



A utilização da HFC no ensino de física A partir de representações artísticas

Marlon Cesar de Alcantara
IF SUDESTE MG – Juiz de Fora
Brasil
marlon.alcantara@ifsudestemg.edu.br

Wagner Tadeu Jardim
IF SUDESTE MG – Juiz de Fora,
Brasil
wagner.jardim@ifsudestemg.edu.br

ABSTRACT

The search for a methodology for teaching physical promotes reflection and contextualization points to the current situation in which the History and Philosophy of Science (HFC) has become a trend. Relations between Art, Science and Society is an approach that enables the student to discuss the interfaces between different fields of knowledge. Therefore, a work has been developed with high school students, with the aim of consolidating the inclusion of artistic representations as a starting point for theoretical and conceptual discussions of the physics content. The use of artistic representations brought a possibility that extrapolates the initial step pre-abstraction, regarding the introduction of new concepts. In this work we will show how the artworks were part of the whole process of teaching and learning, in addition to assessments.

RESUMO

A procura de uma metodologia para o ensino de física pautada na reflexão e na contextualização aponta para o panorama atual no qual a História e Filosofia da Ciência (HFC) tornou-se uma tendência. Relações entre Arte, Ciência e Sociedade constituem um polo frutífero que possibilitam ao aluno, discutir as interfaces entre diferentes campos do conhecimento. Nesse sentido um trabalho vem sendo desenvolvido com alunos do Ensino Médio, com o objetivo de consolidar a inserção de representações artísticas como ponto de partida para discussões teóricas e conceituais dos conteúdos de física. A utilização de representações artísticas trouxe uma possibilidade que extrapola o passo inicial pré-abstração, referente a introdução de novos conceitos. Neste trabalho iremos mostrar como as obras de arte fizeram parte de todo o processo de ensino e aprendizagem, além das avaliações.

Palabras Claves: Historia y Filosofía de la Ciencia, Ciencia y Arte, Enseñanza de la Física

Palavras Chaves: História e Filosofia da Ciência, Ciência e Arte, Ensino de Física.

Key-Words: History and Philosophy of Science, Science and Art, Physics Teaching.



INTRODUÇÃO

Muitos pesquisadores defendem a importância de se incluir a História e Filosofia da Ciência (HFC) nos currículos de ensino básico, o objetivo não é incluir tópicos de HFC ou criar uma disciplina, mas buscar elementos significativos ao ensino, possibilitando-se trabalhar aspectos relevantes acerca da Natureza da Ciência (NdC) em sala de aula (Matthews, 1994; Martins, 2007). Além disso, a introdução da HFC no dia a dia da sala de aula pode colaborar para um ensino atualizado e de qualidade (Allchin, 2011, Galili, 2011, Forato et al., 2011). Todavia, um levantamento realizado por Teixeira, Greca e Freire (2012)¹² indica que, apesar do grande número de trabalhos que abordam HFC no ensino de Física (106), apenas uma parcela muito pequena (cerca de 13%) dos trabalhos analisados trata de intervenções efetivas em sala de aula, resultado que aponta para uma escassez de pesquisa empírica nesse sentido (Ibid. p. 11). Outro levantamento realizado pelos mesmos autores, abordando 31 revistas internacionais, aponta para resultados semelhantes, o que mostra que o cenário internacional apresenta as mesmas características observadas no cenário brasileiro (Teixeira, Greca e Freire, 2009).

Outra questão a ser ressaltada é a crescente discussão abordando a importância de se apresentar os conhecimentos científicos como indissociável da cultura humana. No Brasil os Parâmetros Curriculares nas Orientações Educacionais Complementares (PCN+ 2002) indicam a necessidade de oferecer maior sentido ao ensino da Física, que deve possibilitar ao estudante de nível básico “compreender a construção do conhecimento físico como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômica de uma determinada época” (ibid. pp.67) compreendendo também “sua presença em diferentes âmbitos e setores, como, por exemplo, nas manifestações artísticas ou literárias, em peças de teatro, letras de músicas etc., estando atento à contribuição da ciência para a cultura humana” (ibid. p. 67). Tal direcionamento referente à formação dos estudantes entra em acordo com questões anteriormente levantadas em 1959 por C.P. Snow indicando a necessidade do trabalho interdisciplinar entre o que o autor chamou de “as duas culturas” (Snow, 1995). Dessa forma, a Física faz parte do processo de construção da sociedade e tem impacto sobre nosso meio, o que torna essas relações importantes, não só para os antropólogos, mas também, para pesquisadores que devem instigar as discussões na construção de uma educação holística a estudantes e professores (Galili, 2012).

Dentro desse contexto de aproximação, podemos destacar as relações entre arte e ciência que além de auxiliar na compreensão do processo de construção histórica do conhecimento científico, pode apresentar-se como de grande potencial didático para a discussão de conceitos de Física (Zanetic, 2006; Reis, Guerra e Braga, 2006). Como apresentado por Galili (2013), a utilização de imagens relacionadas às artes traz uma possibilidade que extrapola o passo inicial pré-abstração, referente à introdução de novos conceitos. As pinturas de Arte em diversos períodos da história podem ser utilizadas como momento de reflexão mais aprofundado das relações entre “diferentes” áreas do conhecimento e seu significado. Essa discussão aponta para uma aproximação entre

¹ O Trabalho de revisão mencionado foi realizado nos seguintes periódicos: Ciência & Educação (C&E), Investigações em Ensino de Ciências (IENCI), Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC) e *Enseñanza de las Ciencias* (Enz).

² Além do grande número de trabalhos, destaca-se o aumento do número de publicações ao passar dos anos, o que indica o fortalecimento da pesquisa nesse sentido (Teixeira, Greca e Freire (p.15, 2012).



educação científica e cultura, externando alternativas para se discutir os valores culturais e disciplinares do conhecimento científico, enriquecendo o significado do mesmo.

OBJETIVOS

Considerando os argumentos levantados na introdução, o presente trabalho pretende relatar inserções do uso de representações artísticas, sobretudo a pintura, em sala de aula. As mesmas passaram a fazer parte do cotidiano das aulas de física além de compor as avaliações desta disciplina. Buscamos assim:

- Introduzir ao longo das aulas, discussões em torno à HFC que levem para a sala, elementos acerca da Natureza das Ciências (McCommas 1998, Wivagg e Allchin 2002).
- Mostrar aos alunos que, os conceitos científicos são construídos histórico e culturalmente, abrangendo assim as mudanças trazidas pela arte, filosofia e ciência, como por exemplo, no pensar o espaço e assuntos correlatos, tais como o tempo e o conceito de infinito (Martins 1994; Luminet e Lachieze-Rey, 1994; Morris, 1998; Jammer, 2012).
- Trabalhar a ciência num contexto mais amplo, extrapolando relações diretas entre física e arte, construindo uma proposta de trabalho que vise o *Worldview* (Matthews, 2009) que tece as ligações diretas ou não entre distintos campos do conhecimento mostrando como algumas questões são pertinentes às diversas áreas em um mesmo contexto (Galili, 2012).

METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA

A proposta foi desenvolvida no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IF SUDESTE MG), campus Juiz de Fora (Brasil) que conta com cursos técnicos integrados ao Ensino Médio (EM), além de um curso de Licenciatura em Física.

Neste instituto as aulas de física do Ensino Médio estavam pautadas no livro texto e pequenas intervenções nos laboratórios de física. A partir de 2012 foi pensada uma participação mais efetiva dos contextos históricos culturais na sala de aula (HFC) apontando estratégias que visem trabalhar as visões acerca da Natureza da Ciência. Desta forma as representações artísticas como pinturas e desenhos passaram a fazer parte do cotidiano da sala de aula, sobretudo no primeiro e terceiro anos do Ensino Médio.

“Ao longo do tempo, o conceito de que a imagem traduziria o real, a evidência, foi se firmando e, com isso, traduzindo-se em documento científico. Toda imagem é produzida com algum objetivo. Sendo preciso observar, dentro de seu contexto histórico e cultural, o que as imagens deixam transparecer e o que omitem, observando inclusive seu autor, sua presença no cenário que retrata e sua percepção e interesses” (Castro, 2013, pp.12)

No primeiro ano do EM os conceitos de mecânica se pautavam apenas como instrumento na resolução de exercícios do livro texto negligenciando todos os aspectos culturais relacionados à construção desse conhecimento. Assim questões como a física aristotélica e sua transição para uma ciência dita moderna não faziam parte do dia-a-dia da sala de aula. Como contrapontos à forma de trabalho anterior foram utilizados textos abordando as ideias de Nicolau Copérnico, Galileu Galilei³ e, sobretudo a unificação de céu e Terra proposta por Isaac Newton (Braga, Guerra e Reis, 2008). Também foram utilizadas imagens de representações artísticas de diversas épocas com o intuito de

³ Foi utilizado o Livro “Galileu e o Nascimento da Ciência Moderna” (Guerra et al, 1997)



se promover discussões sobre a dicotomia entre os mundos supralunar e sublunar e a nova visão de mundo que podia ser vista nas obras de alguns pintores renascentistas.

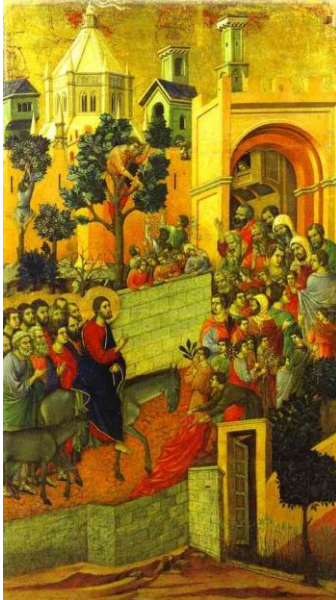


Figura 1 - Cristo entrando em Jerusalém, da parte de trás do Altar da Maestà. 1308-11.



Figura 2 - Rafael Sanzio. O Casamento da Virgem. 1504.

As representações como “Cristo entrando em Jerusalém, da parte de trás do Altar da Maestà” (fig. 1) e “O casamento da Virgem” (fig.2) fizeram parte das discussões nas aulas de física e posteriormente compuseram a avaliação da disciplina na qual os alunos deveriam responder a seguinte questão: Relacione as imagens abaixo com os princípios aristotélicos, associando-os com os modelos cosmológicos de Ptolomeu e de Copérnico.

Em outro momento, também foram rediscutidas as ideias do mecanicismo a partir da crítica do movimento romântico. Para este momento foi utilizada a pintura de Willian Blake (1795-1805) como ponto de partida para a discussão que se pautou no livro *Newton e o Triunfo do Mecanicismo* (fig. 3, 1999)⁴.

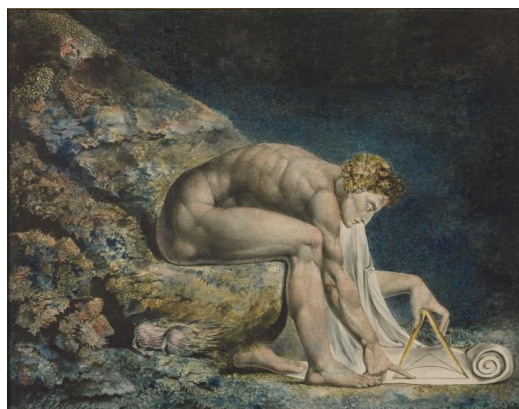


Figura 3 – Newton, 1795 - 1805

⁴ Foi utilizado o Livro *Newton e o Triunfo do Mecanicismo* (Braga et. al., 1999)



Em relação aos estudos referentes à Física Moderna, no terceiro ano do EM, destinamos espaço a diversas obras de Salvador Dalí. Ao referenciar tal pintor, sobre o qual, todos já ouviram falar mas desconheciam sua biografia bem como as influências em sua obra, foi lhes apresentado sua breve biografia, na qual destacamos o período em que o artista se une ao movimento surrealista (1929); os anos que, juntamente com sua mulher Gala passam exilados nos EUA (1940 -1948); seu regresso a Espanha, onde se instala em Port Lligat e a publicação do Manifesto Místico em 1951, período no qual se dá início o período corpuscular onde muitas de suas obras passam a se pautar em temas religiosos e científicos. Ressaltamos, no entanto, que mesmo em trabalhos anteriores a esse período, conceitos científicos já eram representados em muitas de suas obras (Descharnes, Néret, 2013). Assim, ressaltamos a forte influência de temas científicos sobre diversas obras do artista (LOPEZ, 2006).

Uma das imagens utilizadas para se discutir a concepção de matéria a partir do conceito de átomo no século XX foi *A velocidade Máxima da Madona de Raphael* (fig. 4, 1954) que é estruturada com base no pensamento proveniente do Misticismo Nuclear de Dalí onde fragmentos (átomos), que analisados como um todo, formam uma unidade.

Ao se discutir os processos nucleares de decaimento radioativo, fissão e fusão nucleares, foi levada à apreciação dos alunos, a imagem *Ilídio Atômico e Urânio Melancólico* (1945 - fig.5) - pintada logo após a explosão das bombas do novo México, Hiroshima e Nagasaki. Os alunos fizeram referências claras ao contexto da Guerra, devido a data da obra. As bolas rebatidas pelo jogador de baseball representam os nêutrons disferidos contra o núcleo dos átomos de Urânio no processo de fissão (Dalí, 1976).

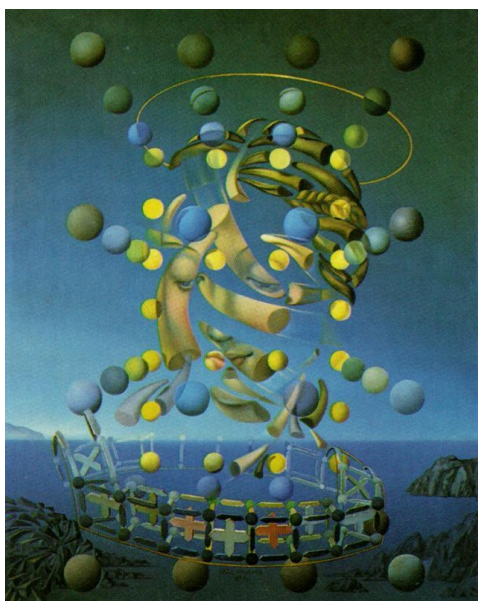


Figura 4. The Maximum Speed of Raphael's Madonna, 1954



Figura 5. Ilídio Atômico e Urânio Melancólico, 1945 - Idylle atomique et uranium mélancolique

Explorando ainda, temas de Física Moderna, buscamos problematizar o conceito de infinito, retomando as discussões iniciadas no primeiro ano com o conceito de espaço nas obras do pintor Rafael. Ressaltamos que tal conceito é discutido de maneira recorrente ao longo da história.



Para tal, partimos de questões referentes às estruturas geométricas de obras do Pintor Escher, tais como *Descending* (fig. 6) e *Waterfall* (fig. 7).

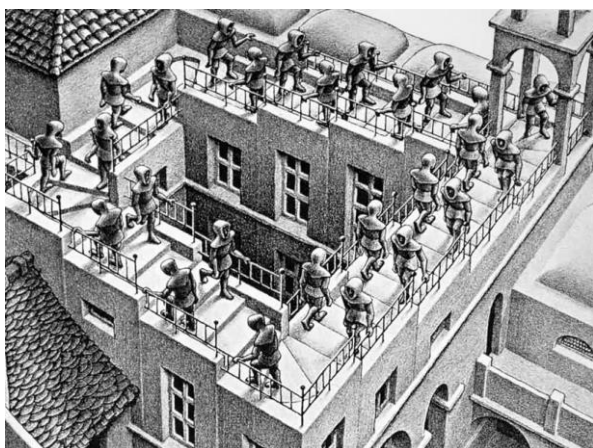


Figura 6. *Ascending and Descending*, 1960

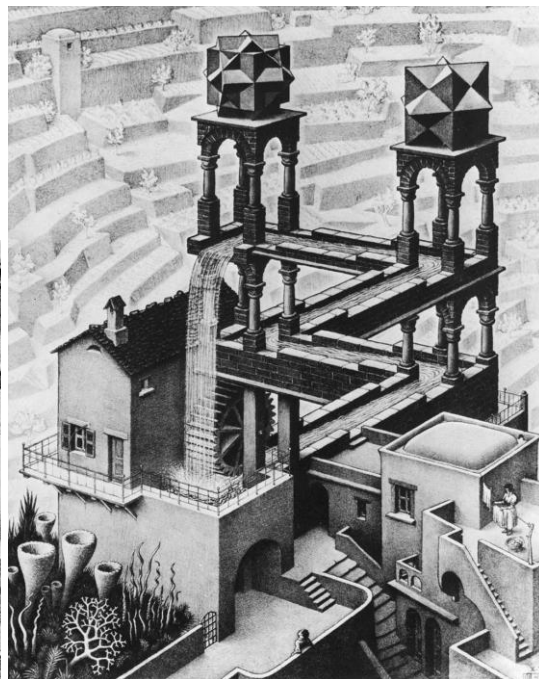


Figura 7. *Waterfall*, 1961

Discutimos possíveis inconsistências geométricas para tornar as obras, construções tridimensionais reais. Partimos dos conceitos de espaço nas obras de arte pré e pós desenvolvimento do estudo da perspectiva para os conceitos de percepção do espaço físico pré e pós Teorias da Relatividade (Shlain, 1991) que envolvem discussões acerca das dimensões do nosso Universo e sua finitude ou infinitude (Luminet e Lachieze-Rey, 1994; Morris, 1998; Jammer, 2012).

RESULTADOS

A utilização das imagens tanto nas aulas quanto nas avaliações motivou a reflexão de diversos conceitos até então novos para os estudantes. Essa exploração crítica, a princípio provocou nos alunos certo incômodo, uma vez que tradicionalmente as aulas de física na instituição baseavam-se somente na resolução de exercícios do livro texto. Pudemos perceber a partir das discussões realizadas em sala que, alunos que anteriormente não demonstravam interesse nas aulas de física, se tornaram mais participativos, o que pôde ser verificado no rendimento das turmas de maneira geral. Outro ponto a ser observado é a concepção de ciência que passou por uma gratificante transformação, pois a partir dos testes verificamos que os alunos passaram a apresentar uma visão mais contextualizada da ciência, como podemos observar a partir da análise de um aluno acerca da concepção de espaço abordada nas figuras 1 e 2,



“Na primeira imagem, há uma grande distinção entre céu e a Terra, dando a impressão de que a morada de Deus é finita. Não há noção de profundidade e as pessoas com tamanhos maiores eram as mais importantes hierarquicamente. Já na segunda imagem, o céu e a Terra possuem uma continuidade dando a ideia de que o universo é infinito. Há a noção de profundidade, que é responsável pela variação dos tamanhos das representações das pessoas, independentemente da hierarquia.” (Análise escrita de aluno).

Outro aspecto observado, é que a visão empiro-indutivista foi se alterando com o passar do tempo e se tornando alvo de uma discussão mais profunda sobre o processo de construção do conhecimento científico. A partir da análise de um aluno sobre a obra *Newton* de Willian Blake (fig.3),

“Os românticos representados por Willian Blake, criticam Newton por imaginar o mundo como uma grande máquina (mecanicismo). Eles acreditavam que os mecanicistas deviam observar mais a natureza e o mundo, opondo-se à ideia de interpretar o universo apenas por cálculos e experimentos matemáticos.” (Resposta de aluno)

percebemos que a visão rígida, algorítmica e infalível de ciência passa a ser questionada pelos alunos através da motivação gerada no trabalho a partir das obras de arte.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados observados e da análise cotidiana no desenvolvimento da proposta, concluímos que o desenho da sala de aula deve se transformar na medida em que proporcione uma maior interação entre o professor, o aluno e o conhecimento acadêmico. Nesse sentido, este projeto viabilizou uma discussão sobre aspectos relevantes de NdC, o que não se encontrava nas estratégias adotadas anteriormente no instituto. Entendemos que a sala de aula apresenta potencial para se tornar ambiente de discussão onde o aluno pode expressar sua curiosidade, fazendo observações, indagações e conjecturas das quais nunca haviam percebido antes (Cavicchi et al, 2009). Assim como podemos observar nos PCN+ (Brasil),

“A integração dos diferentes conhecimentos pode criar as condições necessárias para uma aprendizagem motivadora na medida em que ofereça maior liberdade aos professores e alunos para a seleção de conteúdos mais diretamente relacionados aos assuntos ou problemas que dizem respeito à vida da comunidade” (Brasil, 2002, pp. 22)

A inserção das representações artísticas no dia a dia da sala de aula mostrou-se uma ferramenta importante para a promoção da reflexão acerca de um conteúdo concebido pelos alunos, até então como meramente técnico e a parte das diversas manifestações culturais da sociedade.

No que tange os conteúdos de Física Moderna e Contemporânea, em específico a Teoria da Relatividade, os alunos apresentavam grande dificuldade para discutir conceitos de espaço e tempo, sejam eles referentes às concepções clássicas ou modernas. Os alunos, basicamente repetiam nas avaliações, discursos baseados no que o professor apresentava em sala, aparentemente sem reflexão crítica por parte dos mesmos. A inserção do contexto sociocultural a partir do uso das imagens em sala de aula permitiu uma discussão mais aprofundada sobre os conceitos de espaço e tempo num contexto mais amplo, como ressaltado por Peron (2012, pp. 27-28),



“Assim como a estrutura social e as influencias filosóficas e científicas orientam Einstein na consolidação de suas idéias, a sua teoria moldara novos movimentos artísticos, respaldara a filosofia e guiará a ciência do século XX.”

As imagens proporcionaram um frutífero pano de fundo para o desenvolvimento de conceitos e discussões demasiadamente abstratas. Consideramos que todo o processo enriqueceu as aulas de física, pois a partir do seu início já era notado uma diferente postura dos alunos diante dos conteúdos. Desta forma, a utilização de imagens para a representação da física como cultura possibilitou uma aproximação entre a sala de aula, a legislação vigente e as recomendações para uma educação de qualidade pautada na reflexão.

REFERÊNCIAS

- Arriasecq, I e Greca, I. (2004) Enseñanza De La Teoría De La Relatividad Especial En Elciclo Polimodal: Dificultades Manifestadas Por Los Docentes Y Textos De Uso Habitual, Revista Electrónica De Enseñanza De Las Ciencias Vol. 3, N° 2, p. 211-227.
- Braga, M. Guerra, A. Reis, J. C. (2008) Breve História da Ciência Moderna. Ed. Jorge Zahar. Vol. 2, 2ª ed.
- Allchin, D. (2011) Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science & Education*, v.95, p. 518 – 542.
- Barab, S. A.; Landa, A. (1997) “Designing Effective Interdisciplinary Anchors”. *Educational Leadership*, Alexandria, v. 54, n. 6, p. 52-55.
- Brasil. (2002) Secretaria de Educação Média e Tecnologia; PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos PCNs. *Linguagens, códigos e suas tecnologias*”, Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica.
- Castro, L.F. (2013) História da ideia de natureza na aula de física: atividades com imagens. Dissertação de Mestrado. Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro.
- Cavicchi, E; Chiu, S; McDonnell, F. (2009) Introductory Paper on Critical Explorations in Teaching Art, Science, and Teacher Education. *The New Educator*, V. 5: p. 189–204.
- Dalí, Salvador. (1976) *As confissões inconfessáveis de Salvador Dalí*. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio Editora.
- Descharnes Robert, Néret Gilles. (2013) *Dalí; A Obra Pintada*. Ed. Taschen.
- Forato, T.C de M; Pietrocola, M; Martins, R. de A. (2011) *Historiografia e Natureza da ciência na sala de aula*. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. v.28, n 1, p. 27-59.
- Galili, I. (2012) Promotion of Cultural Content Knowledge Through the Use of the History and Philosophy of Science. *Sci & Educ*. 21, p.1283–1316.
- Galili, I. (2013) On the Power of Fine Arts Pictorial Imagery in Science Education. *Science & Education*. DOI 10.1007/s11191-013-9593-6.
- Guerra, A.; Braga, M. ; Freitas, J. ; Reis, J. C. (1997) *Galileu e o nascimento da ciência moderna*. 9. ed. São Paulo: Atual Editora, v. 01. p.48.
- Guerra, A.; Braga, M. ; Freitas, J. ; Reis, J. C. (1999) *Newton e o Triunfo do Mecanicismo*. 7. ed. São Paulo: Atual Editora. v. 01. p.48.



- Jammer, M. (2012) *Conceitos de Espaço; A história das teorias do espaço na física*. Contraponto Ed. PUC Rio.
- Lopez Ferrado, M.; (2006) *La obsesión de Salvador Dalí por la ciencia*. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, v. 13 (suplemento), p. 125-31.
- Luminet J. P.; Lachière-Rey M. (1994) *A Física e o Infinito*. Biblioteca Básica de Ciência e Cultura. Instituto Piaget.
- Martins, André F.P. (2007) “História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho.” *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* 24 (1), p. 112-131.
- Matthews, M. (1994) *Science teaching: The Role of History and Philosophy of Science*, London, Routledge.
- Matthews, M. (2009) “Teaching the Philosophical and Worldview Components of Science”. *Science & Education*, Kluwer, v. 18, p. 697-728.
- McComas, W. F. (1998) *The Principal Elements Of The Nature Of Science: Dispelling The Myths*. In: McComas, W. F. (Ed). *The Nature Of Science In Science Sducation. Rationales And Strategies*. Netherland: Kluwer Academic Publishers.
- Morris, R. (1998) *Uma Breve História do Infinito*. Ed. Jorge Zahar.
- Peron, T.S. (2012). *História e Filosofia no Estudo da Teoria da Relatividade Restrita no Ensino Médio*. Dissertação de Mestrado. Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro.
- Reis, J. C., Guerra, A. Braga, M. (2006) *Ciência e arte: relações improváveis?* *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, v. 13, p. 71-87.
- Schiebler, R; Dalí (2011) - *The Reality of Dreams*. Munich. London. New York. Ed. Prestel.
- Shlain, L; (1991) *Art & Physics - Parallel Visions in Space, Time & Light*. New York: William Morrow and Company, INC.
- Snow, C. P. (1995) *As Duas Culturas e Uma Segunda Leitura*. São Paulo: EdUSP.
- Teixeira, E. S.; Greca, I.; Freire, O. (2009) *The History and Philosophy of Science in Physics Teaching: A Research Synthesis of Didactic Interventions*. *Science and Education*, Netherlands.
- Teixeira, E. S.; Greca, I.; Freire, O. (2012). *Uma revisão sistemática das pesquisas publicadas no Brasil sobre o uso didático de história e filosofia da ciência no ensino de física*. *Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino*. Luiz Peduzzi, André Ferrer Martins, Juliana Ferreira (Org.). Natal: Editora da UFRN.
- Wivagg, D.; Allchin. D. (2002) *The Dogma of “The” Scientific Method*. *The American Biology Teacher*, Vol. 64, No. 9, November/December.
- Zanetic, J. (2006) *Física e Arte – uma ponte entre duas culturas*. *Pro-Posições*, v. 17, n. 1 (49) - jan./abr.