

A Alfabetização Científica e Tecnológica através do Ensino de Cosmologia: uma abordagem CTS para a Evolução do Universo

The Scientific and Technological Literacy through Teaching of Cosmology: a CTS approach to the Evolution of the Universe

Rodrigo Bernadelli

Universidade Federal de Santa Catarina
bernadelli1974@hotmail.com

André Ary Leonel

Universidade Federal de Santa Catarina
profandrefsc@yahoo.com.br

Resumo

Um dos grandes desafios do ensino de Física está em despertar nos alunos o interesse pelo aprendizado dos conceitos fundamentais de ciências e suas aplicações. Mais difícil ainda é a contextualização da Física Moderna e Contemporânea (FMC) nesse cenário. Buscamos aqui um novo caminho no processo de ensino-aprendizagem de tópicos de FMC no Ensino Médio, mais especificamente os relacionados com o tema Evolução do Universo, como Átomo de Bohr, Efeito Fotoelétrico, Relatividade Especial e Geral e Física de Partículas. Nosso objetivo foi a produção de uma sequência didática e de um material didático que pudesse contribuir, por meio de uma abordagem CTS, tanto para a formação continuada dos Professores de Física, quanto para as práticas desses educadores, a partir da escolha de um tema gerador, construção de uma sequência didática interdisciplinar contextualizada e a produção e análise de um material didático (MD). A abordagem envolveu 90 alunos e 18 professores do Ensino Médio, tendo atendido às expectativas ao tornar os conceitos de Física Moderna mais próximos e compreensíveis, tendo como produto um material didático adequado ao tema.

Palavras chave: ensino de física, física moderna e contemporânea, enfoque CTS, interdisciplinaridade.

Abstract

One of the great challenges of Physics teaching is to awaken students' interest on learning the fundamental concepts of science and its applications. Even more difficult is the contextualization of Modern and Contemporary Physics (FMC) in this scenario. We seek here a new path in the teaching-learning process of FMC topics, more specifically those related to the theme Evolution of the Universe, such as Bohr atom, Photoelectric Effect, Special and General Relativity and Particle Physics.

Our objective was the production of a didactic sequence and didactic material that could contribute, through a CTS approach, both to the continued formation of the Physics Teachers and to the practices of these educators, from the choice of a generating theme, construction of a contextualized interdisciplinary didactic sequence and the production and analysis of a didactic material (MD). The approach involved 90 students and 18 high school teachers, having met expectations by making the concepts of Modern Physics closer and more comprehensible, having as a product a didactic material appropriate to the theme.

Key words: physics teaching, modern and contemporary physics, CTS approach, interdisciplinarity.

Introdução

Sabemos que muitas vezes a Educação CTS apresenta fragilidades por não explorar o processo de Investigação Temática de forma a tornar realmente possível a compreensão crítica e a intervenção da sociedade nas questões de âmbito científico. É preciso identificar o propósito do tema gerador com as perspectivas educacionais a serem alcançadas. Nesse caminho, algumas ferramentas podem ser usadas, como a **Matriz de Referência** proposta por Strieder (2012). Segundo ela, a abordagem nacional CTS produzida pode ser classificada dentro dos três seguintes parâmetros: *Racionalidade Científica* que contempla o conhecimento científico, seus produtos e suas relações com a sociedade. *Desenvolvimento Tecnológico* que busca entender o funcionamento dos aparatos da tecnologia e seu funcionamento, assim como, suas intervenções sociais. *Participação Social* que discute a participação da ciência e tecnologia na sociedade, estudando seu papel. Para a autora em questão, cada um desses parâmetros está dividido em cinco outros subníveis de igual importância. Observamos esses subníveis na tabela 01 a seguir.

Parâmetro	Subnível	Abordagem
Racionalidade Científica	1	Conceitos científicos
	2	Aspectos positivos e negativos
	3	Construção histórica
	4	Pesquisas atuais relacionadas
	5	Insuficiências do conhecimento científico
Desenvolvimento Tecnológico	1	Partes técnicas
	2	O aparato e a sociedade
	3	Especificidades e transformações
	4	Propósitos (Crítica ao consumo e questões políticas)
	5	Adequações sociais
Participação Social	1	Reconhecimento do problema
	2	Decisões individuais
	3	Decisões coletivas
	4	Mecanismos de pressão
	5	Políticas públicas

Tabela 01: Parâmetros e subníveis na abordagem CTS segundo Strieder (2012).

Partindo desses princípios, o objetivo deste trabalho é investigar as possibilidades e limitações ao promover a alfabetização científica e a construção de conceitos de Física Moderna embasada na aplicação de uma sequência didática (SD), em sala de aula, que tenha como tema gerador um assunto de interesse evidenciado nos alunos pesquisados, seguida da produção de um material didático (MD) adequado ao tema. De que forma a SD e o MD podem contribuir para a construção de conceitos e facilitar seu aprendizado? Quais as limitações desse processo?

Nossa proposta foi desenvolver uma reflexão sobre a abordagem CTS a partir da Matriz de Referência de Strieder (2012), e, assim obter o tema mais adequado para a abordagem dos conceitos de Física Moderna. Para isso, tanto alunos quanto professores do Ensino Médio foram inicialmente entrevistados, e seus questionamentos classificados segundo a matriz apresentada. Obtivemos repostas que convergiam para temas que levaram à necessidade de entendimento dos conceitos que explicassem a Evolução do Universo, ou seja, um Tema Gerador que envolvesse *cosmologia*. Isso se deveu ao fato de que dentro das respostas obtidas notamos a presença dos três parâmetros e seus respectivos subníveis em questões de cosmologia de fácil contextualização, e que traziam percepções de *racionalidade científica*, *desenvolvimento tecnológico* e *participação social*. Esse tema, quando sugerido, proporcionou uma atitude investigativa nos alunos, fato que modificou o comportamento em sala, tendo alunos mais participativos e abriu espaço para uma abordagem interdisciplinar do conhecimento, tornando a abordagem CTS mais assertiva e de melhor entendimento pelas partes do processo de ensino-aprendizagem. Após a definição do Tema Gerador, um curso, com 8 (oito) encontros semanais vespertinos, foi planejado e realizado, de agosto a setembro de 2018, cada encontro tendo 100 min de duração, totalizando 16 horas-aula.

Metodologia da Pesquisa

O trabalho de pesquisa foi desenvolvido seguindo a estrutura da Investigação Temática (SOUSA et al., 2014), que pode ser dividida em: i) *conhecimento* e aproximação com o contexto social e escolar; ii) *definição* e estudo de situações-limite dos envolvidos; iii) *legitimação* da hipótese e iv) *organização* da programação curricular. Nas três primeiras etapas obtém-se o Tema Gerador, na quarta definem-se a Sequência Didática e a estrutura do material didático produzido, que é o foco principal deste trabalho. As informações foram obtidas por meio de pesquisa escrita realizada com os alunos, professores e pais. Esses dados foram classificados segundo a Matriz de Referência (STRIEDER, 2012), e conforme o objetivo aqui apresentado, tivemos como critério de avaliação *a priori*: i) percepção, ii) questionamentos e iii) compromisso social. Esses dados foram apresentados e tratados seguindo nomenclatura simples a saber: a1, a2, ..., aN (aluno) e p1, p2, ..., pN (professor), sendo contemplados na investigação 90 alunos da segunda série do Ensino Médio e 18 professores da área de Ciências Naturais.

Após a escolha do Tema Gerador final, foi feita uma reunião de pesquisa do tema com os professores de Ciências Naturais. Nesse encontro, diante do levantamento das necessidades e da metodologia adequada, foi produzida uma Sequência Didática de oito aulas e um material didático (MD) em formato de encarte, que é o produto final dessa pesquisa. O MD produzido foi o resultado de um texto inicial, previamente escrito sobre o assunto. As modificações no texto se devem a anotações feitas em sala de aula durante as aplicações, assim como as anotações nos cadernos dos alunos.

Investigação e Obtenção do Tema

Durante a investigação do Tema Gerador seguimos as etapas de Sousa et al. (2014), sendo assim:

i) *conhecimento e aproximação*: foi apresentada uma proposta inicial de avaliação da aplicação da Educação CTS ao Conselho Pedagógico da Escola, e, após imediata aceitação por parte da Direção e dos professores, foi feita a oferta de um **curso especial** vespertino em uma perspectiva CTS para os alunos da segunda série do Ensino Médio. Antes da aplicação do **curso especial**, todos os alunos responderam à uma pesquisa escrita inicial, que serviu como diretriz para a avaliação do tema. A alfabetização científica tornou-se ponto recorrente de discussão em grande parte das respostas obtidas.

Em um segundo momento, foi aplicado um questionário abordando os conceitos científicos de maior interesse dos alunos. As respostas obtidas foram classificadas obtendo-se então **grupos de interesse** muito similares que assim foram divididos: 1) *evoluções e descobertas científicas*; 2) *astronomia e cosmologia*; e 3) *relatividade, física quântica e partículas elementares*;

ii) *definição e estudo de situações-limite dos envolvidos*: apresentamos aos alunos duas sequências de imagens e texto. Na primeira havia fotos de cientistas importantes na Evolução das Ideias da Física Moderna, na segunda sequência, havia aparelhos do cotidiano e tecnologias que envolviam a primeira sequência. Os alunos escreveram livremente sobre suas experiências em cada conjunto de imagem. Observamos, nessa dinâmica, que os discentes tinham um conhecimento superficial sobre grande parte dos cientistas, como também do vocabulário utilizado. No entanto, poucos sabiam relacionar essas ideias com as evoluções tecnológicas que elas significavam. Isso foi observado em, absolutamente, todas as respostas obtidas.

iii) *legitimação da hipótese*: todas as respostas apresentadas pelos pesquisados foram analisadas e discutidas por uma equipe composta pelos professores de Física e pesquisadores. Foram propostos vários temas geradores, porém houve um consenso: a busca por conceitos de Física Moderna e o fascínio causado pelo estudo do Universo, tornavam a Astrofísica e a Cosmologia um Tema Gerador ímpar.

Abordagem da Sequência Didática e Metodologia de Ensino

A elaboração da Sequência Didática teve como ponto de partida uma reunião com a equipe de Ciências Naturais do Ensino Médio. Nesse encontro, os professores expuseram suas experiências sobre o Tema Gerador e os anseios apresentados pelos alunos em sala de aula. Após esse encontro inicial, ficou decidido seguir uma visão histórica e filosófica da ciência. Introduzimos assim uma nova proposta de tópicos de ensino para o Ensino Médio. Adotamos a cosmologia como tema e iniciamos o diálogo, introduzindo questionamentos que devem ser debatidos como: Astronomia, Noções de Óptica e Instrumentos; Sistema Solar; Evolução de Estrelas e Galáxias; Big Bang; e Cosmologia geral.

Como literatura base do assunto usamos a abordagem pictórica de Abdalla (ABDALLA, 2006), na obra “Discreto charme das partículas elementares”. A sequência didática, por outro lado, foi embasada em Horvath (HORVATH, 2008), na obra “O ABCD da Astronomia e Cosmologia”. Assim, foi planejada e aplicada a sequência didática conforme apresentada na tabela 02, disponível no apêndice.

Resultados e Discussões das Aplicações em Sala

Os *grupos de interesse* obtidos foram um resultado direto das respostas dos alunos em questionários aplicados e das *percepções* evidenciadas nessas respostas, conforme atesta declaração de a1:

Sempre me interessei pelo estudo de astronomia. Estrelas, Galáxias e tudo o que existe relacionado com isso. Gostaria de ter um entendimento melhor da Física Moderna, e não só dos assuntos da *escola*. Acho que para isso seria importante aprender sobre o surgimento do Universo, as teorias modernas como relatividade, quântica, e outras coisas que explicam a Evolução desde o Big Bang. (a1)

Os *questionamentos* também foram evidenciados em respostas obtidas de alunos e professores em que eles discutem a real necessidade do conteúdo apresentado em sala de aula.

O terceiro propósito, o *compromisso social* é também evidenciado nas respostas obtidas por meio da constatação da consciência da ignorância dos conceitos científicos no entendimento dos problemas cotidianos. Observamos a preocupação com problemas sociais complexos que envolvem ideias extremamente elaboradas, como o caso clássico da literatura científica brasileira citado na fala de a2:

Nossa escola nos levou para uma visita no depósito radioativo de Abadia de Goiás. Foi muito interessante, mas o assunto deveria ser melhor tratado em sala de aula. Nós gostaríamos de entender realmente como funciona a radiação do Césio-137. Como é uma bomba atômica, o que é um reator nuclear, o que são partículas subatômicas. Em um hospital, eu vi além do raio X, vários aparelhos como PET e ultrassonografia. Acho que o entendimento de cada um deles seria muito interessante. Foi um absurdo o descaso com a população no acidente radiológico de Goiânia. (a2)

Observamos, durante as aplicações, uma evolução constante no senso crítico do aluno. À medida que ele vivenciava o conceito estudado, seja nas experiências em casa, ou por meio de jornais, revistas e TV, ele aplicava seu conhecimento utilizando o entendimento das informações adquiridas, o que indicava avanço na alfabetização científica e tecnológica de todos os envolvidos.

Após a realização das aulas de cosmologia, os alunos foram entrevistados por meio de um questionário escrito sobre a interdisciplinaridade e contextualização da sequência didática e dos conteúdos aprendidos em sala. Obtivemos um resultado extremamente satisfatório. O questionário era composto por 3 questões objetivas a serem avaliadas de 1 a 5: **Q1**) A sequência didática está contextualizada?, **Q2**) A sequência didática é interdisciplinar?, e, **Q3**) A sequência didática está adequada ao tema?. Após essas 3 questões o aluno foi convidado a dissertar brevemente e de forma crítica sobre as aplicações assistidas. Os dados obtidos foram organizados no **gráfico 1** de forma a facilitar sua interpretação. Nele observamos a prevalência de notas altas na maior parte da avaliação dos alunos. Considerando como de sucesso as notas 4(bom) e 5(ótimo), observamos a ocorrência dessas notas em 230 respostas, sendo 81 para **Q1**, 64 para **Q2** e 85 para **Q3**, ou seja, a SD didática foi considerada adequada ao tema, interdisciplinar e contextualizada por 85,19% dos alunos.

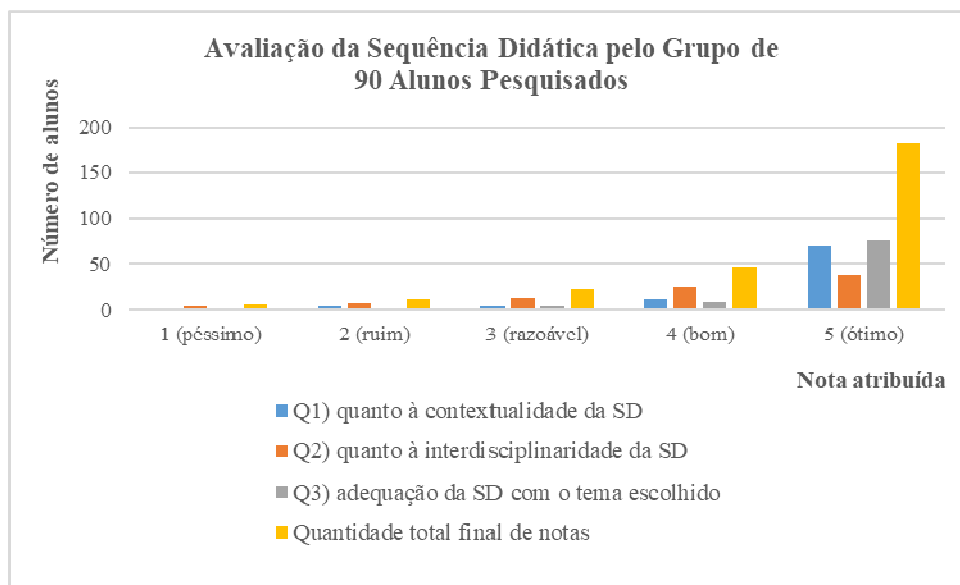


Gráfico 1: Demonstração da prevalência de notas altas em avaliação da SD no grupo de alunos pesquisados.

A adequação do tema escolhido foi notada em quase todas as respostas obtidas. Veja no caso do aluno a3:

Fiquei muito envolvido com todas as aulas. Finalmente entendi vários conceitos de Física Moderna e suas aplicações. Gostei principalmente da forma como cada conceito foi abordado, ou seja, sempre parecia que íamos resolver um problema importante da cosmologia... (a3)

Vale aqui enfatizar que, um dos resultados mais importantes observados na contextualização é o desenvolvimento na percepção e no significado dos conceitos adquiridos em sala de aula. Isso porque sabemos que os conceitos aprendidos precisam interagir com o conhecimento de mundo do aluno.

Abordagem do Material Didático Produzido

Como produto final da Sequência Didática e sua aplicação em sala de aula, obtivemos um MD de Astronomia, Astrofísica e Cosmologia, que por meio de uma abordagem interdisciplinar, contextualizada, lúdica e pictórica, tenta tornar os conceitos de física mais palpáveis, mais próximos dos anseios do aluno de Ensino Médio. Entendemos que, mesmo que haja grande quantidade de materiais de ensino disponíveis, alguns inclusive de alta tecnologia, o livro didático, continua sendo um recurso decisivo e de grande utilização. Sendo assim, por meio de um material didático escrito, tentamos abordar os conceitos de Física Moderna de forma lúdica e pictórica, sem perder rigor matemático.

Iniciamos a sequência didática tratando da história da Astronomia e desenvolvemos a Gravitação seguida da Física Moderna. Para a produção desse material, um texto inicial foi tomado como ponto de partida, daí então, as notas de sala de aula e cadernos dos alunos foram utilizadas como ferramenta de adequação da abordagem de conteúdo. O texto final apresenta uma relação direta entre os problemas da cosmologia e conceitos de Física Moderna, com atenção para uma transposição didática que tornasse a linguagem simples, sem comprometer o rigor científico.

Análise do Material Didático Produzido

A forma com que foi apresentada a cosmologia no MD mostrou-se amplamente aceita pelos alunos. Após a leitura do material didático de cosmologia, os alunos foram entrevistados por meio de um questionário escrito, sobre o nível de dificuldade, clareza de informações de gráficos e ajuda na compreensão do tema e dos conceitos. Obtivemos um resultado extremamente satisfatório. O questionário era composto por três questões objetivas a serem avaliadas de 1 a 5: **Q1)** Os textos apresentam clareza e são de fácil entendimento?, **Q2)** Os gráficos apresentam clareza de informações?, e, **Q3)** O texto foi útil para melhor compreensão dos fenômenos abordados?. Respondidas essas três questões, o aluno foi convidado a dissertar brevemente e de forma crítica sobre as aplicações assistidas. Os dados obtidos foram organizados no **gráfico 2** de forma a facilitar sua interpretação. Nele, observamos a prevalência de notas altas na maior parte da avaliação dos alunos. Considerando como de sucesso as notas 4(bom) e 5(ótimo), observamos a ocorrência dessas notas em 242 respostas, sendo 79 para **Q1**, 78 para **Q2** e 85 para **Q3**, ou seja, o material didático foi considerado aprovado por 89,63% dos alunos.

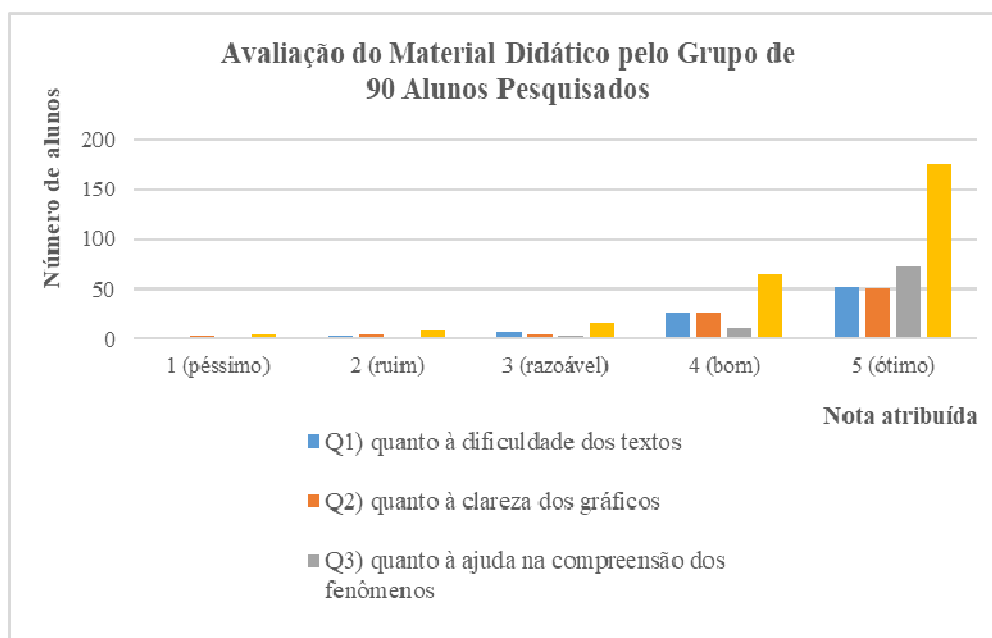


Gráfico 2: Demonstração da prevalência de notas altas em avaliação do MD no grupo de alunos pesquisados.

A clareza dos textos e gráficos do MD foi notada em quase todas as respostas obtidas. Segue resposta escrita por um aluno pesquisado:

Achei a leitura do livro fácil, os exemplos muito bons e sempre presentes em problemas conhecidos. Consegui um entendimento muito maior de informações que eu sempre via na TV ou jornais. (a4)

Por fim, o MD resultante foi dividido em 8 capítulos, assim intitulados: 1) Contextualização da Cosmologia e Astronomia. Astronomia Antiga; 2) Noções de óptica e Instrumentos Ópticos; 3) Sistema Solar; 4) Evolução e Morte das Estrelas; 5) Via Láctea, Aglomerados de Estrelas; 6) Galáxias; 7) Big Bang; e 8) Cosmologia Geral.

Considerações Finais e Conclusões

Usando como ferramenta de estudo a Matriz de Referência (STRIEDER, 2012) identificamos anseios quanto a concepções e conceitos em alunos do Ensino Médio sobre questões referentes às inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade que tenham como contexto a Física Moderna. Assim, foi escolhido como tema gerador a Cosmologia. Esse tema apresentou diversas potencialidades na criação de relações entre a realidade dos alunos e o ensino de física na escola, de forma que surgiu dos próprios alunos por meio dos anseios e dos questionamentos, frente às necessidades de entendimento de mundo identificadas pelos professores e pesquisadores. O tema proporciona questionamentos de aspectos sociais, econômicos, políticos e ecológicos. Além disso, a Cosmologia permite ampla interdisciplinaridade e contextualização, visto que pode contemplar todos os componentes curriculares.

Observamos, por meio do resultado da pesquisa por questionário aplicado aos alunos que a Sequência Didática produzida a partir do Tema Cosmologia mostrou-se contextualizada e interdisciplinar, com um índice de aprovação de 85,19% dos leitores, abordando conceitos amplos e fundamentais de física, astronomia e cosmologia. Essa abordagem atendeu aos anseios de alunos do Ensino Médio que se sentiam afastados dos avanços tecnológicos trazidos pela Física Moderna. O entendimento da Evolução e Formação do Universo mostrou-se campo de estudo decisivo durante a alfabetização científica dos alunos.

O MD, produzido a partir de texto base inicial e anotações de sala de aula, tentou, de forma simples e pictórica, tornar os conceitos mais próximos e compreensíveis. Esse objetivo mostrou-se alcançado no relato de alunos que tiveram contato com o texto. Isso favoreceu a aprendizagem, em especial a compreensão mais ampla dos fenômenos e do tema em foco. Podemos observar isso pelo alto índice de aprovação na avaliação do texto, com 89,63% dos leitores considerando o texto claro, relevante e de grande ajuda para a compreensão dos conceitos abordados. Entendemos que grandes evoluções podem ser alcançadas a partir desse estudo, à medida que o MD seja utilizado e aperfeiçoado segundo as demandas de cada contexto de aplicação.

Agradecimentos e apoios

Programa de Iniciação Científica Voluntária da UFSC e PROPESQ.

Referências

ABDALLA, M. C. B. **O Discreto Charme das Partículas Elementares**. São Paulo: Editora Unesp, 2006.

HOVARTH, J. E. **O ABCD da Astronomia e Astrofísica**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2008.

SOUSA, P.S.et al. **Investigação Temática no Contexto do Ensino de Ciências: Relações entre a Abordagem Temática Freireana e a Práxis Curricular via Tema Gerador**. Alexandria, v.7, p. 155-177, 2014.

STRIEDER, R.B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: Sentidos e perspectivas**. 2012. 283f. Tese. (Doutorado em Ensino de Ciências) – Programa Interunidades em Ensino de Ciências, USP, São Paulo.

Apêndice

Capítulo	Data/ Horas	Tema Abordado	Metodologia / Recursos
1) Contextualização. Astronomia Antiga. Instrumentos Ópticos.	Aulas: 01 e 02 90 min 2 horas/aula	Contexto da Cosmologia. Contexto Histórico e Social. Descobertas da astronomia e cosmologia.	Serão apresentados fatos históricos relacionados ao surgimento da Astrofísica. Revisão no quadro negro dos conceitos de óptica, eletromagnetismo e Ondas Eletromagnéticas. Recursos: Quadro e giz.
2) Sistema Solar e Evolução e Morte das Estrelas	Aulas: 03 e 04 90 min 2 horas/aula	Descrição do Sistema Solar. Evolução Estelar.	Apresentação no quadro negro da ideia de evolução Estelar e Big Bang. Evolução e morte estelar. Recursos: Quadro e giz. Imagens impressas.
3) Via Láctea, Aglomerados de Estrelas.	Aulas: 05 e 06 90 min 2 horas/aula	Descrição de formas e qualidades físicas em Galáxias.	Apresentação teórica. Observação de constelações através do programa SkyView . Galáxias. Recursos: Quadro e giz.
4) Big Bang e Cosmologia Geral	Aulas: 07 e 08 90 min 2 horas/aula	Estudo Geral de Cosmologia e Evolução do Universo.	Apresentação de modelos cosmológicos em quadro negro. Expansão do universo: redshift e Lei de Hubble. Big Bang. Radiação Cósmica de Fundo. Recursos: Quadro e giz. Imagens impressas.

Tabela 02: Sequência Didática aplicada em sala de aula.