

TÓPICOS DE ASTRONOMIA, ASTROFÍSICA E COSMOLOGIA NA 1ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO COMO PARTE INTEGRANTE DE UM PROJETO CURRICULAR DIFERENCIADO DE FÍSICA

Ricardo Rechi Aguiar¹
Yassuko Hosoume²

Resumo: Neste trabalho relatamos parte da aplicação e avaliação de um projeto curricular alternativo de Física, com ênfase na inserção de elementos de Astronomia, Astrofísica e Cosmologia integrados ao curso da 1ª série do ensino médio, desenvolvido durante um semestre com 93 estudantes, em uma escola particular paulistana. A avaliação foi realizada a partir dos dados de um questionário semiestruturado e de uma avaliação individual. Utilizando-se da metodologia de Análise de Conteúdo foram construídas duas principais categorias de análise: “Mudança na visão de mundo” e “Nova visão cosmológica”. Ressaltamos que 97% dos estudantes que participaram da avaliação do projeto responderam afirmativamente a uma questão que perguntava se o “curso de Física do 1º ano modificou sua visão sobre o mundo e sobre o Universo”. Diversos conteúdos foram citados livremente por eles, demonstrando uma apropriação dos mesmos, com destaque para “Espectro/Espectroscopia” (nomeado por 28% dos estudantes), “Medidas de distâncias estelares” (28%) e “Big-Bang” (23%). Acreditamos que o projeto provocou impacto sobre visão de universo da maioria dos estudantes, pois estes apontaram nos instrumentos analisados que haviam ganho uma percepção maior das escalas de tamanho envolvidas na Astronomia e/ou explicitavam que “seus Universos” não eram mais os mesmos após terem passado pelo curso.

Palavras-chave: Ensino de Física; Ensino de Astronomia; Ensino Médio; Astrofísica; Cosmologia.

TÓPICOS DE ASTRONOMÍA, ASTROFÍSICA Y COSMOLOGÍA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA COMO PARTE INTEGRANTE DE UN PROYECTO CURRICULAR DIFERENCIADO DE FÍSICA

Resumen: Este trabajo relata parte de la aplicación y evaluación de un proyecto curricular alternativo de Física, con énfasis en la inserción de elementos de Astronomía, Astrofísica y Cosmología integrados en el curso correspondiente al tercer año de la Educación Secundaria (en España), que tuvo lugar en una escuela privada de São Paulo, Brasil. La evaluación se realizó a partir de un cuestionario semiestruturado y de una evaluación individual. Utilizando la metodología de Análisis de Contenidos fueron construidas dos categorías principales: "Cambio en la visión del mundo" y "Nueva visión cosmológica". Resaltamos que el 97% de los estudiantes que participaron en la evaluación respondieron afirmativamente a una cuestión que preguntaba si el "curso de Física del 3º año modificó su visión sobre el mundo y sobre el Universo". Diversos contenidos fueron citados libremente, demostrando la apropiación de los mismos. Creemos que el proyecto tuvo algún impacto sobre la visión del universo de la mayoría de los estudiantes, pues éstos apuntaron que habían adquirido una percepción mayor de las escalas de tamaño involucradas en la Astronomía y explicitaban que "sus Universos" no eran ya “los mismos” después de haber pasado por el curso.

Palabras clave: Enseñanza de la Física; Enseñanza de la Astronomía; Educación Secundaria; Astrofísica; Cosmología.

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. E-mail: <rechi@ifsp.edu.br>.

² Instituto de Física da Universidade de São Paulo. E-mail: <yhosoume@if.usp.br>.

TOPICS OF ASTRONOMY, ASTROPHYSICS AND COSMOLOGY IN HIGH SCHOOL AS PART OF A DIFFERENTIATED CURRICULAR PROJECT IN PHYSICS

Abstract: In this paper we report part of the application and evaluation of an alternative curricular project in Physics, with emphasis on the insertion of elements of Astronomy, Astrophysics and Cosmology integrated into the course of high school's first grade at a São Paulo's private school. The evaluation used a semi-structured questionnaire and an individual evaluation. Using the Content Analysis methodology, two main categories of analysis were constructed: "Change in world view" and "New cosmological vision". We note that 97% of the students who participated in the project evaluation answered affirmatively to a question that asked if the course of Physics of the 1st year had changed their vision about the world and on the Universe. Several contents were mentioned, demonstrating knowledge appropriation, highlighting "Spectrum/Spectroscopy" (28% of the students), "Stellar Distances" (28%) and "Big Bang" (23%). We believe the project had some impact on the universe view of the majority of the students, since they pointed out in the analyzed instruments that they had gained a greater perception of the size scales involved in Astronomy and / or they explained that "their Universes" were no longer the same, after they had passed the course.

Keywords: Physics Teaching; Astronomy Teaching; High school; Astrophysics; Cosmology.

1 Introdução

A introdução da Astronomia nos currículos escolares é tema de muitos trabalhos científicos e está presente em diversos documentos oficiais da educação brasileira, como os Parâmetros Curriculares Nacionais para Ensino Fundamental (BRASIL, 1998) e para o Ensino Médio – PCNEM (BRASIL, 1999) ou as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias - PCN+ (BRASIL, 2002). Neste último documento é apresentado, inclusive, como parte do tema estruturador: Universo, Terra e Vida (BRASIL, 2002). Pode-se considerar que, a partir da relativamente recente reforma da educação brasileira iniciada em 1996 pela 3ª Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), o tema Astronomia volta a ganhar destaque no ensino das Ciências do Ensino Fundamental e de Física no Ensino Médio. Uma análise bastante ampla da trajetória desta temática nos currículos escolares brasileiros é feita por Leite et al. (2014).

O aumento de importância do tema pode ser observado nas pesquisas em Ensino de Astronomia que tiveram incremento significativo concomitante à avaliação dos conteúdos de livros didáticos iniciada em 1997 pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). A publicação de análises sobre erros em conteúdos de Astronomia nos livros didáticos de Ciências do Ensino Fundamental foi foco de diversas pesquisas durante as duas últimas décadas, dentre as quais podemos citar: Canalle, Trevisan e Lattari (1997), Langhi e Nardi (2007) e Leite e Hosoume (2009).

As modificações estabelecidas pelo PNLD e as pesquisas em ensino acabaram por provocar uma mudança positiva nesta área, pois

o ensino de Astronomia na educação fundamental teve avanço considerável em termos de qualidade conceitual e temático, indicando que a reforma educacional, no âmbito da proposição em livros didáticos, foi bastante significativa.” (LEITE e HOSOUME, 2009, p.2156).

O incremento do número de publicações de pesquisas, que é um dos indicativos do aumento nas pesquisas em Ensino de Astronomia, também pode ser visto nos dados do Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia (BRETONES, 2016): até o ano 2000 o número de trabalhos apresentados nesta área era incipiente, não passando de 3 por ano. Já nos últimos 10 anos foram publicados 114 trabalhos nesta área, o que remete a uma média de 11 teses e dissertações por ano no Brasil.

Iachel e Nardi (2010) também corroboram com a tendência verificada acima apontando para um crescimento do número de artigos com o tema Astronomia publicados em periódicos brasileiros entre os anos de 1990 e 2008, indo de 22 publicações na primeira década considerada para 36 na segunda. Assim como Bussi e Bretones (2013) que analisaram os trabalhos sobre Educação em Astronomia apresentados nos ENPECs (Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências) entre 1997 e 2011 (Figura 1), demonstrando um aumento no número de trabalhos com o passar dos anos.

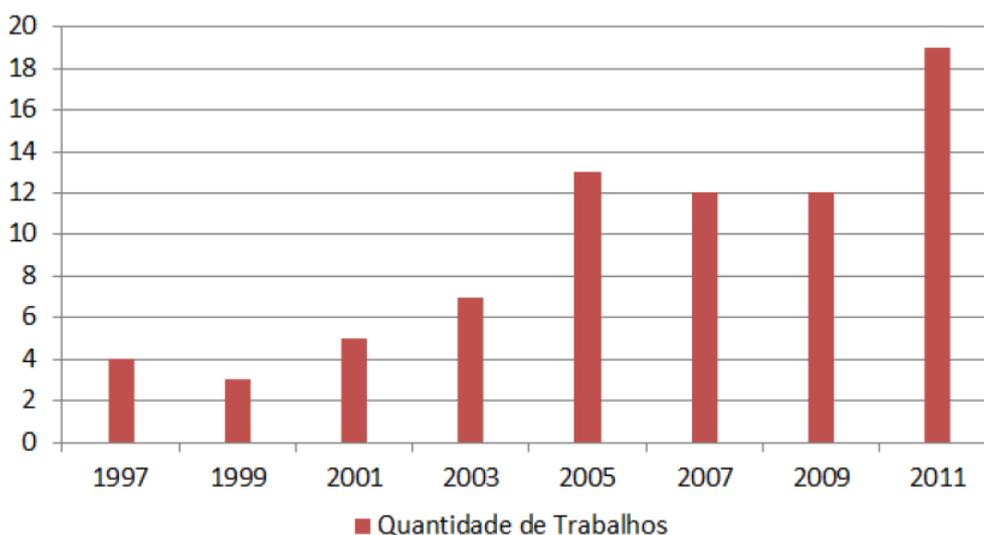


Figura 1 - Gráfico da distribuição dos trabalhos sobre Educação em Astronomia apresentados nos ENPECs por ano de apresentação

Fonte: Bussi e Bretones (2013, p.3)

Apesar deste crescimento numérico, as abordagens e o foco destas pesquisas ainda estão centrados no levantamento de concepções de crianças e professores sobre elementos astronômicos ou em conteúdos e recursos didáticos (BRETONES; MEGID NETO, 2003). Para ambos os níveis de ensino (fundamental e médio) as pesquisas de propostas de Ensino de Astronomia são pontuais, ou seja, tratam da inserção de temas e de pequenas propostas de atividades e não são articuladas dentro da estrutura curricular escolar.

No já citado levantamento feito por Iachel e Nardi (2010) com relação às tendências das publicações relacionadas à Astronomia em periódicos brasileiros nas últimas décadas, o tema Cosmologia e Astrofísica, por exemplo, aparece em apenas 16% dos artigos. E não é citado nenhum trabalho cuja abordagem temática seja a proposta de um programa de Astronomia integrado ou articulado ao currículo do Ensino Médio, num universo de 58 artigos.

Em outra análise feita com 70 teses e dissertações sobre Educação em Astronomia no Brasil, apresentadas entre 1973 e 2010, Bretones e Ortelan (2012) apontam que:

- Menos de um terço dos trabalhos (27,4%) tem como foco o Ensino Médio, sendo que a maioria incide sobre os níveis escolares de ensino Fundamental e Superior.
- Apenas 10% dos trabalhos abordam Astronomia de uma forma geral, descrevendo ou tratando de um curso deste tema. E dentro deste tema geral, a grande maioria dos trabalhos se concentra nas temáticas de “Formação de Professores” e Concepções/Características do Professor”. Só 14,7% (ou seja, apenas um único trabalho) têm como foco temático “Currículo e Programas”.

Tais levantamentos evidenciam o pequeno número de trabalhos que apresentam uma proposta ou um programa de Astronomia integrado ou articulado ao currículo do Ensino Médio. Este indício pode estar ligado a diversas questões como: o fato dos pesquisadores da área de Ensino Ciências ou de Física não terem em sua formação conhecimentos básicos destas temáticas ou porque é uma pesquisa demorada (faz-se necessário um acompanhamento de pelo menos um semestre), ou ainda a dificuldade do professor de alterar o conteúdo curricular tradicional de Física que leciona e inserir um novo conteúdo (seja por não ter competência para isso por causa de sua formação ou porque tais conteúdos não fazem parte dos exames de ingresso às universidades, como vestibulares, e nem do ENEM).

O atual trabalho apresenta parte de um projeto curricular, com ênfase na inserção de elementos de Astronomia, Astrofísica e Cosmologia, integrados a um curso de Física da 1ª série do Ensino Médio, cuja intenção era, através de uma abordagem temática, oferecer uma proposta educacional integralizante a um conjunto de conceitos e elementos do conhecimento físico nesta etapa da Educação Básica. Além do projeto mostramos a aplicação e avaliação do mesmo, que foi desenvolvido em três turmas durante um semestre, em uma escola particular paulistana.

2 Construindo um projeto curricular diferenciado de Física

A pedra fundamental do projeto curricular contendo elementos de Astronomia, Astrofísica e Cosmologia em um curso de Física de Ensino Médio foi a construção de um conjunto de núcleos estruturais: um “centro gravitacional” ao redor do qual toda a estrutura curricular foi construída. Foram definidos três núcleos estruturais: um núcleo conceitual, que deveria explicitar os conceitos considerados fundamentais a um curso de Física; um núcleo histórico-epistemológico, que sinalizasse o conhecimento científico como uma construção cultural humana; e um terceiro núcleo, chamado de núcleo educacional, que expressasse a visão educacional predominante no projeto.

O olhar educacional do projeto curricular levou em conta a vocação da escola-alvo, as aspirações e conhecimentos dos educadores e estudantes, além das habilidades e competências que se acreditava serem essenciais para a formação acadêmica destes últimos. O núcleo histórico-epistemológico do curso foi pensado de modo a levar o estudante perceber a Física como um elemento da cultura humana. E a criação do núcleo conceitual, estava ligada à mudança na sequência de conteúdos feita no projeto curricular, ou seja, uma das peças chaves do projeto curricular era uma alteração em sua grade curricular. Em alguns aspectos esse projeto dialoga com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) quando estes apontam para as diversas dimensões do aspecto cognitivo nas relações educacionais, com ênfase no Ensino de Ciências: as dimensões epistemológica, gnosiológica e educativa das interações educacionais.

No Quadro 1 podem ser vistos os Temas Centrais anuais do curso de Física, organizados por série (ou ano) e seus respectivos conteúdos gerais, chamados de Conteúdos Sintetizadores. Cada série (ou ano) é identificada com uma cor diferente (vermelho, verde e azul). Neste projeto curricular diferenciado, os Conteúdos Sintetizadores formam o conjunto conceitual fundamental e a partir deles foi organizada a distribuição dos conceitos de Física durante os três anos do curso.

Série	Tema Central do Curso	Conteúdo sintetizador
1ª	Partículas e Ondas: A estrutura material do Universo Físico	Modelo Cinético-Molecular
		Modelo Ondulatório
		Modelo Atômico de Bohr
		Modelo Padrão de Partículas
2ª	Campos e Forças: O Universo em interação	Conceito de Força
		Leis de Newton
		Conceito de Campo
3ª	Energia e Simetrias: A busca da beleza do Universo	Leis de Conservação
		Quantidade de Movimento Linear e Angular
		Conservação da Energia

Quadro 1 - Temas centrais e conteúdos sintetizadores da estrutura curricular do curso de Física, para cada uma das séries do Ensino Médio.

O recorte deste trabalho está na análise do segundo semestre da 1ª Série do Ensino Médio, com Conteúdos Sintetizadores Modelo Atômico de Bohr e Modelo Padrão de Partículas, no qual foram inseridos tópicos de Astronomia, Astrofísica e Cosmologia.

No Quadro 2 podem ser observados como os conteúdos de Astronomia, Astrofísica e Cosmologia (que estão na quarta coluna, destacados em azul) foram adicionados à estrutura curricular e qual seu diálogo com Conteúdos Sintetizadores do 2º semestre do projeto (segunda coluna) e com os conceitos normalmente trabalhados em um curso de Física de Ensino Médio (terceira coluna).

	Conteúdo sintetizador	Conceitos usualmente trabalhados em Física	Conceitos adicionados de Astronomia, Astrofísica e Cosmologia	Temas
2º Semestre	Modelo Atômico de Bohr	Interação luz-matéria Formação de cores e imagens	Sistema Solar em escala Conceitos de sistema planetário, constelação e galáxia Observação do céu	Tópicos de Astronomia
		Camadas eletrônicas Níveis de Energia Espectros Atômicos	Introdução à espectroscopia estelar e galáctica Introdução à Nucleossíntese estelar Diagrama H-R Medidas de distâncias astronômicas	Tópicos de Astrofísica
	Modelo Padrão de Partículas	Núcleo atômico Tabela Periódica	Noções de Relatividade Geral "Redshift" de Estrelas e Galáxias Lei de Hubble Radiação Cósmica de Fundo e Big-Bang	Tópicos de Cosmologia
		Dualidade Onda-Partícula Aceleradores de Partículas Bósons e Férmions		

Quadro 2 - Articulação dos Conteúdos Sintetizadores do projeto curricular de Física com os três conjuntos temáticos: Astronomia, Astrofísica e Cosmologia.

A sequência de conteúdos foi estruturada que forma a estabelecer uma progressão das dimensões espaço-temporais: partindo do Sistema Solar, discutindo as constelações, os aglomerados estelares, a Via Láctea, as Galáxias do Grupo Local e as mais distantes, os aglomerados galácticos e, finalmente, a ideia atual do que seja o Universo e sua origem, o Big-Bang. A proposta de progressão conceitual teve como base os modelos físicos apresentados no primeiro semestre aos estudantes: os modelos cinético-molecular e ondulatório (os dois primeiros Conteúdos Sintetizadores da 1ª série do Quadro 1). E seguiu com a interpretação da interação luz-matéria através do modelo atômico de Bohr; passando por uma introdução à espectroscopia estelar e galáctica, prosseguindo com interpretações gráficas do Diagrama H-R e da Lei de Hubble e, finalizando com uma breve apresentação do Modelo Padrão de Partículas, ao discutir o Big-Bang.

O primeiro tema (Tópicos de Astronomia) buscou promover uma introdução à mesma, promovendo uma primeira aproximação dos estudantes. Além disso, iniciou-se a expansão das dimensões espaço-temporais, com a visualização da Terra com pequena parte constituinte do universo. Já o segundo (Tópicos de Astrofísica), procurou mencionar a articulação do conhecimento físico, unindo o modelo cinético-molecular ao ondulatório (ambos discutidos no primeiro semestre) ao explicar a interação luz-matéria, através do modelo de Bohr. Neste último, o foco estava na perspectiva educacional integralizante do conhecimento. E, no terceiro tema (Tópicos de Cosmologia), deu-se ênfase à dimensão epistemológica do conhecimento físico, com a explicitação da Física como uma ciência em construção e do saber científico como algo inacabado. Foram explorados os limites e as possibilidades dos modelos físicos. Também foi retomada a expansão das dimensões espaço-temporais abordadas pela Astronomia.

3 Aplicando o projeto em sala de aula

Participaram da aplicação deste projeto 93 estudantes, com idades entre 14 e 16 anos, que compunham três classes da 1ª série do Ensino Médio de uma escola particular paulistana.

O curso tinha duas aulas de Física por semana (sendo uma delas de 50 minutos de duração e outra de 75 minutos). Nas de 50 minutos (que foram usadas prioritariamente para conteúdos teóricos) os estudantes eram distribuídos em três turmas com cerca de 30 participantes, enquanto que nas aulas de 75 minutos (usadas principalmente para atividades) eles eram redistribuídos em quatro turmas com aproximadamente 24 participantes. Ressalta-se que a organização do ano letivo nesta escola era feita em bimestres.

Os Quadros 3, 4 e 5 apresentam uma síntese das aulas desenvolvidas em cada tema, Astronomia, Astrofísica e Cosmologia. Dentro de cada quadro, cada coluna apresenta, respectivamente, o número da aula, seus objetivos específicos e as atividades desenvolvidas.

Cabe destacar que no Quadro 3 duas aulas foram usadas para observação do céu, pois se aproveitou a oportunidade gerada pelo estudo do meio da escola realizado no município litorâneo de Ubatuba – SP (Aulas 3 e 4), onde foram programadas duas Noites Astronômicas.

Aula	Tema da aula	Objetivos Específicos	Atividades desenvolvidas
1	Sistema Solar em escala	Apresentar os conceitos de estrela, planeta e sistema planetário; Desenvolver a compreensão sobre as escalas de tamanho e distâncias envolvidas na astronomia, com ênfase no Sistema Solar.	Trabalho em grupo: montagem de um Sistema Solar em Escala. Projeção de animação em vídeo e imagens. Discussão dos resultados.
2	O sistema solar e outras estrelas	Apresentar os conceitos de constelação e zodíaco; Familiarização do uso de softwares planetários; Discussões sobre observações astronômicas.	Uso individual de software planetário. Projeção de imagens. Discussão em grupo.
3	Observação do céu	Apresentar os conceitos de constelação e galáxia.	Projeção de animação em vídeo e imagens. Discussão em grupo.
4	Observação do céu	Observar o céu com um olhar investigativo; Utilizar a posição dos astros para obter medidas de tempo e informações geográficas.	Observação do céu a olho nu e com instrumentos.
5	Falando sobre a luz	Introduzir a interação luz-matéria e a origem das emissões luminosas.	Aula expositiva
6	Espectro eletromagnético	Ampliar o significado do termo "luz" com a apresentação do Espectro Eletromagnético, associando-o ao modelo ondulatório;	Aula expositiva. Atividade com prisma.
7	Foto na lata	Apresentar uma discussão da dualidade onda-partícula, a partir da interação luz-matéria.	Carregar, fotografar e revelar com uma máquina tipo <i>pinhole</i> , feita com uma lata.
8	Interação luz-matéria: as cores	Introduzir a interação luz-matéria e a formação das cores.	Projeção de imagens. Discussão em grupo.

Quadro 3 - Síntese das aulas do tema Tópicos de Astronomia.

Aula	Tema da aula	Objetivos Específicos	Atividades desenvolvidas
9	Eletrostática – introduzindo o elétron	Apresentar o conceito de elétron, introduzindo o modelo atômico de Bohr.	Experimento de Eletrostática. Discussão em grupo
10	Introdução ao modelo atômico de Bohr	Introduzir o modelo atômico de Bohr e reinterpretar todos os fenômenos discutidos, de emissão e absorção de luz, com o uso deste modelo.	Aula expositiva.
11	O modelo atômico de Bohr		Aula expositiva Exercício de fixação
12	Atividade: simulador do átomo de hidrogênio		Uso individual de software. Projeção de imagens. Discussão em grupo.
13	Semana de Ciência e Tecnologia	Apresentar o ciclo de vida das estrelas e introduzir os conceitos de geração de energia estelar e de sua estrutura interna.	Palestra: "A Vida das Estrelas"
14	O Sol e a estrutura das estrelas		Aula expositiva
15	Medindo distâncias no Universo	Apresentar os conceitos de galáxia e aglomerado galáctico; Compreensão das escalas de distâncias envolvidas (nas distâncias interestelares; Apresentar métodos de medidas de distâncias astronômicas.	Aula expositiva
16	Fenômenos ópticos (Refração e reflexão)	Observação a refração da luz através da Lei de Snell-Descartes	Experimento em grupo onde se determina o índice de refração da água.
17	Espectro das Estrelas: Cor e Temperatura	Apresentar os conceitos de espectros de emissão e absorção luminosa de átomos e substâncias; Introduzir o conceito de Espectroscopia Estelar.	Aula expositiva
18	Composição Estelar (Diagrama HR)		Aula expositiva. Discussão em grupo.
19	Construção do espectroscópio	Construção de um espectroscópio caseiro e medidas de espectros luminosos.	Atividade em grupo. Análise qualitativa da luz de diversas lâmpadas.

Quadro 4 - Síntese das aulas do tema Tópicos de Astrofísica.

Aula	Tema da aula	Objetivos Específicos	Atividades desenvolvidas
20	As Gravidades Newtoniana e Einsteiniana	Discutir a evolução temporal dos conceitos físicos evidenciando esta ciência como algo em permanente construção; Introduzir conceitos de Relatividade Geral, através do modelo gravitacional einsteiniano; Introduzir uma reflexão sobre os princípios cosmológicos newtoniano e einsteiniano.	Aula expositiva
21	Redshift de Estrelas e Galáxias (Efeito Doppler)	Introduzir conceitos de Redshift e Lei de Hubble	Aula expositiva
22	Lei de Hubble		Atividade em grupo que proporciona um entendimento do conceito de Expansão do Universo
23	Radiação Cósmica de Fundo e o Big-Bang	Apresentar o conceito de Big-Bang, a partir de um o viés histórico, dando ênfase à dimensão epistemológica da construção do conhecimento científico; Introduzir o Modelo Padrão de Partículas;	Aula expositiva
24	Afinal, de que o mundo é feito? O Modelo Padrão		Aula expositiva
25	Energia escura e matéria escura		Aula expositiva

Quadro 5 - Síntese das aulas do tema Tópicos de Cosmologia.

4 Avaliando o projeto curricular

A fim de identificar o grau de compreensão que os estudantes tiveram dos conceitos trabalhados no segundo semestre do curso de Física, quando apresentados aos conteúdos de Astronomia, Astrofísica e Cosmologia, e para verificar se ocorreram mudanças em sua visão sobre o mundo, realizou-se uma avaliação do projeto curricular.

Foram utilizados dois instrumentos para esta avaliação: a última prova bimestral do curso (que continha uma questão dissertativa aberta) e um questionário semiestruturado de avaliação do curso, que foram voluntariamente entregues pelos estudantes para esta pesquisa. Nosso universo de análise continha 77 provas e 78 questionários de avaliação.

4.1 O Questionário

O questionário de avaliação do curso foi construído com uma dupla intenção: observar tanto o grau de satisfação dos estudantes com o curso aplicado, quanto às mudanças de visão provocadas pelo mesmo. Ele foi aplicado uma semana depois da prova bimestral do quarto bimestre, no último dia de aula do ano letivo, para ter se uma visão geral do impacto do curso e para que o estudante não tivesse a sensação de que estaria sendo avaliado pelo instrumento, causando assim uma distorção em suas respostas.

Ele não pedia a identificação do estudante e era constituído de seis questões dissertativas abertas (havia um espaço de cinco linhas para a resposta de cada uma delas). Três versavam sobre o “fazer científico” e sobre o conhecimento científico e buscavam observar qual o entendimento que os estudantes faziam sobre tais temas; e as outras três perguntas almejaram entender as contribuições do curso para sua visão de mundo, para sua relação com a ciência e desta com seu cotidiano.

Dentre as questões contidas no questionário, as que envolviam diretamente os conteúdos de Astronomia eram as seguintes:

a. O curso de Física do 1º ano modificou sua visão sobre o mundo e sobre o Universo?

- Caso tenha respondido a questão anterior afirmativamente, o que mudou? Descreva com exemplos. Caso tenha respondido a questão anterior negativamente, o que você já sabia? Descreva com exemplos.

b. Qual ou quais as contribuições do curso de Física do 1º ano para seu entendimento das Ciências Naturais e em especial da Física?

Diante dos dados disponíveis a metodologia de análise escolhida foi a Análise de Conteúdo (BARDIN, 2009), pois os instrumentos de coleta possuíam questões abertas que forneciam uma ampla gama de respostas e as técnicas propostas por Bardin forneciam elementos de análise não só qualitativos, mas também quantitativos, permitindo-nos desenvolver interpretações muito interessantes sobre materiais descritivos com este formato.

A Análise de Conteúdo pode ser definida como

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objectivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2009, p.44).

Dentre as diversas técnicas de Análise de Conteúdo optamos pela Análise Categorical que, de acordo com Bardin, é a mais antiga e mais utilizada dentre as técnicas análise de conteúdo e “funciona por operações de desmembramento do texto em unidades, em categorias segundo reagrupamentos analógicos” (BARDIN, 2009, p.199). E, dentro da técnica da Análise Categorical, diante da natureza de nossos instrumentos de coleta de dados, com questões abertas fornecendo discursos diretos, optou-se pela Análise Temática, pois segundo a própria autora,

Entre as diferentes possibilidades de categorização, a investigação dos temas, ou análise temática, é rápida e eficaz na condição de se aplicar a discursos directos (significações manifestas) e simples (BARDIN, 2009, p.199).

Na Análise Temática, a partir das categorias elencadas no processo de descrição, são inferidos temas nos quais os conhecimentos dos emissores são agrupados, formando uma estrutura lógica que permite a análise do material e a interpretação das respostas dadas ao instrumento de análise.

Das respostas ao questionário foram elaboradas quatro categorias de análise, duas delas relacionadas à Astronomia e outras duas relacionadas a um aumento de

interesse e compreensão pela/da ciência. Neste trabalho apresentaremos apenas os resultados correspondentes aos conteúdos de Astronomia.

As categorias de análise formuladas foram:

1 – “**Mudança na visão de mundo**” - Aquelas respostas que apresentam elementos que permitem inferir que o curso mudou seu “jeito de olhar” para as coisas que os cercam, fazendo-os observar os fenômenos de outra forma, mais racional, procurando interpretá-los e buscando relações.

2 – “**Nova visão cosmológica**” - Aquelas respostas que permitem inferir que o curso lhes proporcionou uma expansão em sua visão do Universo, entendendo-o como mais complexo do que antes.

Na Tabela 1 podem-se observar os resultados da frequência das respostas com elementos de cada categoria que apareceu nos questionários. A segunda coluna destaca o número de questionários cujas respostas foram classificadas em cada categoria e a coluna seguinte mostra o percentual de questionários envolvido.

Categoria	Número de questionários	Percentual
Mudança na visão de mundo	66	85 %
Nova visão cosmológica	31	40 %

Tabela 1 - Categorias elaboradas na análise e a frequência das respostas dos questionários com elementos de cada categoria.

Dentro da categoria “**Mudança na visão de mundo**” estão aquelas respostas que revelam um posicionamento diferenciado dos estudantes frente ao conhecimento que adquiriram e diante dos fenômenos de seu cotidiano. A maioria das respostas dadas faz parte desta categoria, que está presente em 66 questionários, correspondendo a cerca de 85% do total da amostra, ou seja, a maior parte dos estudantes afirma que o curso fez com que entendesse melhor o mundo, as coisas ao seu redor e seu cotidiano.

O Quadro 6 representa como foi elaborada a categoria de análise 1 - “Mudança na visão de mundo”. Na primeira coluna estão as inferências associadas à categoria e na segunda coluna alguns exemplos de respostas extraídas dos questionários, que foram a base destas inferências.

Categoria 1 – “Mudança na visão de mundo”	
Inferências	Exemplos de respostas
O quanto aprenderam com o curso	“Mudou tudo, a forma de ver as coisas. A luz por exemplo vejo ela de outro modo, imagino a sua propagação etc.” (Q44).
Olhar ficou mais racional	“(…) Hoje sou mais cética. O que me levou a ser mais cética foi não me basear em discursos mitológicos para explicar as coisas e sim aprender a fazer ciência de um modo mais racional, tentando compreender melhor as coisas.” (Q32). “Acho que o curso intensificou o meu lado questionador, indagador, e isto ajuda na Física e em todas as Ciências Naturais” (Q35).
Visão dos fenômenos está carregada de teoria	“A partir deste curso, consegui entender o que as teorias ou modelos estudados explicam” (Q45).
Gosto diferenciado pelo saber	“Eu devo ser a única pessoa que vai para a praia a noite para analisar o céu, ou que olha para uma foto queimada e entende o que aconteceu ali” (Q49).

Quadro 6 - Categoria de análise 1 - “Mudança na visão de mundo” e alguns trechos das respostas dos estudantes ao questionário.

A segunda categoria de análise, “**Nova visão cosmológica**”, aparece em 40% das respostas e indica outra contribuição do curso. Nesta categoria foram agrupados diferentes grupos de respostas que, a nosso ver, possuíam algo em comum: explicitavam que “seus Universos” não eram mais os mesmos após terem passado pelo curso.

O Quadro 7 representa como foi elaborada a categoria de análise 2 - “Nova visão cosmológica”. Na primeira coluna estão as inferências associadas à categoria e na segunda coluna alguns exemplos de respostas extraídas dos questionários, que foram a base destas inferências.

Categoria 2 – “Nova visão cosmológica”	
Inferências	Exemplos de respostas
Olhar para o mundo foi ampliado	“Expandiu a visão de universo” (Q6).
Percepção maior das escalas de tamanho envolvidas na Astronomia	“(…) percebi que o Planeta Terra é uma migalha comparado com o gigante universo” (Q36). “Me ajudou a ter uma noção melhor de tamanhos e distâncias e a quantidade de coisas presentes no universo” (Q22).
Mudança profunda em sua visão de mundo e de universo	“Agora eu vejo o mundo, o Universo e o funcionamento de ambos com mais detalhes e consigo compreender um pouco melhor a composição e a estrutura de ambos” (Q58). “O universo é monstruoso e sou <u>uma</u> pessoa nesse espaço todo! Acho que foi importante para valorizar tudo ao meu redor” (Q52).

Quadro 7 - Categoria de análise 2 - “Nova visão cosmológica” e alguns trechos das respostas dos estudantes ao questionário.

4.2 A Prova Bimestral

O segundo instrumento utilizado na avaliação do curso foi a uma prova individual realizada no final do curso: a prova bimestral. Esta prova era composta de dezesseis questões, sendo: dez objetivas e cinco dissertativas abertas, versando sobre os conteúdos desenvolvidos nos últimos dois bimestres; e uma última questão dissertativa aberta, que sondava as impressões dos estudantes sobre os temas de Astrofísica e Cosmologia desenvolvidos no último semestre do curso. Este instrumento era um dos componentes avaliativos do bimestre e, portanto, compunha parte da nota da disciplina de Física.

Fizemos uma análise quantitativa das respostas na parte objetiva da prova e utilizamos as ferramentas da Análise de Conteúdo nas respostas de sua última questão dissertativa aberta.

4.2.1 A parte objetiva da prova

Cada questão objetiva possuía cinco alternativas de resposta, das quais apenas uma foi considerada correta. O índice médio de acertos desta parte da prova foi de 73% e a distribuição de acertos por questão pode ser observada na Tabela 2. Onde as duas primeiras colunas mostram o número e o tema da questão e as três últimas colunas indicam, respectivamente, o número de erros, de acertos e o percentual de acertos sobre o número total de provas.

Questão	Tema da Questão	Erros	Acertos	Percentual de acertos
1	Funcionamento de um espectroscópio e relação com arco-íris	6	71	92%
2	Conceito de refração	19	58	75%
3	Relação entre Modelo de Bohr e Linhas de <i>Fraunhofer</i>	24	53	69%
4	Origem da energia nas estrelas	31	46	60%
5	Relação entre visão, características da luz e evolução estelar	30	47	61%
6	Propagação de ondas eletromagnéticas no vácuo	43	34	44%
7	Medidas de distâncias astronômicas	4	73	95%
8	Compreensão de questões epistemológicas envolvendo as ciências naturais	8	69	90%
9	Definição do conceito astronômico de <i>Redshift</i> e sua relação com a velocidade de afastamento das galáxias	5	72	94%
10	Relação de proporcionalidade entre a massa e a luminosidade nas estrelas e a fusão nuclear	37	40	52%

Tabela 2 - Índice de acertos por questão, na parte objetiva da prova bimestral.

Foi observado que os estudantes que tiveram um bom desempenho na parte objetiva da prova, também o tiveram na avaliação como um todo. Diante disto, e pelo fato das questões dissertativas da prova apresentarem certa redundância temática com relação às objetivas, optou-se por analisar apenas a parte objetiva e fazer uma relação com sua questão dissertativa final.

As perguntas com maior índice de acerto em toda a prova (1, 7, 8 e 9) dissertavam sobre temas bastante diversos: os acertos na número 7 sugerem que os estudantes fazem uma boa compreensão das distâncias e escalas envolvidas na Astronomia e dos métodos utilizados para realizar tais medidas; de número 9, indica a assimilação do conceito de Redshift e sua relação com o efeito Doppler; o alto índice de acerto da pergunta 1 insinua que o princípio de funcionamento de um espectroscópio foi bem compreendido e os estudantes conseguiram extrapolar tal conhecimento para outros fenômenos; já a pergunta 8, discutia, a partir de um pequeno texto sobre a polêmica ao redor do conceito do Big-Bang, sobre o fazer científico e suas características. Os resultados apontam para uma boa compreensão de questões epistemológicas envolvendo a ciências naturais e a atividade do cientista.

Por outro lado, as perguntas 6 e 10 tiveram os menores índices de acertos. A 6 buscava observar uma compreensão da propagação de ondas eletromagnéticas no vácuo. E a 10 almejava que o estudante relacionasse a tendência observada num gráfico (Sequência Principal num Diagrama HR), indicando uma relação de proporcionalidade entre a massa e a luminosidade nas estrelas, com seus conhecimentos sobre Física estelar, em especial sobre a fusão nuclear.

Observa-se uma relação entre a média de acertos nas perguntas 4 e 10, o que era de se esperar, visto que estas questões estavam relacionadas: uma versava sobre a origem da energia nos núcleos das estrelas e seria estranho se estudantes que erraram tal tema conseguissem responder corretamente a pergunta 10. O índice de erros equivalente em ambas demonstra coerência em suas respostas.

De uma forma geral, os índices de acertos na parte objetiva da prova indicam que boa parte dos conceitos e conteúdos estudados sobre Astronomia, Astrofísica e Cosmologia no semestre foi bem compreendida pela maioria dos estudantes. A fim de buscar uma relação destas respostas com a impressão causada pelo curso, realizou-se uma análise da questão dissertativa final.

4.2.2 A questão dissertativa final

A última questão da avaliação era uma questão aberta, dissertativa e específica sobre o tema de Astrofísica e Cosmologia. Seu enunciado era: “*Escreva um texto de aproximadamente 10 linhas sobre o que você achou de interessante ou importante no estudo dos temas desenvolvidos neste último semestre (Astrofísica e Cosmologia)*”. Sua intenção, já explicitada no enunciado, era provocar no estudante um momento de síntese do conhecimento apresentado e discutido durante aquele semestre do curso de Física e perceber quais seriam as relações e extrapolações que os mesmos seriam capazes de fazer.

Utilizou-se a Análise de Conteúdo, para interpretar as respostas dadas pelos estudantes a esta questão, fazendo uso das categorias de análise construídas através do questionário.

A Tabela 3 apresenta os resultados da análise das 75 respostas dadas (dois estudantes não responderam à questão), na qual se procurou quantificar o número de vezes que cada tema ou conceito era citado ou comentado. As três primeiras colunas da tabela indicam os resultados deste levantamento e a quarta coluna é uma correlação dos resultados com as categorias propostas na análise dos questionários (categorias 1 e 2). Também foi incluída uma terceira categoria de análise, 3 – “Apropriação do Conhecimento”, que incorporava uma grande quantidade de conteúdos mencionados pelos estudantes em suas respostas.

Citações	Percentual	Tema ou conceito citado	Categoria de análise
8	11%	Nova Visão de Mundo	1 – “Mudança na visão de mundo”
24	32%	Nova Visão Cosmológica	2 – “Nova visão cosmológica”
21	28%	Espectro / Espectroscopia	3 – “Apropriação do Conhecimento”
21	28%	Distâncias no universo/ Cefeidas / Paralaxe	
17	23%	Big-Bang	
14	19%	Sol / Estrelas / Galáxias	
12	16%	Universo em expansão/ Efeito Doppler	
10	13%	Redshift	
6	8%	Cosmologia	
5	7%	Modelo atômico de Bohr	
4	5%	Relatividade de Einstein	
2	3%	Linhas de Fraunhofer	

Tabela 3 - Frequência de citações de temas/conteúdos na questão dissertativa final da prova.

5 Discutindo os resultados

Procurou-se fazer uma articulação entre as respostas dos dois instrumentos utilizados: o questionário e a prova bimestral. Saliencia-se que este último foi analisado através de sua parte objetiva e de sua última questão dissertativa, e que o questionário foi aplicado posteriormente à prova.

Destacamos inicialmente que, dos estudantes que preencheram o questionário, 97% responderam afirmativamente à questão que perguntava se o “curso de Física do 1º ano modificou sua visão sobre o mundo e sobre o Universo”. Estes dados aparentam estar de acordo com as respostas obtidas no restante do questionário, pois grande parte delas foi enquadrada nas categorias de análise 1 e 2 (“Mudança na visão de mundo” e “Nova visão cosmológica”). O curso, como um todo, foi explicitamente elogiado por cerca de 60% dos estudantes.

Com relação à prova bimestral, percebe-se uma correspondência entre os temas ou conceitos citados na questão dissertativa final (Tabela 3) e os índices de acertos na parte objetiva (Tabela 2). Observa-se, por exemplo, que 64% dos estudantes responderam, na parte dissertativa, que o curso de Física provocou um aumento do seu

interesse pela ciência. Além disso, pode-se relacionar tal resultado às três perguntas da parte objetiva da prova com os maiores índices de acertos (questões 7, 9 e 1, respectivamente).

Com relação às categorias de análise observadas no questionário, ressaltamos que elas apareceram também na questão dissertativa da prova bimestral. A categoria 2 - “Nova visão cosmológica” foi um assunto comentado nesta parte da prova (32% dos estudantes). Tais depoimentos podem ser relacionados ao alto índice de acertos das perguntas 7 e 9 da parte objetiva da prova, que discutiam, respectivamente, as distâncias e escalas envolvidas na Astronomia e a correlação entre o conceito astronômico Redshift (desvio para o vermelho) e a velocidade de afastamento das galáxias. Igualmente, cerca de um terço das respostas da parte dissertativa citou os conteúdos “Espectro/ Espectroscopia” e “Distâncias no universo/Cefeidas/Paralaxe”, temas que correspondem a estas duas perguntas da parte objetiva da prova (questões 7 e 9), indicando, novamente, uma relação entre o seu índice de acerto e as referências que os estudantes fizeram ao conteúdo enquadradas na categoria 2.

Já a categoria 1 - “Mudança na visão de mundo” está presente em 11% das respostas à questão dissertativa da prova. Estes resultados podem ser articulados ao alto índice de acertos dos estudantes na pergunta 1 da parte objetiva da prova (a terceira mais acertada), que procurava relacionar a ocorrência de um arco-íris com um espectroscópio, sugerindo que os estudantes conseguiram extrapolar o conhecimento obtido sobre espectroscopia para outros fenômenos de seu cotidiano. A categoria “Mudança na visão de mundo” também está presente em aproximadamente 85% dos questionários e quando associada aos resultados da prova podem ser consideradas um resultado importante. Elas indicam que o curso provocou melhorias na visão científica dos estudantes.

Por outro lado, também parece existir uma relação entre os erros cometidos pelos estudantes na parte objetiva da prova e a ausência de citações na questão dissertativa. Dentre aqueles que foram agrupados na categoria de análise 3 - “Apropriação do Conhecimento”, não foram mencionados conteúdos relacionados com “ondas eletromagnéticas” ou “velocidade da luz”, os quais estavam no cerne da questão 6 da parte objetiva (que teve o menor índice de acertos desta parte da prova). A mesma relação pode ser inferida quando se observam os resultados da questão 10 da parte objetiva, que foi a segunda com menor índice de acertos na prova. Tal pergunta almejava que o estudante relacionasse a tendência observada num gráfico (Sequencia Principal num Diagrama HR), indicando uma relação de proporcionalidade entre a massa e a luminosidade nas estrelas, com seus conhecimentos sobre Física estelar, em especial sobre a fusão nuclear. Nenhum dos conteúdos abordados nesta questão é mencionado dentre os que foram agrupados na categoria 5, reforçando a ideia da existência da correlação entre os erros cometidos e a ausência de citações. Ou seja, é um indicativo de conteúdos que não foram completamente compreendidos.

As respostas agrupadas dentro da categoria de análise “Mudança na visão de mundo”, revelam um posicionamento diferenciado dos estudantes frente ao conhecimento que adquiriram e diante dos fenômenos de seu cotidiano. Entendemos que as quatro “visões” (Inferências) que apareceram nas respostas (Quadro 6) e que foram organizadas nesta categoria (a questão do aprendizado e a da racionalidade, o olhar carregado de teoria e a mudança na forma de enxergar a realidade) correspondem

a uma mesma ideia: a de que o curso provocou nos estudantes uma mudança em sua forma de ver e se relacionar com o mundo, incorporando um olhar teórico sobre a Natureza. E várias de suas respostas apontam indícios de que parte deles tem utilizado a Física como ferramenta para entender o seu cotidiano.

Diante das respostas dos estudantes aos questionários e à prova, nos aventuramos a inferir que alguns dos principais objetivos do projeto curricular de Física foram atingidos, destacando-se a apropriação de uma visão “cósmica” ou “planetária” por parte dos estudantes. O fato de aparecerem menções desta ordem nas respostas dos instrumentos de coleta de dados manifesta a apropriação, por parte dos estudantes, de um novo olhar sobre o nosso planeta e seu lugar no universo, contemplando uma das propostas dos PCN+, quando estes afirmam que, no processo educativo, “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, p.70).

Acreditamos que o curso realmente provocou algum tipo de impacto sobre visão de universo da maioria dos estudantes: não só a resposta direta à questão que perguntava se o “curso de Física do 1º ano modificou sua visão sobre o mundo e sobre o Universo”, com a quase totalidade de menções positivas, como também nos muitos depoimentos que apontaram para a promoção deste tipo de mudança de visão. Na categoria “Nova visão cosmológica” diversas respostas demonstraram que os estudantes haviam ganho uma percepção maior das escalas de tamanho envolvidas na Astronomia e outras que explicitaram que “seus Universos” não eram mais os mesmos após terem passado pelo curso.

6 Considerações Finais

Apesar dos documentos oficiais da educação brasileira, como os PCNEM e PCN+, instituírem a inserção do tema Astronomia nos currículos escolares, tal proposta ainda apresenta controvérsias. Trabalhos como o de Soler e Leite (2012) apontam que os motivos para esta inserção ainda não estão muito claros, indicando que talvez haja um “senso comum do ato de se ensinar e divulgar Astronomia, que provém, em geral, de experiências próprias, do pesquisador, como professor ou divulgador de Astronomia” (SOLER; LEITE, 2012, p.377).

Concordamos com Gama e Henrique (2010) quanto à importância do Ensino de Astronomia, diante das dimensões axiológica, epistemológica e ontológica desta área do conhecimento. Dimensões estas que favorecem sua interdisciplinaridade e seu diálogo com outras áreas do conhecimento. Porém, ainda existem poucas pesquisas no Brasil sobre o real interesse que a Astronomia pode despertar em estudantes e o impacto que o seu ensino pode trazer numa associação interdisciplinar com a Física, por exemplo.

Soler e Leite (2012) afirmam que a maioria das pesquisas “não possui como foco central a investigação a respeito dos interesses relação à Astronomia, assumindo aqueles que apresentam como tácitos” (p.376). Eles vão ainda mais fundo nesta questão, afirmando que:

Identificamos, além disso, uma espécie de mecanismo cíclico, que se constrói na medida em que alguns pesquisadores até procuram se apoiar na importância e nas justificativas apresentadas por outros pesquisadores, mas o fazem sem apontar que elas também não são propriamente resultados dessas outras pesquisas. Que são motivações baseadas não em investigações de pesquisa, mas sim talvez numa espécie de “senso comum do ato de se ensinar e divulgar Astronomia”, que provém, em geral, de experiências próprias, do pesquisador, como professor ou divulgador de Astronomia (*Ibidem*, p.376).

Entendemos que este trabalho contribui para a pesquisa em Ensino de Astronomia, tanto pelo fato de apresentar uma proposta de Astronomia integrada ao currículo do Ensino Médio, quanto pelos resultados obtidos, quando indicam que 97% dos estudantes avaliados (numa amostra de 78 estudantes) explicitam que um curso com elementos de Astronomia, Astrofísica e Cosmologia modificou sua visão sobre o mundo e sobre o Universo.

Acreditamos que estes resultados sugerem ainda outra mudança, desta vez, no âmbito escolar: uma alteração na forma como o curso de Física é visto por estudantes do Ensino Médio. Pois, normalmente, seus relatos neste nível de ensino apontam esta disciplina como “uma vilã”. Exigindo muito formalismo e ensinando pouco sobre o mundo. E, por isso, uma transformação na forma como se enxerga a Física é sempre bem-vinda, ainda mais em um curso que será, para a grande maioria dos estudantes, seu único contato com o conhecimento físico escolar durante toda sua vida.

Finalmente, temos consciência de que a replicação ou adaptação desta experiência de ensino em outras escolas não é uma coisa simples: entendemos que a maior contribuição deste trabalho, no âmbito do Ensino de Física, diz respeito não só à mudança curricular, mas também à autonomia de trabalho do professor. Acreditamos que uma mudança efetiva nos currículos escolares passa necessariamente pela formação e valorização de seus educadores. E, na prática, a alteração do currículo de Física na escola média e a inserção de elementos de Astronomia, Astrofísica e Cosmologia não dependem apenas de propostas feitas pelos projetos de ensino, teses, dissertações, artigos e trabalhos apresentados em simpósios ou encontros de Física, mas estão sujeitas, principalmente, a uma reformulação nos cursos de licenciatura em Física, uma política de formação permanente em serviço dos docentes que já atuam nas redes de ensino e, é claro, uma valorização dos profissionais desta área.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos estudantes, à direção e à orientação pedagógica da Escola Nossa Senhora das Graças (Gracinha) pelo apoio no desenvolvimento desta pesquisa.

Referências

- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 4. ed. Lisboa: Edições 70, 2009.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental – ciências naturais**. Brasília: MEC/SEMTEC. 1998.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**, Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **PCN+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.
- BRETONES, P. S. **Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia**. Disponível em: <www.btdea.ufscar.br>. Acesso em: 13 set. 2017.
- BRETONES, P. S.; MEGID NETO, J. Tendências de teses e dissertações sobre ensino de Astronomia no Brasil. **Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira**, v.23, p.7, 2003.
- BRETONES, P. S.; MEGID NETO, J. Tendências de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia no Brasil. **Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira**, v.24, n.2, p.35-43, 2005.
- BRETONES, P. S.; ORTELAN, G. B. Temas e conteúdos abordados em teses e dissertações sobre educação em Astronomia no Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 2., São Paulo, 2012. **Anais...** São Paulo, 2012. Disponível em: <www.sab-astro.org.br/wp-content/uploads/2017/03/SNEA2012_TCO22.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2018.
- BUSSI, B.; BRETONES, P. S. Educação em Astronomia nos Trabalhos dos ENPECs de 1997 a 2011. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.9, 2013.
- CANALLE, J. B. G.; TREVISAN, R. H.; LATTARI, C. J. B. Análise do conteúdo de Astronomia de livros de geografia de 1º grau. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.14, n.3, p.254-263, 1997. Disponível em: <periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6983>. Acesso em: 19 jan. 2018.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.
- GAMA, L. D.; HENRIQUE, A. B. Astronomia na sala de aula: por quê?. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n.9, p.7-15, 2010. Disponível em: <www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/146>. Acesso em: 19 jan. 2018.
- IACHEL, G.; NARDI, R. Algumas tendências das publicações relacionadas à Astronomia em periódicos brasileiros de ensino de Física nas últimas décadas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v.12, n.2, p.225-238, 2010. Disponível em: <seer.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/8608>. Acesso em: 19 jan. 2018.

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino de Astronomia: Erros conceituais mais comuns presente em livros didáticos de ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.24, n.1, p.87-111, 2007. Disponível em: <periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6055>. Acesso em: 19 jan. 2018.

LEITE, C.; BRETONES, P. S.; LANGHI, R.; BISH, S. M. Astronomia na Educação Básica: O ensino de Astronomia no Brasil colonial, os programas do Colégio Pedro II, os Parâmetros Curriculares Nacionais e a formação de professores. In: MATSUURA, O. (Org.). **História da Astronomia no Brasil**. Recife: Cepe, 2014, p.543-586.

LEITE, C.; HOSOUME, Y. Programa nacional do livro didático e a Astronomia na educação fundamental. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, Número Extra, p.2152-2157, 2009. Disponível em: <www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/294210>. Acesso em: 19 jan. 2018.

SOLER, D. R.; LEITE, C. Importância e justificativas para o ensino de Astronomia: um olhar para as pesquisas da área. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 2., São Paulo, 2012. **Anais...** São Paulo, 2012. Disponível em: <snea2012.vitis.uspnet.usp.br/sites/default/files/SNEA2012_TCO21.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2018.