

ASTRONOMIA NA SALA DE AULA: POR QUÊ?

*Leandro Daros Gama*¹
*Alexandre Bagdonas Henrique*²

Resumo: Muitas discussões vêm acontecendo sobre a relevância dos temas abordados em sala de aula. Um tema, em particular, é foco deste ensaio: a astronomia. Em que sentido e em que medida valeria a pena abordá-la em aulas, seja de ciências, seja de astronomia especificamente, ou em disciplinas afins? Discutimos neste texto alguns aspectos das vantagens de se tratar essa área do conhecimento nas escolas, levando em conta as dimensões epistemológica e axiológica da astronomia, à luz da visão da ciência como um diálogo inteligente com o mundo, de Bachelard, além da proposta de problematização do conhecimento, de Paulo Freire. Proporemos que de fato a astronomia não precisa ser vista como apenas um novo conjunto de conteúdos a serem ensinados, mas figura como conjunto de temas motivadores para discussões histórico-filosóficas, além de permitir a abordagem de conceitos típicos de outras disciplinas.

Palavras-chave: História e Filosofia da Ciência. Axiologia. Problematização.

ASTRONOMÍA EN LA CLASE: ¿POR QUÉ?

Resumen: Numerosas discusiones se están llevando a cabo acerca de la pertinencia de los temas tradicionalmente tratados en las clases. Uno de los temas, en particular, es el foco de este ensayo: la astronomía. ¿En qué sentido y en qué medida sería conveniente tratarla en clase, ya sea en clases de ciencias naturales, específicamente en las de astronomía o asignaturas afines? Elaboramos en este artículo algunos aspectos de las ventajas de tratar esta área del conocimiento en las escuelas, teniendo en cuenta las dimensiones epistemológica y axiológica de la astronomía, a la luz de la visión de la ciencia como un diálogo inteligente con el mundo (Bachelard), además de la propuesta del conocimiento “problematizador” de Paulo Freire. Proponemos que en realidad la astronomía no tiene por qué ser vista sólo como un nuevo conjunto de contenidos que se enseñan, sino que aparece como un conjunto de temas de motivación para el debate histórico-filosófico y para permitir la discusión de los conceptos típicos de otras disciplinas.

Palabras clave: Historia y Filosofía de la Ciencia. Axiología. Problematización.

ASTRONOMY IN THE CLASSROOM: WHY?

Abstract: There are many discussions about the relevance of the topics covered in classes. One subject in particular is the focus of this essay: astronomy. In what sense and to what extent it would be worth to teach it in science or other kind of classes? In this paper we discuss some aspects of the advantages of dealing with this area of knowledge in schools, taking into account the epistemological and axiological dimensions of astronomy, in light of the vision of science as an intelligent dialogue with the world (Bachelard), in addition to the “problematization” knowledge of Paulo Freire. We propose that in fact the Astronomy does not need to be seen as just a new set of contents to be taught, but appears as a set of motivational contents for historical-philosophical discussions, and permit the discussion of concepts of other disciplines.

Keywords: History and Philosophy of Science. Axiology. Problematization.

¹ Instituto de Física, Universidade de São Paulo. e-mail: < gama@if.usp.br >

² Pós Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, USP. e-mail: < alebagdonas@gmail.com >

1. Introdução

Dado o grande número de propostas inovadoras a serem ensinadas nas aulas de ciências, é constante a discussão sobre *o que* deve ser ensinado e *por que* deve ser ensinado. Neste trabalho apresentamos uma proposta de contribuição para essa discussão envolvendo o ensino de astronomia¹. Para isso, vamos fazer uso frequente de três conceitos filosóficos que têm sido utilizados em algumas pesquisas no ensino de ciências. São conhecidos como dimensões: a axiológica, a epistemológica e a ontológica.

A dimensão *axiológica* está relacionada aos valores e fins que se atribui às coisas. Que valor têm as coisas do mundo? Por exemplo, é possível dar valor ou não à discussão sobre a origem do universo, o que faz com que uma pessoa possa achar imprescindível que se invista em pesquisas cosmológicas, enquanto outra ache esse tipo de empreendimento irrelevante. Em relação à educação, há várias questões relacionadas à dimensão axiológica, como "qual valor o aluno, o professor e a sociedade atribuem à escola e à educação?". O papel do professor é importante durante o processo de aprendizagem, contribuindo para que o aluno valorize o objeto de estudo e tenha atitudes positivas (DALRI & MATTOS, 2008).

De maneira geral, podemos dizer que as dificuldades dos estudantes para entender os conceitos e as tentativas do professor de alterar as concepções prévias dos alunos estão ligadas à dimensão epistemológica, enquanto a motivação para o aprendizado, o engajamento nas discussões, o reconhecimento das questões como algo significativo está ligado à dimensão axiológica. Esta última envolve o interesse ou a importância atribuída a algo (por um objeto ou por um tema de discussão, por exemplo), e também algumas faces do vislumbre do prazer, em especial o prazer estético, que o ser humano reconhece diante de certos objetos.

Expliquemos melhor esse ponto: é bem conhecido o prazer que pode provocar no ser humano o ato de ouvir uma música. Em um âmbito mais objetivo, a música pode ser considerada totalmente desnecessária para a sobrevivência da espécie humana. Apesar disso, nas mais diferentes culturas foram criados ritmos e instrumentos musicais, além festividades para comemorar colheitas ou ritos de iniciação embaladas por diferentes tipos de músicas. Esse fato, entre muitos outros, ilustra que o homem valoriza muitas coisas que não são de importância imediata para a manutenção da existência de sua espécie². De forma semelhante, o ato de olhar o céu envolve diferentes valores, como por exemplo: a importância do movimento dos astros para a contagem do tempo, a definição das épocas de plantio e colheita e também um inegável valor estético ou poético. Trataremos, mais adiante, sobretudo desse aspecto da dimensão axiológica da astronomia.

A *ontologia* é o estudo dos constituintes mais básicos do mundo (ou seja, "o real"), bem como as relações entre eles (VIDEIRA, 2006, p. 29). O ontológico trata da

¹ Para discussões sobre "por que ensinar astronomia?" ver Langhi, 2009, p. 9-11.

² Muito embora saibamos, hoje, argumentar, com base nos avanços da etologia, da antropologia e de outras disciplinas, que a complexa organização social humana (lembrando que organizações de grupos não são exclusividade da nossa espécie) desempenha funções úteis à manutenção da nossa existência, isso não testemunha contra os aspectos axiológicos do pensamento do homem; talvez apenas ajude a explicar sua origem. Não se pode negar a dimensão axiológica existente nas diferentes reações que se observam entre uma pessoa faminta e outra saciada olhando um pedaço de pão, apesar de que a alimentação tenha relação muito direta com a sobrevivência.

discussão relativa ao ser, ao que existe ou à natureza do mundo, que envolve as relações e entidades postuladas por uma teoria científica ou visão de mundo (PESSOA JR., 2009, p. 56). A ontologia é parte do campo de estudo da filosofia e envolve questões como “o que são, de fato, os objetos?”, “qual a natureza das coisas?”. Por exemplo: ao explorarmos ontologicamente a ideia de 'universo', estaríamos nos questionando acerca da natureza mais profunda, ou essência desta entidade, independente de qualquer conceitualização³. Equivale a perguntar o que é o universo em si mesmo, independentemente do que definimos, pensamos ou sabemos a respeito dele: trata-se da natureza “em si” do objeto universo.

A *epistemologia* envolve discussões relativas ao conhecimento, à possibilidade do conhecimento ou à natureza do conhecimento (PESSOA JR., 2009, p. 56). Ela investiga como conhecemos o mundo. Voltando ao exemplo da cosmologia, podemos levantar questões como “o que se define por *universo*?”, “o universo é tudo o que existe, ou é tudo o que podemos conhecer?”, “como podemos garantir que sabemos que o universo existe?”, “qual a origem do universo?”. É importante, como tem sido defendido atualmente, que a epistemologia seja abordada em salas de aula e que se discutam questões do tipo “como os cientistas constroem suas teorias?”, “o que leva uma teoria a ter mais sucesso entre os especialistas do que outra?”, ou questionar a existência do famoso método científico⁴.

Neste trabalho vamos discutir principalmente duas dimensões da astronomia e de seu ensino: a axiológica, referindo-se a seu valor enquanto construção humana, e a epistemológica, em referência aos conhecimentos e discussões que dela podem partir.

2. O vislumbre axiológico: o valor “poético”

Algumas construções humanas muito antigas parecem desafiar o homem sensato a dar-lhes alguma utilidade. É o caso de diversos megalitos espalhados pelo mundo, dentre os quais estão os de Stonehenge. É o caso, dirão alguns, da própria astronomia. Para que serve estudar corpos tão distantes, como os planetas e estrelas, que aparentemente não têm influência alguma sobre a vida cotidiana? Mas pensemos um pouco: o que nos leva a apreciar uma boa música, a frequentar uma festa, a ler um romance ou a assistir a uma partida de futebol? Haverá, por trás destes destaques que nos chamam a atenção, alguma motivação de cunho puramente objetivo?

Não é necessário estender muito a argumentação para que se possa perceber a ideia de que somos levados por prazeres, curiosidades e necessidades de sondar o desconhecido. É o que nos leva, podemos supor, a conquistar o espaço além da atmosfera e a elaborar mitos sobre a origem do mundo.

Os animais que vemos nos zoológicos ou em ambientes domésticos certamente interagem com seu ambiente. Com o ser humano não haveria de ser diferente⁵. O

³ Outro sentido possível para ontologia é o que se refere à “coisa em si” de Kant, a entidades e relações que existiriam independentemente de qualquer conceitualização (PESSOA JR., 2009, p. 56).

⁴ A existência de um método único que supostamente guiasse a pesquisa científica mostra-se hoje insustentável, por diferentes razões. O artigo “Breves considerações sobre a natureza do método científico” (VIDEIRA, 2006) discute a evolução das visões de filósofos e cientistas sobre o método científico.

⁵ Ainda que seja possível questionar a defesa freireana de que apenas o homem é um ser capaz de tais relações, não seria fácil contestar que elas existem para nós.

educador brasileiro Paulo Freire (1988) defendia que o homem é um sujeito de intensa relação com o mundo. Para Freire, o mundo humano compõe-se de sua natureza mais a atividade admiradora do homem: “Como um ser da atividade que é capaz de refletir sobre si e sobre a própria atividade que dele se desliga, o homem é capaz de afastar-se do mundo para ficar nele e com ele” (FREIRE, 1988, p. 31).

É possível defender que nossa interação com a natureza onde nos inserimos resulta na construção de uma visão de mundo influenciada por fatores culturais. Sendo assim, pode-se dizer que estamos a estabelecer um diálogo com o mundo em todos os tempos de nossas culturas⁶. Segundo Carvalho & Zanetic (2004), o filósofo Gaston Bachelard conceituava a Ciência como o estabelecimento de um diálogo inteligente com o mundo. Podemos encontrar vestígios de diálogos com o mundo em diferentes manifestações humanas, o que nos leva a uma abordagem ampla para a caracterização da palavra Ciência. O aspecto "diurno" das obras de Bachelard corresponde à racionalidade. O homem de ciência exerce sua função pautado na razão. Pois bem, isso não exclui a existência do aspecto "noturno" deste mesmo homem, que permite poetizar a natureza. Diante disto, que imagem terá um fenômeno (digamos, o brilho da Lua) para ambos os aspectos?

Sabemos da inspiração poética e romântica da Lua, que figura em um incontável número de obras literárias, construções das artes plásticas e mitos antigos. E não é desconhecido o papel que a Lua desempenhou nas ciências e nas tecnologias: a 'geologia' selenita, o estudo dos movimentos do satélite, o efeito das marés, a corrida pelo pouso lunar... A Lua e tantos outros fascínios inspiraram-nos verdadeiras epopeias, sejam na ficção sejam na realidade. Insistimos neste exemplo a fim de ilustrar que a humanidade foi e é levada a grandes buscas, não apenas por itens de utilidade imediata (como representa, por exemplo, a invenção de um utensílio de cozinha), mas também por abstrações artísticas ou científicas. Chegamos enfim ao caso da astronomia, que fascinou os homens na pré-história, os babilônios, egípcios, gregos e continua fascinando também as pessoas de nossa era.

Quem já teve a oportunidade de vislumbrar o céu noturno, a olho nu, em um lugar afastado de cidades, com poucas fontes de luz artificial, não esquece facilmente a visão da Via-Láctea, com manchas de diferentes tonalidades: uma imagem que inspirou a criação de diversos personagens em várias mitologias.

3. O vislumbre epistemológico: corpo de conhecimentos

Sem buscar de fato uma definição sofisticada, vamos discutir algumas posições sobre certas propriedades do conhecimento. Para Gaston Bachelard, “todo o conhecimento é resposta a uma questão” (BACHELARD, 1977, p. 148). A mera apresentação de informações, respostas sem perguntas, mostram-se vazias. Em termos educacionais, a exposição de dados sem um questionamento não corresponde à construção de conhecimento apropriado.

Paulo Freire (1970) aborda esse assunto, explorando o conceito de problematização. Ele propõe o conhecimento como uma entidade dinâmica: não se trata

⁶ Para um ensaio a respeito, entre outros assuntos, da relação entre Educação e a Cultura humana, cf. a tese de João Zanetic, "Física também é cultura", Universidade de São Paulo.

de uma aquisição que foi, mas de uma conquista que está sendo. Conhecer remete a questionar, repensar e atuar, dada a existência atuante transformadora do homem.

Abraçando essas duas proposições, não podemos admitir que a simples habilitação técnica seja suficiente, ou sequer eficaz, a ponto de constituir um conhecimento por si só. O educar pela problematização envolve trazer à tona os problemas inerentes a um objeto da realidade e sobre ele promover o diálogo que transformará tanto as concepções dos educandos, quanto a dos educadores. São exemplos de objetos de discussão o saneamento básico de um bairro pobre, a questão da economia de água e de energia, uma epidemia, o fenômeno da chuva, a cor do céu.

Na pedagogia de Paulo Freire, o tema gerador é justamente o objeto de interesse que, uma vez explorado, promover-se-á como fonte dos diálogos entre educadores e educandos (FREIRE, 1970). Sendo o caso de alfabetizar uma turma de trabalhadores de uma olaria, a palavra 'tijolo', bastante presente em sua fala, pode ser decodificada, desmontada, questionada, e mostrar-se-á composta pelas sílabas ti-jo-lo, e daí o questionamento incidente sobre a formação sonora desses pedaços passará pela descoberta das letras: t-i-j-o-l-o.

Sondando um objeto, questionando-o, problematizando-o, promove-se um diálogo entre educador e educando, os conhecedores, sobre o ente cognoscível. Digamos que a ciência astronômica poderia, facilmente, mostrar-se como tema de motivação, dadas algumas características cativantes que possui (falamos já da cativação poética). É difícil manter indiferença frente ao céu ou a imagens de nebulosas, galáxias, cometas e planetas. Animações abundantes na internet apresentam escalas de tamanho no universo, e colocam em pauta o lugar do homem, enquanto ser físico, químico e vivo, no universo. Isso sem falar nos filmes de ficção, de diferentes épocas, que exploraram o espaço sideral, ou no pouso lunar, que completou 4 décadas em 2009.

Que tipos de discussões podem ser iniciadas em disciplinas tradicionais escolares a partir da astronomia? Pensemos no fato de o Sol ser amarelo. Um CD, servindo de espectroscópio, revela uma pluralidade de cores, análoga à do arco-íris, e daí vemos, não longe, a discussão sobre a luz, sobre os trabalhos de Newton, sobre curva de corpo-negro, conceito de temperatura e outros. Falando nos movimentos celestes reinaugura-se a problemática dos primórdios da mecânica moderna (séc. XVII) e da gravitação.

Um dos temas mais interessantes para se discutir a História e Filosofia da Ciência a partir da astronomia é a transição do modelo Geocêntrico para o modelo Heliocêntrico, conhecida como *Revolução Copernicana*⁷. Todos aprendem nas primeiras séries do ensino fundamental que o Sol se move no céu, nascendo todos os dias no lado leste, subindo no céu até atingir seu ponto mais alto próximo ao meio-dia. Então passa a descer, se pondo no lado oeste. Alguns povos antigos que observavam isso propunham o que parece mais natural: a Terra está parada e o Sol em movimento, pois gira ao redor da Terra.

De fato, a Terra não parece se mover. Quando estamos parados, sobre a superfície da Terra, ao ar livre, não sentimos ventos fortes preferencialmente sempre em uma mesma direção, em qualquer hora do dia e época do ano, nem somos arremessados para fora. Uma atividade interessante, para se propor em sala de aula, seria a de indagar aos alunos “como você explicaria para uma criança que a Terra não está no centro do Sistema Solar e que o Sol não gira ao redor da Terra?”. Deparando-se com a dificuldade de fornecer bons argumentos, seria possível apresentar os debates envolvendo a

⁷ Vale a pena conferir o livro de Kuhn (1990), intitulado *Revolução Copernicana*.

aceitação do heliocentrismo a partir das obras de autores como Aristarco, Ptolomeu, Copérnico, Kepler, Galileu e Tycho Brahe⁸. Esse tipo de atividade pode ilustrar que a aceitação do Heliocentrismo não tinha como ter sido trivial, como pode parecer, e que não se pode considerar que os antigos defensores do sistema geocêntrico tenham sido pessoas de pouca inteligência (pelo contrário: muitos figuram entre os grandes nomes da filosofia, das ciências e das matemáticas, como Aristóteles e Ptolomeu).

É senso comum que antigamente se pensou que a Terra estava parada e logo depois se descobriu que estava em movimento. Uma visão comum sobre a história da astronomia, corroborada por obras escritas sem preocupação com o rigor histórico, é dada pela frase abaixo:

“Nos tempos antigos, os homens eram estúpidos e acreditavam que a Terra era plana e estava no Centro do Universo. Mas depois chegou a ciência que iluminou nossas mentes: finalmente descobrimos a Verdade: que a terra gira em torno de si e do Sol, que é atraída pela gravidade do Sol. Grandes foram aqueles homens como Copérnico, Galileu e Newton, que foram capazes de superar o misticismo e a repressão da igreja no mundo em que viviam e, olhando por cima dos ombros dos gigantes, conseguiram enxergar a Verdade.”⁹

Aristarco de Samos, filósofo da Grécia antiga, defendia que a Terra se move ao redor do Sol. Com um estudo baseado na história da astronomia, é possível mostrar que a ideia do movimento da Terra é muito antiga. A consolidação do heliocentrismo como teoria dominante ocorreu após a criação da mecânica newtoniana, que permitiu a descrição precisa da órbita dos planetas do Sistema Solar e contribuiu para o gradual desprestígio da física aristotélica. Hoje em dia, seria correto defender que foi *descoberto* que a Terra se move, que essa é uma afirmação correta, sendo errado dizer que a Terra está parada? Discussões interessantes podem ser realizadas sobre a questão da *verdade* (HENRIQUE *et al.* 2009) ou a *autoridade* da ciência (GAMA & ZANETIC, 2009). Elencando-se essas questões, podemos discutir sobre a possibilidade de múltiplas visões sobre a natureza da ciência, revelando-se a discussão epistemológica viva atual. Isso constitui uma autêntica problematização.

Não é necessário estender mais a lista para mostrar que o tema astronômico é rico em sua própria história e permanece sendo no seu estágio atual. A história dos modelos cosmológicos e da teoria da Gravitação, por exemplo, pode mostrar-se um tema gerador para muitas discussões epistemológicas¹⁰: a discussão entre Galileu e Kepler acerca da razoabilidade de haver uma interação sem contato entre os corpos

⁸ Um exemplo de atividade com esta abordagem foi desenvolvido pelo grupo amador de astronomia Sputnik, com colaboração dos autores deste artigo. Seu título é “Discutindo a astronomia” e está disponível em <<http://aprendendoastronomia.blogspot.com>>. Acesso em: mai. 2010.

⁹ Este trecho foi retirado do curso de astronomia do CCD (Comitê Científico e Didático, ligado à Olimpíada Brasileira de astronomia). O curso, dividido em 5 volumes, está disponível em <<http://ccd-oba.blogspot.com/>>. Este trecho faz parte da Unidade II do Volume 2, sobre a Revolução Copernicana.

¹⁰ É com base nessa ideia que, há anos, o Instituto de Física da Universidade de São Paulo criou uma disciplina obrigatória para o curso de Licenciatura em Física, intitulada “Gravitação”, no intuito de ilustrar, tendo esse tema gerador, a complexidade histórico-epistemológica da ciência, sugerindo como pode ser discutida em salas de aula.

celestes, por representar uma concepção fenomenológica que desafia o mecanicismo, pode ilustrar muito bem a superação de um obstáculo epistemológico bachelardiano¹¹.

É possível explorar a obra 'A Revolução Copernicana' de Kuhn (1990) ou a forma como Feyerabend (2007) argumenta que Galileu se utilizou de métodos variados (incluindo o método contraindutivo, um dos temas-chave da tese feyerabendiana) para defender suas ideias. Também a ótica falseacionista de Popper e o modelo do núcleo duro do programa de pesquisa circundado pelo cinturão protetor heurístico, desenvolvido pelo seu discípulo Imre Lakatos, são teorias que encontram na história da astronomia um rico arsenal de exemplos com os quais podem ser ilustradas e debatidas (SILVEIRA, 1996; ARTHURY, 2009).

Há também um grande número de questões abertas da astrofísica ou da Cosmologia contemporâneas, sempre presentes em obras de divulgação científica, como a matéria e energia escuras (ROSENFELD, 2005). Daí se desprende o quadro de discussão dos paradigmas científicos tal qual o propunha Thomas Kuhn. Só o modelo do Big Bang já fornece bastante material para discussão com respeito ao modelo histórico-epistemológico kuhniano (HORVATH, 2009). As controvérsias epistemológicas também podem levar a discussões sobre a natureza da ciência em diversos aspectos (HENRIQUE & SILVA, 2009), como mencionamos.

4. Considerações finais

Esperamos, com este sucinto ensaio, ter contribuído na argumentação a favor do conjunto de conhecimentos astronômicos como alvo possível de problematizações e fornecedor de temas motivadores para discussões técnicas, históricas e filosóficas com o público de educandos. Acreditamos que a astronomia não cabe como um mero acréscimo de conteúdos a serem tratados em aula, mas oferece alternativas às formas de abordar mesmo outros temas e pode promover ricos debates sobre a história e a filosofia das ciências. Por fim, estimamos que esse texto tenha ajudado a estabelecer um convite à discussão, nos meios escolares, dos temas aqui apresentados.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem o financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, processos 2008/07962-4 (LDG) e 2008/07928-0 (ABH).

6. Referências

ARTHURY, L. H. M. A cosmologia moderna à luz dos elementos da epistemologia de Lakatos. VII Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC, 2009, Florianópolis.

BACHELARD, Gaston. **O racionalismo aplicado**. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

¹¹ Para saber mais sobre o conceito de obstáculo epistemológico de Bachelard, com exemplos relacionados ao ensino de gravitação ver Colombo Jr. & Silva, 2009.

CARVALHO, S. H. M.; ZANETIC, J. Ciência e Arte, Razão e Imaginação: complementos necessários à compreensão da Física Moderna. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física, 2004, Jaboticatubas.

COLOMBO JR., P.; SILVA, C. C. A percepção da gravidade em uma espaço fisicamente modificado: uma análise à luz de Gaston Bachelard. VII Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC, 2009, Florianópolis.

DALRI, J.; MATTOS, C. R. Aspectos Afetivo-Cognitivos na Aprendizagem e Suas Influências na Escolha da Profissão de Professor de Física: um Exemplo. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – EPEF, 2008, Curitiba.

FEYERABEND, P. **Contra o método**. São Paulo: Editora Unesp, 2007

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.

FREIRE, P. **Extensão ou comunicação?** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1988.

GAMA, L. D.; ZANETIC, J. Abordagens epistemológicas no Ensino de Física: A Cosmologia como tema motivador. XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF, 2009, Vitória.

HENRIQUE, A. B.; ANDRADE V. F.; SILVA, C. C. Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da cosmologia: O Grande Debate. XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física - SNEF, 2009, Vitória.

HENRIQUE, A. B.; SILVA, C. C. Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da cosmologia: o universo teve um começo ou sempre existiu? VII Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC, 2009, Florianópolis.

HORVATH, J. E. Dark matter, dark energy and modern cosmology: the case for a Kuhnian paradigm shift. **Cosmos & History: the Journal of Natural and Social Philosophy**, v. 5, n. 2, p. 287-303, 2009.

KUHN, T. **A revolução copernicana**. Lisboa: Edições 70, 1990.

LANGHI, R. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores**. 2009. 370 f. Tese de Doutorado (Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru. 2009.

PESSOA JR., O. F. A classificação das diferentes posições em filosofia da ciência, **Cognitio-Estudos**, v.6, n.1, p. 54-60, 2009.

ROSENFELD, R. A cosmologia. **Revista Física na Escola**, v. 6, n. 1, 2005.

SILVEIRA, F. L. A metodologia dos programas de pesquisa: a epistemologia de Imre Lakatos. **Cad. Cat. Ens. Física**, v. 13, n. 3, p. 219-230, 1996.

VIDEIRA, A. A. P. Breves considerações sobre a natureza do método científico. In: SILVA, C. C. (Org.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006. p. 24-40.