. S.; SARAIVA, M.F.O. **Astronomia e astrofísica**. 3ª ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

OLIVEIRA, K. S.; SARAIVA, M.F.O. **Astronomia e astrofísica**. 4ª ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

PARANÁ. Secretaria de Educação e do Esporte do Estado do Paraná. **Referencial curricular para o ensino médio do Paraná /Secretaria de Estado da Educação e do Esporte**. – Curitiba: SEED/PR, 2021

PAULA, M.P. **Cadernos espinosanos: estudo sobre o século XVII**. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/espinosanos/article/view/163392/161601>. Acesso em: 10 de agosto de 2022.

PERUZZO, J.; POTTKER, W. E.; PRADO, T. G. D. **Física moderna e contemporânea: das teorias quânticas e relativísticas às fronteiras da física**. VII. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

PICAZZIO, E. *et al.* **O céu que nos envolve: introdução à Astronomia para educadores e iniciantes**. São Paulo: Odysseus, 2011.

PORTO, C.M.; PORTO, M.B.D.S.M. A evolução do pensamento cosmológico e o nascimento da ciência moderna. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 4, 4601, 2008.

PROVAS e gabaritos. **OBA-Olimpíada Brasileira de Astronomia**. Disponível em: <http://www.oba.org.br/msite/?p=conteudo&idcat=9&pag=conteudo>. Acesso em: 22 março de 2022.

ROSA, C. A.P. **História da ciência: da antiguidade ao renascimento científico**, v. I. 2ª ed. - Brasília: FUNAG, 2012

ROSA, C. A.P. **História da ciência: a ciência moderna**, v. II. 2ª ed. - Brasília: FUNAG, 2012.

ROSA, C. A.P. **História da ciência: a ciência e o triunfo do pensamento científico no mundo contemporâneo**, v. III. 2ª ed. - Brasília: FUNAG, 2012.

SCHMID, S. Kahoot: questionários online. **Bloguinfo**. Caxias do Sul, 27 de julho de 2015. Disponível em: www.bloguinfo.blogspot.com. Acesso em 16 de setembro de 2022.

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO. **Dia a dia Educação**. ABC da astronomia – heliocentrismo. Disponível em: <http://www.filosofia.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=11005>. Acesso em: 09 setembro de 2022.

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO. **Dia a dia Educação**. ABC da astronomia – Kepler. Disponível em: <http://www.filosofia.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=10829>. Acesso em: 09 setembro de 2022.

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO. **Dia a dia Educação**. Poeira das Estrelas-parte 1. Disponível em: <http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=8757>. Acesso em: 09 setembro de 2022.

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO. **Dia a dia Educação**. Poeira das estrelas-parte 6. Disponível em: <http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/video/showVideo.php?video=8762>. Acesso em: 16 de setembro de 2022.

Solar System Scope. **Solar System: Free model of solar system and night sky**. Disponível em: <https://www.solarsystemscope.com/>. Acesso em 25 de setembro de 2022.

VIEIRA, T. F.; BATISTA, M. C.; RAMOS, F. P. **Ensino remoto intencional, sala de aula invertida e interdisciplinaridade: possibilidades para um ensino de astronomia no ensino médio**. 1ª ed. Ponta Grossa: Atena Editora, 2021.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 1998.