

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ANA CLAUDIA SABINO

**ESTUDO DE UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE
ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO**

CAMPO MOURÃO

2022

ANA CLAUDIA SABINO

**ESTUDO DE UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE
ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO**

**Study of a teaching sequence proposal for the teaching of astronomy in high
school**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação no curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física no curso de Mestrado Profissional em Física (MNPEF), 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.



ANA CLAUDIA SABINO

**ESTUDO DE UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA NO
ENSINO MÉDIO**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestra Em Ensino De Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Física Na Educação Básica.

Data de aprovação: 04 de Novembro de 2022

Dra. Adriana Da Silva Fontes, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Marco Antonio Moreira, Doutorado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Ufrgs)

Dr. Oscar Rodrigues Dos Santos, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 05/11/2022.

Dedico este trabalho à minha família e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha orientadora Prof^a. Dr^a. Adriana da Silva Fontes e ao meu Coorientador Prof. Dr. Michel Corci Batista, pelo auxílio e empenho com que me guiaram nesta trajetória.

A todos os professores do curso e aos meus colegas de mestrado.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, e ao meu companheiro professor Dr. Ronaldo Celso Viscovini e aos meus amigos.

Agradeço a todos os que de alguma forma, contribuíram para a realização desta pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, nosso agradecimento.

Meus sinceros agradecimentos a todos!

RESUMO

Neste trabalho é descrita a aplicação de uma Sequência Didática para o Ensino de Astronomia no Ensino Médio, em uma escola da Rede Pública de Ensino, do noroeste do Paraná. O produto elaborado é composto por uma sequência didática, dividida em módulos, que contemplam diversos assuntos de Astronomia, tendo em vista que a Base Nacional Comum Curricular (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 apresentar uma possibilidade de se inserir os conteúdos de Astronomia propostos na BNCC, explorando os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, levando em consideração os conhecimentos prévios trazidos pelos estudantes, objetivando tornar o estudo de conceitos de Astronomia mais acessíveis contribuindo para uma alfabetização científica dos discentes, além de auxiliar trabalho docente.

Palavras-chave: sequência didática; astronomia; ensino médio.

ABSTRACT

This work describes the application of a Didactic Sequence for Teaching Astronomy in High School, in a public school in the northwest of Parana. The elaborated product is composed of a didactic sequence, divided into modules, which cover several astronomy subjects, considering that the National Common Curricular Base (BNCC), in the area of Natural Sciences, proposes for High School, the approach of themes related to the Universe, Cosmos and Earth. Through this research, we seek to present a possibility of inserting the Astronomy contents proposed in the BNCC, exploring the conceptual, procedural and attitudinal contents, taking into account the previous knowledge brought by the students, aiming to make the study of Astronomy concepts more accessible, contributing to the scientific literacy of students, in addition to assisting teaching work.

Key words: didactic sequence; astronomy; high school.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
LRCO	Livro Registro de Classe
NASA	National Aeronautics and Space
SEED	Secretaria De Educação a Distância
SD	Sequência didática

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	CARACTERIZANDO O ENSINO DE ASTRONOMIA	11
2.1	Abordagem para o ensino da Astronomia	11
2.2	O ensino de Astronomia nos documentos oficiais	12
2.3	A astronomia na formação dos professores	13
2.4	Sequência didática como fundamentação para organização do ensino de Astronomia	15
2.5	Teoria da Aprendizagem Significativa como pressuposto teórico para a organização da sequência didática	18
3	UMA INTRODUÇÃO À HISTÓRIA DA ASTRONOMIA	22
3.1	Dos primórdios ao modelo geocêntrico	22
3.2	O modelo heliocêntrico	24
3.3	De Einstein ao Big Bang	30
3.4	Galáxias	32
3.5	Galáxia Via Láctea e Sistema Solar	34
3.6	Estrelas	37
4	ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO	42
4.1	Caracterização do trabalho	42
4.2	Proposta de ensino apresentada como produto educacional	42
4.3	Encaminhamento das atividades da sequência didática	44
4.3.1	Módulo 1: Modelos Cosmológicos.....	44
4.3.2	Módulo 2: Universo: Origem, formação e composição.....	44
4.3.3	Módulo 3: Estrelas.....	45
4.3.4	Módulo 4: Sistema Solar.....	45
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	46
5.1	Apresentação do questionário inicial e final	46
5.2	Relato de experiência	49
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
	REFERÊNCIAS	65
	APÊNDICE A - Produto Educacional	73

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.

Para Batista e Fusinato (2016, p.7),

A Astronomia é considerada uma Ciência que desperta o interesse e a curiosidade das pessoas e ainda favorece o desenvolvimento de outras características transversais à Astronomia, tais como: melhoria na capacidade de cálculos matemáticos, comparação e classificação de objetos ou eventos, comunicação, experimentação, exploração, imaginação, medição, observação, organização, raciocínio lógico, aplicação, avaliação, dedução, descrição, interpretação, predição, manipulação de instrumentos e reconhecimento de pré-conceitos, ou concepções alternativas. Tudo isso é muito importante para o desenvolvimento dos estudantes porque ajuda em todas as outras disciplinas.

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.

O produto elaborado é composto por uma sequência didática, 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 CARACTERIZANDO O ENSINO DE ASTRONOMIA

2.1 Abordagem para o ensino da Astronomia

Desde muito tempo o céu é observado e contemplado pela humanidade e na atualidade não é diferente. O céu sempre fascinou os diversos povos ao longo da história e ainda hoje incansavelmente a humanidade “busca entender sobre a organização e formação do Universo” (MENEZES & BATISTA, 2020, p.353).

São inúmeras as pesquisas que apontam os conteúdos relacionados a astronomia como assunto de grande interesse pelos estudantes,

Estudos em diversos países, no âmbito do projeto Rose, avaliaram o interesse de estudantes por temas científicos. Em geral, verificou-se que os temas relacionados a astronomia, astrofísica e cosmologia são considerados muito interessantes por alunos em idade escolar. E ainda mais notável que isso se verifica independentemente do sexo. (FRÓES, 2014, p.1).

Alguns fenômenos e astros celestes são abordados em filmes, seriados, programas de televisão, mídias sociais e até mesmo nos jogos digitais e acabam tornando-se objeto de curiosidade entre a população e conseqüentemente entre os estudantes:

A ampla divulgação na mídia das mais novas descobertas científicas nos campos da medicina, cosmologia e engenharia, a popularização de aparelhos como computadores, celulares, players digitais e o sucesso de filmes de ficção científica e de catástrofes com apelos ambientalistas, têm chamado a atenção dos jovens para a ciência e seus temas (LIMA, 2018, p.158).

Na era digital, a divulgação científica nas diversas mídias é uma realidade que tem demonstrado um potencial de contribuir para aproximar o público de conhecimentos científicos, que muitas vezes não seriam buscados por ele de forma direta, uma vez que

“A divulgação da ciência, em especial da astronomia, para o grande público não pode ser pensada como somente uma tradução da linguagem científica para outra mais acessível. É preciso conhecer os meios pelos quais as pessoas recebem as notícias (televisão rádio, jornais, revistas, redes sociais, etc.) e como eles trazem as informações nesses tempos de grande evolução dos meios de comunicação” (ARAÚJO, 2018, p.13).

É importante ressaltar que muitas mídias acabam abordando esses assuntos científicos de forma superficial e ou/fantasiada, contribuindo para a disseminação de conceitos que não correspondem à realidade científica, e conseqüentemente cooperando para propagação de erros conceituais.

“Cabe ressaltar que muitos filmes, seriados, desenhos animados e novelas vistos por alunos e que se tornam “febres”, muitas vezes levam o aluno a incorrer em erros, carregados para o resto da vida e que podem tornar-se obstáculos para aprendizagens futuras” (ALBRECHT & VOELZKE, 2011, p.7).

Nesse sentido, outro importante aspecto do estudo de astronomia nas escolas está relacionado com a alfabetização científica e a desconstrução do senso comum, pois “muitos estudantes possuem conceitos espontâneos sobre o Universo que nos rodeia” (LANGHI & NARD, 2003, p.4).

2.2 O ensino de Astronomia nos documentos oficiais

Além da necessidade de alfabetizar cientificamente os estudantes e do conteúdo mostrar-se como fomentador do interesse dos mesmos, o ensino de astronomia está previsto em diversos documentos oficiais, federais ou estaduais e nos planejamentos de aulas.

Outro fato importante para se ensinar Astronomia na Educação Básica é que seus temas estão presentes nos currículos básicos, desde documentos estaduais até documentos federais (SILVA, GUIMARÃES & PASSOS, 2021, p. 1138).

O estudo desses conteúdos é previsto desde as etapas do ensino fundamental, até o Ensino Médio,

Diante da relevância do estudo da Astronomia, na Educação Básica, os documentos oficiais trazem seus conceitos dentro da temática “Universo, Terra e vida” ao longo das etapas que compreendem a Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio” (ANASTACIO & VOELZKE, 2022, p.115).

Na BNCC, observa-se a previsão desses conteúdos no ensino fundamental, com aprofundamento no Ensino Médio, conforme aponta Silva, Guimarães e Passos (2021, p.1138):

Ao acessarmos a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) observamos que ela, também, traz a importância de se ensinar Astronomia na Educação Básica. E o documento vai além dos anteriores, pois o mesmo propõe um aprofundamento, no Ensino Médio, nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo, justificando que esses temas proporcionam aos alunos um aporte para conseguirem investigar, analisar, discutir, compreender e interpretar fenômenos naturais.

A BNCC também propõe “que o professor faça juntamente com o aluno uma análise de temas relacionados à Cosmologia, tais como: origem e evolução de estrelas e do próprio Universo” (SILVA, GUIMARÃES & PASSOS, 2021, p.1139).

No Currículo da Rede Estadual Paranaense (CREP), no ensino fundamental, na disciplina de ciências é possível verificar nas unidades temáticas, a presença da unidade temática Terra e Universo, que se repetem ao longo dos 9 anos.

O Referencial Curricular Para o Ensino Médio do Paraná 2021 aborda temas de Astronomia e na unidade temática cinco trabalha a Cosmologia,

A Unidade Temática da cosmologia tem como objetivo ampliar a discussões sobre esses temas, levar ao estudante noções sobre a Relatividade Geral, proposta por Einstein no início do século XX, e sobre o funcionamento de equipamentos de observação. (PARANÁ, 2021, p.417)

Porém, no Ensino Superior, a exigência de ensinar Astronomia em uma disciplina específica não é mencionada, nos documentos oficiais. Nas Diretrizes Curriculares para os Cursos de Física,

documento que norteia a elaboração dos projetos pedagógicos dos cursos de Licenciatura em Física, não mencionam nada a respeito da obrigatoriedade desses cursos oferecerem disciplinas com conteúdo exclusivo de Astronomia (ROBERTO JÚNIOR, REIS & GERMINARO, 2014, p.91).

2.3 A astronomia na formação dos professores

Nos cursos como de Física, é comum encontrar acadêmicos que gostam de astronomia e grupos amadores de observação celeste, porém o estudo de Astronomia e astrofísica nem sempre é contemplado nas grades curriculares desses cursos, sendo muitas vezes trabalhados de forma superficial em alguma disciplina ou ofertados como disciplina optativa do curso.

Mesmo os cursos de graduação, nos quais normalmente se deveriam contemplar conteúdos de astronomia (física, por exemplo), estes não a apresentam como uma disciplina obrigatória, mas apenas como optativa – quando a oferecem (LANGHI & NARD, 2009, p.2).

Logo, ao deparar-se com o conteúdo de Astronomia na escola, o docente pode sentir-se desconfortável diante da necessidade de ensinar esse tema, “uma vez que a sua educação formal não lhe garantiu uma abordagem destes saberes disciplinares” (LANGHI & NARD, 2009, p.2). É preciso pontuar que “não só alunos, mas também professores podem apresentar também suas concepções alternativas em Astronomia, muitas vezes originadas por distorções no ensino escolar, durante sua formação, ou mesmo pela inexistência deste tema” (LANGHI, 2005, p.91).

Assim, conforme Junior, Reis e Germinaro (2014, p.91), tem-se uma contradição, pois de um lado estão os cursos de Licenciatura em Física que não tem regulamentada uma orientação para que “ofereçam uma formação básica mínima em Astronomia para os futuros professores. Do outro lado está o professor de Física do Ensino Médio”, que precisa trabalhar esses conteúdos em suas aulas de física:

O governo federal orienta os professores de Física do Ensino Médio para que trabalhem esse conteúdo em sala de aula, mas não exigem dos cursos de formação desses professores que a Astronomia faça parte da sua dinâmica curricular (ROBERTO JÚNIOR, REIS, GERMINARO, 2014, p.91).

Outra grande questão a ser pontuar, é que mesmo que esse docente tenha tido as matérias de Astronomia e Astrofísica em sua grade curricular, muitas vezes esse conteúdo (assim como muitos conteúdos de Física), pode ter sido trabalhado de maneira mecânica, em aulas teóricas e focadas na resolução de listas, que podem ter lhe proporcionado uma aprendizagem mecânica, pouco significativa e carente em outros aspectos relacionados a formação docente.

Mas é óbvio que somente conteúdos, mesmo com significatividade não é suficiente. É preciso também incorporar, ao ensino da Física, as tecnologias de informação e comunicação, assim como aspectos epistemológicos, históricos, sociais, culturais (MOREIRA, 2017, p.13).

Além disso, deve-se levar em consideração as inúmeras dificuldades encontradas pelo professor no ambiente escolar: “além da falta e/ou despreparo dos professores, de suas más condições de trabalho, do reduzido número de aulas no Ensino Médio e da progressiva perda de identidade da Física no currículo nesse

nível” (MOREIRA, 2017, p.2), faltam de recursos pedagógicos e instrumentos específicos (como telescópios e lunetas) e também, conforme Langui & Nardi (2007, p.88).

Dentre essas dificuldades, destaca-se a presença de erros conceituais em livros didáticos, uma vez que este recurso pedagógico é, muitas vezes, a única fonte de consulta utilizada pelo professor da educação básica para o preparo de suas atividades didáticas.

Diante desse panorama, que já preocupa inúmeros pesquisadores em educação de ciências, conforme aponta Batista, Fontes e Pereira (2017, p.158):

diversas pesquisas feitas no Brasil nas últimas décadas mostrando as questões demonstradas pelos professores no ensino de astronomia, visto à sua pré- formação acadêmica e a presença de erros conceituais nos livros didáticos, já que este passa a ser ferramenta de uso básico na preparação das aulas deste professor. Sabe-se que estes erros estão presentes também nas concepções de alunos e até mesmo dos próprios professores.

Faz jus a confecção de materiais que possam auxiliar o professor na preparação de suas aulas, podendo contribuir significativamente para sua prática docente. Nesse sentido, a aplicação de uma sequência didática tem potencial de mostrar-se como uma estratégia positiva para trabalhar a astronomia em sala de aula. “Acredita-se que, por meio desta estratégia, haja avanço na apropriação do ensino, que as concepções dos escolares possam ser conhecidas, permitindo as intervenções dos docentes assim que necessárias” (LIMA, 2018, p.153).

Muitos pesquisadores já se utilizam dessa estratégia, uma vez que “Diversos trabalhos já têm sido realizados no Brasil com base nesse modo de organizar o ensino” (ARAUJO, 2013, p.325) e consideram que seu uso tem alcançado importantes resultados, para o ensino de diversas temáticas e disciplinas.

2.4 Sequência didática como fundamentação para organização do ensino de Astronomia

A sequência didática é um recurso metodológico amplamente utilizado nas mais diversas áreas do conhecimento, podendo ser definida conforme ZABALA (1998, p.30) como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas

para a realização de certos objetivos educacionais, que tem um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos.”

Uma sequência didática pode ser entendida Segundo Batista & Fusinato (2016, p.22) “como um recurso metodológico para o ensino, pois possui uma série de atividades devidamente planejadas e inter-relacionadas entre si, sustentada por uma teoria de aprendizagem que permite ao educando a construção dos saberes necessários para uma aprendizagem efetiva.” Dessa forma uma sequência didática deve ser organizada de acordo com os objetivos que o professor quer alcançar para a aprendizagem de seus alunos, elas envolvem diversas atividades, de aprendizagem e de avaliação.

Ainda segundo Batista & Fusinato (2016, p.23), uma sequência didática deve ter pelo menos quatro etapas diferentes: uma primeira consistindo na apresentação do tema pelo professor, seguida de um mapeamento dos conhecimentos prévios trazidos pelos alunos; uma terceira no qual se faz a comunicação dos conteúdos, sendo, portanto, a de maior grau de dificuldade e uma quarta etapa, ou produção fina, onde se trabalha a avaliação da atividade.

A utilização da sequência didática possibilita que o professor delimite os possíveis caminhos, escolha as ferramentas e estratégias adotados em sala de aula, estruture atividades planejadas, sendo “sustentada por uma teoria de aprendizagem que permite ao educando a construção dos saberes necessários para uma aprendizagem efetiva” (Batista & Fusinato, 2016, p.22),

Dessa forma uma sequência didática deve ser organizada de acordo com os objetivos que o professor quer alcançar para a aprendizagem de seus alunos, elas envolvem diversas atividades, de aprendizagem e de avaliação (BATISTA & FUSINATO, 2016, p.22).

Ainda em relação a organização da sequência didática,

Entende-se, pois, que é possível organizar temas e conteúdos simples e fundamentais em uma sequência didática bem estruturada antes de abordar temas mais complexos, priorizando a sucessão lógica dos conteúdos que facilitam o entendimento do aluno, uma vez que o aprendizado segue uma sequência total das atividades que ocorrem de maneira progressiva, contribuindo para uma maior compreensão dos temas pelos educandos (UGALDE, ROWEDER, 2020, p.3).

De acordo com ZABALA (1998), os diferentes tipos de conteúdos podem ser:

- **Conteúdos referentes a fatos**, que se “aprendem os fatos mediante atividades de cópia mais ou menos literais, com o fim de integrá-los nas estruturas de conhecimento, na memória”;
- **Conteúdos referentes a conceitos**, que “são temas abstratos, requerem uma compreensão do significado e, portanto, um processo de elaboração pessoal”;

Os objetivos referentes a conceituais são formulados usualmente mediante os seguintes verbos: identificar, reconhecer, classificar, descrever, comparar, conhecer, explicar, relacionar, situar (no espaço ou no tempo), lembrar, analisar, inferir, generalizar, comentar, interpretar, tirar conclusões, esboçar, indicar, enumerar, assinalar, resumir, distinguir, aplicar (BERNINI, COSTA & GARCIA, 2012, p.5).

- **Conteúdos procedimentais**: em que “o dado mais relevante é determinado pela necessidade de realizar exercícios suficientes e progressivos das diferentes ações que formam os procedimentos, as técnicas ou estratégias”;

Os objetivos referentes ao desenvolvimento de procedimentos são formulados, em geral, mediante os seguintes verbos: manejar, confeccionar, utilizar, construir, aplicar, coletar, representar, observar, experimentar, testar, elaborar, simular, demonstrar, reconstruir, planejar e executar (BERNINI, COSTA & GARCIA, 2012, p.5)

- **Conteúdos atitudinais**: cujas características “e o fato de que o componente afetivo atue de forma determinante em sua aprendizagem, fazem com que as atividades de ensino destes conteúdos sejam muito mais complexas que as dos outros tipos de conteúdo”.

Os objetivos referentes a valores, normas e atitudes frequentemente são formulados mediante os seguintes verbos: comportar-se (de acordo com), respeitar, tolerar, apreciar, ponderar (positiva ou negativamente), aceitar, praticar, ser consciente de, reagir a, conformar-se com, agir, conhecer, perceber, estar sensibilizado, sentir, prestar atenção à, interessar por, obedecer, permitir, preocupar-se com, deleitar-se com, recrear-se, preferir, inclinar-se a, ter autonomia, pesquisar, estudar (BERNINI, COSTA & GARCIA, 2012, p.5).

Nesse sentido, o planejamento de uma sequência didática, deve levar em conta

os diálogos e relações interativas entre professor/aluno e aluno/aluno, observando as influências dos temas ou conteúdos nessas relações, bem como o papel de todos no desenvolvimento das atividades, na disposição

dos conteúdos, no tempo e espaço, nos recursos didáticos e na avaliação, tudo tem que ser muito bem planejado e organizado para a obtenção do êxito na realização das atividades (UGALDE & ROWEDER, 2020, p.3).

No estudo de conteúdos de astronomia o planejamento de uma sequência didática tem o potencial de contribuir para o aprendizado dos estudantes, pois conforme Ugalde & Roweder (2020, p.11),

As atividades organizadas em sequência didática, se bem planejadas, trazem propostas ricas para se desenvolver em sala de aula, possibilitando o professor apreender o conhecimento prévio do aluno, seu desempenho, além de visualizar o que ainda precisa ser trabalhado para que se concretize a aprendizagem.

2.5 Teoria da Aprendizagem Significativa como pressuposto teórico para a organização da sequência didática

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), desenvolvida por David Paul Ausubel (1918 - 2008), é uma teoria cognitivista em que o aluno atribui um valor, um significado ao conteúdo aprendido.

Segundo Ausubel, Novak & Hanesian, (1968) apud Magron (2021) a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) descreve o comportamento teórico do processo de aprendizagem cognitiva, a partir do raciocínio dedutivo do sujeito, baseado em seu conhecimento prévio, ou seja, o aluno relaciona uma nova informação com aquilo que ele já sabe (chamado de subsunção por Ausubel). A aprendizagem significativa ocorre pelo processo de ancoragem, dando significado entre os conhecimentos prévios e a nova informação,

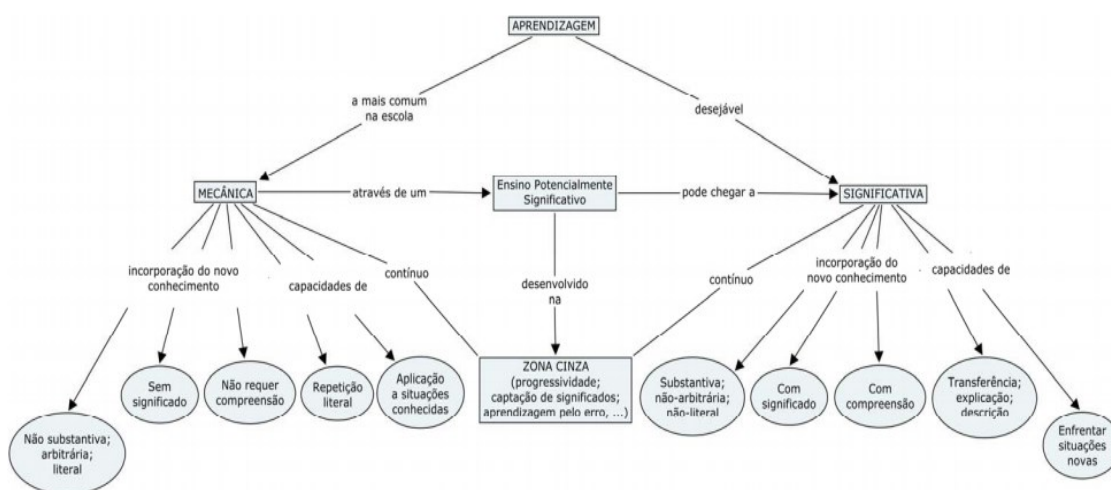
É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-literal e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva (MOREIRA, 2010, p. 2).

Quando a nova informação não está relacionada com o que o aluno já sabe, pode ocorrer a aprendizagem mecânica, que é muito comum no meio escolar. A nova informação não tem significado, sendo apenas “decorada” (aprendizagem memorística) e, com o passar do tempo, ela é esquecida. As avaliações tradicionais

acabam privilegiando a aprendizagem mecânica/ memorística. Durante o processo deve-se buscar a aprendizagem significativa, mas sem deixar de levar em consideração a aprendizagem mecânica, pois ela pode dar origem a subsunções importantes para desencadear a aprendizagem significativa.

Na Figura 5 é apresentado um mapa conceitual, confeccionado MOREIRA (2013), que diferencia as principais características da aprendizagem mecânica e da significativa.

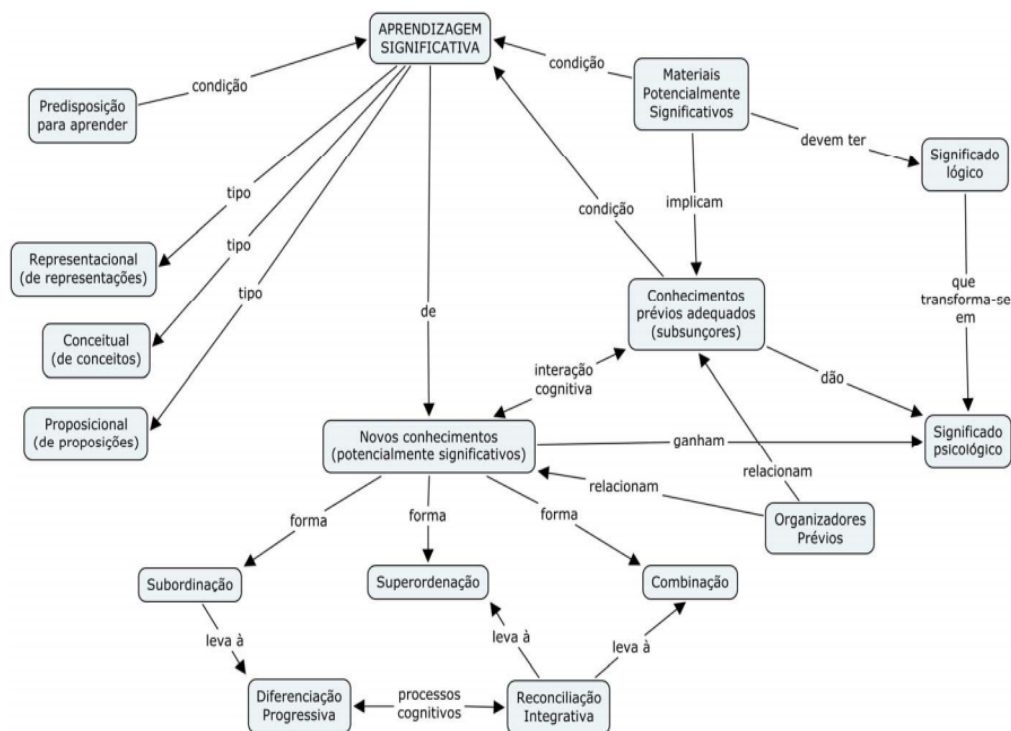
Figura 5 – Mapa conceitual com características das aprendizagens mecânicas e significativas.



Fonte: Moreira (2013, p.12)

A aprendizagem significativa depende de duas condições importantes, a primeira é a predisposição dos estudantes para aprender e a segunda é que os materiais a serem trabalhados com eles sejam potencialmente significativos. Na Figura 6 é apresentado um mapa conceitual também elaborado por Moreira (2013, p.5) evidenciando essas condições básicas.

Figura 6 - Mapa conceitual para a aprendizagem significativa de Ausubel.



Fonte: Moreira (2013, p.5)

A predisposição em aprender dos alunos é fundamental para o processo de aprendizagem significativa. Se os alunos não tiverem interesse, pouca ou nenhuma aprendizagem será possível. Se eles tiverem apenas a disposição para memorizar, a aprendizagem será mecânica e não-significativa, ainda que os materiais utilizados sejam potencialmente significativos.

Os materiais potencialmente significativos são a base da aprendizagem significativa. Esses devem ter significado lógico e serem capazes de dialogar com os subsunçores dos estudantes, permitindo uma sólida ancoragem das novas informações com os conhecimentos prévios. Nesse trabalho buscamos confeccionar uma sequência didática potencialmente significativa sobre noções básicas de astronomia.

Segundo Magron (2021, p.53), a Aprendizagem Significativa também pode possuir uma das seguintes naturezas: ser subordinada quando a informação nova é assimilada pelo subsunçor passando a alterá-lo. Também pode ser superordenada, ou seja, a informação nova é ampla demais para ser assimilada por qualquer subsunçor existente, sendo mais abrangente que estes e então passa a assimilá-los,

e por fim combinatória, quando a informação nova não é suficientemente ampla para absorver os subsunçores, mas em contrapartida é muito abrangente para ser absorvida por estes. Assim para a se associar de forma mais independente aos conceitos originais.

3 UMA INTRODUÇÃO À HISTÓRIA DA ASTRONOMIA

3.1 Dos primórdios ao modelo geocêntrico

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

3.2 O modelo heliocêntrico

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 pra 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 eclesíásticas 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 (2011, 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 o mesmo é considerado por muitos como sucessor intelectual dos mesmos.

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 M e m suas respectivas massas e o sinal negativo é devido a 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).

3.3 De Einstein ao Big Bang

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 für 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 e deu o “início da chamada teoria do Big Bang, que seria posteriormente mais trabalhada pelo russo-americano George Gamow (1904-1968)” (NOGUEIRA & CANALLE, 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).

3.4 Galáxias

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).

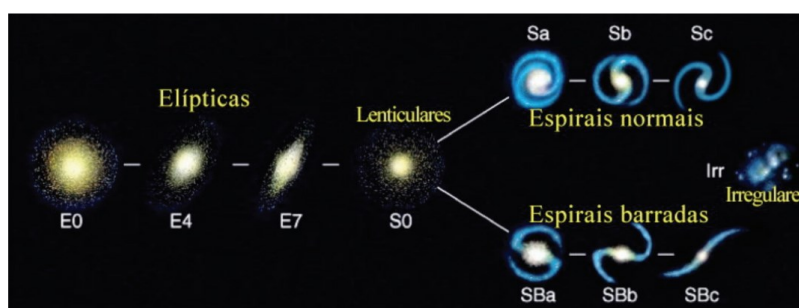
As galáxias com formato espiral “quando vistas de frente, apresentam uma clara estrutura espiral” (OLIVEIRA & SARAIVA, 2014, p.609). “Galáxias espirais, como o nome sugere, têm grande parte de sua luminosidade distribuída segundo uma forma espiral, como braços saindo da região central. A Via Láctea, 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). A Figura 1, representa o sistema de classificação de Hubble:

Figura 1- sistema de classificação de Hubble



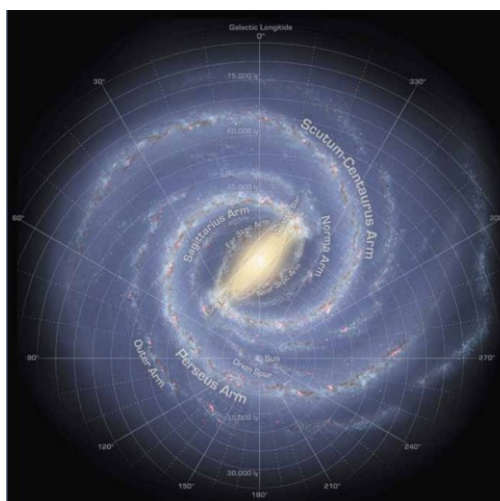
Fonte: PICAZZIO, *et al.*, (2011, p.233).

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).

3.5 Galáxia Via Láctea e Sistema Solar

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). A Figura 2 mostra como seria a galáxia vista do topo.

Figura 2 - Galáxia Via Láctea, vista do topo.



Fonte: DAMINELI & STEINER (2010, p.36).

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, Hércules, 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).

Na galáxia Via Láctea, também “o nosso Sistema Solar se encontra a cerca de 30000 anos luz do centro da Galáxia, num dos braços espirais.” (MILONE, 2018, p.8-8). 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).

3.6 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,

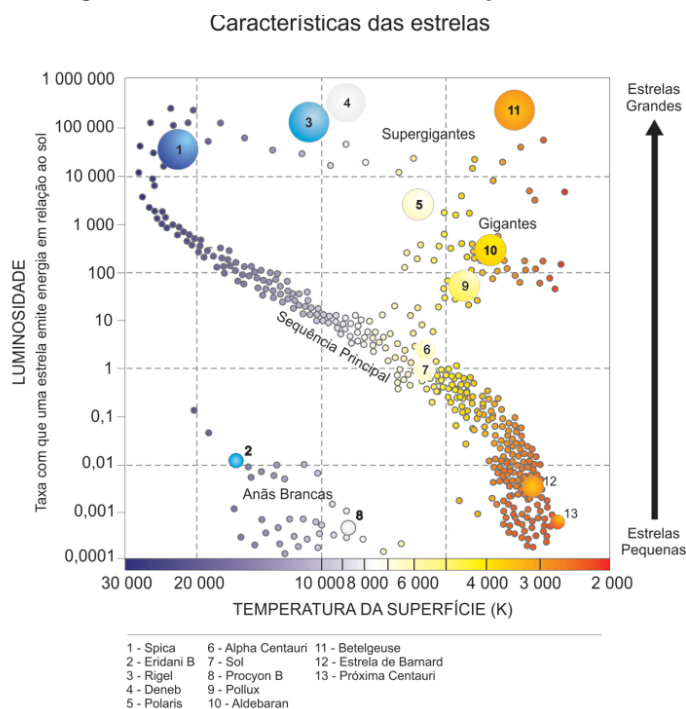
O Diagrama de Hertzsprung Russell, conhecido como diagrama HR, foi descoberto independentemente pelo dinamarquês Ejnar Hertzsprung (1873-1967), em 1911, e pelo americano Henry Norris Russell (1877-1957), em 1913, como uma relação existente entre a luminosidade de uma estrela e sua temperatura superficial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

A Figura 3 mostra uma representação do Diagrama HR, com a localização estrelas conhecidas, nessa representação é possível observar que a maioria das estrelas se encontra na faixa denominada sequência principal.

Figura 3- Diagrama HR, mostrando a localização estrelas conhecidas.



Fonte: OLIVEIRA & SARAIVA (2014, p.242).

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),

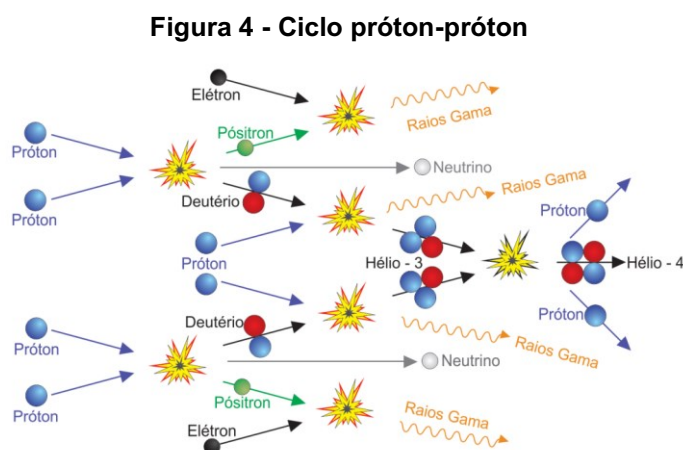
Elas nascem, evoluem e morrem, e durante a vida fabricam átomos pesados que não existiam no Universo jovem, quando a química do Cosmo

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).

A Figura 4 mostra as etapas do ciclo próton-próton. Esse ciclo “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.



Fonte: OLIVEIRA & SARAIVA (2014, p.259)

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).

4 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

4.1 Caracterização do trabalho

O estudo apresentado foi realizado nas aulas de Física de duas turmas da 1ª Série do Novo Ensino Médio Paranaense. Os dados para a realização da nossa pesquisa foram constituídos no primeiro semestre do ano de 2022, com duas turmas (A e B), totalizando aproximadamente 80 alunos, em uma instituição da rede pública de ensino da região noroeste do estado Paraná. Para seguir as questões éticas não vamos identificar o aluno pelo seu nome, usaremos a sigla A1A para identificar o aluno 1 da turma A isso sucessivamente até o último alunos e, A1B para identificar o aluno 1 da turma B também sucessivamente até o último aluno da turma.

Nosso trabalho está dividido em quatro módulos, com o equivalente a quinze aulas de 50 minutos acontecendo durante o período de aula normal dos alunos.

4.2 Proposta de ensino apresentada como produto educacional

A proposta de sequência didática (SD) está estruturada em quatro módulos totalizando quinze aulas de 50 minutos, 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).

Nosso objetivo com a sequência didática proposta foi apresentar uma possibilidade de se 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, buscando tornar o estudo de conceitos de Astronomia mais acessíveis

contribuindo para uma alfabetização científica dos discentes, além de auxiliar trabalho docente.

Nos módulos 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

4.3 Encaminhamento das atividades da sequência didática

4.3.1 Módulo 1: Modelos Cosmológicos

A identificação dos conhecimentos prévios foi realizada na 1ª aula da proposta. Para identificar os conhecimentos prévios trazidos pelos estudantes foi utilizado um questionário, aplicado individualmente sob forma de formulário *on line* do *Google* e questionário impresso, uma vez que nem todos os alunos tinham internet em seus celulares e a escola também não possuíam rede de internet disponível para os estudantes.

Nas 2 aulas seguintes, foram trabalhados os modelos cosmológicos, buscando mostrar como os povos primitivos observava e descrevia o céu, até o desenvolvimento do modelo geocêntrico, na civilização grega. Essas aulas buscaram abordar algumas questões e aspectos históricos, destacando algumas personalidades desse período. Para tanto, foram utilizadas aulas expositivas dialogadas, aliadas a vídeos e imagens de diversos telescópios.

Nas aulas 4 e 5 desse módulo, foi trabalhado o modelo heliocêntrico, explicitando algumas questões e aspectos históricos, destacando alguns pensadores e cientistas do período. A linha cronológica utilizada começa com o resgate dos conhecimentos gregos, armazenados pelos árabes e finaliza com a gravitação de Newton.

Antes de trabalhar as leis de Kepler, nesse módulo, foi realizada uma atividade prática referente ao conceito de elipse.

4.3.2 Módulo 2: Universo: Origem, formação e composição

Na 1ª aula deste módulo, optou-se por trabalhar recortes da história da Astronomia, para tanto, associou-se às aulas expositivas dialogadas, vídeos das séries “ABC da astronomia” e “Poeira das estrelas”.

Na 2ª aula do mesmo módulo, foram trabalhados os conceitos relacionados a origem do Universo, radiação cósmica de fundo e teoria do Big Bang. Buscando propiciar uma melhor visualização da expansão do Universo, foi realizado um experimento utilizando uma bexiga sendo inflada. Nesse experimento a superfície do balão representa o universo e os círculos desenhados representam as galáxias.

A 3ª e 4ª aulas do bloco foram dedicadas ao estudo das galáxias e nebulosas. Na 4ª aula foi realizada uma aula expositiva dialogada, utilizando projetor, figuras e

posteriormente com apresentação de vídeos da série “ABC da astronomia”, o final dessa aula foi realizada uma atividade de Quis utilizando a plataforma Kahoot.

Na 5ª aula os alunos reuniram-se em equipes de 4 a 5 alunos e realizaram a atividade de montagem de um quebra-cabeça, referente ao tema galáxias. A Figura 9, mostra um dos quebra-cabeças montados pelos grupos.

A 5ª aula foi utilizada para discussão e realização da atividade de palavras cruzadas, como forma de revisar os conceitos trabalhados até o momento.

A 6ª aula deste módulo foi dedicada a realização de uma atividade em dupla, de pesquisa no livro didático. Para tanto foi realizado um questionário, abordando temas trabalhados até o momento, conforme mostrado na figura 10. Essa atividade foi utilizada como atividade avaliativa para o trimestre.

4.3.3 Módulo 3: Estrelas

As 2 aulas desse módulo foram utilizadas para o estudo das estrelas. No primeiro momento, foi realizada uma aula expositiva dialogada, utilizando projetor, figuras e posteriormente com apresentação de vídeos da série “ABC da astronomia”, a Figura 11 mostra a forma como esses episódios foram exibidos em sala de aula.

No segundo momento da aula, foram distribuídos para cada aluno, os materiais referentes a atividade de pintura das estrelas (folha com impresso, giz de cera, lápis e canetinhas).

4.3.4 Módulo 4: Sistema Solar

As 2 primeiras aulas desse módulo, foram realizadas no laboratório de informática, pois para essa aula foram utilizados notebooks com acesso à internet.

Nos momentos iniciais da 1ª aula foi realizada uma aula expositiva dialogada, utilizando projetor, figuras e posteriormente com apresentação de vídeos da série “ABC da astronomia”, em seguida, a professora apresentou o simulador Solar System Scoope para os alunos e solicitou uma atividade de pesquisa. Nos momentos finais dessa aula, foi apresentado o jogo *on line* Sistema Solar, do site Escola Games.

A 3ª e última aula do módulo foi dedicada a aplicação de um questionário (o mesmo que foi aplicado na primeira aula do módulo 1) e debate sobre ele.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Apresentação do questionário inicial e final

Conforme Moreira (2017), a interação cognitiva entre os novos conhecimentos e os conhecimentos prévios trazidos pelos estudantes é uma característica chave para aprendizagem com significado.

Nesse sentido, faz-se necessário investigar o que o estudante já sabe e ensiná-lo de acordo. Para tanto, na primeira aula da implementação da proposta aplicamos o questionário preparado como formulário do *Google*, de maneira online e também impressa, pois a escola não possuía rede de internet disponível para o acesso dos alunos. Esse mesmo questionário foi aplicado na última aula dessa proposta.

Foram obtidas um total de 13 respostas online, pelo formulário do *Google* (somando as duas turmas), de alunos que tinham acesso à internet, utilizando seu plano de dados do celular. Para aqueles estudantes sem acesso à internet, o questionário foi disponibilizado impresso.

O questionário aplicado no início e no final da proposta de ensino versava sobre temas como: sistema solar, classificação astronômica do Sol, galáxias, estrelas e teoria do Big Bang.

Ao analisarmos as respostas, verificamos os alunos tinham conhecimentos prévios sobre a classificação astronômica do Sol (conforme Figura 7) um tema introdutório mais muito importante para desencadear das atividades da sequência didática.

Figura 7 - Percentual de acertos para a questão: “Qual a classificação astronômica do Sol?”



Fonte: Autoria própria (2022).

Nessa pergunta 100% dos alunos responderam que o Sol é uma estrela. Esse resultado é importante porque tal conceito é considerado bastante elementar num contexto de ensino sobre noções básicas de Astronomia. Esse resultado corrobora o resultado evidenciado por Batista, Fusinato e Ramos (2017) quando investigaram tais saberes com alunas do curso de magistério. Entendemos que essa questão é muito importante para evidenciar os conhecimentos prévio do aluno.

Esta questão também foi respondida acertadamente por todos os sujeitos de pesquisa ao final da implementação da proposta. Uma outra questão que também apresentou 100% de acerto antes e após a implementação da proposta foi a que pergunta em qual galáxia está localizado o nosso sistema solar. Esse resultado pode ser justificado pelo fato desse assunto já ter sido discutido com os alunos durante o ensino fundamental, ainda que autores como Langhi e Nardi (2005), Batista (2016) e Oliveira (2020), já tenham evidenciado as limitações de professores de Ciências tanto dos anos iniciais quanto finais do Ensino Fundamental para ministrarem conteúdos conceituais da Astronomia.

As quatro questões que tiveram o percentual de melhora mais significativo do questionário inicial para o questionário final estão representadas no Quadro 2.

Quadro 2: Questões com bom percentual de melhora entre os questionários aplicados

Questão	Questionário inicial	Questionário Final	Percentual de Melhora	
	Percentual de acerto	Percentual de Acerto		
1	O Cinturão de Asteroides está localizado entre quais planetas?	70%	90%	20%
2	Os planetas orbitam o Sol em trajetórias que tem forma de?	38%	78%	40%
3	Quanto ao tipo, os planetas podem ser divididos em rochosos e gasosos. Os planetas gasosos são	77%	93%	16%
4	Quais os três principais tipos de galáxias que existem, de acordo com sua morfologia?	46%	100%	54%

Fonte: Autoria própria (2022).

Ao analisarmos o quadro 2, percebemos que a questão que apresentou o melhor percentual de melhora foi a número 4, perfazendo uma melhora de 54%. A

questão versava sobre morfologia de galáxias, podemos interpretar esse resultado como positivo visto que esse assunto não é discutido no Ensino Fundamental, se caracterizando como algo novo para os alunos. Já a questão número 2 apresentou um percentual de melhora de 40%, o que merece ser levado em consideração aqui, é que a questão trata do tipo de órbita que um planeta descreve em torno do Sol, e que no questionário inicial apenas 38% dos alunos responderam corretamente, isso é mais preocupante porque esse assunto faz parte dos anos finais do Ensino Fundamental e tem sido apontado por pesquisadores como Canalle, Trevisan e Lattari, (1997), Canalle (2003) e Batista, Fontes e Pereira (2017) como relevante para ser discutido visto que os livros didáticos mesmo com a melhoria de qualidade advinda do PNLD ainda apresentam erros com relação a excentricidade da órbita da Terra, indicando assim uma órbita elíptica muito achatada, por esse motivo esperava-se que os alunos tivessem um conhecimento prévio estruturado sobre tal assunto.

As outras duas questões que apresentaram bons percentuais de melhora versavam sobre características do sistema solar, conteúdo estudado desde o Ensino Fundamental Anos Iniciais, por isso o resultado do questionário inicial já teve um percentual de acerto significativo, evidenciando assim que essa temática (sistema solar) já está mais bem consolidada na estrutura cognitiva dos alunos como conhecimentos prévios, corroboramos assim com Ausubel (1980) quando enfatiza que o conhecimento prévio é o fator que mais influencia a aprendizagem dos alunos. Todavia, vale destacar que, apesar de sua influência, o conhecimento prévio é apenas uma condição necessária, mas não suficiente para que haja aprendizagem significativa de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa.

Esse resultado se faz importante visto que o planejamento de todo o encaminhamento da sequência didática se dá a partir do que o aluno já sabe, e nesse sentido, ao partir do estudo da história da Astronomia e do sistema solar para o estudo de temas de Astrofísica e Cosmologia o aluno poderá interagir sempre com o conhecimento que ele já possui para atingir um conhecimento mais complexo fazendo com que de acordo com Moreira (2010) as novas ideias comecem a se relacionar com as ideias já existentes, permitindo assim a existência uma relação lógica entre a nova ideia e alguma outra já existente na estrutura cognitiva do indivíduo.

5.2 Relato de experiência

Módulo 1

Aulas nº 2 e 3

Durante o andamento das aulas, a professora observou que em ambas as turmas, alguns alunos estavam desenhando em seus cadernos. Um desses alunos, no final da aula, presenteou a professora com um o desenho, mostrado na Figura 8.

Figura 8 - Desenho recebido pela professora



Fonte: Aluno 23A (2022).

Visto a qualidade do desenho feito pelo aluno, e que outros alunos da sala respeitavam muito este pelo fato de desenhar bem, a professora da turma resolveu planejar atividades dentro da sequência didática que envolvesse representações do conteúdo estudado, visando despertar e explorar a criatividade dos alunos, como por exemplo a atividade de pintura das estrelas.

Nessa aula, após essa percepção da professora, foram trabalhados os modelos cosmológicos, iniciando por uma abordagem histórica sobre os povos primitivos até chegar ao modelo geocêntrico da civilização grega. Essa aula se deu por meio de uma exposição dialogada utilizando slides e figuras de livros didáticos, além de exibição do vídeo da série **“Poeira das Estrelas – Parte 1”**, além de fotos de telescópios.

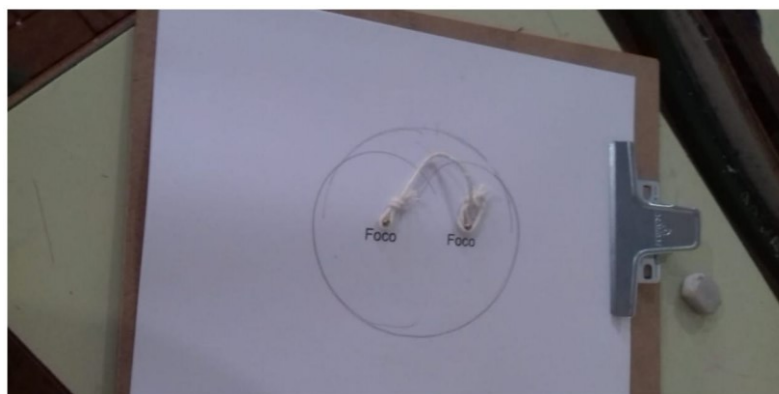
Aulas nº 4 e 5

Em seguida trabalhamos o modelo Heliocêntrico. Inicialmente foi realizada uma exposição dialogada, com slides, e figuras do livro didático, seguida pela exibição dos vídeos da série “**ABC da Astronomia - Heliocentrismo**”.

Após essa discussão inicial encaminhou-se uma atividade prática de fundamentação, sobre elipse, o que era uma elipse e como se constrói uma, essa atividade teve por objetivo trazer um embasamento teórico para a discussão das trajetórias dos planetas ao redor do Sol.

Nessa atividade os alunos utilizaram um conjunto experimental, para traçar uma elipse, mostrado na Figura 9. Não foram realizados cálculos, o objetivo dessa atividade foi proporcionar a noção do formato de uma elipse.

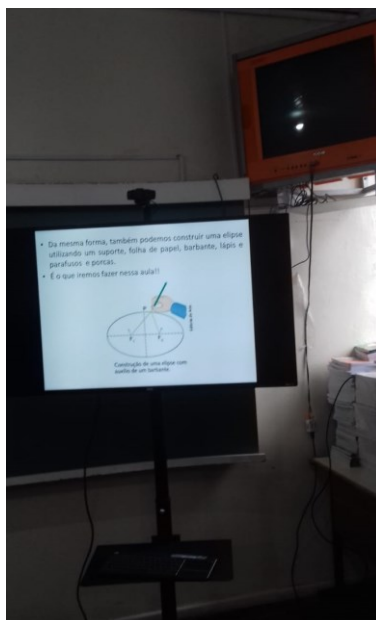
Figura 9 - Montagem com desenhos feitos pelos estudantes



Fonte: Autoria própria (2022).

Para tanto, no primeiro momento foi exibido um roteiro a ser seguido pelos estudantes, conforme mostrado na Figura 10.

Figura 10- Apresentação da atividade experimental de elipse



Fonte: Autoria própria (2022).

Após a execução desse roteiro os alunos ficaram livres para explorar o experimento, e alguns deles diminuíram o barbante, fazendo novos riscos (conforme Figura 8), até chegar a um tamanho que impossibilitou o desenho da Figura. Assim puderam concluir que existe um tamanho mínimo para que seja possível desenhar a elipse, logo o barbante precisa ter valor maior que distância entre os focos, mas não tão grande a ponto de o desenho sair do papel.

Após a realização de experimento, realizou-se uma exposição dialogada das leis de Kepler e contribuições de Newton, por meio de slides, e figuras de livros didáticos. Essa aula foi finalizada com a apresentação do vídeo da série “ABC da Astronomia - Kepler” a fim de que os alunos pudessem perceber algumas aplicações do que foi até então discutido, a fim de promover o desencadeamento de uma reconciliação integradora do assunto do módulo estudado.

Módulo 2

Aulas nº 1 e 2

Na 1ª aula deste módulo, foram trabalhados aspectos históricos, destacando as contribuições e estudos dos diversos cientistas como Einstein, Edwin Hubble, Georges Lemaître, George Gamow, Arno Penzias e Robert Wilson, para tanto,

associou-se às aulas expositivas dialogadas, seguida pela apresentação do vídeo da série “**Poeira das Estrelas – Parte 06**”.

A segunda aula foi dedicada a trabalhar os conceitos relacionados a origem do Universo, radiação cósmica de fundo e teoria do Big Bang. No primeiro momento dessa aula, foi realizada uma exposição dialogada, com slides e figuras de livros didáticos. Buscando propiciar uma melhor visualização da expansão do Universo, foi realizado um experimento utilizando uma bexiga sendo inflada. Nesse experimento a superfície do balão representou o universo e os círculos desenhados no balão representam as galáxias, um modelo simples da expansão do universo, conforme mostra a Figura 11.

Figura 11 - balão utilizado pelos alunos



Fonte: Autoria própria (2022).

Com a bexiga inflada, foi possível observar a representação das 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, houve até um questionamento relativo ao que acontecia com a galáxia durante a expansão:

Mais professora, a galáxia aumenta de tamanho com a expansão? (A12B).

Entendemos que esse experimento se apresenta como um obstáculo didático. Logo, na tentativa de superar tal obstáculo, discutimos com os estudantes que esses acontecimentos não faziam parte da Física a ser observada, ou seja, as galáxias não aumentavam de tamanho e/ou sumiam durante a expansão, que esse era um resultado meramente devido a limitação do experimento planejado.

Nesse sentido, fizemos uma adequação no experimento, como sugerida pelo grupo NASE (*Network for Astronomy School Education*) da União Astronômica Internacional, ao invés de desenhar os círculos no balão conforme realizado e mostrado na Figura 9, colocamos pequenas bolinhas de isopor na superfície do balão, conforme Figura 12.

Figura 12 - balões utilizados pelos alunos



Fonte: NASE (2022).

Com esse experimento conseguimos, junto com os alunos, verificar a expansão do Universo sem que as galáxias representadas pelas bolinhas de isopor aumentassem seu tamanho.

Aula nº 3 e 4

A 3ª e 4ª aula do Módulo 2 foram dedicadas ao estudo das galáxias e nebulosas.

A aula iniciou de maneira expositiva dialogada, utilizando-se do projetor multimídia e do livro didático como recursos didáticos. Como o experimento anterior já abordava a questão da expansão do Universo continuamos tal abordagem apresentando três vídeos a fim de completar o processo de diferenciação progressiva juntos com os alunos, assim como na exposição dialogada os vídeos foram apresentados partindo de conceitos mais inclusivos, que estão no topo da hierarquia para aquele com conceitos mais específicos, pouco abrangentes estão na base inferior. Os vídeos apresentados são da série “ABC da astronomia”:

- “**ABC da Astronomia-Universo**”,
- “**ABC da Astronomia-Galáxias**”

- **“ABC da Astronomia- Via Láctea”.**

No Final dessa aula, realizamos uma atividade de Quiz utilizando a plataforma Kahoot. Os alunos que possuíam acesso à internet participaram do quiz, individualmente, por meio do número do *pin* da atividade, fornecido pela professora. Os demais alunos participaram da atividade juntamente com a professora, por meio de projetor multimídia: a professora entrou na atividade utilizando como apelido o nome da turma e através das respostas dadas pelos alunos, acionava os comandos necessários. Essa atividade recebeu muita atenção dos estudantes, que participaram ativamente respondendo as questões. A pedido dos estudantes, essa atividade foi jogada/realizada duas vezes nessa aula. Entendemos esse pedido dos alunos como um fator muito positivo para a proposta, visto que evidencia a motivação dos estudantes com a atividade e, essa motivação é o elemento fundamental para que a aprendizagem possa ocorrer, visto que a aprendizagem só ocorre se o aluno quiser.

Aula nº 5

Na 5ª aula desse módulo foi realizada a atividade de montagem dos quebra cabeças de galáxias e atividade de palavras cruzadas. Ambas as atividades objetivavam a aplicação do conhecimento discutido até então, a fim de fortalecer o processo de diferenciação progressiva.

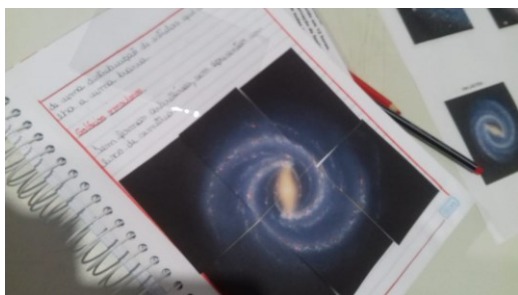
O kit de quebra cabeças “Galáxias” foi composto por 8 imagens de galáxias. Cada imagem foi dividida em 6 partes retangulares, impressas em cartolina, formando um quebra cabeça. O corte retangular foi escolhido para facilitar a montagem, além de possibilitar otimização da confecção dos mesmos

No primeiro momento, a turma foi dividida em equipes, para a atividade de montagem dos quebra cabeças. O objetivo dessa atividade foi que os alunos reconhecessem os diversos tipos de galáxias, além de fazer uma associação da imagem montada com a classificação de Hubble para as galáxias.

Algumas equipes tiveram dificuldade em montar o quebra-cabeça, sendo necessária a ajuda da professora para formar a imagem desejada. Além de montar as imagens, as equipes também preencheram uma folha de caderno, identificando o nome da galáxia montada (por meio do gabarito de imagens disponibilizado), o tipo

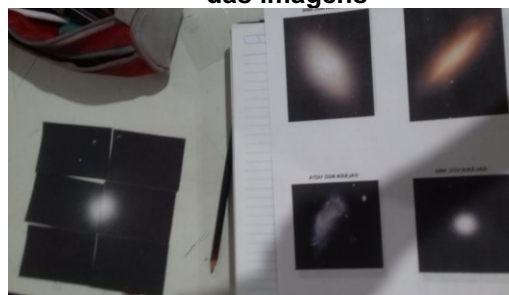
de galáxia (conforme a classificação de Hubble), além de discorrer sobre esse formato dessa galáxia. A correção dessa atividade foi feita por meio de exposição oral entre as equipes e a professora. Nas Figuras 13 e 14, é apresentado algumas galáxias montadas pelos estudantes.

Figura 13: Quebra-cabeça da Via Láctea, montado por uma equipe de alunos



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 14: Quebra-cabeça de uma galáxia elíptica montado por uma equipe de alunos, juntamente com a folha de gabarito das imagens



Fonte: Autoria própria (2022).

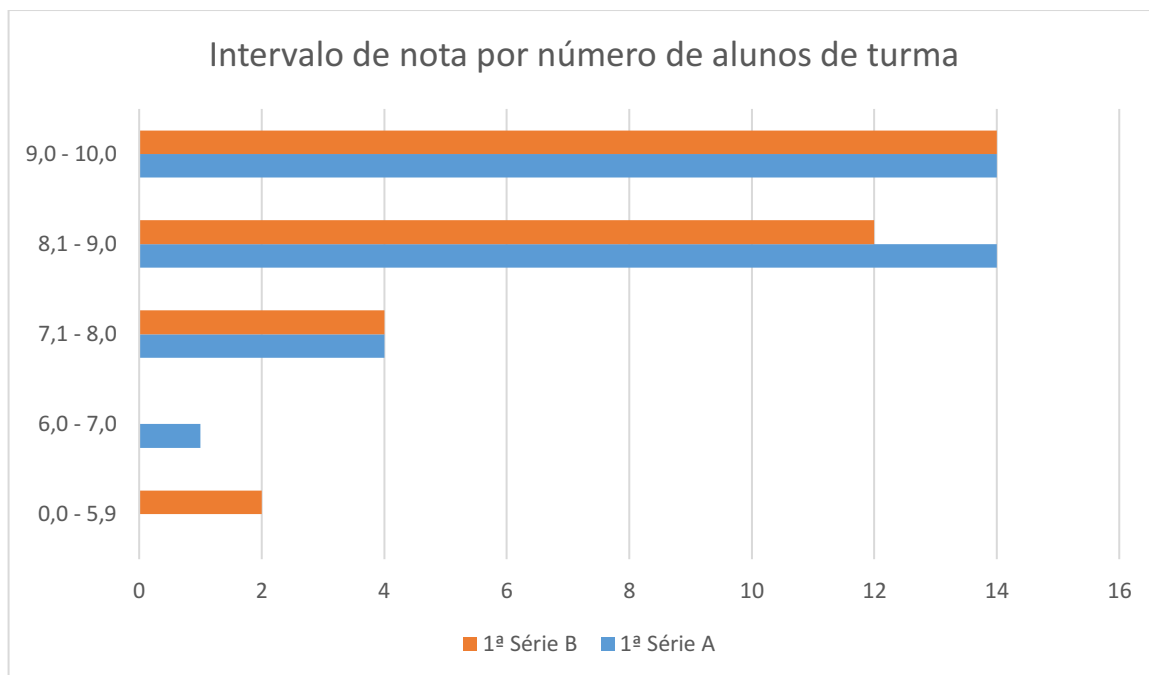
No final dessa aula, foi trabalhada uma revisão, por meio da atividade de palavras cruzadas, que foi disponibilizada aos estudantes de 2 formas:

- impressa, para aqueles alunos que não possuíam acesso à internet;
- por meio de link de acesso (sem a resolução da atividade) e para aqueles que possuíam acesso à internet para realização da atividade *on line*.

A solução da atividade foi apresentada e discutida por meio de projetor multimídia.

Aula nº 6

Nessa aula foi realizada uma atividade avaliativa. Para tanto os estudantes formaram duplas. Cada dupla recebeu um questionário e livros didáticos. Esse questionário foi respondido pela dupla, em folha separada que foi entregue para professora ao final da aula. Essa atividade teve valor de 0 a 10,0 pontos, e buscou apenas registrar o entendimento dos alunos sobre os assuntos discutidos até esse momento da implementação da proposta de produto educacional. Não foi permitida a consulta em celulares ou a outras duplas, sendo permitida a discussão entre os pares. Os resultados dessa atividade estão apresentados no gráfico 1.

Gráfico 1 – Representação do intervalo de nota por número de alunos em cada turma

Fonte: A autoria própria (2022).

A partir do gráfico 1 podemos perceber que na 1ª série A nenhum aluno ficou com nota abaixo de 6,0 pontos, ou seja, abaixo da média estabelecida pelo estado do Paraná para as escolas estaduais, já na turma da 1ª série B tivemos 2 alunos abaixo da média, o que totaliza 6% do total de alunos da turma. É possível perceber ainda que na turma A temos 28 alunos dos 33 (84%) com nota acima de 8,1 e na turma B 26 dos 32 alunos (81%) com nota acima de 8,1 o que indica certa regularidade com relação ao resultado do entendimento dos tópicos discutidos na proposta de produto educacional.

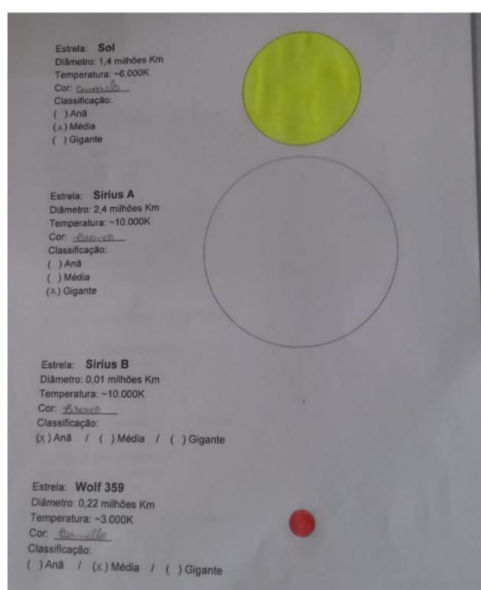
É importante dizermos nesse momento que entendemos que uma prova não mede aprendizagem dos alunos, até porque a maior parte das questões utilizam-se de verbos que remetem a conhecer (lembrar, reconhecer) ou a compreender (entender), ou seja, apenas produzir a informação certa a partir da memória e dar significado ao material ou experiências educacionais vivenciadas durante a implementação do produto educacional. No entanto, entendemos que isso faz parte do processo educacional, e que somado à todas as outras atividades desenvolvidas podem contribuir para uma aprendizagem significativa ao final do processo.

Módulo 3

Aulas 1 e 2

As duas aulas desse módulo foram dedicadas ao estudo do tema de estrelas. A atividade de pintura de estrelas foi proposta após a aula expositiva dialogada, sobre o conteúdo de estrelas. Nessa atividade eles tinham que pintar as estrelas apresentadas a eles, tendo como referência o quadro da Figura 16, pertencente ao livro didático, que foi apresentado na tela do Educatron.

Figura 15 - pintura das estrelas, feita pelos alunos



Fonte: Autoria própria (2022).

Como resultado podemos indicar que a maior parte dos alunos utilizou o quadro mostrado pela professora, como referência para pintar as estrelas, escolhendo a cor da pintura conforme a temperatura indicada no quadro projetado, para pintar cada representação de estrela.

Essa atividade teve ainda como objetivo possibilitar que os estudantes fizessem 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 16 - Quadro do livro didático utilizada na atividade (livro do professor)

Saiba mais

A classificação estelar e sua relação com a vida
 As estrelas podem ser classificadas conforme algumas características, entre elas sua luminosidade e temperatura. Veja o quadro. *Diga aos estudantes que a temperatura é apresentada em graus Kelvin (K), e que 0 K (denominado zero absoluto) equivale a $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$.*

Tipo	O	B	A	F	G	K	M
Cor	Azul	Azulada	Branca	Amarelada	Amarela	Laranja	Vermelha
Temperatura de superfície(K)	30.000	20.000	10.000	7.000	6.000	4.000	3.000

Fonte dos dados: HATEM, J. G.; PEREIRA, V. J. Estrelas: classificação espectral. **Observatórios virtuais: fundamentos da Astronomia.** {20--}. Disponível em: <http://www.astro.iag.usp.br/~jane/aga215/apostila/cap10.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2020.

Pesquisadores identificaram que as estrelas do tipo K são as mais propícias para o desenvolvimento da vida. Entre os fatores que permitem esta característica está sua presença comum no Universo e, sua longevidade (vida estimada entre 28 e 80 bilhões de anos) – o que aumenta a probabilidade da ocorrência de eventos que possam propiciar o surgimento da vida.

Alguns planetas fora do Sistema Solar já foram identificados orbitando estrelas do tipo K, como o Kepler-422b, um planeta rochoso com cerca do dobro da massa da Terra que está na zona habitável de sua estrela, ou seja, em uma zona em que é provável existir água no estado líquido na superfície do planeta.

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

Para conduzir o encerramento da aula utilizamos os vídeos da série “ABC da astronomia”:

- **ABC da Astronomia-Estrelas**
- **ABC da Astronomia-Constelações.**
- **ABC da Astronomia-Sol**
- **ABC da Astronomia-Buraco Negro**

Módulo 4

Aula nº 1 e 2

As duas primeiras aulas desse módulo foram dedicadas ao estudo do Sistema Solar. Nessas aulas, foi necessária a utilização de computadores com acesso à internet para a realização das atividades, por esse motivo as turmas foram levadas ao laboratório de informática, conforme mostrado na Figura 17.

Figura 17 - Recorte do laboratório de informática



Fonte: Autoria própria (2022).

É importante ressaltar que os computadores foram preparados durante a Hora Atividade da professora, que ocorreu antes das aulas. Quando os alunos chegaram no laboratório, todos os computadores estavam ligados, conforme Figura 18.

Figura 18 - Alguns computadores do laboratório de informática do colégio



Fonte: Autoria própria (2022).

O objetivo dessa aula foi 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.

No primeiro momento, utilizamos como organizadores prévios os vídeos da série “ABC da astronomia”:

- **ABC da Astronomia- Planeta;**
- **ABC da Astronomia-Terra**
- **ABC da Astronomia-Lua**

Esse momento foi importante pois segundo Moreira (2010) esses organizadores prévios podem servir de pontes cognitivas entre novos

conhecimentos e aqueles já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Em seguida conduziu-se uma aula dialogada a fim de explorar os conceitos introdutórios apresentados nos vídeos. A Figura 19 mostra a forma como esses episódios foram exibidos em sala de aula.

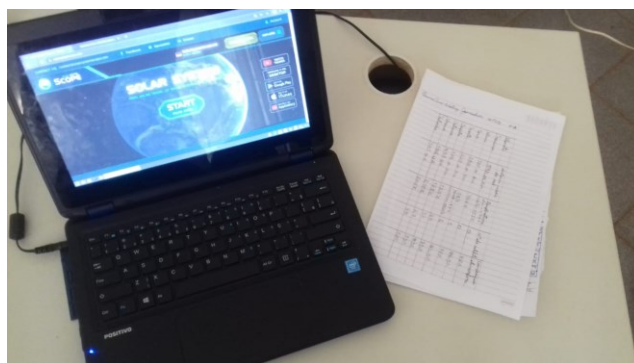
Figura 19 - vídeo apresentação de vídeo na Educatron



Fonte: Autoria própria (2022).

Após essa etapa inicial dos vídeos com a discussão, a professora apresentou o simulador (o passo a passo do seu funcionamento) para os alunos e em seguida solicitou uma atividade, utilizando esse simulador, sobre as características dos planetas, conforme apresentado na Figura 20.

Figura 20 - atividade de pesquisa com o simulador



Fonte: Autoria própria (2022).

Nessa atividade abrimos uma discussão sobre as características do Sistema Solar. Na resposta construída pelo aluno A31B, percebemos que esse educando foi capaz de relacionar a característica dos planetas à sua posição em relação ao Sol, quando questionado sobre as conclusões entre os dados simulados.

No segundo momento da segunda aula, o jogo Sistema Solar, da Escola Games foi apresentado e os alunos tiveram um momento para jogar e anotar os dados fornecidos pelo jogo. Uma das telas desse jogo pode ser observada na Figura 21.

Figura 21 - tela selecionada do jogo Sistema Solar



Fonte: Escola Games (2022), adaptada

Por se tratar de um jogo educativo, o mesmo trouxe algumas informações referentes ao Sistema Solar, que serviram de complemento para a pesquisa realizada em sala. O jogo foi muito apreciado pelos alunos, que se empenharam para conseguir passar por todas as fases do jogo, e por consequência “pousar sua nave” em todos os planetas do Sistema Solar.

No final dessa aula a professora percebeu que alguns dos alunos de uma turma, haviam deixado flores nos computadores, de acordo com a Figura 22, ao serem questionados sobre as flores, disseram que era para agradecer, pois nunca haviam tido uma aula de Física dessa forma.

Figura 22 - Flores deixadas pelos estudantes nos computadores do laboratório



Fonte: Autoria própria (2022).

Entendemos que essa geração de alunos é muito conectada as tecnologias e por isso aproveitá-las para criar situações de aprendizagem pode ser um caminho promissor, visto que causa engajamento, resultado esse percebido em nossa implementação. Novamente, ressaltamos que o simples fato de utilizar tais recursos tecnológicos não é suficiente para gerar a aprendizagem, porém, um ambiente de aprendizagem diferente do tradicional é estabelecido, e nesse ambiente o aluno possui um papel mais ativo, e essa postura juntamente com a mediação do professor pode conduzir o estudante a um estágio de aprendizagem significativa (BATISTA, FUSINATO, 2015; GOMES, BATISTA, FUSINATO, 2019).

Aula nº 3

A 3ª e última aula do módulo foi dedicada a reaplicação do questionário aplicado na da primeira aula do Módulo 1 e ao debate sobre ele, sobre os assuntos dele. Nessas aulas os estudantes sentiram-se mais à vontade para discutir sobre as respostas e mostraram-se mais familiarizados com os conceitos trabalhados nas questões.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho teve como objetivo analisar os resultados da aplicação de uma sequência didática, para o ensino de tópicos de astronomia no Ensino Médio. A SD foi dividida em 4 módulos, cada um abordando um conjunto de temas relacionados astronomia e a também astrofísica. A escolha dos temas, conteúdos conceituais, competências e habilidades que foram trabalhados nessa sequência didática, teve como base o planejamento trimestral, bem como matérias disponíveis no Registro de Classe *on line* (RCO) e no Portal Educacional do Paraná. Além do livro didático utilizado na escola, também foram utilizadas diferentes bibliografias, buscando complementar e enriquecer as aulas ministradas.

A sequência didática foi aplicada em uma escola pública, nas aulas da disciplina de física, de duas turmas da 1ª Série do Novo Ensino Médio Paranaense, ao longo de 16 aulas, cada uma com duração de 50 minutos. No primeiro momento foi aplicado um questionário para o levantamento das ideias prévias trazidas pelos alunos a respeito dos diversos assuntos a serem trabalhados e este foi utilizado como norteador das aulas seguintes. Os dados analisados nesse trabalho foram resultados de atividades desenvolvidas no decorrer da SD.

Com relação às adversidades encontradas na implementação desse trabalho, podem ser citadas a falta de uma rede de internet disponível para o uso dos alunos em sala de aula, o que dificultou a aplicação de certas atividades, além das defasagens e dificuldades trazidas pelos estudantes após período de pandemia.

Entre os pontos que favoreceram o desenvolvimento da SD, pode-se destacar: as aulas geminadas, que proporcionaram maior tempo para execução de atividades, os equipamentos Educatróns (aparelho de televisão aliado ao computador), que propiciaram a aplicação de vídeos e projeção imagens com ótima resolução, além do interesse dos alunos pelo tema de astronomia de forma geral.

Pode-se afirmar que as atividades experimentais desenvolvidas foram recebidas com certo entusiasmo pelos alunos, principalmente aquelas relacionadas a pintura e jogos. Os vídeos apresentados despertaram a curiosidade e atenção dos mesmos, que muitas vezes manifestava espanto e admiração diante de certas imagens mostradas.

As atividades utilizando tecnologias digitais de informação e comunicação (TIDCs) foram sem dúvida muito apreciadas pelos estudantes, mas devido a

necessidade de utilização de computador e internet, ficaram restritas a disponibilidade de utilização do laboratório de informática, uma vez que o mesmo também é utilizado em outras disciplinas, das diversas turmas da escola. Sendo que algumas precisaram ser projetadas e realizadas pela professora, através de sua rede de internet, com a participação dos estudantes.

Pode-se afirmar que há indicativos de que aplicação de uma sequência didática pode contribuir significativamente para o aprendizado de conteúdos de astronomia e motivar os estudantes a participarem das aulas realizando atividades e dialogando sobre os diversos assuntos, desde que as atividades sejam planejadas levando em consideração os conhecimentos prévios trazidos pelos estudantes, as possibilidades que os conteúdos trazem, bem como as condições e realidade de cada escola.

REFERÊNCIAS

ANASTACIO, M.A.S; VOELZKE, M.R. Astronomia no ensino médio e os itinerários formativos de ciências da natureza. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Ensino** - Universidade Estadual do Norte do Paraná. Cornélio Procópio V.6, n 1, p 113-129, 2022.

ARAUJO, B. S. C. **Divulgação da astronomia por diferentes meios de comunicação**. 2018. Monografia (Bacharelado em Astronomia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: https://sites.usp.br/astro_tcc/wp-content/uploads/sites/894/2021/10/2018B_Bruno_Schneider.pdf. Acesso em: 21 de maio de 2022.

ARAUJO, D.L. O que é (e como faz) sequência didática? **Entrepalavras**, Fortaleza - ano 3, v.3, n.1, p. 322-334, jan/jul 2013.

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

BATISTA, M. C. **Um estudo sobre o ensino de astronomia na formação inicial de professores dos anos iniciais**. 2016. Tese (Doutorado em Educação para Ciência e a Matemática) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016. Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/4556/1/000220911.pdf>. Acesso em 21 de maio de 2022.

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.

BATISTA, M. C.; FUSINATO, P. A. A utilização da modelagem matemática como encaminhamento metodológico no ensino de Física. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 86-96, 2015. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/895>. Acesso em: 3 outubro 2022.

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.

BATISTA, M. C.; FUSINATO, P. A.; RAMOS, F. P. Contribuições de uma oficina de astronomia para a formação inicial de professores dos anos iniciais. **Ensino, Saúde e Ambiente** – V10 (2), pp. 107-128, Agosto 2017.

BATISTA, M. C., GOMES, E. C. Diário de campo, gravação em áudio e vídeo e mapas mentais e conceituais. *In*: MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. O.; BATISTA, M.C. (org.). **Metodologia da Pesquisa em Educação e Ensino de Ciências**. Maringá: Massoni. 288- 300.

BATISTA, M.C.; PEREIRA, R.F.; FONTES, A. S.; Ensino de Astronomia: o problema da órbita da Terra. **Arquivos do MUDI**, v 21, n 03, p. 155-165, 2017.

BERNINI, D. S. D.; COSTA NETO, P. L. O.; GARCIA, S. Objetivos procedimentais, atitudinais e conceituais na avaliação da aprendizagem. 2012, Rio de Janeiro. **Anais[...]**. Rio de Janeiro: CBIE, 2012. Disponível em: <http://ojs.sector3.com.br/index.php/wcbie/article/view/1938>. Acesso em: 18 de outubro de 2022.

BONJORNO, R. A.; BONJORNO, J. R.; BONJORNO, 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=PLgsQHQ0zFYkBZRtribeVjYJswvODuNDOD&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.

GOMES, E. C.; BATISTA, M. C.; FUSINATO, P. A. A utilização de mapas conceituais como instrumento de avaliação no ensino de Física. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 10, n. 3, p. 58-78, 2019.

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.

ITOKAZU, A. G. 1609: da astronomia tradicional ao nascimento da astrofísica. **Ciência e Cultura**. vol.61 no.4 São Paulo, 2009.

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. **Um Estudo Exploratório para a Inserção da Astronomia na Formação de Professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental**. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciências) - Faculdade de Ciências, da Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2004. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90856/langhi_r_me_bauru.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 20 de março 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.

LANGHI, R; NARDI, R. Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns presente em livros didáticos de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1: p. 87-111, abr. 2007.

LANGHI, R; NARDI, R. Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, 4402, 2009.

LANGHI, R.; NARDI, R. Um estudo exploratório para inserção da astronomia na formação de professores dos anos iniciais do ensino fundamental. 2003, Bauru. **Anais [..]**. Bauru: ENPEC, 2003. Disponível em:

<http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viipec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/1425.pdf>. Acesso em: 19 de outubro de 2022.

LIMA, D. F. A Importância da sequência didática como metodologia no ensino da disciplina de física moderna no ensino médio. **Revista Triângulo**; Uberaba (MG) Vol. 11, n 1, p.151-162, Jan./Abr. 2018.

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.

MAGRON, A. A. **Estudo de uma proposta para o ensino de Astrofísica a partir da aprendizagem significativa**. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2021. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/26650/1/estudopropostaensinoastrofisica.pdf>. Acesso em: março 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. Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea. **Revista do Professor de Física**. Brasília, vol. 1, n. 1, 2017.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro Editora, 2010.

MOREIRA, M.A. **O Que é afinal aprendizagem significativa?** Cuiabá: UFMT, 2010.

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, A. A. **Contribuições de um curso de formação continuada em Astronomia para professores de Ciências dos anos finais do ensino fundamental**. 2020. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2020. Disponível em: http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/5924/1/Aline%20Alves%20de%20Oliveira_2020.pdf. Acesso em: 22 de março de 2022.

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

PARANÁ. Secretaria de Estado de Educação. **Currículo da Rede Estadual Paranaense - CREP** – Língua Inglesa, EF. Curitiba: SEED, 2019

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.

ROBERTO JUNIOR, A. J.; REIS, T. H.; GERMINARO, D. R. Disciplinas de professores de Astronomia dos Cursos de Licenciatura em Física das universidades brasileiras. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, n. 18, p. 89-101, 2014.

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=1100>. 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=1082>. 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.

SILVA, G. A. Leis de Kepler do movimento planetário: um breve panorama de como a história da cosmologia mostra sua descoberta. **Anais [...]**. Florianópolis: SNHCT, 2016. Disponível em: http://www.15snhct.sbhct.org.br/resources/anais/12/1472941737_ARQUIVO_LeisdeKeplerdomovimentoplanetarioumbrevepanoramadecomohistoriadacosmologiamostrasuadescoberta.pdf. Acesso em: dezembro de 2021.

SILVA, V.P.; GUIMARÃES, M.H.U.; PASSOS, M.P.; Sequência didática para o ensino de Astronomia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 2, p. 1135-1165, agosto de 2021.

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

UGALDE, M.C.P.; ROWEDER, C. Sequência didática: uma proposta metodológica de ensino-aprendizagem. Revista **Estudos e Pesquisas Sobre Ensino Tecnológico**, V.6, Edição Especial, e099220, 2020.

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.

APÊNDICE A – Produto Educacional

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 consequentemente 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 eclesiais 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, 'Escola *' with 'A sua resposta' below it, 'Nome *' with 'A sua resposta' below it, and 'Turma *' with 'A sua resposta' below it.

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:

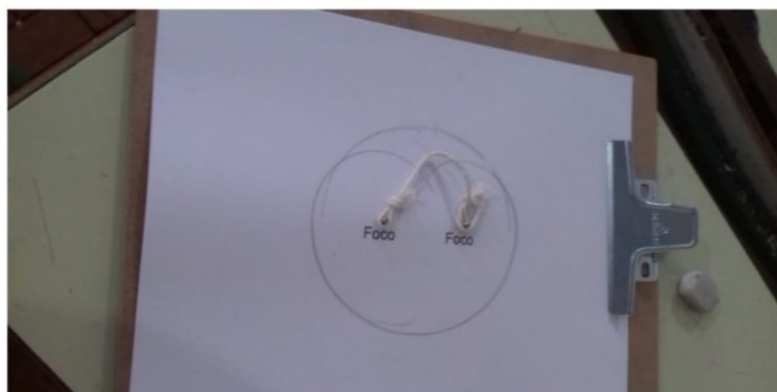
- Prancheta
- Folhas de Sulfite
- Barbante
- Parafusos ou percevejos.
- Lápis

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”**

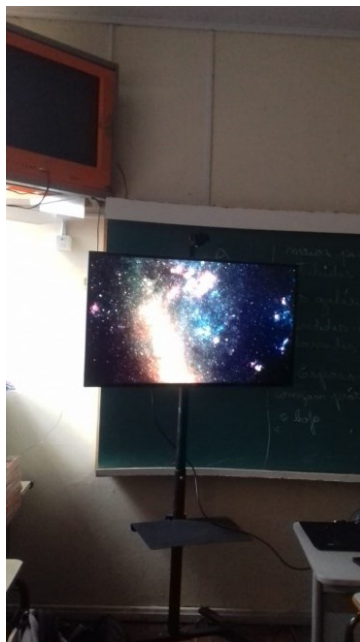
○
Foco

○
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 para '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*.

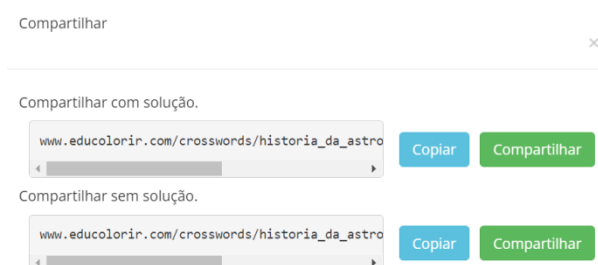
	Palavras	Descrições
#1*	<input type="text"/>	<input type="text"/>
#2*	<input type="text"/>	<input type="text"/>
#3*	<input type="text"/>	<input type="text"/>
#4	<input type="text"/>	<input type="text"/>
#5	<input type="text"/>	<input type="text"/>
#6	<input type="text"/>	<input type="text"/>

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

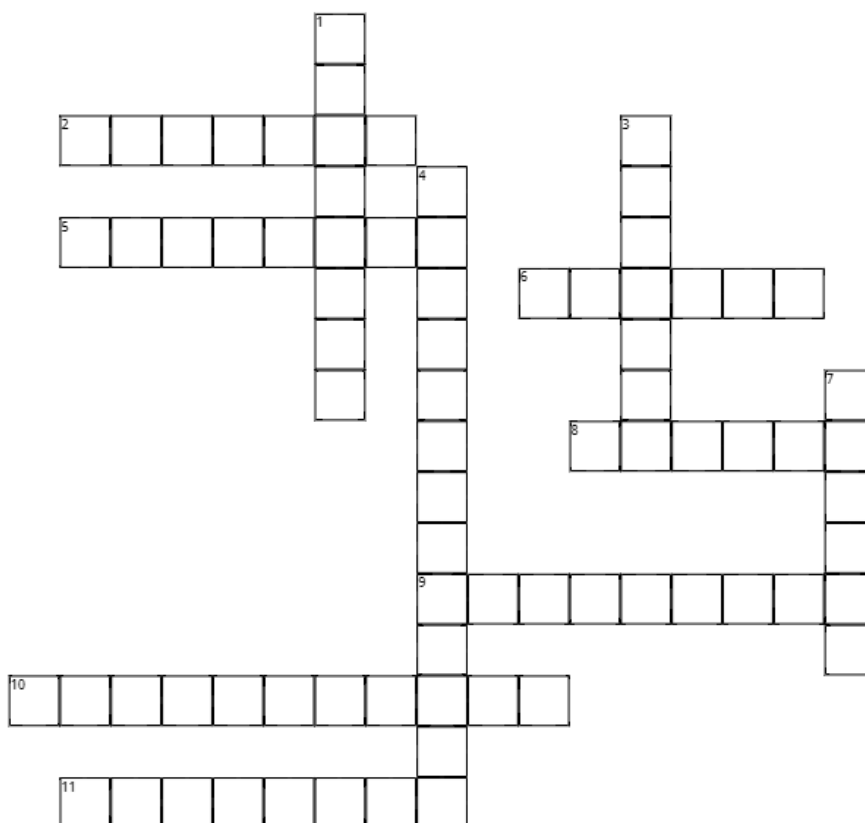
Com a solução:

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

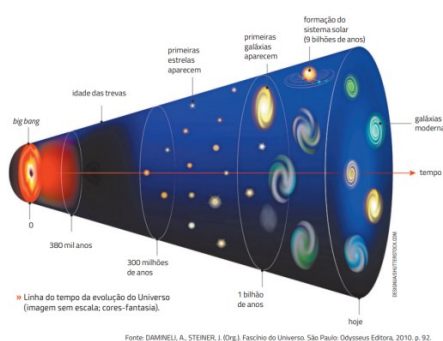


Fonte: Autoria própria (2022).

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



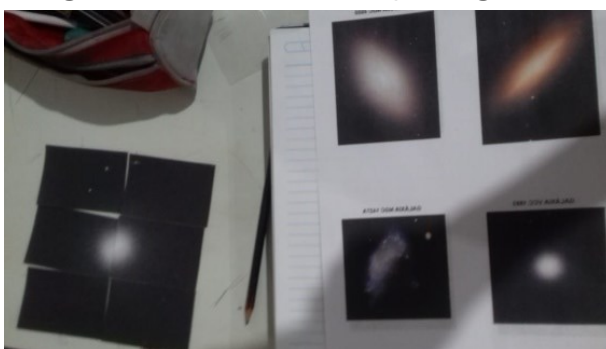
Fonte: NASE (2022)

➤ **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

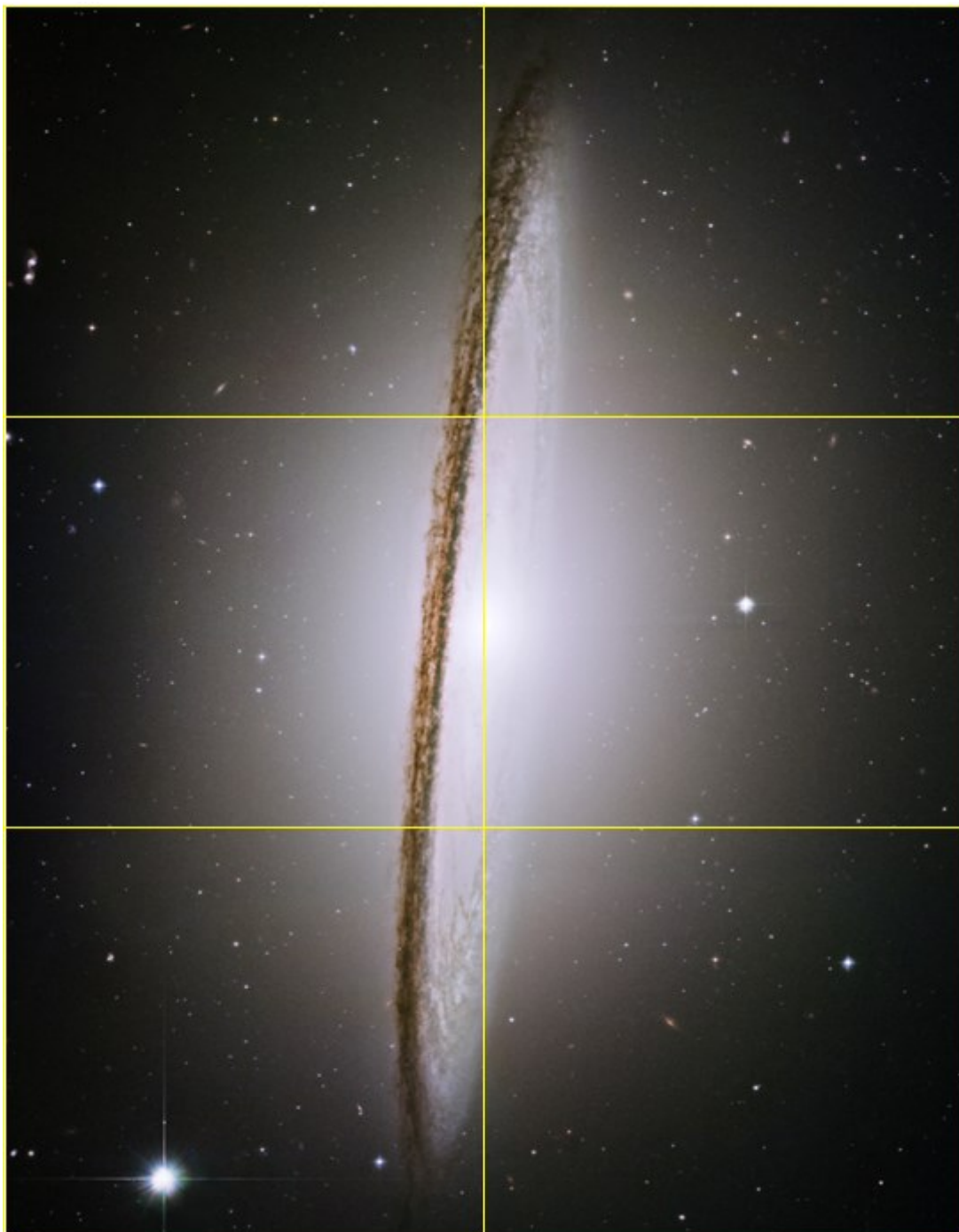
ANDRÔMEDA



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

Molde 2: Galáxia Sombreiro

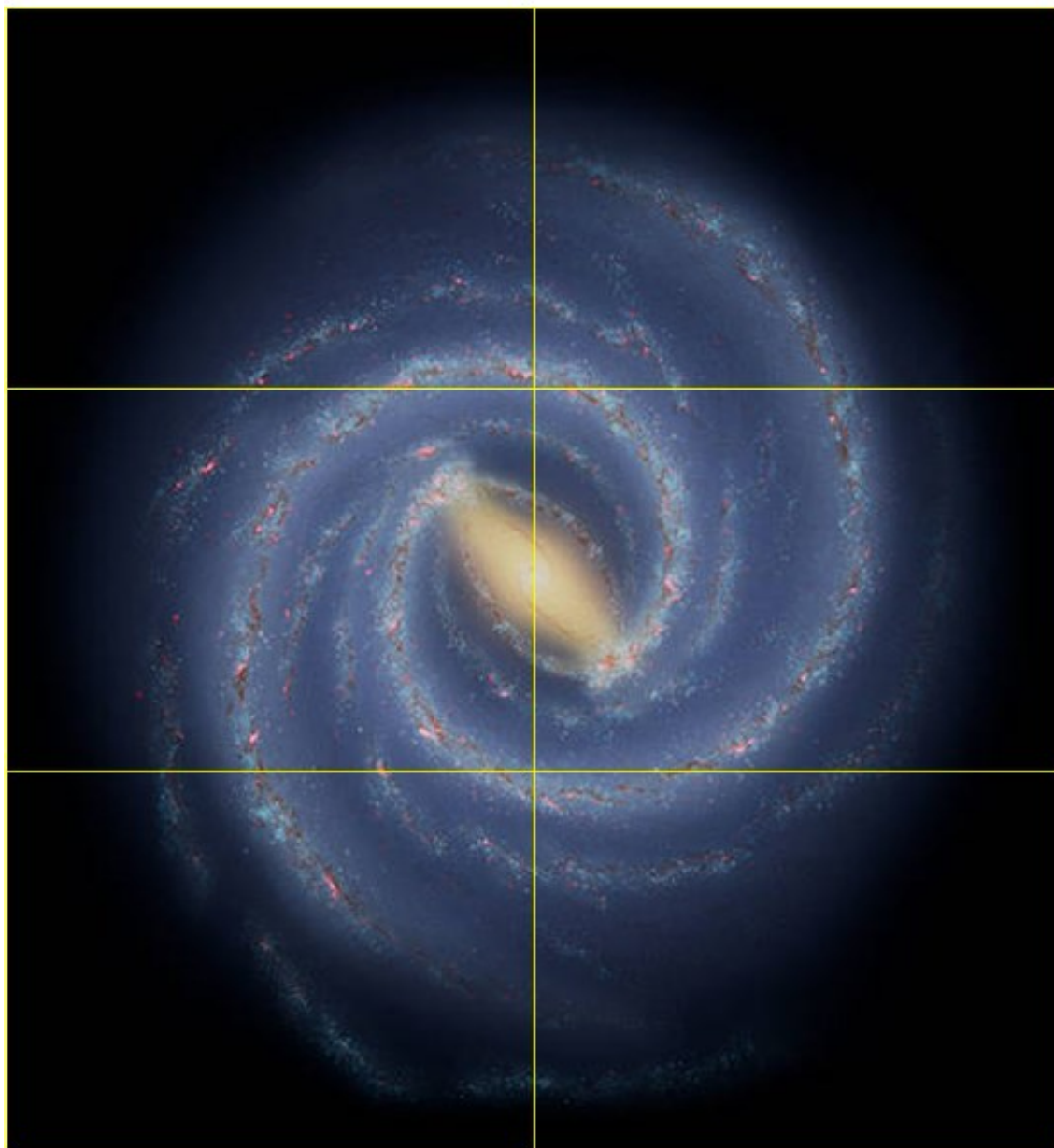
GALÁXIA SOMBREIRO



<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

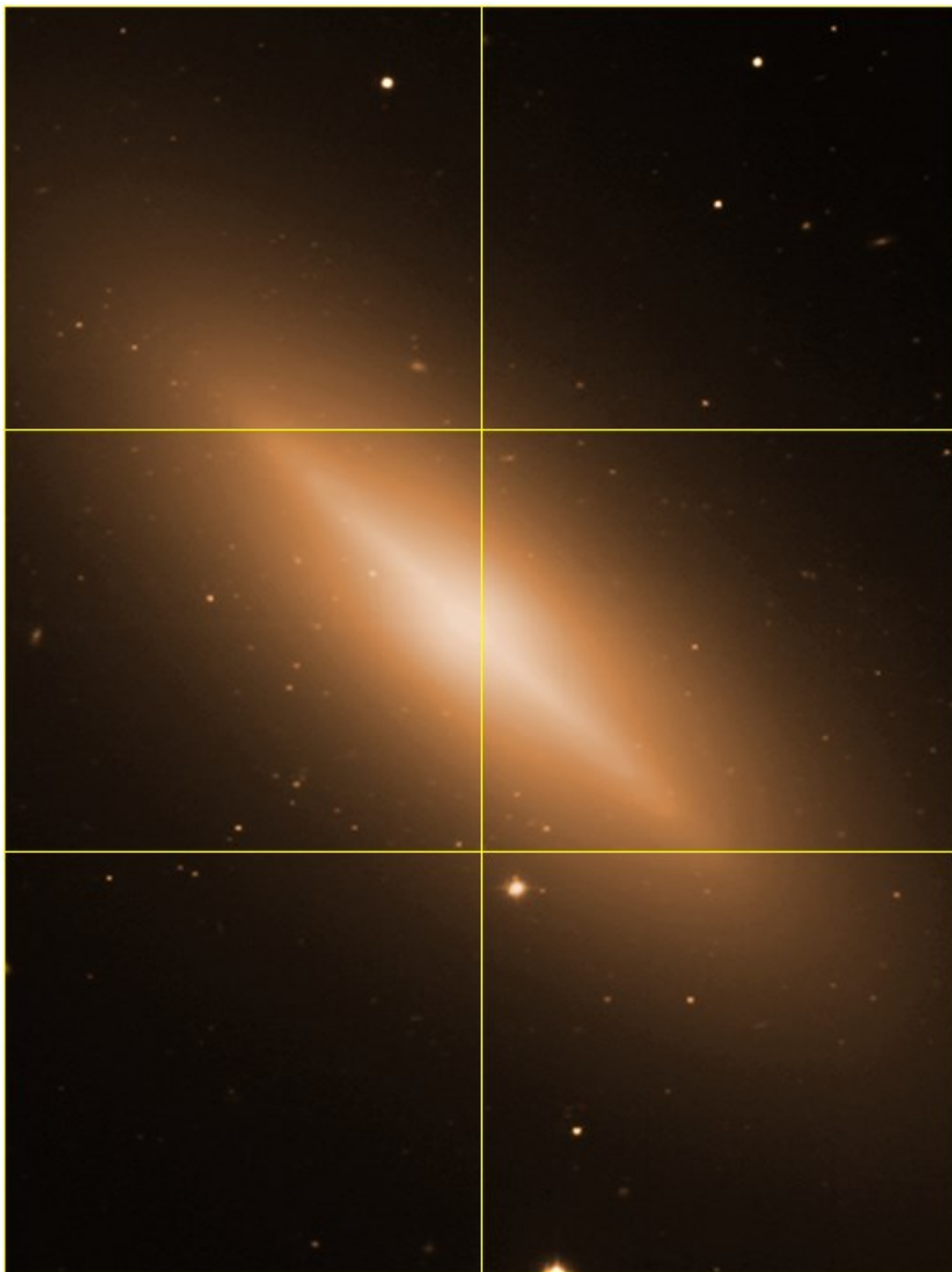
GALÁXIA NGC 1232



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

Molde 5: Galáxia NGC 3115

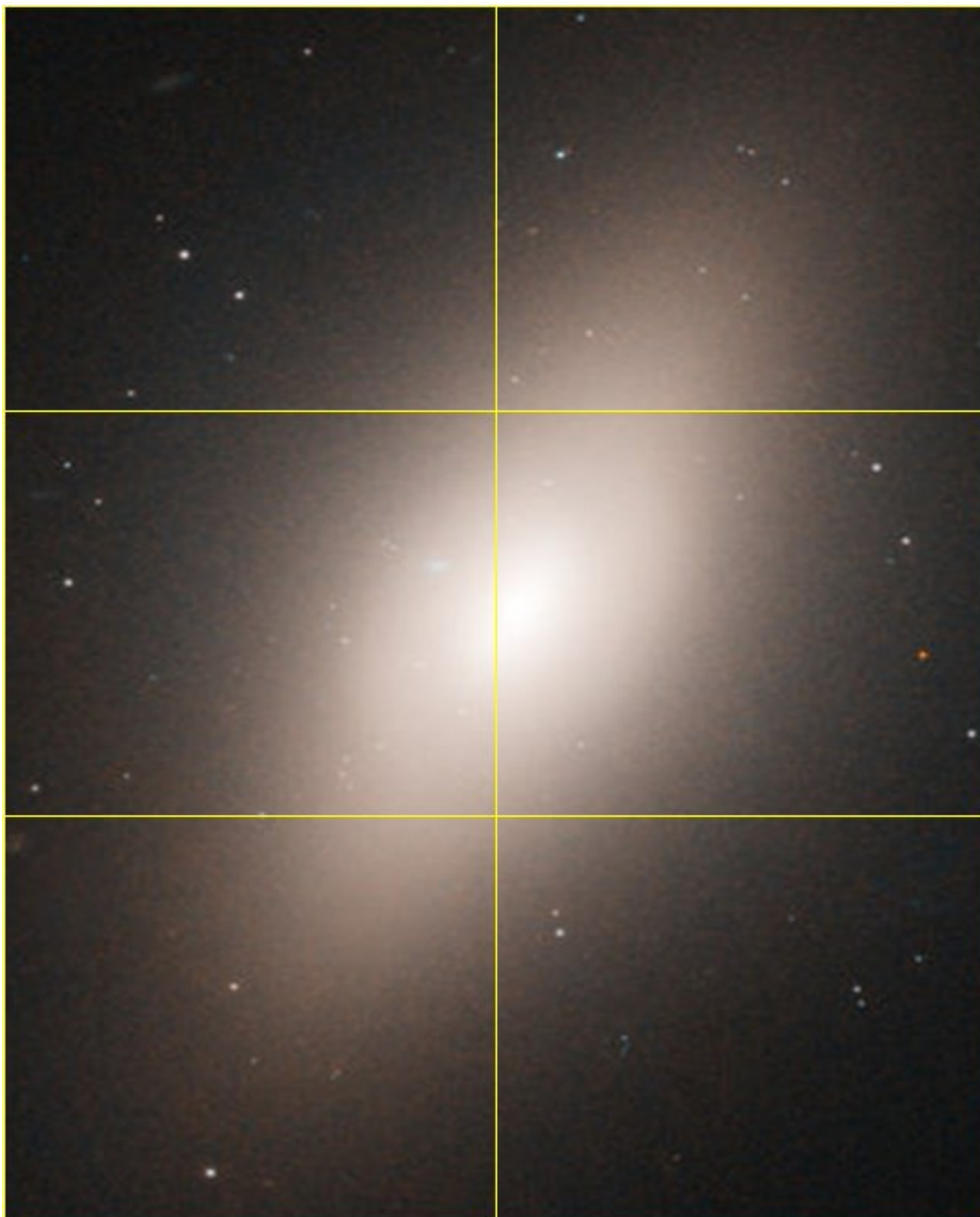
GALÁXIA NGC 3115



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

Molde 6: Galáxia NGC 4600

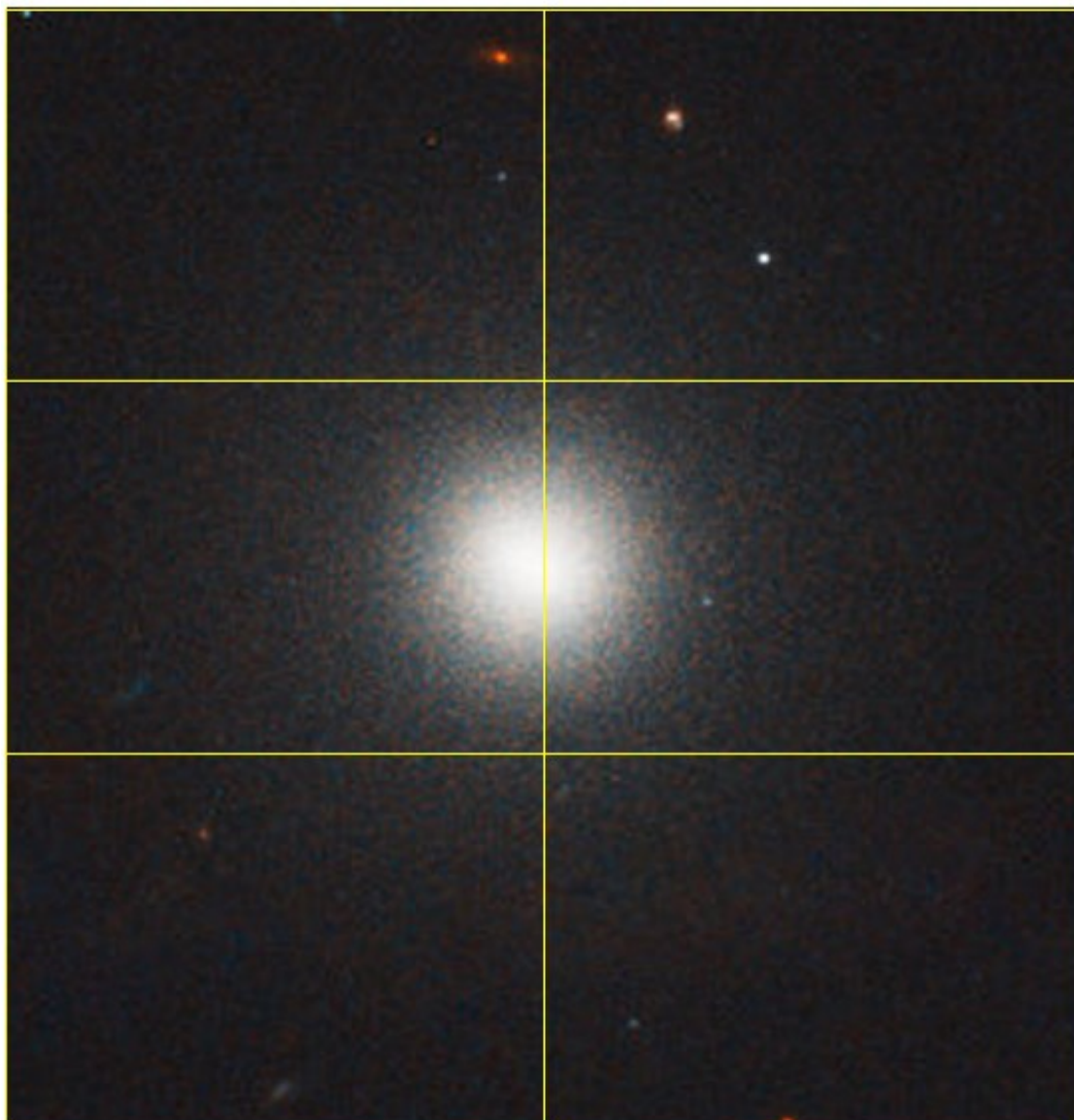
GALÁXIA NGC 4600



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

Molde 7: Galáxia NGC 1993

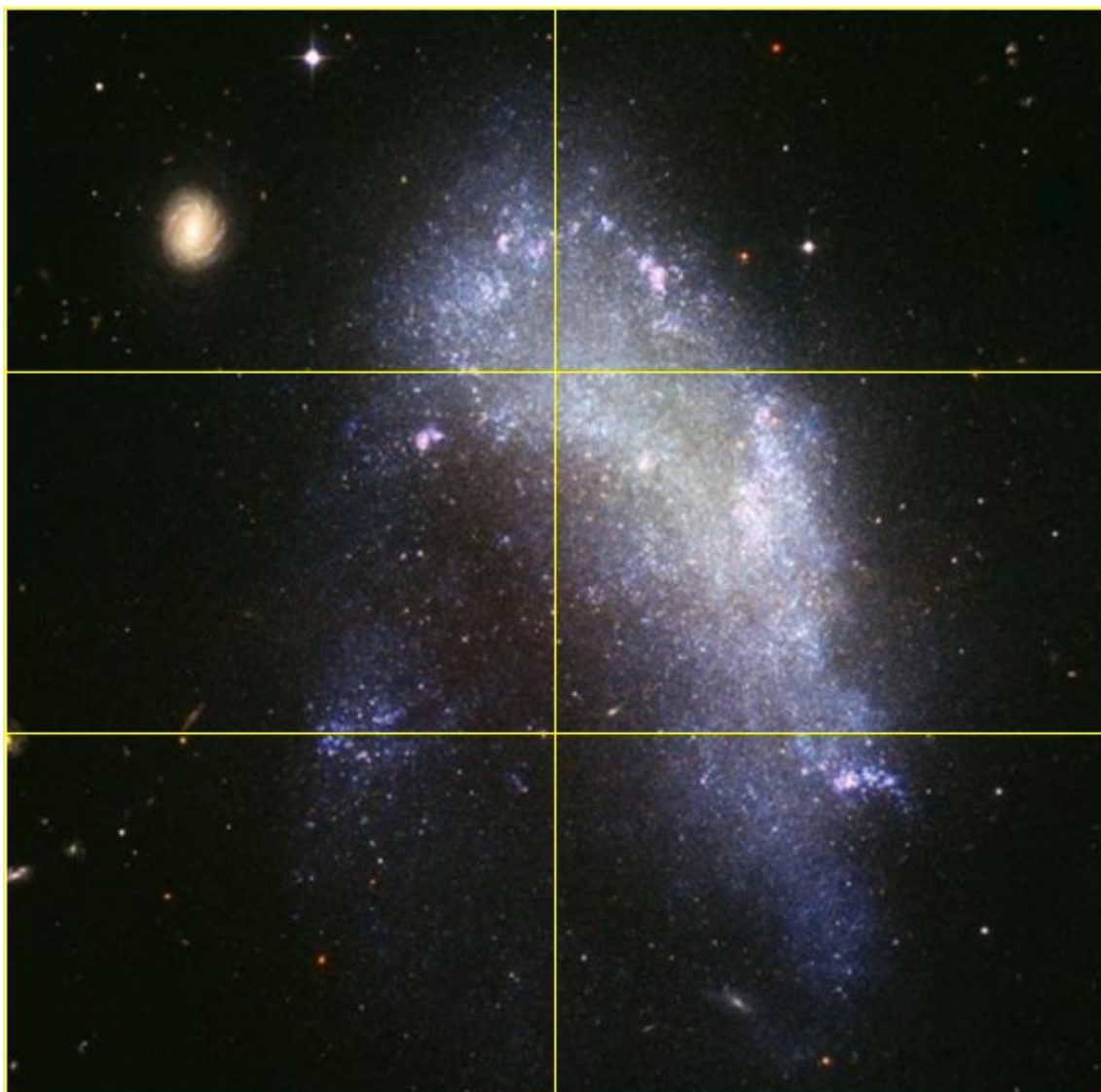
GALÁXIA VCC 1993



<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.

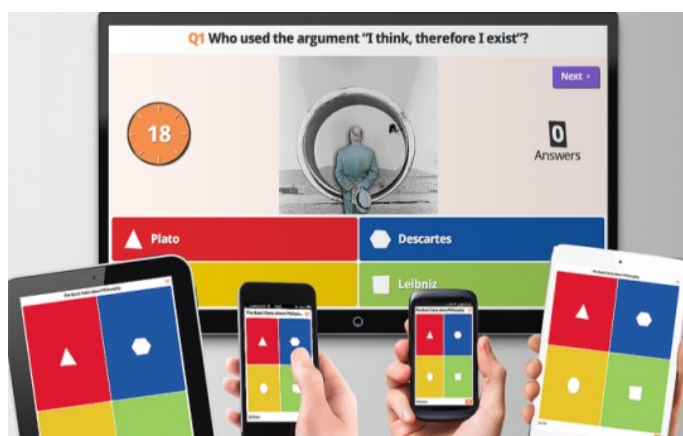
Figura 13: Exemplo de Pin do jogo



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

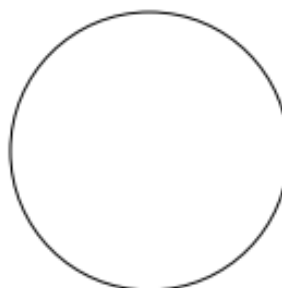
Cor: _____

Classificação:

() Anã

() Média

() Gigante



Estrela: **Rigel**

Diâmetro: 110 milhões Km

Temperatura: ~20.000K

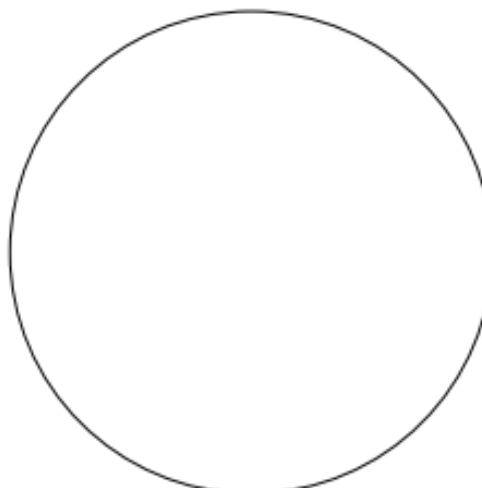
Cor: _____

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**

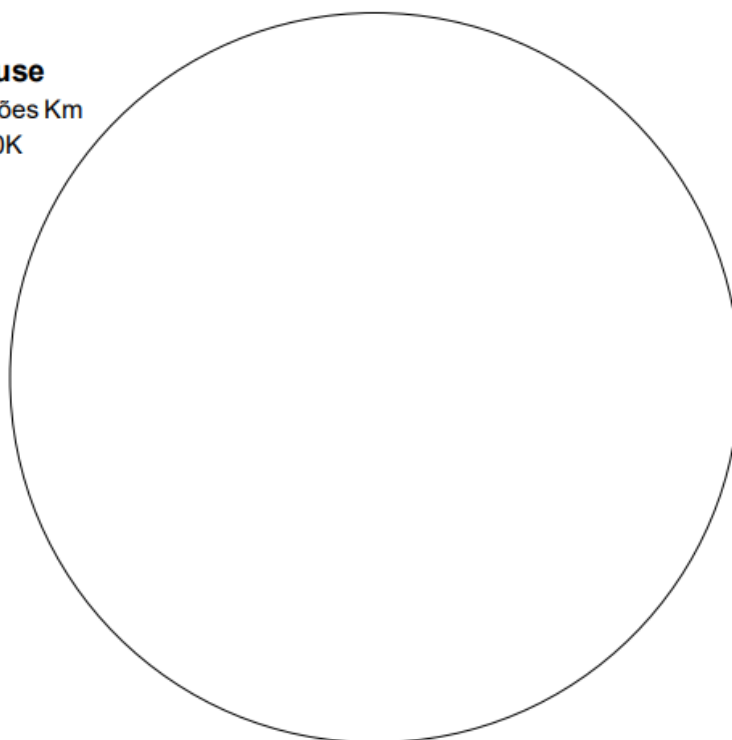
Diâmetro: 1200 milhões Km

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 / () Gigante



Estrela: **Sirius A**

Diâmetro: 2,4 milhões Km

Temperatura: ~10.000K

Cor: _____

Classificação:

() Anã / () Média / () Gigante



Estrela: **Alfa Centauro A**

Diâmetro: 1,6 milhões Km

Temperatura: ~6.000K

Cor: _____

Classificação:

() Anã / () Média / () Gigante



Estrela: **Alfa Centauro B**

Diâmetro: 1,3 milhões Km

Temperatura: ~6.000K

Cor: _____

Classificação:

() Anã / () Média / () Gigante



Estrela: **Alfa Centauro C**

Diâmetro: 0,21 milhões Km

Temperatura: ~3.000K

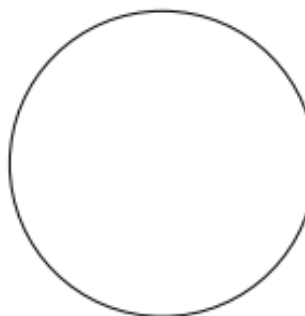
Cor: _____

() Anã / () Média / () Gigante

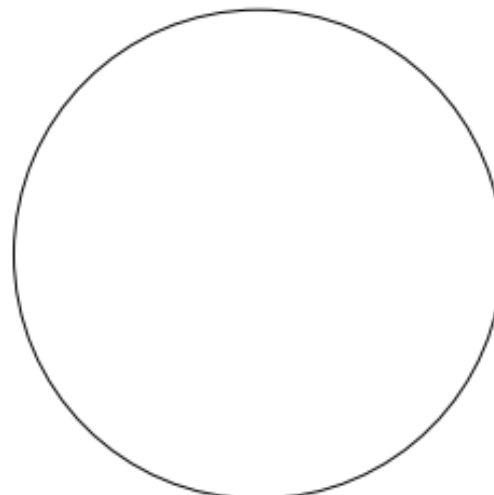


MODELO D

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 os 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

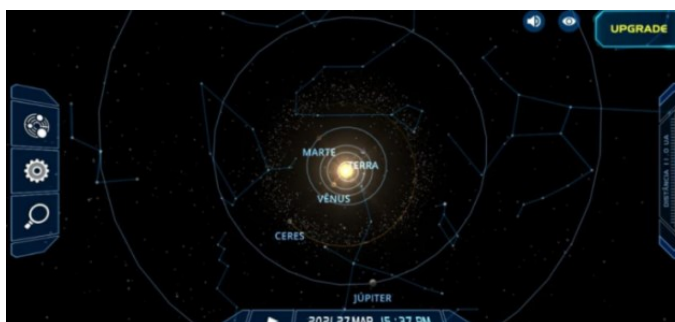


Fonte: Solar System Scope, adaptada, (2022).

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).

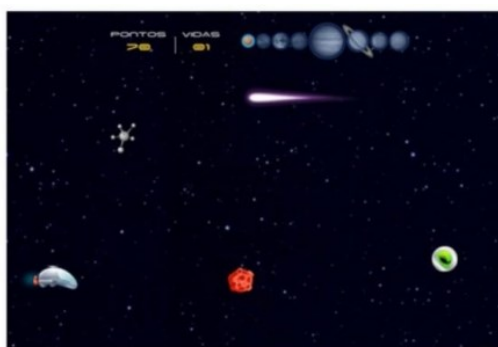
➤ **Atividade 2 - Jogo *on line*: Sistema Solar**

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.