



INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS MURICI
ESPECIALIZAÇÃO EM METODOLOGIAS APLICADAS AO ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

ANTONIO BARBOSA DOS SANTOS JUNIOR

CONCEPÇÕES DO UNIVERSO: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERLIGANDO
HISTÓRIA E FILOSOFIA DAS CIÊNCIAS (HFC) E A NATUREZA DAS CIÊNCIAS
(NDC) COM APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP) NAS AULAS DE
FÍSICA

MURICI - AL

2025



ANTONIO BARBOSA DOS SANTOS JUNIOR

CONCEPÇÕES DO UNIVERSO: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERLIGANDO
HISTÓRIA E FILOSOFIA DAS CIÊNCIAS (HFC) E A NATUREZA DAS CIÊNCIAS
(NDC) COM APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP) NAS AULAS DE
FÍSICA

Artigo científico apresentado ao Curso de Especialização em Metodologias Aplicadas ao Ensino de Ciências e Matemática Lato Sensu do Instituto Federal de Alagoas, Campus Murici, como requisito parcial para a obtenção de Especialista em Metodologias Aplicadas ao Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Geovana Dresch Webler
Co-orientador: Prof. Dr. Elder de Souza Claudino

MURICI - AL

2025



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
***Campus* Murici**
Biblioteca Prof. Cicero Vieira de Araújo

530.07
S237c

Santos Junior, Antonio Barbosa dos.

Concepções do universo: uma sequência didática interligando história e filosofia das ciências (HFC) e a natureza das ciências (NDC) com aprendizagem baseada em problemas (ABP) nas aulas de física / Antonio Barbosa dos Santos Junior. –

Dados eletrônicos (1 arquivo : 252 KB). – 2025.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: Internet.

Orientação: Prof^a. Dra. Geovana Dresch Webler

Co-orientador: Prof. Dr. Elder de Souza Claudino

Artigo Científico (Especialização em Metodologias Aplicadas ao Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal de Alagoas, *Campus* Murici, Murici, 2025.

1. Ensino de física. 2. Astronomia 3. História
e filosofia das ciências 4. Natureza das ciências
5. Aprendizagem baseada em problemas I. Título.


ANTONIO BARBOSA DOS SANTOS JUNIOR

CONCEPÇÕES DO UNIVERSO: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERLIGANDO
HISTÓRIA E FILOSOFIA DAS CIÊNCIAS (HFC) E A NATUREZA DAS CIÊNCIAS
(NDC) COM APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP) NAS AULAS DE
FÍSICA

Artigo científico apresentado ao Curso de Especialização em Metodologias Aplicadas ao Ensino de Ciências e Matemática Lato Sensu do Instituto Federal de Alagoas, Campus Murici, como requisito parcial para a obtenção de Especialista em Metodologias Aplicadas ao Ensino de Ciências e Matemática.


Aprovado (a) em:

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **GEOVANA DRESCH WEBLER**
Data: 16/10/2025 14:31:43-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Prof.a. Geovana Dresch Webler (Orientadora)

Instituto Federal de Alagoas – Campus Murici - PPGMAECM

Documento assinado digitalmente
 **ELDER DE SOUZA CLAUDINO**
Data: 16/10/2025 14:56:21-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Prof.a. Elder de Souza Claudino (Coorientador)

Instituto Federal de Alagoas – Campus Benedito Bentes

Documento assinado digitalmente
 **JOSE LEANDRO COSTA GOMES**
Data: 14/10/2025 12:20:52-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. José Leandro Costa Gomes

Instituto Federal de Alagoas – Campus Arapiraca

Documento assinado digitalmente
 **RODRIGO RAPOSO DA SILVA**
Data: 16/10/2025 13:20:09-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Rodrigo Raposo da Silva

Instituto Federal de Alagoas – Campus Murici - PPGMAECM

CONCEPÇÕES DO UNIVERSO: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERLIGANDO HISTÓRIA E FILOSOFIA DAS CIÊNCIAS (HFC) E A NATUREZA DAS CIÊNCIAS (NDC) COM APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP) NAS AULAS DE FÍSICA

Antonio Barbosa dos Santos Junior^{1*}

RESUMO

Diante das dificuldades encontradas para a inclusão do ensino de Astronomia na educação básica, em especial no Ensino Médio, seja pela falta de tempo devido à grande quantidade de conteúdo exigido no ENEM e vestibulares, bem como pela falta de contato e experiência dos professores com disciplinas de Astronomia, torna-se necessário promover discussões sobre os conteúdos abordados pela Astronomia. Isso se deve ao seu caráter interdisciplinar e ao seu grande potencial para engajar o ensino de Ciências de forma contextualizada em sala de aula. Contudo, dada a competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, presente na BNCC, este artigo tem como objetivo propor uma sequência didática voltada à compreensão das concepções de Universo ao longo da história. Assim, a sequência didática integra História e Filosofia das Ciências (HFC) e a Natureza das Ciências (NdC) utilizando a metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) nas aulas de Física. A proposta busca promover uma aprendizagem significativa, permitindo aos alunos compreender a evolução dos modelos cosmológicos e a construção do conhecimento científico. A sequência de ensino está estruturada em etapas que estimulam a investigação, o debate e a reflexão crítica, articulando os conteúdos de Astronomia com aspectos epistemológicos e históricos das ciências. Os resultados esperados incluem o desenvolvimento do pensamento crítico, a compreensão das ciências como um processo dinâmico e humano realizado por diversos indivíduos de acordo com o contexto social e a época em que está inserido, sem a presença de anacronismos.

Palavras-chave: Ensino de Física. Astronomia. História e Filosofia das Ciências. Natureza das Ciências. Aprendizagem Baseada em Problemas.

ABSTRACT

Given the difficulties encountered in including Astronomy teaching in basic education, especially in high school, whether due to lack of time due to the key content requested in Enem and entrance exams, as well as the lack of contact and experience of teachers with astronomy subjects. It is necessary to bring discussions of the content that Astronomy addresses due to its interdisciplinary nature and potential to engage contextualized Science teaching in the classroom. However, given the specific competence 2 of Natural Science and its Technologies present in the BNCC, this article aims to propose a didactic sequence

¹Licenciado em Física pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro
e-mail: ajr982960@gmail.com.

regarding the understanding of the Conceptions of the Universe throughout history. Thus, the respective didactic sequence integrates History and Philosophy of Science (HFC) and the Nature of Science (NdC) with the Problem-Based Learning (PBL) methodology for Physics classes. The proposal seeks to promote meaningful learning, allowing students to understand the evolution of cosmological models and the construction of scientific knowledge. The teaching sequence is structured in stages that encourage investigation, debate and critical reflection, articulating Astronomy content with epistemological and historical aspects of science. The expected results include the development of critical thinking, the understanding of science as a dynamic and human process carried out by several individuals according to the social context and time in which it is inserted, without the presence of anachronism.

Keywords: Teaching Physics, Astronomy, History and Philosophy of Science, Nature of Science, Problem-Based Learning.

1- INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, observa-se um crescimento expressivo no número de canais, perfis, comunidade e até mesmo de páginas nas redes sociais que focam nos assuntos relacionados às ciências de forma geral. Porém, especificamente o campo de conhecimento da Astronomia e as suas áreas afins vêm se destacando com inúmeras publicações nas redes sociais, como *Youtube*, *Instagram*, *TikTok*, *X* (antigo *Twitter*), por exemplo. Além disso, essas plataformas são amplamente acessadas diariamente em todo o mundo. No Brasil, o tempo gasto nas redes sociais é de aproximadamente 9 horas diárias, segundo o último relatório de 2024, da *We Are Social* com a agência *Meltwaer* (*We Are Social – Digital 2024: Brasil, 2024*).

No *Youtube*, plataforma que apresenta o maior número de usuários no Brasil, com uma base de 144 milhões de usuários ativos, destacam-se os canais como *Ciência todo dia* (do Pedro Loss), *Space Today* (do Sérgio Sacani) e o *canal do Schwarza*, que têm como objetivo informar sobre notícias e curiosidades científicas, além de abordar tópicos de Astronomia e as suas áreas afins, levando a obter mais de 1 milhão de pessoas inscritas em cada um dos canais e aumentando com o passar do tempo. Isso demonstra que a população brasileira tem demonstrado cada vez mais interesse por esses assuntos.

Esse interesse também se manifesta nas salas de aula, uma vez que os alunos estão cada vez mais imersos no mundo digital e têm fácil acesso à informação de diversas fontes. Assim, é comum que surjam questionamentos sobre temas científicos vistos nas redes ou na mídia. Porém, a forma como muitos conteúdos são divulgados nas redes sociais tende a distorcer a percepção do público sobre o trabalho científico, gerando concepções equivocadas, reducionistas, anacrônicas e personalistas das ciências, como alerta Gil Pérez et al. (2001).

Diante dessa perspectiva, o ensino de Astronomia na educação básica se apresenta extremamente importante devido seu caráter interdisciplinar, ou seja, buscando interconexão entre diferentes áreas do conhecimento, que segundo a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), a educação científica é crucial para preparar os jovens para os desafios do século XXI, promovendo não apenas habilidades técnicas, mas

também pensamento crítico e soluções criativas para problemas complexos (Unesco, 2015, 2017 e 2021). Nesse sentido, uma abordagem interdisciplinar que aborda conceitos de Astronomia e outras áreas do conhecimento permite aos alunos desenvolverem uma compreensão holística do planeta Terra, Universo e a nossa interação diante deles.

Além do mais, o ensino de Astronomia permite combater o analfabetismo científico que o Brasil enfrenta, que só pode ser combatido com a popularização das ciências e a melhoria do desempenho de crianças e jovens em ciências; e até mesmo, minimizar a visão equivocada sobre a Natureza das Ciências (NdC) recorrendo à História e Filosofia das Ciências (HFC) nas discussões de um determinado tema. Deste modo, nada melhor do que inserir a Astronomia nas aulas de Ciências, durante o Ensino Fundamental e nas aulas de Física, durante o Ensino Médio. Porém, inserir a Astronomia nas aulas de Física está ficando cada vez mais difícil devido à quantidade de conteúdo a ser ministrado pelos professores como também a pouca carga horária semanal dessa disciplina com a reformulação do novo Ensino Médio por meio da Lei nº 13.415/2017, alterando a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, promulgada em fevereiro de 2017.

Diante do exposto, este artigo visa colaborar com o ensino da Astronomia no Ensino médio, inserindo-as nas aulas de Física, especificamente nas aulas sobre gravitação, recorrendo à História, Filosofia e a Natureza das Ciências para discutir sobre a concepção atual do Universo (paradigma aceito no que tange aos modelos cosmológicos) baseada na utilização das metodologias ativas para fomentar o aluno como protagonista do seu próprio ensino, saindo das algemas do ensino tradicional impostos em nossas escolas e desestimulando os alunos de almejar a busca do conhecimento.

Em termos do processo de ensino-aprendizagem, a sequência didática se faz importante no aspecto de obter resultados significativos na busca do caminho para o melhor aprendizado do discente, ou seja, guiando os passos pelo qual o docente precisa seguir para chegar no seu objetivo final de ensino e aprendizagem dos alunos (Ferraz, 2022). Além disso, muitos trabalhos presentes na literatura mostram o uso da sequência didática como forma de mediação do processo de ensino-aprendizagem. Segundo Silva et al. (2021), visando melhorar o ensino de Astronomia, cita a utilização da sequência didática, com três momentos pedagógicos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

Dessa forma, apresentaremos uma sequência didática que aborda essa temática por meio da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), totalmente alinhada à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), permitindo aos alunos examinarem como as concepções do Universo de Aristóteles, Ptolomeu, Copérnico e o modelo cosmológico padrão (baseado na teoria do Big Bang e na parametrização Lambda-CDM) influenciaram o desenvolvimento do pensamento astronômico e a compreensão do Cosmos ao longo da história. Com isso estimular os alunos a refletirem sobre o papel das ciências na construção do conhecimento, considerando as implicações filosóficas e éticas das descobertas astronômicas.

2.1 ENSINO DA ASTRONOMIA NA BNCC

Partindo do nosso Currículo Escolar, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) nos orienta ter um olhar sobre o estudo das concepções do Universo como conteúdo especialmente relevante para o ensino de ciências e Física no Ensino Fundamental e Ensino Médio, respectivamente, devido ao diálogo com diversas competências e habilidades que a BNCC busca desenvolver em nossos alunos.

No Ensino Médio, a BNCC destaca, em virtude da ausência do ensino de Astronomia na educação básica, uma competência específica na área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, ressalta a importância dos alunos compreenderem como as explicações científicas evoluíram ao longo do tempo:

Em Vida, Terra e Cosmos, resultado da articulação das unidades temáticas Vida e Evolução e Terra e Universo desenvolvidas no Ensino Fundamental, propõe-se que os estudantes analisem a complexidade dos processos relativos à origem e evolução da Vida (em particular dos seres humanos), do planeta, das estrelas e do Cosmos, bem como a dinâmica das suas interações, e a diversidade dos seres vivos e sua relação com o ambiente. Isso implica, por exemplo, considerar modelos mais abrangentes ao explorar algumas aplicações das reações nucleares, a fim de explicar processos estelares, datações geológicas e a formação da matéria e da vida, ou ainda relacionar os ciclos biogeoquímicos ao metabolismo dos seres vivos, ao efeito estufa e às mudanças climáticas (Brasil, 2018, p. 549).

Esse conteúdo está alinhado com a unidade temática “Terra e Universo”, que busca, entre outros objetivos, promover uma compreensão crítica das teorias sobre o Universo e sobre a origem dos astros e do sistema solar. Nesse sentido, estudar os modelos cosmológicos, como o modelo aristotélico e o sistema geocêntrico permitem aos alunos entender como as primeiras explicações científicas estavam conectadas com as observações empíricas e com a cosmovisão das épocas passadas, criando um contexto para comparar com o heliocentrismo e, eventualmente, com o modelo relativístico moderno.

No Ensino Médio, no início do capítulo sobre Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a BNCC destaca competências gerais que se conectam diretamente ao ensino de Astronomia (podemos associar seus tópicos com os conteúdos presentes nas aulas de Física), possibilitando a abordagem dos principais modelos históricos sobre a concepção do Universo. A proposta de aprofundamento nos temas Matéria e Energia, Vida e Evolução, e Terra e Universo abre espaço para discussão sobre a evolução dos modelos astronômicos — desde o modelo aristotélico, que via o Universo como imutável e centrado na Terra, até o modelo do Universo sem centro fixo.

Inserir a Astronomia nos componentes das Ciências da Natureza (Física, Química e Biologia), dessa forma, pode ilustrar como as ideias científicas evoluem, como a Química contribui para a análise da composição dos corpos celestes, a Física aborda os princípios de movimento e gravidade, e a Biologia questiona a possibilidade de vida no cosmos. Entre as competências gerais da BNCC, a competência 2 destaca-se por sua pertinência a todos os conteúdos de Astronomia, fazendo dela um elo indissociável entre Biologia, Física e Química (Fonseca & Elias, 2021).

Além disso, a BNCC aprofunda essas questões no eixo de “Fenômenos Naturais” e incentiva o uso de uma abordagem interdisciplinar que abrange as teorias e os modelos científicos que explicam o Universo. Os estudantes são estimulados a desenvolver uma compreensão crítica e contextualizada sobre o desenvolvimento científico. O estudo do heliocentrismo, por exemplo, possibilita a análise dos avanços científicos que culminaram na Revolução Científica e prepara os alunos para debates sobre ciências e religião, ajudando-os a entender como a ciência evoluiu em diálogo e em confronto com diferentes visões culturais e ideológicas inserindo a História e Filosofia das Ciências na educação básica (Guarnieri et al., 2021).

A inclusão de um Universo sem centro fixo e da Teoria da Relatividade, bem como o entendimento do espaço-tempo, responde a um dos objetivos específicos da BNCC, que é formar alunos com uma visão crítica do papel das ciências na sociedade contemporânea. Esses temas sinalizam um ponto de partida para que os estudantes compreendam as fronteiras do conhecimento científico atual, como a física quântica e a cosmologia moderna, e incentivam reflexões sobre a importância das ciências para responder às questões sobre a existência e as condições de vida no cosmos recorrendo a Filosofia e a Natureza das Ciências nesses processos (Mendonça, 2020).

Além disso, a BNCC enfatiza a utilização de metodologias ativas e de abordagens que incentivam o estudante a ser o protagonista de seu aprendizado. Com isso, temas como o desenvolvimento das concepções do Universo podem ser explorados utilizando metodologias como a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), que, no caso de Astronomia e Física, podem envolver a resolução de problemas históricos e debates sobre os modelos cosmológicos ao longo dos séculos. Essa metodologia é útil para a reflexão crítica e para a prática de argumentação, tanto oral quanto escrita, e conecta os alunos ao processo investigativo das ciências, o que é uma habilidade central proposta pela BNCC e vem ganhando destaque no ensino de Física nos últimos anos, de acordo com os artigos publicados nos períodos de 2015 até os dias atuais (Nascimento, 2023).

2.2 METODOLOGIAS ATIVAS E A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP)

A sociedade atual, com suas rápidas transformações sociais, políticas, econômicas e tecnológicas, exerce um impacto profundo nas interações humanas, e a escola, por sua estrutura historicamente sólida, é um dos espaços mais afetados por esse dinamismo (Diesel et al., 2017). Diante disso, é fundamental que os alunos desenvolvam novas competências e habilidades, indo além dos conteúdos disciplinares. Isso exige um repensar das práticas pedagógicas tradicionais (Mouran, 2019; Araújo & Ramos, 2023).

Nesse contexto, as metodologias ativas surgem como uma alternativa para transformar o fazer docente e superar as limitações do ensino tradicional. Enquanto a educação convencional, ou "bancária", se concentra na transmissão passiva de conteúdo pelo professor (Freire, 1996), as metodologias ativas colocam o aluno no centro do processo de aprendizagem, promovendo uma construção colaborativa do conhecimento.

Vale mencionar que, para ter uma visão concreta sobre as metodologias ativas no ensino, conhecer seus pilares é essencial. Segundo Diesel et al. (2017), os princípios são: aluno no centro do ensino e aprendizagem, professor sendo mediador, autonomia, reflexão, inovação, problematização da realidade e trabalho em equipe.

Figura 1: Os princípios das metodologias ativas.



Fonte: Diesel e seus colaboradores (2017).

No intuito de deixar mais claro cada princípio das metodologias ativas apresentada no trabalho de Diesel et al. (2017), e considerando a importância para a construção da sequência didática proposta neste artigo, faz-se necessária uma breve definição de cada um deles.

- **Aluno no centro do ensino e aprendizagem:** É necessário retirar o foco central do processo de ensino e aprendizagem do docente e centralizar o aluno no processo, tornando-o responsável direto pelo seu aprendizado.
- **Professor sendo mediador:** Como dito no tópico anterior, a nova posição do professor será conduzir o aluno no processo de ensino e aprendizagem, mostrando-lhe estratégias durante a caminhada que possam resultar no seu êxito.
- **Autonomia:** Em vez de ser meros receptores de conteúdos durante as aulas, as metodologias ativas propõem um espaço onde os alunos se sintam incentivados a manifestarem e posicionarem-se de forma crítica sobre os procedimentos que norteiam o processo de aprendizagem;
- **Inovação:** É um ponto necessário para ocorrer a efetivação das metodologias ativas no ensino, já que procura transcender os métodos do ensino tradicional – baseada em apenas transmissão de conteúdos de forma mecânica com aluno sendo apenas um receptor). No intuito de superar esse modelo, professores e alunos deve-se pensar em inovações, renovações e criar novas metodologias de ensino;

- **Problematização da realidade e reflexão:** Esses dois princípios estão unidos no objetivo de problematizar a realidade fazendo uma análise e tomando uma consciência dela;
- **Trabalho em equipe:** As metodologias ativas buscam uma interação constante entre os alunos para execução das atividades propostas.

Atualmente, na literatura encontramos diversas metodologias ativas que podem ser inseridas em sala de aulas com base nesses princípios, visando uma aprendizagem colaborativa (Lovato et al. 2018): Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), Aprendizagem Baseada em Times (ABT), Aprendizagem Baseada em Projeto (ABP), Sala de Aula Invertida, Instruções por Pares e Problematização. No caso deste artigo, evidenciando a construção de uma sequência didática, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) foi a base para sua estruturação.

O motivo da escolha da ABP para desenvolver a sequência didática está direcionada a sua abordagem centrada no aluno, como também baseada na solução de problemas reais ou fictícios em pequenos grupos, com o professor sendo um mediador do conhecimento (Lovato, 2018; Mouran, 2019). Para solucionar esses problemas, os alunos devem recorrer aos seus conhecimentos prévios, discutir entre si, estudar, adquirir e integrar novos conhecimentos obtidos ao longo de três momentos (Lovato, 2018). Segundo Borges et al. (2014), a integração, alinhado à prática, facilita a retenção do conhecimento e reforça o papel ativo do estudante neste processo, encaminhando a aprender como aprender. Além disso, valoriza os conteúdos a serem aprendidos. Além do mais, essa metodologia já foi proposta em sequência didática na Astronomia, como relata Zanone (2018) em sua dissertação de mestrado para os anos finais do ensino fundamental, inserindo atividades que buscavam incentivar os alunos valorizando seu conhecimento prévio, desencadeando desenvolver um discurso próprio de maneira ativa, tendo o professor como facilitador desse processo.

Conforme os autores (Lovato, 2018; Mouran, 2019; Lopes, 2019), a ABP é dividida em três momentos: apresentação da problemática ao grupo de alunos, estudos individuais e a solução da problemática.

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) inicia-se com a apresentação de uma problemática (real ou simulada) a um grupo de alunos. O professor deve apresentar o problema de forma clara. Em seguida, o grupo identifica termos desconhecidos e o ponto-chave da problemática, debatendo-os com base em seus conhecimentos prévios e experiências (Lovato, 2018).

Para organizar as discussões, o grupo sintetiza as ideias para formular hipóteses de solução e objetivos de aprendizagem, que podem ser expressos como perguntas (Borges et al., 2014). Com as hipóteses e objetivos definidos, começa a etapa de estudo individual. Aqui, o professor atua como orientador, auxiliando os alunos na seleção de referências confiáveis, evitando fontes duvidosas e textos excessivamente técnicos.

Após o estudo individual, os alunos retornam ao grupo para compartilhar os resultados de suas pesquisas, apresentando os referenciais teóricos utilizados. Caso a problemática não seja resolvida, o professor orienta o grupo a revisar o erro e reformular hipóteses e objetivos para novos estudos individuais (Lopes, 2019).

Finalmente, um momento de reflexão e autoavaliação é essencial. Os alunos, individualmente, analisam o processo do trabalho, identificando dificuldades na interação, organização, estudo individual e busca de referenciais teóricos.

2.3 HISTÓRIA E FILOSOFIA DAS CIÊNCIAS (HFC) E A NATUREZA DAS CIÊNCIAS (NdC)

No cenário atual da nossa sociedade, cada vez mais dinâmica e tecnológica, fatores que estão entrelaçados com o desenvolvimento científico, devemos preparar os alunos para se tornarem indivíduos críticos e criativos, capazes de lidar com as constantes inovações nas ciências e tecnologias, além de compreender a articulação entre os conceitos científicos e seus usos sociais; desencadeando um dos principais anseios de uma educação científica de qualidade em quaisquer níveis de educação. Além disso, a preparação acadêmica dos alunos não pode ocorrer apenas focada em conteúdos direcionados às Ciências, mas buscar traduzir esses conceitos numa compreensão contextualizada desses saberes, entrelaçando a dinâmica e a complexidade da vida humana (Forato, T. C. M. et al, 2011).

No âmbito dessa perspectiva, é necessário realizar profundas reflexões sobre as metodologias adotadas para o ensino e aprendizagem, assim como sobre os materiais utilizados nas aulas, a fim de promover a convergência de uma educação científica de qualidade. Muitas vezes, deparamo-nos com um ensino tradicional, nada atrativo aos alunos (levando ao desinteresse pelo conteúdo), apoiado somente na resolução de formas, decoreba de teorias e desassociado com a realidade do discente; acarretando nos altos índices de analfabetismo científico presente em nossa sociedade e culminando na propagação de *fake news* - algo que ficou muito evidente durante a pandemia do coronavírus em 2020.

Um aspecto que podemos explorar é a importância de se aprender sobre o que caracteriza as ciências como um empreendimento humano, permitindo uma abordagem do papel da ciências na sociedade contemporânea, assim recorrendo à História e a Filosofia das Ciências para compreender a Natureza das Ciências, o que requer uma reflexão crítica dos pressupostos que permeiam o seu ensino (Forato, T. C. M. et al, 2011). Porém, devemos ter cuidado, segundo Gil-Pérez e seus colaboradores (2001), já que as visões que os professores possuem sobre o trabalho científico acaba conduzindo as suas práticas educativas e refletindo a concepções da Natureza das Ciências aos seus alunos que muitas das vezes podem carregar consigo visões distorcidas, como apresentado em seu artigo².

No que se refere a utilização da História e Filosofia das Ciências no Ensino de Ciências (Física, Biologia e Química) segundo Hidalgo & Junior (2016), abre-se portas para criar um ambiente propício visando novas atitudes didáticas, considerando o discente não como um receptor passivo de conteúdos (educação bancária, de acordo com Paulo Freire), mas um ambiente de diálogos buscando a interação entre professor-aluno-conhecimento-comunidade. Para os autores, Hidalgo & Junior (2016) quanto às perspectivas de Auler & Delizoicov (2001) e entre outros autores, a inserção da HFC no

² As visões distorcidas apresentadas no artigo de Gil-Pérez e seus colaboradores (2001) sobre o trabalho científico são: evidências de concepções empírico-indutivista e atórica, a-histórica, dogmática, elitista, acumulativas, exclusivamente analíticas e lineares; em geral associado a grandes gênios.

Ensino de Ciências pode ser uma ferramenta aos docentes na promoção de ambientes de aprendizagens que estimule a cidadania e a democratização do conhecimento no próprio processo de ensino e aprendizagem dos alunos, assim abrindo portas para refletir tanto o mundo que vive, como sobre o seu próprio conhecimento.

Porém, antes de aprofundar nos conceitos da HFC e NdC, vale ressaltar que a sequência didática, neste artigo, também se baseia na abordagem de pluralismo das ciências, uma perspectiva filosófica que questiona a ideia existente de uma única e verdadeira forma de fazer ciência; como também, se opõe à noção de que uma área do conhecimento é superior às outras. Assim, buscando defender a diversidade de métodos, teorias e até mesmo de abordagens filosóficas para o progresso do conhecimento (Costa et al., 2000). Deste modo, iremos trabalhar com o conceito mais geral, Histórias e Filosofia das Ciências e as Naturezas das Ciências.

Mas, afinal, o que é Histórias das Ciências? Filosofia das Ciências? E até mesmo a Natureza das Ciências? Sabemos que diversos autores destacam essas áreas como ferramentas importantes a serem inseridas desde os anos iniciais do Ensino de Ciências até o ensino superior. Para Martins (2005), a História das Ciências apresenta duas divisões enquanto a sua abordagem, sendo elas de caráter internalista, que diz a respeito às teorias, leis, fatos e conceitos que competem e corroboram entre si, enquanto o caráter externalista compreende aos aspectos políticos, sociais e econômico no devido espaço e no tempo que está inserida ou seja, que as ciências foi desenvolvida.

As duas abordagens presentes na História das Ciências – tanto a internalista quanto a externalista – foram levadas em conta na construção da sequência didática deste artigo. O motivo está direcionado na vertente de repulsa ao reducionismo presentes em diversos conceitos científicos, já que são propagados em livros didáticos e acaba levando aos docentes não evidenciar a compreensão dos contextos pelos quais um determinado conceito científico foi proposto, omitindo as relações e os aspectos centrais do pensamento científico em seus respectivos tempos (Hidalgo & Junior; 2016).

No que tange à Filosofia das Ciências, Lakatos (1978) afirmava o seguinte: “A Filosofia das Ciências sem a História das Ciências é vazia; a História das Ciências sem a Filosofia das Ciências é cega” (traduzido do inglês: *The Philosophy of Science without the History of Science is empty; the History of Science without the Philosophy of Science is blind*). Na visão de Medeiros & Borges (2007), a Filosofia das Ciências tem duas divisões: Ontológica e Epistemológica. No viés Ontológico, a Filosofia das Ciências tem como problema central realizar o questionamento sobre o valor do conhecimento científico para a sociedade e como validar esse determinado conhecimento como científico. Por outro lado, o epistemológico, busca responder como o conhecimento é construído e quais conceitos se destacam em relação aos outros. Ambas divisões são essenciais a serem trabalhadas unidas, integrando com as duas divisões da História das Ciências – internalista e externalista – para desencadear os conceitos que norteiam a compreensão da Natureza das Ciências (NdC).

A definição do objeto de estudo da NdC está bem estruturada na literatura, apresentando um conjunto de elementos que devem abordar a construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico. Tais elementos podem abranger desde a parte

interna, focada sobre o método científico, a relação entre experimento e teorias, como também na parte externa, nas relações das ideias científicas perante as influências dos contextos políticos, sociais, econômicos e até mesmo religioso de acordo com seu espaço e tempo que estejam inseridos. Em um panorama geral, podemos designar a NdC como um compilado de saberes com as bases epistemológicas, filosóficas, históricas e culturais que envolvem as ciências buscando compreender como ela influencia e é influenciada pela sociedade. Porém, segundo Moura (2014), a literatura apresenta duas visões sobre a concepção da Natureza das Ciências: aspectos consensuais da NdC, defendida por Gil-Pérez e seus colaboradores e o conceito de semelhança familiar que tem como um dos seus defensores Gürol Irzik e Robert Nola.

No caso deste artigo, que propõe uma sequência didática relacionada a HFC e NdC com auxílios da ABP dentro da temática de concepções do Universo, é interessante utilizar a visão da NdC no aspecto consensuais, já que podemos analisar os seguintes pontos:

- As ciências são mutáveis, dinâmicas e tem como objetivo buscar explicar os fenômenos naturais;
- A teoria não é consequência da observação/experimento e vice-versa;
- As ciências são influenciadas pelo contexto político, social, religioso e econômico, no qual deve ser construída;
- Não existe um método científico universal;
- Os cientistas não são neutros, já que utilizam crenças, imaginações e influências externas ao fazer ciências.

Esses pontos destacados irão enriquecer a sequência didática com discussões durante as aulas entre aluno-aluno e professor-aluno, e fomentar problemas para serem resolvidos na Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Um exemplo que pode ser trabalhado nesse viés são os motivos que sustentaram o modelo de Universo Aristotélico perdurar por mais de 14 séculos.

Além disso, visando os alunos terem uma visão mais ampla (seja ela interna ou externa) sobre o processo de fazer Ciências, Moura (2014) defende da seguinte maneira:

“Estudar a Natureza da Ciências significa compreender como o homem constrói o conhecimento científico, tendo como base suas concepções filosóficas, ideológicas e metodológicas. [...] A História, pela análise da vida e da época dos cientistas, humaniza os assuntos das Ciências, fazendo-os menos abstratos e mais interessantes para os estudantes. [...] Dessa forma, a História e Filosofia das Ciências formam um caminho possível para a discussão da Natureza das Ciências, porque evidenciam os meandros da construção do conhecimento científico, contextualizando as Ciências”.

Em termos da BNCC, observamos traços que dão ênfases a exploração da HFN e NdC no Ensino de Ciências, como “Foco na investigação e construção do conhecimento”, “Destacando a importância da curiosidade e do pensamento crítico” e “Enfatizando a relação entre ciências, sociedade e ambiente”. Deste modo, é necessário inserir essas vertentes na sequência didática proposta.

2.4 EPISTEMOLOGIA DE THOMAS KUHN: PARADIGMA E REVOLUÇÃO CIENTÍFICA

A sequência didática desenvolvida neste artigo baseia-se na epistemologia da ciência de Thomas Kuhn, com o intuito de trabalhar os paradigmas vigentes dos modelos cosmológicos em cada época da humanidade como também, as revoluções científicas que já ocorreram nesta vertente do conhecimento em busca de descrever o universo como um todo.

Thomas Kuhn, historiador e filósofo das ciências e físico, modificou a forma de como entendemos as ciências através do seu livro de 1962, “A Estrutura das Revoluções Científicas”. Anteriormente de Kuhn, a visão dominante era que as ciências progrediam de forma linear e cumulativa, com constante adição de novas descobertas. No entanto, Kuhn, apresentou que o progresso científico é um processo irregular e descontínuo, marcado por uma sequência de período normal das ciências, nos quais os pesquisadores vão aderir um paradigma, interrompidos por revoluções científicas. Os momentos extraordinários são marcados por anomalias/crises no paradigma dominante, resultando em sua ruptura (Kuhn, 1978; Ostermann, 1996).

2.4.1 CONCEITO DE PARADIGMA

Certamente, para Kuhn, o conceito de paradigma é o conceito mais fundamental. O paradigma é além do que apenas uma teoria; é uma estrutura completa que irá definir a prática de uma determinada Ciência em uma determinada época. Nesse viés, Kuhn, emprega a expressão “matriz disciplinar”. Segundo Ostermann (1996), o termo se refere a uma posse particular dos praticantes de uma disciplina particular e composta de elementos ordenados. Além disso, englobando, leis e teorias fundamentais, aplicações dessas leis e teorias, instrumentos e técnicas nas pesquisas, valores compartilhados e a visão de mundo que orientam as pesquisas e as interpretações dos resultados.

2.4.2 CIÊNCIA NORMAL E ANOMALIAS

Na perspectiva de Kuhn (1978), os trabalhos realizados dentro de um paradigma são chamados de ciência normal. Nesse período, os cientistas não trabalham na busca de descobrir novidades que possam abalar a teoria existente. Pelo contrário, eles se dedicam a resolver os problemas dentro do paradigma, com objetivo de encaixar a natureza na estrutura teórica do paradigma.

Porém, nem todos os problemas são resolvidos. Porventura, começa a surgir o que Kuhn designou de anomalias (gerando o período da ciência extraordinária) – fatos ou observações que não condizem e/ou não podem ser explicados pelo paradigma atual. Deste modo, os cientistas tentam acomodar essas anomalias, mas, se elas continuarem acumulando e persistirem, a confiança no paradigma vigente começa a ser abalada (Ostermann, 1996).

2.4.3 CRISE E REVOLUÇÃO CIENTÍFICA

Ostermann (1996), relata sobre o período da ciência extraordinária, que resultará em estado de crise, quando as anomalias se tornam numerosas e a comunidade científica passa a desacreditar na capacidade do paradigma vigente de resolvê-las. Nas entrelinhas do artigo de Ostermann (1996), as teorias não são falsificadas em uma comparação direta com a natureza. A decisão de rejeitar um paradigma vigente é sempre decidir simultaneamente aceitar outro. O resultado dessa transição de um paradigma para um novo, segundo Kuhn (1978), é chamado de revolução científica, onde os cientistas passam a ver o mundo de uma maneira totalmente nova. Após a revolução, o ciclo recomeça, e o novo paradigma estabelece um novo período de ciência normal.

2.5 UMA BREVE HISTORIOGRAFIA DOS PARADIGMAS DOS MODELOS COSMOLÓGICOS

O Ensino de Ciências defende uma forma de ensino que busque em sua estruturação pautar o desenvolvimento do conhecimento científico como um empreendimento humano, ou seja, fazendo ligações com outros elementos da cultura humana.

Um dos recortes que podemos analisar com calma utilizando o arcabouço da HFN e NdC, são os paradigmas que tange os modelos cosmológicos ao longo da história humana, cujas mudanças ao longo do tempo estão amarradas com o contexto da época, as crenças, os instrumentos disponíveis e a forma de fazer ciências (filosoficamente). Além disso, evitando o anacronismo, visão linear do conhecimento e que o mesmo seja cumulativo ao longo dos séculos, já que é impossível abordar tantos personagens históricos que contribuíram para o desenvolvimento da concepção do universo ao longo dos séculos em poucas aulas. Durante as aulas e até mesmo discussões dos alunos, será apresentado outros personagens históricos que contribuíram com estudos para sustentar o paradigma vigente na época como também confrontá-lo, como Eudoxo e Hiparco para o Geocentrismo, Capela, Oresme e Nicolau de Cusa para o Heliocentrismo.

No primeiro momento, muitas sociedades antigas explicavam o universo como um mito cosmogônico, em seguida, como exemplo, surgem as primeiras tentativas de explicar o Universo, na procura do *Arché*, com os pré-socráticos (na Grécia Antiga).

Em meio a essa efervescência, Aristóteles propõe seu modelo cosmológico, que será descrito no tópico seguinte, que passa sofrer aperfeiçoamento com Ptolomeu, onde a concepção do modelo cosmológico Aristotélico-Ptolomaico perdura por mais de 10 séculos, até desencadear no modelo copernicano. Tal transformação do modelo cosmológico acaba contribuindo para o que chamamos de revolução científica, levando a profundas mudanças na forma que o homem via em si e o mundo em sua volta. Nas palavras de Blaise Pascal (Porto & Porto, 2009): “O silêncio eterno desses espaços infinitos me apavora”.

Embora, hoje, muitos desses modelos cosmológicos estejam superados, em virtudes do paradigma atual da Cosmologia seja o Modelo Λ CDM (Lambda Matéria Escura Fria –

traduzido do inglês – *Lambda Cold Dark Matter*), eles foram fundamentais para a formação e o desenvolvimento do conhecimento astronômico ao longo dos séculos e são interessantes para compreender principalmente como funciona os aspectos da NdC.

2.5.1 MODELO COSMOLÓGICO DE ARISTÓTELES

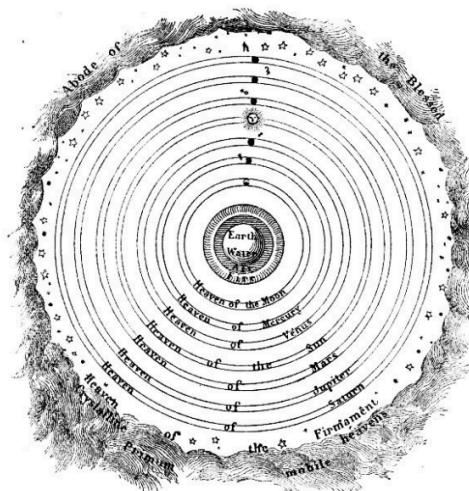
O modelo cosmológico de Aristóteles perdurou do século IV a.C. até o século XVI d.C., ou seja, estendendo-se por mais de 14 séculos como paradigma em relação à descrição do Universo, com caráter puramente qualitativo. Para Aristóteles, a ideia de vácuo era inexistente, já que era contraditória em si, levando a crer que o Universo era completamente preenchido de matéria, explica Fabris (2020).

Segundo Porto & Porto (2009), a filosofia de Aristóteles rejeita a existência de uma extensão material infinita; e um dos pilares da sua Cosmologia é um Universo Finito. Além disso, é formado por esferas concêntricas, com um centro estático e o planeta Terra ocupando a respectiva posição; apresentada em sua obra *Metafísica*.

Por exemplo, a visão aristotélica sobre o Universo, consolidou-se na Grécia Antiga com o filósofo Aristóteles, cujo modelo cosmológico era finito e ordenado, formado por esferas concêntricas e com a Terra fixa em seu centro, apresentada em sua obra *Metafísica*.

Entre as características fundamentais da sua Cosmologia, encontra-se o aspecto de um Universo organizado, ou seja, cada constituinte ocupa o seu devido lugar, estabelecido pela sua própria natureza: o elemento mais pesado, Terra, encontra-se no centro deste Universo, enquanto os elementos mais leves, água, ar e fogo, respectivamente, formam as camadas concêntricas em torno, conforme é mostrado na Figura 2. Segundo Martins (1994) em seu livro “O Universo”, na física de Aristóteles, os corpos, deixados por si só, sem a presença de força agindo sobre elas, tendem a realizarem espontaneamente seus movimentos na busca de retornar às suas devidas posições no Universo.

Figura 2: Representação do Universo Aristotélico.



Fonte: Blake, 1877.

Outro aspecto fundamental é a distinção entre o mundo terrestre e o celeste, assim constituindo uma divisão no Universo: o **mundo sublunar** (ou terrestre) sujeito à mudança e à imperfeição, onde a Terra era envolvida pelos quatro elementos; e o **mundo supralunar** (ou celeste), considerado perfeito e eterno, onde os corpos imutáveis são descritos através de movimentos circulares naturais em torno da Terra e é constituído pelo éter ou a quintessência, cujas esferas planetárias e a esfera das estrelas fixas estão situadas nesta região celeste. Além disso, a esfera das estrelas é movida pelo *Primum Mobile* (Primeiro Motor) (Martins, 1994).

Porém, com os avanços das observações do céu pelos astrônomos gregos, o modelo cosmológico de Aristóteles começou a apresentar algumas inconsistências na explicação dos movimentos dos corpos celestes – uma anomalia científica, segundo Kuhn. Assim, abrindo brechas na construção de um modelo mais sofisticado para explicar as variações de brilho dos corpos celestes, que confrontavam com a crença da imutabilidade dos corpos celestes (Porto & Porto, 2009; Fabris, 2020).

A respectiva visão cosmológica perdurou dominante ao longo da Idade Média e foi integrada à cosmologia medieval, influenciando as concepções da Igreja e da filosofia escolástica (DUHEM, 1985).

2.5.2 MODELO COSMOLÓGICO DE PTOLOMEU

No século II d.C., o astrônomo Ptolomeu buscou refinar o Universo de Aristóteles, levando a desenvolver o Universo Geocêntrico em sua obra *Composição matemática (Almagesto)*, que está dividida em treze livros e também contém uma lista de 48 constelações e um catálogo estelar com cerca de mil estrelas. Esta obra apresenta um tratado no qual a Terra permanece como centro fixo do Universo finito, rodeada por corpos celestes orbitando em seu entorno, como a Lua, o Sol, os planetas e as estrelas fixas (Martins, 1994).

Porém, foi necessário adicionar elementos com um sistema matemático detalhado para explicar o movimento retrógrado dos planetas, utilizando conceitos como epiciclos e deferentes no movimento planetário visando corrigir aparentes irregularidades. Deste modo, essa solução possibilitou prever com soluções razoáveis as posições dos planetas no céu, o que contribuiu para a utilidade e longevidade do modelo geocêntrico por mais de mil anos, totalmente aceito até o Renascimento, sendo também adotado pela Igreja Católica como compatível com as visões teológicas da época (Toomer, 1984; Grant, 1996).

Figura 3: Representação da explicação do movimento planetário aparente irregular por Ptolomeu.



Fonte: Arquivo Pessoal (2025).

2.5.3 MODELO COSMOLÓGICO DE COPÉRNICO

A mudança de paradigma no que tange o modelo cosmológico obteve seus primeiros desdobramentos somente no século XV, sob forte influência do nominalismo de Guilherme de Ockham, uma filosofia empirista que fez duras críticas à física aristotélica. Também destaca-se Jean Buridan que propôs sua própria teoria do *impetus* para explicar de forma diferente da concepção aristotélica a persistência de movimentos que eram classificados como “não naturais”. No mesmo caminho, Nicolau Oresme, em seu livro *Tratado do Céu e do Mundo*, questionava o seguinte: “não se poderia provar por nenhuma experiência que o Céu seja movido de um movimento diário e a Terra não” (Porto & Porto, 2008).

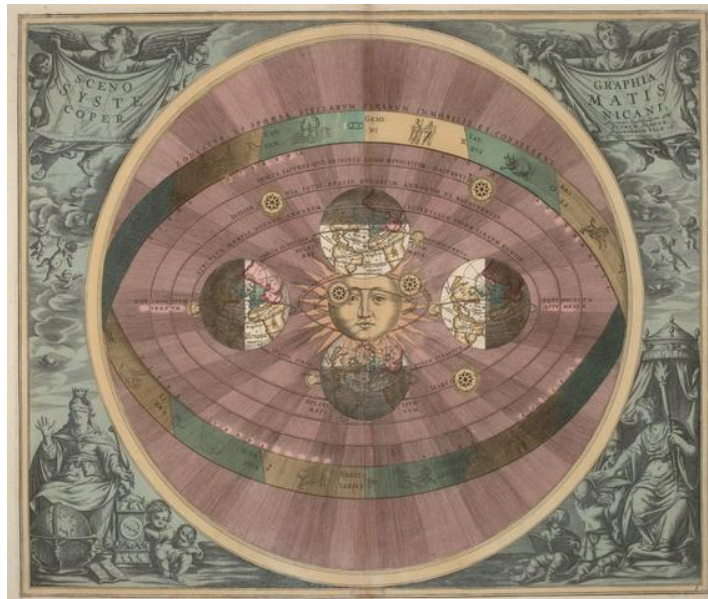
Em meios aos questionamentos e reformulações advindas do movimento ochkamista, pode-se dizer que foi um dos primeiros abalos para desconstrução do modelo cosmológico Aristotélico-Ptolomaico. Diante dos ventos da Renascença, a filosofia do cardeal alemão Nicolau de Cusa, designa uma visão totalmente contrária ao modelo cosmológico vigente na época, ao afirmar que a Terra não é o centro do Universo, e nenhum corpo poderia ocupar essa posição privilegiada do Universo. Porto & Porto (2008), define as falas de Nicolau de Cusa da seguinte forma:

Segundo Nicolau de Cusa, todos os corpos estariam em movimento e as afirmações sobre estar em repouso ou em movimento dependiam exclusivamente do observador. Tanto um observador situado na Terra como outro situado no Sol estariam corretos ao afirmar que estão no centro do Universo e que tudo mais gira ao seu redor.

No século seguinte, Nicolau Copérnico, sugeriu o modelo Heliocêntrico em sua obra *De Revolutionibus Orbium Coelestium*. Nesta obra, Copérnico propôs que o Sol, e não a Terra, ocupasse o centro do Universo, mas com os planetas, incluindo a Terra, orbitando ao seu redor (Copérnico, 1543). Em consequência dessa modificação, a visão heliocêntrica

passou a simplificar a explicação dos movimentos planetários, eliminando a necessidade dos epiciclos e deferentes propostos por Ptolomeu.

Figura 4: Representação do sistema copernicano do Universo com os movimentos da Terra em relação ao Sol.



Fonte: Andreas Cellarius, 1660. Imagem de domínio público.

Uma das consequências da concepção do Universo Heliocêntrico surge perante os estudos do astrônomo Johannes Kepler, com as suas três leis empíricas: lei das órbitas, lei das áreas e a lei dos períodos – após analisar os dados dos movimentos dos planetas de Tycho Brahe. Além disso, o astrônomo Galileu Galilei, com suas observações telescópicas, também ajudou a confirmar e fortalecer o modelo heliocêntrico, especialmente com as luas de Júpiter e as fases de Vênus, que desafiava fortemente o modelo geocêntrico, como relatado em sua obra *Sidereus Nuncius* (Kepler, 1609; Galileu, 1610).

Diante dos desdobramentos da Física e da Cosmologia visando compreender as leis que regem os cosmos, desenvolveu-se o conceito de um Universo sem um meio definido. O primeiro responsável por essa visão pode ser designado a Sr. Isaac Newton, um filósofo natural inglês, do século XVII, contribuindo com sua Lei da Gravitação Universal, onde descreve a gravidade como uma força de atração entre os corpos, ocorrendo no "espaço vazio" e não mais necessitando de um "éter" para sua propagação, ideia amplamente discutida em *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (Newton, 1687).

2.5.4 MODELO COSMOLÓGICO PADRÃO

Atualmente, no cenário da Cosmologia, o modelo cosmológico mais aceito, ou seja, o paradigma vigente é o Modelo Cosmológico Padrão (conhecido como Lambda CDM), na busca de descrever a evolução do universo desde o Big Bang até o presente, e fazer previsões que têm sido consistentemente confirmadas por observações.

Os pilares deste modelo são baseados em alguns princípios fundamentais, sendo duas teóricas e duas observacionais. No âmbito dos princípios observacionais, o primeiro é que o Universo está se expandindo, as galáxias estão se afastando de nós e uma das outras. Uma evidência que foi presenciada pela primeira vez através das observações de Edwin Hubble na década de 1920. Outra evidência fortíssima que temos é que o Universo teve um início muito quente, conforme as observações realizadas da radiação cósmica de fundo (Machado, 2024).

Perante aos princípios observacionais, o primeiro princípio teórico, que tem como premissa em escalas suficientemente grandes, o Universo é homogêneo (ou seja, igual em todos os lugares) e isotrópico (igual em todas as direções). Deste modo, acarretando que não há um ponto central no Universo (ao contrário dos outros dois modelos cosmológicos descritos anteriormente) e que as leis da física são as mesmas em qualquer lugar. Por fim, o último princípio teórico está relacionado como descrevemos a gravidade no universo, que fica em termos da teoria da relatividade geral de Einstein (Lima, 2021).

2.5.5 TEORIA DA RELATIVIDADE GERAL DE EINSTEIN

O físico alemão Albert Einstein e seus colaboradores, aproximadamente 228 anos após a teoria de gravitação de Newton, proporcionaram uma revolução científica ainda mais profunda com a Teoria da Relatividade Geral, em que descrevem o espaço e o tempo como uma única entidade, o "espaço-tempo"³, que pode se curvar na presença de massa e energia no artigo *Die feldgleichungen der gravitation*, publicado em 1915 (Einstein, 1915; Piatella, 2020). Nesse modelo relativístico, não há um centro fixo para o Universo, e o conceito de movimento absoluto perde o sentido.

Entre os testes clássicos realizados para a validação de um novo paradigma na gravitação, a teoria da relatividade possui três, a saber:

- A deflexão da luz em proximidade de corpos com grande massa;
- A precessão do periélio do planeta Mercúrio;
- O desvio para o vermelho é gerado por um campo gravitacional.

2.5.6 EVIDÊNCIAS QUE SUPORTAM O MODELO E AS QUESTÕES EM ABERTO

As evidências que dão suporte ao modelo cosmológico padrão são a radiação cósmica de fundo (já comentada), que é uma radiação eletromagnética que permeia todo o Universo e é considerada como um “eco” do Big Bang. Além do mais, a abundância de elementos químicos leves – proporção de hidrogênio, hélio e outros elementos mais leves – estão de acordo com as previsões do modelo para a nucleossíntese primordial.

Apesar de seu sucesso, o modelo cosmológico padrão ainda apresenta alguns desafios e questões em aberto, sendo Lima Neto (2020):

- Natureza da matéria escura: Sua exata composição ainda é desconhecida;

³ Este foi introduzido por Hermann Minkowski (1864-1909), e então chamado às vezes espaço de Minkowski, quando refere-se à representação geométrica da Relatividade Restrita.

- Natureza da energia escura: A natureza da energia escura também é um mistério;
- Inflação cósmica: A teoria da inflação, que propõe uma expansão exponencial do universo nos primeiros momentos após o Big Bang, ainda não é totalmente compreendida.

O modelo cosmológico padrão oferece uma descrição consistente e abrangente da evolução do universo. No entanto, a pesquisa continua para aprimorar e expandir esse modelo, buscando respostas para as questões que ainda permanecem.

Essas diferentes concepções – aristotélica, ptolomaica, heliocêntrica e Lambda CDM – não apenas moldaram o desenvolvimento científico, mas também transformaram a percepção humana de seu lugar no cosmos, desde uma posição de centralidade até uma de integração em um Universo vasto e em expansão. Além disso, a inserção e o estudo dessas concepções do Universo podem ser fundamentais no âmbito educacional, já que oferecem uma abordagem histórica, filosófica e científica (principalmente no âmbito da Natureza das Ciências) que ajuda os alunos a compreenderem o desenvolvimento do pensamento astronômico e científico.

3. SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERLIGANDO HISTÓRIA E FILOSOFIA DAS CIÊNCIAS (HFC) E A NATUREZA DAS CIÊNCIAS (NdC) COM APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP) NAS AULAS DE FÍSICA

A sequência didática proposta neste artigo deve ser aplicada durante as aulas de Física, destinada às primeiras séries do Ensino Médio, especificamente nas aulas dedicadas à gravitação, onde o foco central será a Lei da Gravitação Universal.

A escolha desse contexto é estratégica, pois permite relacionar a evolução dos modelos cosmológicos – desde o modelo cosmológico de Aristóteles até o modelo Heliocêntrico – com o desenvolvimento posterior das ideias de gravitação e forças entre os corpos celestes, culminando na formulação de Newton, em 1687. Além do mais, permite explorar brevemente a visão atual da Cosmologia, do ponto de vista do paradigma atualmente vigente – modelo cosmológico padrão (Lambda-CDM) – proporcionando uma oportunidade aos alunos de compreender as descobertas científicas e as teorias desenvolvidas ao longo da história, consolidando-se em conceitos que são fundamentais no progresso científico no ramo dos modelos cosmológicos.

Deste modo, a sequência didática proposta é estruturada para ter uma duração de 6 aulas de 50 minutos, para promover uma compreensão crítica e contextualizada da evolução dos modelos cosmológicos, utilizando a História e Filosofia das Ciências (HFC) com Natureza das Ciências (NdC) integrada à Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), com uma abordagem que inclui a divulgação científica nas redes sociais. Essa integração visa explorar como as concepções de Aristóteles, Ptolomeu, Copérnico, Newton e Einstein moldaram o pensamento científico e filosófico sobre o Universo, ao mesmo tempo que incentiva o letramento científico dos alunos, desenvolvendo suas habilidades de comunicação e reflexão sobre o papel das ciências na sociedade.

3.1 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

No primeiro momento, o professor deve planejar e organizar a sequência didática em módulos, cada um dedicado a uma figura histórica, abordando o contexto científico e cultural que rodeia as teorias de Aristóteles, Ptolomeu e Copérnico. Cada módulo possui, como eixo, uma situação-problema inspirada nas ideias desses pensadores, levando a incentivar os alunos a investigar e refletir criticamente sobre os modelos cosmológicos do passado e sua relevância para as ciências modernas.

As situações-problemas propostas aos alunos devem sempre buscar contextualizar historicamente, culturalmente, sociologicamente, economicamente e filosoficamente os modelos cosmológicos. Deste modo, cada teoria será discutida considerando o cenário sociocultural e as influências filosóficas da época, ressaltando como essas concepções influenciaram a visão do mundo vigente em sua determinada época. Para fomentar o pensamento crítico, os alunos participam de debates sobre as implicações filosóficas e éticas das descobertas astronômicas, refletindo sobre a relação entre as ciências, sociedade e conhecimento. Com isso, a proposta visa não apenas ao aprendizado técnico, mas ao desenvolvimento de um letramento científico robusto, onde os estudantes aprendem a questionar, interpretar e comunicar o conhecimento científico de forma crítica e contextualizada.

O Quadro a seguir apresenta algumas perguntas norteadoras em forma de situação-problema, que serão distribuídas entre os cinco grupos formados pelos alunos. Cada grupo receberá uma situação-problema por módulo, a ser respondida.

Quadro 1: Exemplificação de situações-problema para cada grupo de acordo com os módulos da sequência didática

Módulo	Figura Histórica/Modelo	Situação-Problema
Módulo 1	Aristóteles	1. Como Aristóteles explicou a organização do universo e o movimento dos astros?
		2. Por que a ideia dos "cinco elementos" influenciou a cosmologia aristotélica?
		3. Quais eram os principais argumentos de Aristóteles contra o movimento da Terra?
		4. Como a física aristotélica diferenciava os movimentos celestes e terrestres?
		5. Quais foram as limitações da cosmologia aristotélica e como elas foram questionadas posteriormente?
Módulo 2	Ptolomeu	1. Como a teoria geocêntrica de Ptolomeu explicava o movimento dos corpos celestes e por que foi aceita por séculos?
		2. Como os epiciclos e deferentes ajudaram a manter a

		precisão do modelo geocêntrico?
		3. Por que o modelo ptolomaico era compatível com a visão religiosa da época?
		4. Que evidências foram usadas para justificar a imobilidade da Terra?
		5. Quais desafios surgiram que colocaram em dúvida a precisão do modelo ptolomaico?
Módulo 3	Copérnico	1. Como a teoria heliocêntrica de Copérnico redefiniu a organização do universo?
		2. Por que a teoria heliocêntrica encontrou resistência inicialmente?
		3. Que diferenças existem entre os modelos heliocêntrico de Copérnico e geocêntrico de Ptolomeu?
		4. De que maneira as ideias de Copérnico ainda mantiveram algumas aristotélicas em seu modelo?
		5. Como a teoria de Copérnico influenciou o pensamento científico nos séculos seguintes?
Módulo 4	Transição para o Modelo Heliocêntrico (Galileu e Kepler)	1. Como Galileu Galilei apresentou evidências experimentais para o heliocentrismo?
		2. Quais foram as principais contribuições de Kepler para a compreensão do movimento dos planetas?
		3. De que forma a Igreja e a sociedade reagiram às ideias de Galileu?
		4. Como as leis de Kepler se diferenciam das ideias aristotélicas sobre o movimento dos planetas?
		5. Que impacto teve a aceitação do heliocentrismo no desenvolvimento da física moderna?

Fonte: Autor, 2025.

Essas questões permitirão que os alunos enxerguem as ciências como um processo contínuo e em transformação, promovendo uma compreensão que transcende o conteúdo técnico e abarca os impactos históricos e sociais. Vale ressaltar que cada grupo responderá a uma situação-problema para cada modelo cosmológico, ou seja, montando um quebra-cabeça que resultará no final dos módulos, uma compreensão geral dos aspectos que influenciaram o desenvolvimento de cada um deles (modelos cosmológicos) em seu determinado espaço e tempo.

Metodologia da 1º, 2º e 3º aula da sequência didática

Após o planejamento do professor na organização dos módulos e as suas respectivas situações-problemas a serem resolvidas, a primeira aula deve ser direcionada com foco nos principais pontos que norteiam a HFC e a NdC; visando discutir com os alunos que as ciências não acaba e que de fato ela é um empreendimento humano. Além disso, recomenda-se que o professor deva observar os erros mais comuns sobre o trabalho científico destacados por Gil Pérez e seus colaboradores (2004) em seu artigo, que muitas das vezes passam despercebidos, abatidos nas falas de educadores quando tentam abordar a NdC.

Nas duas aulas seguintes, o professor irá discutir brevemente com os alunos sobre os modelos cosmológicos: Aristóteles, Ptolomeu, Copérnico e a transição do Geocentrismo para o Heliocentrismo. Além disso, dando mais ênfase à lei da gravitação universal (proposta por Isaac Newton), como também uma pequena introdução sobre os pilares do Modelo Cosmológico Padrão. Vale destacar que a discussão pode ser uma visão geral de cada modelo como também as suas principais características. Porém, é importante que o professor deixe claro o período em que ocorreu o estabelecimento do modelo cosmológico como paradigma. Deste modo, permitindo que o aluno faça associação posteriormente das características do modelo com o período histórico que está inserido.

Além disso, buscando evitar o anacronismo, visão linear do conhecimento e cumulativo, já que é impossível abordar tantos personagens históricos que contribuíram para o desenvolvimento da concepção do universo ao longo dos séculos em poucas aulas. Porém, deve ser citado durante as aulas, outros personagens históricos que contribuíram com estudos para sustentar o paradigma vigente na época como também confrontá-lo, como Eudoxo e Hiparco para o Geocentrismo, Capela, Oresme e Nicolau de Cusa para o Heliocentrismo.

Metodologia da 4º aula da sequência didática

Na quarta aula, será realizada a formação de cinco grupos na turma (organização feita pelos próprios alunos), e em seguida, a entrega da situação-problema para cada módulo. Para evitar qualquer transtorno entre os grupos, não levando a configurar como um possível privilégio para um determinado grupo nas distribuições das situações-problemas, recomenda-se ao professor que transforme as situações em cartas, divididas em blocos, com cada bloco correspondendo a um modelo cosmológico. Para determinar qual grupo irá pegar as primeiras cartas de cada bloco, e por consequência, os demais grupos, uma sugestão é que cada grupo seja numerado em um papel, enrole-o formando uma bolinha e, em seguida, embaralhe as bolinhas. Um aluno de cada grupo deverá retirar uma bolinha por vez para determinar quem irá pegar as cartas para iniciar.

Após os grupos pegarem a situação-problema para cada módulo, deverão tentar solucioná-las. Assim, terão o início para investigação desses problemas, analisando cada pergunta norteadora de cada módulo para serem respondidas com seus conhecimentos prévios e tentar listar numa folha quais são as lacunas que apresentam em suas argumentações para solucionar. Já que essa listagem será um apoio para fazer as suas hipóteses antes de partir para realizar as pesquisas e estudos individuais, em casa, como tarefa para casa, buscando retornar na próxima aula para sentar novamente em grupo visando socializar com os demais membros.

O professor como orientador, deve passar instruções para cada grupo e tirar dúvidas individuais de cada aluno demonstrando como devem realizar as pesquisas, principalmente em fontes diversificadas, incluindo textos históricos, documentários e material audiovisual que contextualizam o ambiente científico da época. Essa pesquisa em grupo deve ser seguida da discussão feita pelo professor, que vem com o intuito de ser facilitada, abrindo portas para incentivar a análise crítica e o diálogo colaborativo entre os alunos. O objetivo principal é fomentar o desenvolvimento de habilidade investigativa e, ao mesmo tempo, construir uma visão ampla e reflexiva sobre as ciências e os seus desdobramentos.

Metodologia da 5ª aula da sequência didática

Na quinta aula, após os estudos individuais em casa, os alunos retornarão para realizar o próximo momento da atividade. Deste modo, devem continuar em grupo para responder às situações-problemas de cada módulo e novamente, o professor obtendo o papel de somente um orientador aos alunos. Uma observação é importante neste ponto: caso o grupo de alunos ainda tenham dificuldades de responder a situação-problema, recomenda-se ao professor que faça valer o seu papel de orientador – não pode dar respostas aos alunos – de orientar os alunos a identificarem os seus erros e reformular as suas hipóteses para pesquisar e voltar novamente para respondê-las.

Prosseguindo na sequência didática, caso todos os grupos tenham conseguido responder com êxito as suas situações-problemas, como uma das formas de avaliar o grupo e cada um individualmente, será solicitado como fechamento da sequência didática a criação de um vídeo, em formato de divulgação científica e visando contribuir com o letramento científico dos alunos. Neste caso, o vídeo precisa ser baseado nas respectivas situações-problema resolvidas em grupo e visando adaptar para redes sociais, podem ser vídeos curtos, infográficos, postagens explicativas e ilustrações que explicam os conceitos e reflexões envolvidas em aulas, e o formato do vídeo fica a critério dos alunos, buscando explicar suas respostas de forma que seja mais coerente possível ao público em geral. As publicações deverão ser feitas em páginas da turma, promovendo o envolvimento da comunidade escolar e ampliando o impacto das atividades para além da sala de aula. Esta etapa oferece aos alunos uma oportunidade de transformar o conhecimento adquirido em conteúdo acessível ao público, fortalecendo tanto sua habilidade de comunicação científica quanto sua compreensão das responsabilidades éticas e educativas das ciências. Além disso, essa etapa ficará como atividade para ser realizada em casa – por conta do pouco tempo de aula em sala de aula.

Metodologia da 6ª aula da sequência didática

Por fim, na sexta aula, os grupos deverão apresentar os seus respectivos vídeos criados para publicar nas redes sociais da turma e comentar quais foram as facilidades e dificuldades encontradas durante todo o processo das atividades propostas, no máximo 8 minutos de apresentação. Além disso, a etapa final da sequência didática também será dedicada a uma reflexão sobre o papel das ciências na construção do conhecimento e seu impacto nas concepções humanas. Esta reflexão abordará o caráter sonoro e autocorretivo das ciências, demonstrando como as descobertas astronômicas influenciam nossa visão do mundo. Ao promover uma visão crítica e contextualizada das ciências e a divulgação científica nas

redes sociais, a metodologia deste projeto contribui para um letramento científico abrangente, preparando os alunos para atuar como cidadãos informados e engajados, capazes de compreender e comunicar o conhecimento científico em um contexto social mais amplo.

3.2 MÉTODO DE AVALIAÇÃO E O PAPEL DO PROFESSOR NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A avaliação dos alunos na sequência didática, de acordo com os fundamentos da Aprendizagem Baseada em Problemas, será um processo contínuo durante toda realização das atividades propostas. O Objetivo de aferir notas não será apenas a compreensão dos conceitos, mas também a capacidade dos discentes de aplicar os conhecimentos para solucionar as situações-problemas, as pesquisas complementares, trabalho em grupo, participação nas discussões em grupo e por fim, a realização do material final, a produção do vídeo e a sua apresentação para turma. Além do mais, a avaliação não se deve somente atentar ao acerto do aluno, mas, também, valorizar o erro, já que o erro faz parte do processo da construção do conhecimento. Assim, abrindo a oportunidade de reflexão, redirecionamento e aprendizagem ativa.

Para sintetizar o papel do professor nesta sequência didática, o quadro a seguir irá resumir a função do docente a cada aula.

Quadro 2: Papel do professor em cada aula da sequência didática.

Aula	Papel do professor
1º	Explicação expositiva e dialogada sobre a HFC e NdC.
2º	Explicação expositiva e dialogada brevemente sobre os modelos cosmológicos.
3º	Explicação expositiva e dialogada brevemente sobre os modelos cosmológicos.
4º	Distribuição das situações-problemas de cada módulo para os grupos, orientar os grupos e tirar possíveis dúvidas sem apresentar a solução do problema. Além disso, mostrar aos alunos possíveis fontes plausíveis para serem utilizadas para solucionar os problemas, principalmente em fontes diversificadas, incluindo textos históricos, documentários e material audiovisual que contextualizam o ambiente científico da época.
5º	O professor obtendo o papel de somente um orientador aos alunos, caso o grupo de alunos ainda tenham dificuldades de responder a situação-problema, recomenda-se ao professor que faça valer o seu papel de orientador sem dar respostas. Além disso, irá explicar como produzir, organizar as ideias do vídeo para apresentar as respostas obtidas para cada situação-problema.

6º	Organizar a turma para assistir as apresentações, avaliar o grupo e cada aluno pertencente a ele durante todo o processo da sequência didática. Além disso, o professor na etapa final da sequência didática também terá que realizar em conjunto com os alunos uma reflexão sobre o papel das ciências na construção do conhecimento e seu impacto nas concepções humanas.
----	---

4. CONCLUSÃO

O intuito deste artigo é propor uma sequência didática capaz de inserir o ensino de astronomia nas aulas de Física, por ser uma área do conhecimento negligenciada muitas vezes, seja por falta de tempo, seja por inexperiência dos professores para explorá-la, apesar de ser um campo interdisciplinar.

Diante das potencialidades das metodologias ativas para centrar o ensino nos alunos e respectivamente em seu protagonismo, deparamo-nos com o fato de combinar a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), uma dessas metodologias, com os recursos de História e Filosofia das Ciências (HFN) e a Natureza das Ciências (NdC), podem contribuir muito para a inserção do ensino de astronomia nas aulas de Física. Porém, saindo das algemas do ensino tradicional que ainda persistem em nossas escolas.

Ao explorar a evolução dos modelos cosmológicos, desde a concepção de universo proposto por Aristóteles até o modelo cosmológico padrão (Lambda CDM) – paradigma atual – é necessário, com o objetivo de incentivar e levar os alunos, a compreender as ciências como um empreendimento humano que tem um caráter dinâmico e em constante transformação ao longo dos séculos.

A estrutura modular adotada para a sequência didática, aliada à resolução de situações-problema e mais a produção de um vídeo para redes sociais da turma, permite aos alunos desenvolverem tanto o pensamento crítico quanto a capacidade de comunicação científica no âmbito de divulgação científica. Além disso, o envolvimento com materiais históricos e debates filosóficos amplia a compreensão sobre o impacto das teorias astronômicas na construção do conhecimento e na sociedade de acordo com o espaço que foi desenvolvido e o tempo que esteja inserido, sem anacronismo.

Deste modo, espera-se que a implementação dessa sequência didática no ensino médio contribua para um ensino mais significativo, em que os alunos não sejam meros reprodutores dos conhecimentos físicos e cosmológicos, mas também que possam refletir sobre o caráter humano e histórico das ciências. Por fim, ao promover divulgação científica, essa metodologia fortalece a formação de cidadãos críticos e engajados com a produção e a aplicação do conhecimento científico em um contexto mais amplo.

5. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Waldirene P.; RAMOS, Luiz P. S. **Metodologias ativas no ensino de Ciências: desafios e possibilidades na prática docente**. Society and Development, vol. 12, n. 1, 2023.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. **Alfabetização científico-tecnológica para quê?**. Ensaio–Pesquisa em Educação em Ciências, vol. 3, n. 1, 2001, pp. 59–77.

BLAKE, J. F. **Astronomical myths**. London: MacMillan, 1877.

BORGES, Marcos C. et al. **Aprendizagem baseada em problemas**. Medicina (Ribeirão Preto), vol. 47, n. 3. Disponível em: <<https://revistas.usp.br/rmrp/article/view/86619>>. Acesso em: 18 de junho de 2025.

BRASIL, Ministério da Educação (MEC). **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base**. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 16 de março de 2025.

COPÉRNICO, Nicolau. **De Revolutionibus Orbium Coelestium**. Nuremberg: Johannes Petreius, 1543.

COSTA, J. C. et al. **Epistemological pluralism, participative science and knowledge dialogue as cultural renovation methods**. Cultura y Educación, vol. 12, 2000.

DIESEL, Aline et al. **Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica**. Revista Thema, vol. 14, n. 1, 2017, pp. 268–288.

DUHEM, Pierre. **Para Salvar os Fenômenos: Um Ensaio sobre a Ideia de Teoria Física de Platão a Galileu**. University of Chicago Press, 1985.

EINSTEIN, Alberto. **Die Feldgleichungen der Gravitation**. Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften (Berlim), 1915.

FABRIS, Júlio C. **Aristóteles e a gravitação**. Caderno de Astronomia, vol. 1, n. 1, 2020, pp. 6–16.

FERRAZ, Jéssica K. **A Importância da Sequência Didática Como Instrumento Dinamizador no Ensino da Matemática**. 2022. Monografia (Pós-Graduação Lato Sensu em Práticas Pedagógicas) - Instituto Federal do Espírito Santo, Colatina, 2022.

FORATO, Thaís C. M. et al. **Historiografia e Natureza da Ciência na sala de aula**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, vol. 28, n. 1, 2011, pp. 27–59.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Paz e Terra, 1996, pp. 57–76.

FONSECA, Marcos Orso; ELIAS, Marcelo Alberto. **E onde está a Astronomia? Análise do Ensino de Astronomia no Ensino Médio com base nos documentos nacionais**. Arquivo do Mudi, v. 25, n. 1, p. 26-43, 2021.

GALILEI, Galileu. **Sidereus Nuncius**. Veneza: Tommaso Baglioni, 1610.

GIL-PÉREZ, Daniel et al. **Para uma imagem não deformada do trabalho científico**. *Ciência & Educação*, vol 7, n. 2, 2001, pp. 125–153.

GRANT, Edward. **Planetas, Estrelas e Orbes: O Cosmos Medieval, 1200–1687**. Cambridge University Press, 1996.

GUARNIERI, Patricia Vecchio et al. **História e Filosofia da Ciência na Educação Básica: reflexões a partir da Base Nacional Comum Curricular**. *Revista de Educação em Ciências e Tecnologia*, vol. 14, nº 2, p.331-356, 2021.

HIDALGO, Maycon R.; JUNIOR, Álvaro L. **Reflexões sobre a inserção da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências**. *História da Ciência e Ensino: Construindo interfaces*. vol. 14, 2016, pp. 19–38.

HUBBLE, Edwin. **Uma relação entre distância e velocidade radial entre nebulosas extragalácticas**. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 1929.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1978.

LAKATOS, Imre. **History of Science and its Rational Reconstruction**. PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association, vol. 1970, 1970, pp. 91–136.

LIMA, T. S. A. **Introdução ao Modelo Cosmológico ϕ -CDM com dinâmica taquiônica**. Tese (Mestrado em Física) - Unidade Acadêmica de Física, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2021.

LIMA NETO, G. B. **Astronomia Extragaláctica e Cosmologia**. São Paulo: Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG), Universidade de São Paulo, 2020. Notas de aula.

LOPES, Renato M. et al. **Aprendizagem baseada em problemas: fundamentos para a aplicação no Ensino Médio e na formação de professores**. *Publiki*, 2019, pp. 45–72.

LOVATO, Fabricio L. et al. **Metodologias ativas de Aprendizagem: uma breve revisão**. *Acta Scientiae*, vol. 20, n. 2, 2018.

MARTINS, Roberto A. **Física e história**. *Ciência & Cultura*, vol. 57, n. 3, 2005, pp. 25–29.

MARTINS, Roberto A. **O universo: teorias sobre sua origem e evolução**. São Paulo: Editora Moderna, 1994.

MEDEIROS, Alexandre J. G.; BORGES, Regina M. R. **Entrevista com Alexandre Medeiros: Refletindo sobre a Epistemologia, Experimentação e Realidade**. *Filosofia e História da Ciência no contexto da Educação em Ciências: Vivências e Teorias*, EDIPUCRS, 2007, pp. 20–57.

MENDONÇA, Paula Cristina Cardoso. **De que conhecimento sobre Natureza da Ciência estamos falando?**. *Ciência & Educação*, v. 26, 2020.

MOURA, Breno A. **O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência?**. *Revista Brasileira de História da Ciência*, Rio de Janeiro, vol. 7, n. 1, 2014, pp. 32–46.

MOURAN, José. **Metodologias ativas de bolso: como os alunos podem aprender de forma ativa, simplificada e profunda**. Editora do Brasil, São Paulo, 2019.

NASCIMENTO, Cleópatra L. A. de Jesus. **O Ensino de Física e a Aprendizagem Baseada em Projetos e/ou em Problemas: um estudo inicial sobre os periódicos nacionais**. *Ensino em Foco*, v.1, n. 10, p. 37-51, 2022.

NETO, Gival P. S. **Estimando parâmetros cosmológicos a partir de dados observacionais**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 40, nº 2, 2018.

NEWTON, Isaac. **Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica**. Londres: Joseph Streater, 1687.

OSTERMANN, F. **A epistemologia de Kuhn**. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, vol. 13, n. 3, 1996, p. 184-196.

PIATTELLA, O. F. **Introdução à relatividade geral**. *Caderno de Astronomia*, vol. 1, n. 1, 2020, p. 30–39.

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*, vol. 30, n. 4, 2008.

SILVA, Victor P. et al. **Sequência didática para o ensino de Astronomia**. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 38, n. 2, p. 1135-1165, ago. 2021.

TOOMER, G.J. **Almagesto de Ptolomeu**. Princeton University Press, 1984.

UNESCO. **Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives**. Paris: UNESCO, 2017. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>>. Acesso em: 23 de abril de 2025.

UNESCO. **UNESCO Science Report: Towards 2030**. Paris: UNESCO, 2015. Disponível em: <<https://en.unesco.org/unescoscience-report>>. Acesso em: 23 de abril de 2025.

UNESCO. **Futures of Education: A new social contract**. Paris: UNESCO, 2021. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379707>>. Acesso em: 23 de abril de 2025.

ZANONE, Adelino. **Aprendizagem baseada em problema aplicada no ensino de astronomia para o ensino fundamental - séries finais**. 2018. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.