

A Modelização em um Projeto Temático de Física à Luz de Mario Bunge

The Modeling in the Physics Thematic Project in Light of Mario Bunge

Fernando Lázaro Bernardo (flbernardo79@gmail.com)¹

João Paulo Mannrich (jpmannrich@yahoo.com.br)¹

Aline Batista (alinebtt@gmail.com)¹

¹ Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica –
Universidade Federal de Santa Catarina

Resumo

Esse trabalho traz uma análise de um Projeto Temático intitulado *Correndo de Fórmula 1* construído por licenciandos de Física da Universidade Federal de Santa Catarina na disciplina de Instrumentação para o Ensino de Física B. Inspirados na epistemologia de Mário Bunge (1974), buscamos no Projeto aspectos que pudessem aproximar os conceitos de objeto-modelo e modelo-teórico do referencial adotado. Embora a construção do tema não seja explicitamente fundamentada em Bunge (1974), foram verificadas similaridades com os aspectos teóricos apresentados por ele. Desse modo, apontamos que discussões epistemológicas sobre a construção de objetos-modelos e modelos teóricos na formação de professores mostraram-se relevantes para relacionar a realidade com o conhecimento científico escolar, a fim de instrumentalizar estes a trabalhar com fatos do mundo em sala de aula.

Palavras chave: Ensino de Física; Formação de professores; Mario Bunge; Modelização;

Abstract

This paper concerns to the analysis of a Thematic Project entitled *Running Formula 1*, constructed in the Physics Teacher Education Program at Universidade Federal de Santa Catarina, on the discipline of Instrumentation for Teaching Physics B. For this, inspired by the epistemology of Mario Bunge (1974), searched in the Project aspects that could approach the concepts of object-model and theoretical model of referential adopted. Although the construction of the subject is not buttressed explicitly by Bunge (1974), similarities were found with the theoretical aspects presented by him. To relate the reality with school scientific knowledge, in the teacher training, to instrumentalize them to work with facts of the world in the classroom, epistemological discussions about building objects-models and theoretical models were relevant.

Keywords: Physics Teaching; Teacher's Training; Mario Bunge; Modeling;

Introdução

Diversos trabalhos (PIETROCOLA, 1999; CUPANI; PIETROCOLA, 2002; WESPHAL; PINHEIRO, 2004; MACHADO, 2009; MACHADO; SOUZA CRUZ, 2011) têm evidenciado problemas relativos ao Ensino de Ciências, principalmente, vinculado a instrução dos conhecimentos científicos, muitas vezes, distante da realidade. Nessa perspectiva os autores criticam abordagens no ensino que não aproximam esses conhecimentos à realidade. Pietrocola, há mais de uma década, enfatizava a necessidade de retomarmos um Ensino de Ciências na seguinte perspectiva:

[...] parece urgente re-inserir a construção da realidade como objeto da educação científica. Não nos moldes determinados pelo empirismo ingênuo, mas enfatizando o conhecimento construído pela ciência como esboços da realidade (PIETROCOLA, 1999, p. 221).

Dessa forma os autores mencionados anteriormente defendem que o Ensino de Ciências deve tornar perceptível o conhecimento científico como uma maneira mais objetiva de se compreender o mundo. Whestphal e Pinheiro (2004) ainda criticam visões que relativizam o conhecimento científico e argumentam sobre a necessidade de proporcionar no Ensino de Ciências a percepção sobre a forma de pensar científica, contribuindo para uma formação crítica frente a outras formas de conhecimento, como às pseudociências (astrologia, ocultismo, ufologia, entre outros). Segundo eles, a falta de conhecimento científico ao cidadão pode deixá-lo sujeito a superstições disseminadas pelos meios de comunicação, vendidas, muitas vezes, como se fossem provadas cientificamente.

Pietrocola (1999) argumenta que a falta de compreensão do conhecimento científico escolar como capaz de gerar explicações satisfatórias para a realidade acaba deixando seu ensino a mercê de “opções culturais aparentemente mais atraentes como o ocultismo, [...], a astrologia, ou mais práticas como a computação e a economia (PIETROCOLA, 1999)”. Para Cupani e Pietrocola (2002), o principal valor da ciência está no fato de que é a melhor forma inventada para responder o porquê dos eventos naturais.

Todos esses argumentos acordam com as recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais, indicando que os processos pelos quais o conhecimento científico é construído, bem como sua relação com a realidade, deve ser objetivo do Ensino de Ciências, pois tradicionalmente somente os resultados finais da ciência são apresentados, deixando de lado todo o árduo processo de sua construção (BRASIL, 2000).

Machado (2009) afirma que se o aspecto processual da Ciência deve ser trabalhado em situações de sala de aula, um problema a ser enfrentado está em trabalhar esse aspecto na formação inicial de professores. A autora investiga a modelização no curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Santa Catarina, através de Projetos Temáticos desenvolvidos na disciplina de Instrumentação para o Ensino de Física B (Inspe B). Que faz parte de um conjunto de três: Inspe A (que possui caráter mais teórico sobre as perspectivas do Ensino de Física), Inspe B (que é desenvolvido um Projeto Temático com foco em uma modelização em nível superior) e Inspe C (que acontece uma transposição didática para o Ensino Médio do projeto feito anteriormente), cada parte tem a duração de um semestre.

Ao inferir a compreensão de licenciandos sobre modelização por meio da significação das palavras “modelo” ou “modelização” em 29 Projetos Temáticos desenvolvidos entre 2000 e 2008 à luz das ideias de Mario Bunge, Machado (2009) encontrou as seguintes categorias e sua frequência relativa: atividade experimental ou de outra natureza (32,5%) sendo a mais frequente, essa categoria não se aproxima a compreensão do referencial teórico utilizado; análogo material (28,9%) se aproxima a um subconjunto dos objetos-modelo e podem ser

tanto materiais quanto conceituais; caixa-preta (22,9%) sendo este um modelo matemático que expressa relações entre as variáveis do objeto ou sistema modelizado, interpretado em termos de variáveis intervenientes sem referência concreta (BUNGE, 1974); objeto-modelo (15,7%), sendo este uma representação idealizada de um objeto real, podendo ser entendido como uma descrição ou listagem de propriedades atribuídas a certo objeto (BUNGE, 1974). Nessa última categoria não estão inclusos a subcategoria de objetos-modelo, análogos ou simulacros, pois já foi categorizada. O que nos chama a atenção é a baixa frequência desta última categoria, pois segundo Pietrocola (1999) o objetivo da modelização no ensino é o de permitir a passagem de um real imediato (com origem no senso comum) ao real idealizado pela Ciência.

Ao compreendermos a importância que o processo de modelização, relacionado à última categoria apresentada por Machado (2009), possui para o Ensino de Ciências, buscamos aprofundar a análise de um Projeto Temático, e analisar como ocorreu a passagem do objeto real ao objeto-modelo e a construção do modelo-teórico. Nos limitaremos a investigar um projeto intitulado *Correndo de Fórmula 1*. Nossa análise se baseia em dois questionamentos: Como foi desenvolvida a modelização no projeto *Correndo de Fórmula 1*? Esse processo se assemelha ao da construção do conhecimento científico descrito por Bunge?

A relevância da epistemologia bungeana permite, sobretudo, discutir sobre o papel e a construção dos modelos científicos (relações entre objeto real, objeto-modelo e modelo teórico), deixando explícito alguns aspectos da arquitetura científica na perspectiva realista. Dessa forma, sua epistemologia se torna importante para o Ensino de Ciências, já que “sua concepção de ciência racional e realista se integra numa perspectiva crítica e não dogmática (CUPANI; PIETROCOLA, 2002, p. 118)”.

Mario Bunge e os Modelos Científicos

Para Bunge (1974) o mundo pode ser compreendido através do conhecimento científico utilizando representações da realidade, chamadas por ele de **objetos-modelo**. Porém estes sozinhos não permitem compreender o comportamento do objeto real. Nesse passo surge a necessidade da elaboração de **modelos teóricos** que nos permitam inferir sobre o objeto-modelo. A construção do modelo teórico só é possível se norteado por uma teoria geral que procura compreender o objeto real, por exemplo, a Mecânica Clássica. Esse processo de elaboração é complexo, pois carrega consigo inúmeros fatores, por exemplo: formulações claras em relação ao objeto que se pretende investigar, construção de representações conceituais, seja através da lógica e da razão, através de outras teorias e experiências.

Para que o **objeto-modelo** seja passível de ser submetido à prova da teoria, este deve apresentar características suscetíveis de serem verificadas, sujeitar-se ao teste da experiência e serem retificados quando necessário. Bunge (1974) afirma que

[...] para apreender o real começa-se por afastar-se da informação. Depois, se lhe adicionam elementos imaginários (ou antes hipotéticos) mas como uma intenção realista. Constitui-se assim um objeto-modelo mais ou menos esquemático e que, para frutificar deverá ser enxertado sobre uma teoria suscetível de ser confrontada com os fatos (BUNGE, 1974, p. 16).

Dessa maneira, precisa-se “encaixar” o **objeto-modelo** em uma teoria geral e o comportamento deste será governado por um modelo teórico, que é um sistema hipotético-dedutivo, uma representação teórica da situação que se pretende investigar. Quanto mais próximo do real o modelo teórico estiver, mais complexo ele se tornará. A construção do **objeto-modelo** e do **modelo teórico** é uma atividade criadora e de maneira nenhuma está isenta dos conhecimentos, preferências e objetivos daqueles que as constroem. Essa

representação idealizada da realidade, definida como o **objeto-modelo**, será sempre parcial, pois ela negligenciará certas propriedades tidas, do ponto de vista do construtor, como secundárias.

Para representar o real concreto como imagens conceituais (**objeto-modelo**) em constante desenvolvimento a fim de expandi-los, fundamentando seu comportamento em **modelos teóricos**, tornando-os cada vez mais complexos para aproximar-se ao máximo dos fatos, objetiva-se, para Bunge (1974), um método efetivo para apreender a realidade através do pensamento.

A Modelização no Projeto Temático *Correndo de Fórmula 1*

Através de uma leitura sistemática do Projeto Temático buscamos identificar aspectos descritos por Bunge (1974) referentes à construção do **objeto-modelo** e do **modelo teórico** fundamentados na **teoria geral**, através de trechos que caracterizassem esses processos. Em seguida levantaremos os principais pontos do tema que serão relacionados com o constructo teórico.

Descrição da elaboração Projeto

O tema que norteia a modelização é *Correndo de Fórmula 1*. Foram relevados para a construção do modelo aspectos que caracterizam marcantes diferenças em relação ao desempenho dos automóveis de F-1 e passeio. Pois no intuito de reduzir o tema, aproximando-o do conhecimento científico escolar, foram realizados recortes ligados às simplificações e idealizações: motor, aerodinâmica, instrumentação eletrônica, pilotos. Também comparou-se visualmente os carros de F-1 com outro veículo de alto desempenho em termos de velocidade, um *Dragster*¹. Nas palavras dos autores “pode-se mais facilmente notar que a geometria é substancialmente diferente entre eles (TAVES; MARTARELLO; SANTOS, 2010. p. 9)”. Dessa forma, independente dos diferentes aspectos do carro de F-1, o Projeto objetivou-se na aerodinâmica, tendo em vista sua eficiência na realização de curvas. Embora exista uma imensa variedade de curvas nos circuitos de corrida profissional, resume-se a discussão acerca de três tipos delas e suas consequências frente à influência aerodinâmica na corrida em termos de seus extremos: curvas fechadas, curvas abertas e curvas médias.

As curvas fechadas são excluídas devido à baixa velocidade que os carros as realizam, conseqüentemente os efeitos aerodinâmicos podem ser desprezados. As curvas abertas são feitas em altas velocidades e efeitos aerodinâmicos são relevantes, porém a iminência do escorregamento pela tangente é praticamente inexistente. Opta-se, dessa maneira, pela abordagem em curvas médias, pois são nestas que ocorrem os fenômenos em relação ao raio de curvatura e a influência aerodinâmica. Dessa forma, define-se o foco de estudo no “uso da aerodinâmica para o benefício do desempenho do carro de F-1 em curvas médias (TAVES; MARTARELLO; SANTOS, 2010. p. 12)”.

Com o intuito de simplificar o complexo conjunto de aerofólios que compõem um carro de F-1, assume-se a existência de um único aerofólio, sendo a força resultante concentrada no centro de massa. Dessa forma, apresenta-se a fórmula empírica em relação à força de aderência que age em um aerofólio: $D = 1/2(WS \times H \times AoA) \times F \times \rho \times V^2$ (Eq. 1), sendo D a força de aderência (*downforce*) em Newtons, WS a largura da asa em metros, H a altura em metros, AoA o ângulo de ataque, F o coeficiente de arrasto, ρ a densidade do ar em kg/m³ e V a velocidade em m/s.

¹ Diferente de carros de F-1, *Dragster* são carros projetados para atingir altas velocidades percorrendo apenas trajetórias retilíneas.

Devido à complexidade da equação anterior (grande número de variáveis), considerando que o foco não é o estudo do aerofólio em si, mas sua relevância no desempenho de carros de F-1 em curvas médias na iminência do escorregamento, esta foi simplificada, partindo da relação anterior para: $D = cfa \cdot V^2$ (Eq. 2), sendo D a força de aderência (*downforce*) em Newtons, cfa o "coeficiente de força aerodinâmica" e V a velocidade em m/s. Dessa forma, restando apenas três variáveis.

Para a verificação empírica os autores comparam dois carros (Lola, ano 2003, e RBR, ano 2010) com seu modelo simplificado para dois valores do coeficiente de força aerodinâmica (cfa). Feito isso, concluem que a força de aderência para um $cfa=5$ coincide com os dados do carro da RBR e, para um $cfa=3$, coincide com os dados do carro da Lola. Essa constatação aponta para uma validade do modelo construído, já que os resultados provenientes deste coincidem com os dados empíricos das montadoras dos carros de F-1.

Na construção do modelo, visando à idealização da situação estudada, foi fundamentado o modelo teórico na dinâmica de um ponto material. No deslocamento de um sólido em um meio, nesse caso, havendo o contato do carro com a pista, revelam-se duas forças: força normal e força de atrito. Os efeitos relativos ao contato sólido-sólido foram resumidos em uma única *força normal* (N) e uma única *força de atrito estático* (em relação a não derrapagem do carro), atuantes no centro de massa. As componentes referentes ao efeito aerodinâmico foram reduzidas em somente uma *força de aderência*, também, atuando no centro de massa.

Na iminência do escorregamento em um movimento circular uniforme, desprezando a aceleração tangencial, influências de aclives ou declives e traçados com trajetórias curvilíneas, tem-se: na direção radial do movimento a *força centrípeta* (F_{CP}) igualando-se ao atrito estático máximo (μ_s) e, na direção vertical, a *força normal* igualando-se à soma da força peso com a força de aderência aerodinâmica, de modo que: $F_{CP} = \mu_s \cdot N$,

$N = mg + cfa \cdot V^2$, $F_{CP} = \frac{m \cdot V^2}{R}$. Consequentemente, na iminência do escorregamento, o raio

mínimo de curvatura (para chegar a uma relação que forneça o raio de curvatura em função da força normal devido ao peso e à aerodinâmica, igualam-se as duas equações $N = F_{CP}$) é dado

por: $R = \frac{mV^2}{\mu_s [mg + cfa \cdot V^2]}$ (Eq. 3). A relação matemática encontrada (Eq. 3) para a iminência

de escorregamento foi utilizada para obtenção do valor do raio de curvatura mínimo frente a diferentes situações, sendo construído um gráfico (Figura 1). Neste vemos as linhas que representam a iminência de escorregamento para dado cfa , de modo que, acima de uma linha é uma região de não-escorregamento e abaixo de escorregamento.

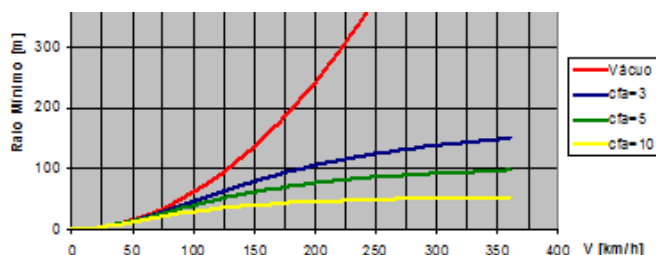


Figura 1 – Gráfico da Velocidade *versus* Raio Mínimo (TAVES; MARTARELLO; SANTOS, 2010, p. 36).

A predictibilidade do modelo, previamente calibrado para o carro da RBR (2010), foi mensurada a partir de dados experimentais do carro no circuito de Suzuka no Japão.

Verificou-se a proximidade dos dados (pontos azuis) com a iminência de escorregamento (linha verde) prevista para *curvas médias*, o que representa uma boa aproximação entre o modelo-teórico e dados empíricos (Figura 2).

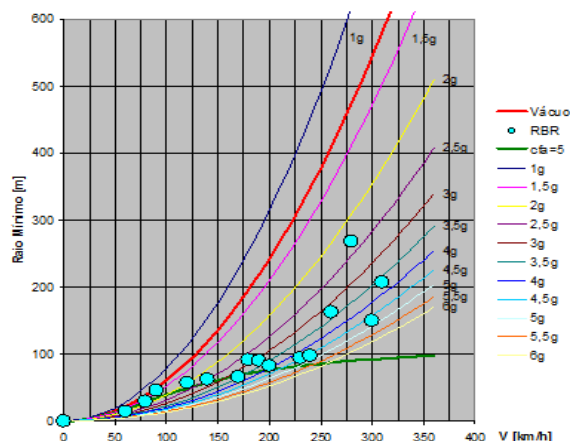


Figura 2 – Modelo teórico confrontando com dados empíricos (TAVES; MARTARELLO; SANTOS, 2010. p. 39).

O gráfico da figura 2 permitiu aos autores ressaltarem que de acordo com seu modelo matemático o carro da RBR (2010) em diversos pontos andou na iminência do escorregamento.

Análise

Em nossa análise pudemos identificar e classificar os objetos e aportes teóricos da modelização desse Projeto Temático frente à perspectiva de Bunge (1974), de acordo com a Tabela 1:

Objeto Real	Objeto Modelo	Modelo Teórico	Teoria Geral
Correndo de Fórmula 1	Objeto imerso num meio descrevendo uma trajetória horizontal curvilínea	Teoria para o movimento de um carro de F-1 em curvas, dada por $R = \frac{mV^2}{\mu_s [mg + cfa \cdot V^2]}$	Mecânica Clássica

Tabela 1 – Partes constituintes da modelização do Projeto Temático *Correndo de Fórmula 1*.

O próprio tema define o objeto real. A passagem deste ao objeto-modelo se dá a partir de comparações entre fenômenos aos quais os estudantes em geral estão acostumados. Dessa forma, ao definirem o foco de estudo no **uso da aerodinâmica para o benefício do desempenho do carro de F-1 em curvas médias**, muitos aspectos foram idealizados. Por exemplo, está claro que os pilotos e motor são características relevantes ao tema, mas estas não irão influenciar diretamente na aerodinâmica, pois esta é caracterizada principalmente pelos aerofólios. O número de aerofólios apesar de ser significativo é assumido como apenas um, assim como o conjunto de pneus. Estes, apesar de terem influência em curvas, precisam ser de um tipo específico: “estamos considerado o pneu *slick* – considerado ideal para pista seca, indeformável e de temperatura constante (TAVES; MARTARELLO; SANTOS, 2010. p. 22)”. Sendo feita outra idealização para que se possa recorrer à teoria geral: as forças de aderência (devido à aerodinâmica), peso (devido à massa do carro) e centrípeta (devido à realização da curva) atuam no centro de massa do carro ideal. Nesses processos percebemos

uma proximidade com o processo de construção de objetos-modelo citado por Bunge (1974), pois o objeto-modelo agora é uma representação esquemática do objeto real: “Esta representação é sempre parcial e mais ou menos convencional (BUNGE, 1974, p. 32)”. Podemos pensar no objeto-modelo como uma espécie de carro com um único aerofólio, um único pneu com determinada característica e que descreve uma trajetória curvilínea em condições específicas, de modo que para o objetivo do estudo outras características não são relevantes.

Para a construção do modelo teórico do Projeto recorre-se à Mecânica Clássica (teoria geral). Os subtópicos pertencentes à teoria geral são: movimento circular uniforme, força normal e de atrito e força de aderência aerodinâmica. Com base nestes e nas características atribuídas ao objeto-modelo chega-se ao modelo-teórico (Eq. 3), que relaciona o raio de curvatura, a velocidade e o coeficiente aerodinâmico. Segundo Bunge (1974), para se “conseguir um modelo teórico, o objeto-modelo tem de ser expandido e engastado em uma moldura teórica. Ao ser absorvido por uma teoria, o objeto-modelo herda as peculiaridades desta e, em particular, suas leis (p. 34)”. Assim, apenas depois desse processo, segundo o qual um modelo satisfaz essas leis, neste caso em particular leis do movimento, é que se consegue se alcançar um conhecimento científico.

De posse do modelo teórico os autores visam testá-lo (Fig. 2). É possível perceber que o modelo adequa-se razoavelmente bem aos dados empíricos. Isso também está de acordo com a concepção de modelo teórico de Bunge (1974): o modelo teórico é um “sistema hipotético dedutivo, uma máquina de gerar proposições iniciais, ou seja, é possível realizar previsões a partir deles (PIETROCOLA, 1999, p. 223)”. Nesse sentido, as previsões são possíveis uma vez que esse sistema hipotético-dedutivo pode ir além das situações para as quais foi inicialmente proposto, exibindo propriedades e comportamentos dos objetos-modelos neles inseridos. Apenas as teorias gerais não fornecem conclusões particulares, é necessário objetivar um caso específico para que tais conclusões sejam comprovadas (BUNGE, 1974).

Considerações Finais

Ao partir da análise fenomenológica de um objeto real construiu-se um objeto-modelo que apresenta um conjunto de características particulares, uma correspondência empírica e uma função fundamental frente a uma teoria geral para a objetivação de um modelo teórico. Esse processo se aproximou do descrito por Bunge (1974), mesmo que em momento algum foi feita menção explícita ou indicado qualquer inspiração nesse autor.

Ainda percebemos que o Projeto Temático estudado apresenta grande proximidade com a categoria *objetos-modelo*, que apresentou menor frequência na análise de Machado (2009), mas de grande importância para o Ensino de Ciências, uma vez que está diretamente ligada à passagem de um objeto real a um idealizado pela Ciência (PIETROCOLA, 1999).

Certamente, se quisermos contribuir para um Ensino de Ciências menos dogmático de modo a estabelecer uma ponte entre conhecimento científico e realidade, colocar professores em formação no papel de construtores de modelos mostra-se uma prática importante, sobretudo, para que estes possam ter outra experiência em relação à construção do conhecimento científico e sua relação com fenômenos da natureza. Principalmente, se considerarmos que muitos aspectos de sua formação refletirão em sua futura prática enquanto professores. Tal experiência, como evidenciado neste trabalho, poderia fazer com que essas práticas levassem em consideração não apenas os modelos prontos, como frequentemente ocorre em sua formação, mas também as discussões sobre aspectos do próprio processo de modelização, além do processo de construção de modelos. Ressalta-se ainda que a perspectiva de Bunge (1974) fornece ferramentas que possibilitam instrumentalizar licenciandos de Física para

relacionar o conhecimento científico escolar com a realidade, além de poder facilitar a compreensão destes em relação ao conceito de modelo (MACHADO, 2009b). Embora a elaboração de projetos temáticos possa se tornar menos frequente na vida profissional dos futuros professores, entendemos que as teorias poderiam ser instruídas, no Ensino Médio, partindo da construção de objetos-modelo e modelo teórico, favorecendo uma visão mais completa da construção do conhecimento científico e, conseqüentemente, servir de subsídio para ajudar a interpretar a realidade.

Apontam-se assim possíveis trabalhos futuros, como investigar aspectos da modelização na prática escolar de futuros professores que tiveram tal formação ou inferir como ocorria a modelização se um Projeto Temático semelhante fosse implementado a estudantes do Ensino Médio. Pode-se, ainda, investigar outros projetos no intuito de contrastá-los buscando identificar suas especificidades no processo de modelização, explicitar como a matemática se faz presente na elaboração da modelização em projetos temáticos, entre outros.

Para finalizar, gostaríamos de agradecer o autor do projeto *Correndo de Fórmula 1*, Frederico de Freitas Taves, pela gentileza de ter nos cedido uma versão eletrônica do material, e também, ao professor José de P. A. Filho pelas discussões e apontamentos, fundamentais para o desenvolvimento desse trabalho. E a Capes por aporte financeiro.

Referências

- BRASIL. MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília, 2000.
- BUNGE, M. **Teoria e realidade**. São Paulo: Perspectiva, 1974.
- CUPANI, A.; PIETROCOLA, M. **A Relevância da Epistemologia de Mario Bunge para o Ensino de Ciências**. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 19, n. especial: p.100-125, jun. 2002.
- MACHADO, J. A compreensão de licenciados em física sobre modelos e modelização. In: Mortimer, E. F.. (Org.). Anais do VII ENPEC- **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências**. 1 ed. Florianópolis: Ed. Santa Catarina - SC: ABRAPEC, v. 1, p. 1-12, 2009a.
- MACHADO, J. **Modelização na Formação Inicial de Professores**. Dissertação no Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica, 2009b.
- MACHADO, J.; SOUZA CRUZ, S. M. S. C. de. **Conhecimento, Realidade e Ensino de Física: Modelização em uma Inspiração Bungeana**. Ciência & Educação, v. 17, n. 4, p. 887-902, 2011.
- TAVES; F. de F; MARTARELLO; W. & SANTOS, V. M. dos. **Correndo de Fórmula 1**. Projeto Temático desenvolvido para a Disciplina de Instrumentação para o Ensino de Física B do curso de Licenciatura em Física da UFSC, 2010. 43 p.
- PIETROCOLA, M. **Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos**. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 4, n. 3, p. 213-227, 1999.
- WHESPHAL, M. & PINHEIRO. T. C. **A Epistemologia de Mario Bunge e Sua Contribuição para o Ensino de Ciências**. Ciência e Educação. v. 10, n. 3, p. 585-596, 2004 .