

# NOÇÕES DE ASTROFÍSICA E DE COSMOLOGIA MODERNA NAS AULAS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA A PARTIR DO PARADOXO DE OLBERS

## NOTIONS OF ASTROPHYSICS AND MODERN COSMOLOGY IN HIGH SCHOOL PHYSICS CLASSES: A LEARNING SEQUENCE FROM OLBERS' PARADOX

Sophia Feld Santos<sup>1</sup>, Marcos Antonio Florczak<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, sophya.feld@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, florczak@utfpr.edu.br

**Resumo:** *Este trabalho, derivado de uma pesquisa realizada pela autora desse artigo para o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), tem como objetivo apresentar os resultados de uma sequência didática desenvolvida em um Colégio da Rede Pública de Campina Grande do Sul, Paraná. A sequência abordou tópicos de Astrofísica e Cosmologia Moderna para alunos de duas turmas de 3º ano do Ensino Médio. Foram, ao todo, cinco intervenções em sala de aula, que abordaram desde as escalas astronômicas de distância até tópicos conceituais de estrutura e idade do universo, baseando-se na Aprendizagem Significativa de David Ausubel e usando como problematização inicial o paradoxo de Olbers. A atividade foi analisada qualitativamente com a técnica de Análise de Conteúdo de Laurence Bardin, usando instrumentos de coleta de dados como questionários de assimilação de conteúdo e avaliação de curso. Dentre as conclusões alcançadas, pode-se destacar o surgimento de competências e habilidades por parte dos estudantes levando-se em conta o conteúdo e a visão histórica, bem como uma consolidação ou surgimento de conceitos e pontos de vista sobre o universo.*

**Palavras-chave:** Ensino de Astrofísica; Ensino de Cosmologia Moderna; Sequência didática.

**Abstract:** *This work, derivated from a research performed for a Undergraduated Final Year Project of the Teaching Licence Course in Physics of the Technological Federal University of Paraná (UTFPR), is intended to present results of a learning sequence developed on a Public College situated in the municipality of Campina Grande do Sul, Paraná, Brazil. The sequence addressed topics of Astrophysics and Modern Cosmology for students from three classes of 3rd year of high school. A total of five interventions in the classroom were given and those focused contents since scales of distance until the structure and age of the universe, using as initial questioning the Olbers' Paradox. The activity was analyzed qualitatively using the technique of Content Analysis developed by Laurence Bardin, using data collection tools such as questionnaires of assimilation and assessment of the course. Among the reached conclusions, one can highlight the emergence of competencies and skills by students taking into account the content and historical view, a consolidation or emergence of concepts and visions about the universe.*

**Keywords:** Astrophysics Teaching; Modern Cosmology Teaching; Learning sequence.

## INTRODUÇÃO

O presente artigo é derivado da pesquisa realizada para o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) da Licenciatura em Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) (FELD, 2014).

Aqueles que se aventuram a assumir a árdua tarefa de compartilhar e construir a educação ligada à Física possuem a sensação de que o processo dito tradicional de ensino de Física é incompleta e defasada. Para contornar a insatisfação dos professores e dos especialistas, criam-se novas abordagens que evidenciam os principais problemas no tradicional processo de ensino-aprendizagem ou que sugerem possíveis soluções a esses problemas (MEGID NETO, 2014).

No Ensino de Física, os PCN+ sugerem ao todo seis temas estruturadores: movimentos: variações e conservações; calor, ambiente e usos de energia; som, imagem e informação; equipamentos elétricos e telecomunicações; matéria e radiação e universo, terra e vida (BRASIL, 2002). Na prática, porém, o ensino de física estrutura-se em apenas quatro eixos: Mecânica, Termologia, Óptica Geométrica e Eletromagnetismo, refletindo os ciclos básicos de Física no Ensino Superior (AGUIAR, 2009).

A humanidade sempre desejou entender sua origem e destino. As pessoas se sentem atraídas pela Astronomia e pela Cosmologia e pelas explicações que essas áreas procuram e propõem. De acordo com os PCN+:

Confrontar-se e especular sobre os enigmas da vida e do universo é parte das preocupações frequentemente presentes entre jovens dessa faixa etária. Respondendo a esse interesse, é importante propiciar-lhes uma visão cosmológica das ciências que lhes permita situarem-se na escala de tempo do universo, apresentando-lhes os instrumentos para acompanhar e admirar, por exemplo, as conquistas espaciais; as notícias sobre as novas descobertas do telescópio espacial Hubble, indagar sobre a origem do universo ou o mundo fascinante das estrelas, e as condições para a existência da vida, como a entendemos no planeta Terra (BRASIL, 2002, p. 78).

A Cosmologia Moderna também oferece subsídios para abordagens interdisciplinares e desenvolve um grande contato entre as mais variadas áreas do conhecimento humano. A Astronomia, assim como a Cosmologia, praticamente surgiram juntas. Segundo os PCN+:

Ao mesmo tempo, evidenciam-se as relações entre o mundo das partículas elementares, assim como os métodos para investigá-lo, com o mundo das estrelas e galáxias. Lidar com modelos de universo permite também construir sínteses da compreensão física, sistematizando forças de interação e modelos microscópicos (BRASIL, 2002, p. 78-79).

Porém, há crianças e adolescentes que apresentam representações de universo diversas às concebidas pela Cosmologia Moderna, incluindo universos bidimensionais ou mesmo unidimensionais, tendo o céu como uma calota esférica e a Lua e o Sol como simples discos (LEITE et al. 1997). Tendo em vista esse cenário, é plausível ensinar tópicos de Astrofísica e Cosmologia Moderna nas aulas de física do Ensino Médio? Como esses estudantes responderão ao contato com a visão de mundo oferecido pela ciência atual? Que objetivos podemos esperar e estabelecer

ao ministrar aulas de tópicos de Astrofísica e Cosmologia Moderna nas aulas de Física do Ensino Médio?

## A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Para responder esses questionamentos, decidiu-se realizar uma Sequência Didática dividida em cinco momentos, tendo como duração total seis horas-aula. Ela foi ministrada em duas turmas do 3º ano no Ensino Médio do Colégio Estadual Campos Sales, um colégio da rede pública do Estado do Paraná, situado na sede do município de Campina Grande do Sul. O perfil social e geográfico desses alunos é bastante diversificado: alguns estudantes são provenientes de regiões urbanas, enquanto outros são da zona rural. Cerca de um décimo dos alunos participantes já cursaram alguma escola particular em algum momento.

Um dos objetivos da Sequência Didática foi colocar os estudantes em contato com a ideia de que a Ciência é algo que está sempre em construção e que pode ser modelada (FOUREZ, 1995).

Procurou-se realizar uma progressão espacial e temporal dos conceitos abordados. O momento conceitual da sequência teve início explicitando as distâncias envolvidas no Sistema Solar, nas constelações próximas, na Via Láctea, nas galáxias vizinhas e nas galáxias mais distantes. A Sequência Didática esteve em grande afinidade com a Física Moderna e Contemporânea (FMC) e foi estruturada para contemplar os modelos corpuscular e ondulatório da matéria, a interação luz-matéria mediada pelo modelo atômico de Bohr, uma introdução à espectroscopia astronômica, interpretações dessa espectroscopia com o auxílio do diagrama de Hertzsprung-Russel (H-R), partindo-se daí para as conclusões do universo em expansão, a Lei de Hubble e finalmente uma breve descrição do conceito atual da origem do universo, o *Big Bang*.

Pode-se encontrar concepções psicológicas que concordam com o objetivo dessa sequência didática. A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel afirma que, para construir novos conceitos, é necessário considerar o conhecimento prévio dos alunos, o que Ausubel chama de *subsunçores*, que fazem parte da estrutura cognitiva do aluno. Novos conhecimentos são consolidados quando há uma interação não arbitrária com o conhecimento existente e não haverá aprendizagem significativa se os novos conhecimentos interagirem de forma arbitrária com a estrutura cognitiva dos estudantes. Tal aprendizagem torna-se, dessa maneira, uma aprendizagem mecânica (MOREIRA, 1999).

Para Ausubel, existem três fatores necessários para ocorrer a aprendizagem significativa. O primeiro fator afirma que é necessário que o novo conhecimento se relacione com os subsunçores pré-existentes. A Cosmologia Moderna é constantemente divulgada pela mídia (SCHIVANI, 2010) e provavelmente este tema esteja presente na mente dos alunos. A Cosmologia também está presente nas religiões, mesmo que não seja a Cosmologia Moderna, mas contribui para a criação de subsunçores que podem se relacionar com os conceitos científicos.

Já o segundo fator afirma que o conteúdo deve ser potencialmente significativo. Não há como criar aulas ou materiais significativos, pois o significado está nas pessoas, não nas coisas. Mas é possível elaborar aulas, livros e materiais didáticos potencialmente significativos, mas exige-se que se tenha um significado lógico e que os alunos tenham conhecimentos prévios para dar significados a esses conhecimentos veiculados. A Cosmologia é potencialmente significativa, pois está

imersa nas mais variadas áreas do conhecimento, como artes e religião e é extremamente rica nas possibilidades de relacionamento e discussões com a História e Filosofia da Natureza e da Natureza da Ciência (NC) (HENRIQUE, 2011), e pode servir como elemento motivador para o ensino de Física, especialmente o ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC).

O terceiro fator diz que o indivíduo deve ter pré-disposição em aprender. O primeiro passo é dar motivo para o aluno a aprender e a própria Cosmologia Moderna desperta a curiosidade devida a algumas de suas peculiaridades, como seu desenvolvimento histórico. Também há a necessidade do ser humano em entender suas origens e seu futuro, o que pode possibilitar uma relação afetiva com a Cosmologia (BRASIL, 2002).

A escolha de conteúdos para a Sequência Didática foi realizada com base em dois livros-texto de nível superior que discutem Astronomia e Cosmologia Moderna, um a nível nacional (OLIVEIRA FILHO e SARAIVA, 1980) e dois a nível internacional (COMINS E KAUFMANN III, 2004; SILK, 1980), já que há uma carência de conteúdos relacionados à Astrofísica e à Cosmologia Moderna em materiais didáticos voltados para o Ensino Médio.

No início da Sequência Didática, houve uma problematização envolvendo o Paradoxo de Olbers. Esse tema abre a possibilidade de se discutir a estrutura, a origem e a idade do Universo. A problematização é um assunto amplamente debatido na Educação em Ciências, como visto, por exemplo, por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), onde dividem uma intervenção didática em três momentos pedagógicos: a problematização inicial, a organização do conhecimento e a aplicação do conhecimento. De acordo com os autores, a problematização inicial é a apresentação de situações que os alunos conhecem e vivenciam. Não era o caso do Paradoxo de Olbers, pois esse era desconhecido entre os alunos.

Para contornar essa situação, foi pedido a cada um deles que levantasse seu celular com a tela ligada. As portas e as cortinas foram fechadas, deixando a sala de aula mais escura possível. A capacidade de abstração dos estudantes foi exigida quando eles tiveram que imaginar que cada celular seria uma estrela em um universo infinito, este representado pela sala de aula. Foi solicitado que eles imaginassem um aumento no número de 'estrelas' e como o brilho do céu noturno se comportaria com esse aumento. Finalmente, foi pedido para que imaginassem infinitas estrelas e previssem o comportamento do céu noturno.

No segundo momento, as distâncias e escalas astronômicas foram discutidas, desde as distâncias envolvidas no Sistema Solar até as distâncias relacionadas ao universo conhecido. Também foi abordado, nessa aula, uma noção de ondas eletromagnéticas e o *redshift*. No terceiro momento, as consequências das observações de *redshift* em galáxias foram discutidas, desembarcado na lei de Hubble. A homogeneidade e a isotropia do universo foram discutidas nesse momento. Por fim, o paradoxo de Olbers foi retomado, levando à conclusão que o universo não seria infinito em termos de observação, que haveria um "horizonte cosmológico". Esta discussão foi a porta de entrada para a discussão do *Big Bang*.

## ASPECTOS METODOLÓGICOS

Com o intuito de se conhecer o entendimento dos estudantes a respeito do conteúdo trabalhado na Sequência Didática e se houve alguma assimilação a respeito de seus conteúdos, foram realizados dois questionários, o Instrumento de

Avaliação do Curso, contendo apenas questões abertas e outro, o Instrumento de Avaliação dos Conteúdos, contendo onze questões fechadas e uma questão dissertativa.

O Instrumento de Avaliação do Curso exigia do estudante um pensamento crítico a respeito da Sequência Didática ministrada e tinha como objetivo a busca de alguma mudança conceitual importante, como, por exemplo, mudanças do posicionamento do aluno em relação ao mundo onde vive e em relação à natureza da ciência e ao trabalho científico. Já o Instrumento de Avaliação dos Conteúdos buscava uma consolidação dos conteúdos específicos vistos na Sequência Didática.

De um universo de sessenta e seis estudantes das duas turmas, vinte alunos concordaram em responder os questionários

Com todo o material disponível, a metodologia escolhida para analisar as respostas fornecidas pelos estudantes nas questões abertas foi a Análise de Conteúdo de Laurence Bardin (BARDIN, 2009). Dessa forma, tornou-se possível desenvolver conclusões e interpretações de grande interesse a respeito dos materiais analisados. Já para as questões fechadas, procedeu-se a uma simples análise quantitativa.

## **ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS**

### ***Instrumento de Avaliação do Curso***

Na análise do Instrumento de Avaliação do Curso surgiram categorias em comum a todas as questões abertas.

1) *Ampliação do entendimento do universo* – nessa categoria estão agrupadas as respostas que os estudantes forneceram que versam, principalmente, da maneira de como o conceito de universo, dentro de suas mentalidades, ficou mais robusto e embasado, ficando mais complexo e intrincando do que antes.

Dentro dessa categoria, é possível observar três outras subcategorias.

a) *Grande mudança no entendimento do universo* – esses estudantes demonstraram em suas respostas que a atividade lhes proporcionou, talvez, uma grande mudança conceitual a respeito do universo.

b) *Entendimento das escalas astronômicas envolvidas* - esses estudantes demonstraram em suas respostas que a atividade lhes proporcionou, talvez, um entendimento um pouco maior das grandes distâncias envolvidas quando se fala de universo.

2) *Interesse e curiosidade científica* - nessa categoria estão agrupadas as respostas que os estudantes forneceram a respeito de como seu interesse por Astrofísica e Cosmologia Moderna, e como consequência pela própria Física e pela Astronomia, se intensificou.

3) *Evolução da maneira de observar o espaço em seu torno* - nessa categoria estão agrupadas as respostas de como os estudantes passaram a observar de forma diferenciada fenômenos que antes passavam despercebidos ou não entendidos, encarando a realidade de uma forma mais racional e buscando o entendimento de questões não resolvidas de uma forma mais científica.

4) *Entendimento mais crítico da ciência* - nessa categoria estão agrupadas as respostas que os estudantes forneceram a respeito de um olhar mais crítico para o

trabalho científico, entendendo que a ciência se respalda no uso dos modelos científicos.

### ***Instrumento de Avaliação dos Conteúdos***

O segundo questionário, contendo questões fechadas, possui, ao todo, onze questões de múltipla escolha, com cinco alternativas cada, sendo que apenas uma alternativa estava correta. O grau de acertos geral foi de 66,7%.

Ao se comparar as questões objetivas com a questão dissertativa, os estudantes se saíram melhores nessa primeira parte. Para descartar qualquer eventualidade de as respostas fornecidas pelos estudantes serem apenas uma anomalia de avaliação, buscou-se relações entre o desempenho dos estudantes na parte objetiva com o desempenho desses estudantes comparando-se o questionário como um todo. Quem se saiu melhor na parte objetiva também se saiu melhor na parte dissertativa.

Os resultados da questão dissertativa apresentaram diversas redundâncias com o Instrumento de Avaliação do Curso. Analisando quantitativamente o número de acertos e erros foi possível estabelecer três grupos homogêneos de estudantes: o primeiro grupo apresenta um desempenho regular, acertando apenas metade das questões; o segundo grupo acertou sete ou oito questões e o terceiro acertou todas as questões objetivas.

A questão que teve o maior índice de acertos versava sobre qual seria o melhor método da análise da distância que separa a Terra até a estrela Próxima Centauri. Mais de 90% dos estudantes afirmaram que a paralaxe seria o melhor método de estimar essa distância. Isso indica que houve uma boa consolidação do conteúdo quando se tratou das escalas de distâncias. A questão com o segundo maior índice de acertos versava sobre o conceito de desvio para o vermelho (*redshift*) e sua relação com a velocidade de afastamento das galáxias

Entretanto, a questão que teve o menor índice de acertos estava associada à velocidade da luz e suas implicações e imposições. Para problematizar a questão, foi sugerido a existência de alguma interferência do vácuo para a constância da velocidade da luz. Percebeu-se que os alunos confundiram ondas eletromagnéticas com ondas mecânicas em relação às comunicações via rádio.

Quanto à questão dissertativa, seu enunciado era: “Faça um texto de aproximadamente 15 linhas sobre tudo que você considera importante ou que seja de proveito pessoal sobre o que foi estudado nessas aulas de Astrofísica e de Cosmologia”. A intenção dessa questão era instigar no estudante um resumo dos conteúdos vistos durante a apresentação da Sequencia Didática proposta, além de reconhecer algumas relações com o cotidiano e com fenômenos físicos ao seu redor e algumas extrapolações que poderiam ser feitas.

No levantamento das categorias, chegou-se às mesmas categorias alcançadas na análise do Instrumento de Avaliação de Curso. Porém, vale ressaltar o surgimento de uma quinta categoria, chamada aqui de ‘Percepção do conhecimento’, que refletia a apropriação dos conteúdos realizados pelos estudantes nas questões objetivas. Estes estudantes realizaram conexões entre os conteúdos, relacionando teoria com prática e conectando as informações que provinham de modelos científicos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em consideração os resultados analisados, é possível concluir que as questões levantadas foram respondidas como o surgimento de competências e habilidades por parte dos estudantes, levando-se em conta o conteúdo e a visão histórica, uma consolidação ou surgimento de conceitos e visões acerca do universo, além de alguns indícios que apontam a integração da Astrofísica e da Cosmologia Moderna com a Física Moderna e Contemporânea.

O surgimento da categoria ‘Entendimento mais crítico da ciência’ significa que uma das proposições dadas pelos PCN:

“Reconhecer a Física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico” (BRASIL, 2000).

está sendo atendida. Percebe-se que certos estudantes tiveram, pelo menos parcialmente, sua visão de mundo alterada quanto a algumas crenças. Essa competência evidenciada pelo PCN também abarca a história dos conceitos físicos e a utilização de modelos científicos. Isso também foi abordado pelos estudantes através das variadas respostas, cujo conteúdo trazia algumas desinformações a respeito da utilização de modelos e teorias científicas.

A Sequência Didática proporcionou aos estudantes um olhar mais crítico a respeito da ciência. Os alunos também tiveram algumas mudanças de visão quando se trata dos fenômenos físicos que estão presentes em seu cotidiano. Na categoria ‘Evolução da maneira de observar o espaço em seu torno’, os alunos revelaram que houve, de fato, a apreensão do conteúdo proposto, que a lógica e o raciocínio começaram a sobrepujar crenças e superstições, que fenômenos físicos corriqueiros são explicados por teorias científicas e que a realidade passou a ser observada de uma forma mais científica e crítica.

Ao se analisar a categoria ‘Grande mudança no entendimento do universo’, pode-se associar as respostas a algumas competências fornecidas pelos PCN:

“Compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos.” (BRASIL, 2000).

“Construir e investigar situações-problema, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões” (BRASIL, 2000).

“Compreender enunciados que envolvam código e símbolos físicos” (BRASIL, 2000).

Desde o início, pretendeu-se expor aos estudantes uma visão cosmológica e científica a respeito do universo. A aparição de respostas coerentes com a proposta torna evidente que os estudantes estão agora mais situados do que antes a respeito da imensidão do universo e de nossa pequenez diante das imensas dimensões. Isso é condizente com a competência sugerida pelo PCN+,

“será indispensável uma compreensão de natureza cosmológica, permitindo ao jovem refletir sobre sua presença e seu “lugar” na história do universo, tanto no tempo como no espaço, do ponto de vista da ciência” (BRASIL, 2002).

Conclui-se que a Sequência Didática tenha causado impactos diretos em boa parte dos estudantes a respeito de sua visão e localização no universo onde vivemos. Torna-se evidente que os estudantes possuem uma percepção maior a

respeito das escalas astronômicas de distâncias. Além disso, alguns alunos ainda afirmam que suas visões de como o universo funciona mudaram radicalmente.

Porém, esta pesquisa não viveu apenas de rosas e flores. É possível encontrar várias dificuldades em relação aos conceitos e suas aplicações. Alguns estudantes não tiveram o desempenho esperado no questionário de verificação de conteúdos. Notou-se que alguns estudantes erraram perguntas simples e que a falta do estabelecimento dos conteúdos tiveram como consequência uma falta de argumentação nas questões dissertativas. Ao se conhecer tais deficiências, pode-se refletir a respeito do verdadeiro motivo dessas dificuldades de aprendizagem. A partir da análise destas dificuldades, podem ser geradas algumas alternativas educacionais que podem solucionar tais dificuldades ou ao menos diminuí-las.

A Sequência Didática não possui a intenção de apresentar uma proposta de mudança no currículo escolar, pois está amparada nas orientações fornecidas pelos PCN+ (BRASIL, 2002). Porém, ela chama a atenção para o grau de liberdade e de autonomia do professor de Física, transgredindo o currículo do senso comum, amplamente apoiado no currículo dos livros didáticos tradicionais, que, por sua vez, é apenas uma imagem do currículo dos livros-textos comumente usados em ciclos básicos de cursos superiores de exatas (AGUIAR, 2009).

A autora dessa pesquisa pretende, futuramente, construir uma unidade didática que abarque os três anos do Ensino Médio, abordado como tema norteador conteúdos de Astronomia, Astrofísica e Cosmologia para os principais tópicos de Física vistos durante a educação média.

As maneiras herdadas de se ensinar e estudar a natureza devem ser constantemente refletidas, e a Sequência Didática permitiu aos estudantes um contato com um tema praticamente não visto em salas de aula. Isso também enfatiza a autonomia do professor em sala de aula: seu planejamento não deve ser pautado exclusivamente no currículo dos livros didáticos. Enfatiza-se a importância de se inserir esses temas em sala de aula, pois é possível contextualizar de forma constante os conhecimentos em função das necessidades da sociedade. Além disso, busca-se evitar a separação entre a teoria e a prática, assim como se evita se separar aquele que executa e aquele que teoriza, buscando integrar uma educação que, em geral, é ambígua, separando da educação ampla uma educação instrumental (GARCIA, 2010).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, Ricardo R. **Tópicos de Astrofísica e Cosmologia: uma aplicação de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio**. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Instituto de Física e Faculdade de Educação – USP, 2004.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. 4ª ed. Lisboa. Edições 70, 2009.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

COMINS, Neil F.; KAUFMANN III, William J. **Descobrimdo o Universo**. 8 ed. Editora Bookman. Porto Alegre. 2010.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

FELD, Ramissés F. **Noções de Astrofísica e de Cosmologia Moderna nas Aulas de Física do Ensino Médio: Uma Sequência Didática a Partir do Paradoxo de Olbers**. 2014. 106f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Departamento Acadêmico de Física, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

FOUREZ, Gérard. **A construção das ciências: Introdução à Filosofia e à Ética das Ciências**. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.

GARCIA, T.M.F.B. Ensino e Pesquisa em Ensino: Espaços da Produção Docente. In: GARCIA, N.M.D. (org). **A pesquisa em ensino de Física e a sala de aula: articulações necessárias**. São Paulo: Editora da SBF, 2010.

HENRIQUE, A. B. **Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da cosmologia**. Dissertação de mestrado. Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação – Programa Interunidades em Ensino de Ciências. Universidade de São Paulo, 2011.

LEITE, Cristina; BISCH, Sérgio M.; HOSOUME, Yassuko; DA SILVA, José Alves. Representações do Universo em Crianças do 1ª Grau. In: **Caderno de Programas e Resumos do XII Simpósio Nacional de Ensino de Física**. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Belo Horizonte. 1997.

MEGID NETO, Jorge. Origens e Desenvolvimento do Campo de Pesquisa em Educação em Educação em Ciências no Brasil. In: Nardi, R.; Gonçalves, T. V. O. **A pós-graduação e ensino de ciências e matemática no Brasil: origens, características programas e consolidação da pesquisa na área**. São Paulo: Livraria da Física. p. 98-139.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias da aprendizagem**. Editora Pedagógica e Universitária. São Paulo, 1999.

OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. **Astronomia e Astrofísica**. 2. ed. Editora Livraria da Física, 2004.

SCHIVANI, Milton. **Educação não formal no processo de ensino e difusão da astronomia: ações e papéis dos clubes e associações de astrônomos amadores**. Dissertação de mestrado. Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação – Programa Interunidades em Ensino de Ciências. Universidade de São Paulo, 2010.

SILK, Joseph. **O Big Bang: A Origem do Universo**. 1 ed. Editora Universidade de Brasília. Brasília. 1980.