

# **O Jogo Do Perito: uma proposta investigativa para o ensino de ciências utilizando elementos de física forense**

## **The Game of the Expert: an investigative proposal for the teaching of sciences using elements of forensic physics**

**Éder Júnior de Souza<sup>1</sup>**

Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP - eder.souza@unifesp.br

**Márcio Tomotoshi Sayama Yoshimura<sup>2</sup>**

Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – tomoshi0102@gmail.com

**Pamela Patricia<sup>3</sup>**

Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP - pattysp12@hotmail.com

**Leonardo André Testoni<sup>4</sup>**

Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP - leonardo.testoni@unifesp.br

### **Resumo**

Este trabalho tem o objetivo de discutir o uso de elementos de Perícia Criminal aplicados à Física Forense para o Ensino de Ciências, destacando a capacidade de instigar discussões e debates, além de sua contribuição para um processo de ensino e aprendizagem baseado em um contexto próximo do cotidiano discente. A pesquisa, de caráter exploratório e qualitativo, buscou enfatizar uma situação-problema relacionada a um acidente de trânsito, onde os alunos deviam se utilizar de princípios físicos para conseguir concluir a perícia. A pesquisa foi realizada em uma escola da rede privada de ensino da cidade de São Paulo com alunos do 9º ano do ensino fundamental e os dados obtidos através da transcrição das gravações em áudio e vídeo das aulas observadas. Como referencial de análise dos dados, utilizamos o padrão argumentativo proposto por Anton Lawson, que possibilita a identificação de evolução em processos argumentativos em debates de pequenos grupos.

**Palavras chave:** física forense, argumentação, ensino de ciências, ensino investigativo.

---

<sup>1</sup> Mestrando em Ensino de Ciências e Matemática – UNIFESP

<sup>2</sup> Mestrando em Ensino de Ciências e Matemática - UNIFESP

<sup>3</sup> Graduanda em Ciências – Licenciatura - UNIFESP

<sup>4</sup> Mestre e Doutor em Ensino de Física – Professor Adjunto - UNIFESP

## Abstract

This work aims to discuss the use of Criminal Expertise elements applied to Forensic Physics for Science Teaching, highlighting the ability to instigate discussions and debates, as well as its contribution to a teaching and learning process based on a context close to the student's daily routines. The exploratory and qualitative research sought to emphasize a problem-situation related to a traffic accident, where students must use physical principles to conclude the inquiry. The research was carried out in a private school in the city of São Paulo with students of the 9th grade of elementary school and the data were obtained through the transcription of audio and video recordings of the observed class. As a reference for the data analysis, it was used the argumentative pattern proposed by Anton Lawson, which allows the identification of evolution in argumentative processes in small group debates.

**Keywords:** forensic physics, argumentation, science teaching, investigative teaching.

## Introdução

O presente trabalho busca focar em uma atividade que favoreça a aprendizagem de física por estudantes do nível básico, objetivando contribuir para a solução de um dos grandes problemas no ensino de física atual - o ensino centrado na memorização de conteúdos, em que estes são trabalhados em sala de aula, sem nenhuma contextualização com o cotidiano do estudante (MOREIRA, 2013). O trabalho em tela baseia-se em princípios do construtivismo, levando em consideração a importância da problematização no processo de ensino aprendizagem (DELIZOICOV, 2005; CARVALHO, 2012).

A proposta da investigação é a utilização do jogo com intuito investigativo e desafiador para estimular o raciocínio (RAMOS, 1990), associado à Física Forense, que tem como um dos objetivos analisar fenômenos físicos cuja interpretação é de interesse do poder judiciário (FERREIRA e TESTONI, 2008). Dentre as várias tarefas de um físico forense, destacamos, nesta proposta, a análise de acidentes de trânsito a partir de fragmentos de choque mecânico entre veículos, marcas de frenagem no chão e a trajetória dos veículos após a colisão.

Análises da área de perícias forenses encontradas principalmente em filmes e seriados são um atraente ferramental para o ensino de ciências nas atividades escolares (SOUZA, 2006). Nesta perspectiva, estabelecemos a seguinte questão para investigação: *é possível favorecer a aprendizagem de conceitos de mecânica newtoniana a partir de uma proposta de ensino investigativo calcada na perícia criminal?*

Para responder à questão, propomos neste trabalho que os alunos analisem em grupo, discutam e tentem interpretar um hipotético acidente de trânsito, reconstruindo a situação problema apresentada em um *croqui*. Nota-se, nessa proposta, um caráter lúdico e investigativo - a ideia de “jogo”, em que o jogador é o aluno que buscará atuar tal qual um perito real (BOYLE, 2012), cuja principal função - objetivo do jogo - é a interpretação do caso (RAMOS, 1990).

## O caráter investigativo da proposta

Para Carvalho (1992), uma proposta de ensino por investigação possui três pressupostos norteadores, a saber:

1. o aluno é construtor de seu próprio conhecimento;
2. o conhecimento é um contínuo;
3. o conhecimento a ser ensinado deve partir do conhecimento que o aluno traz para sala de aula, decorrente de sua vivência.

De acordo com Carvalho (2011), quando ensinamos o aluno a construir seu conhecimento, favorecemos o desenvolvimento da autonomia e do pensamento crítico, formando assim pessoas capazes de se posicionarem fora do contexto escolar. O questionamento inicial em propostas investigativas orienta o processo em sala de aula e auxiliando os participantes em relação à organização de ideias.

Propostas que levam em consideração a importância do problema gerador no processo investigativo e na construção do conhecimento em geral são inspiradas no filósofo da ciência Gaston Bachelard, que vê o conhecimento como fruto da resolução de um problema.

"Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma questão. Se não houve questão, não pode haver conhecimento científico. Nada ocorre por si mesmo. Nada é dado. Tudo é construído (BACHELARD, 1977, p.148)".

Nessa linha, pretendemos, no âmbito de uma proposta investigativa, articular os elementos relativos às ciências forenses no processo pedagógico.

## A Física Forense

Para Houck apud Souza (op.cit.), as ciências forenses nunca foram tão populares: oito séries criminais, entre elas CSI: *Crime Scene Investigation*, e outras do mesmo gênero estão na lista dos 20 programas mais vistos em outubro de 2005, contando-se ainda com o fato da ciência forense sempre ter sido a espinha dorsal de contos de mistérios, desde as aventuras de Dupin, de Edgar Allan Poe, até as histórias de Sherlock Holmes, de Sir Arthur Conan Doyle. Fora do campo ficcional, não menos importante é a retratação do dia-a-dia dos peritos na tentativa de solucionar casos reais divulgados pela mídia.

A física aplicada às pesquisas forenses é o segmento da física que tem como principal objetivo observar e analisar os fenômenos físicos naturais, cuja interpretação é de interesse do poder judiciário. É tarefa de um físico forense, dentre outras, a análise de acidentes de trânsito, determinação do tipo de veículo a que possam pertencer fragmentos como pedaços de lanternas e para-choques encontrados nos locais da colisão, determinar a trajetória de projéteis, a distância em que foi efetuado o disparo, os orifícios de entrada e saída desses projéteis, bem como materializar as possíveis posições da vítima no momento do crime. Além disso, os mínimos detalhes, por mais que pareçam irrelevantes e grotescos, passando despercebidos para os leigos, são na maioria das vezes, o elo de ligação entre a teoria e o ocorrido, sendo de extrema importância na solução da maior parte dos casos.

A Ciência Forense, por mais complexa que seja sua atuação formal, é um assunto do cotidiano discente. Logo, a utilização de elementos de física forense na sala de aula torna-se quase uma consequência e seu fácil acesso torna-a mais uma potencial estratégia didática para o ensino de conceitos científicos sendo preciso, em um primeiro momento, delinear a forma de apresentação deste material ao estudante.

Segundo Souza (2006), nos últimos anos, o interesse pelas ciências forenses e áreas afins tem crescido gradativamente. O desejo do público em saber como se desenvolve uma investigação criminalística para se determinar os motivos e autores dos crimes, tem sido cada vez mais aguçado pelas várias séries televisivas que retratam o cotidiano das equipes de pesquisadores forenses.

De acordo com a proposta em apreciação, a Física Forense deve ser explorada, principalmente, na vertente lúdica que ela proporciona, procurando fazer com que o aluno “brinque de ser Perito!”, com a autonomia para relacionar conceitos físicos em casos fictícios montados pelo professor e que possibilitem evoluções em seus padrões argumentativos.

### Modelo Argumentativo de Anton Lawson

O raciocínio hipotético dedutivo proposto por Lawson sugere que o pensamento científico de pesquisadores obedece a um modelo pré-estabelecido. Locatelli (2007) organizou a proposta de Lawson do seguinte modo:

A estrutura tem seu início com o termo “Se”, diretamente ligado às hipóteses (uma proposição); o termo “E” diz respeito ao acréscimo de condições de base (um teste); o termo “Então” é relativo aos resultados esperados (às consequências esperadas); o termo “E” ou “Mas” aos resultados e consequências reais e verdadeiras. O termo “Então” deve ser utilizado caso os resultados obtidos combinem com os esperados e o termo (LOCATELLI, 2007, p.5).



Figura 1 - Padrão proposto por Lawson (extraído de Scarpa, 2015)

De acordo com Sasseron e Carvalho (2011), Lawson propõe esse padrão para explicar o desenvolvimento do pensamento científico e afirma que esse pensamento é de natureza hipotético-dedutiva, pois as ideias envolvidas nos processos mentais de tais investigações evoluem, seguindo um padrão de representação na aquisição do conhecimento.

O padrão de argumentação identificado no raciocínio hipotético-dedutivo de cientistas pode auxiliar na compreensão do modo como os alunos organizam suas ideias e constroem uma linha de pensamento para solucionar um determinado questionamento. Tais pesquisas mostram que os alunos utilizam tal padrão de argumentação quando

vivenciam e descrevem as etapas do ensino investigativo, utilizando conjunções em suas falas no momento da argumentação para responder o problema gerador.

A investigação científica pode ser observada pelo padrão de argumentação de Lawson, quando conseguimos conectar as conjunções se, então, portanto, que interligam o raciocínio empregado nas fases do desenvolvimento do conhecimento científico. A capacidade da observação sobre o problema possibilita a gerações de perguntas e questionamentos, que por sua vez, deve levar o indivíduo a elaborar hipóteses iniciais que são as primeiras idéias na tentativa de responder ao questionamento do problema inicial.

Percebemos, então, a presença da argumentação em todos os momentos da investigação científica, na elaboração das hipóteses, na construção da previsão aferida pelos testes imaginados e na construção dos resultados e conclusão do problema. Em todas as fases há necessidade de serem elaboradas articulando-se informações empíricas com o conhecimento teórico pertinente (SCARPA, 2015).

## **A pesquisa**

Os sujeitos da pesquisa constituíram-se de 15 estudantes que cursavam, em 2016, o 9º ano do ensino fundamental em uma escola da rede privada do município de São Paulo.

A pesquisa constitui-se de uma situação problema, cujo enredo é uma simulação de perícia em local de um hipotético acidente de trânsito. Neste contexto, os alunos ficam incumbidos de realizar a perícia no local de acidente, devendo, portanto, responder às questões feitas pelo juiz responsável pelo julgamento do caso (questões norteadoras da investigação).

Para favorecer o ambiente de investigação e maior engajamento dos alunos na atividade, foi elaborado um *croqui do acidente de trânsito*, que consiste basicamente em uma representação esquemática do local do hipotético acidente, onde constam as informações necessárias para interpretação do caso, tais como descrição dos veículos envolvidos no acidente, marcas de frenagem na via, sinalização, entre outras.

Nesse croqui ainda constam as questões feitas pelo juiz responsável pelo caso a serem respondidas pelo “aluno-perito”, o objetivo das questões é favorecer e orientar o processo de investigação na atividade, bem como auxiliar no processo de interpretação da dinâmica do acidente.

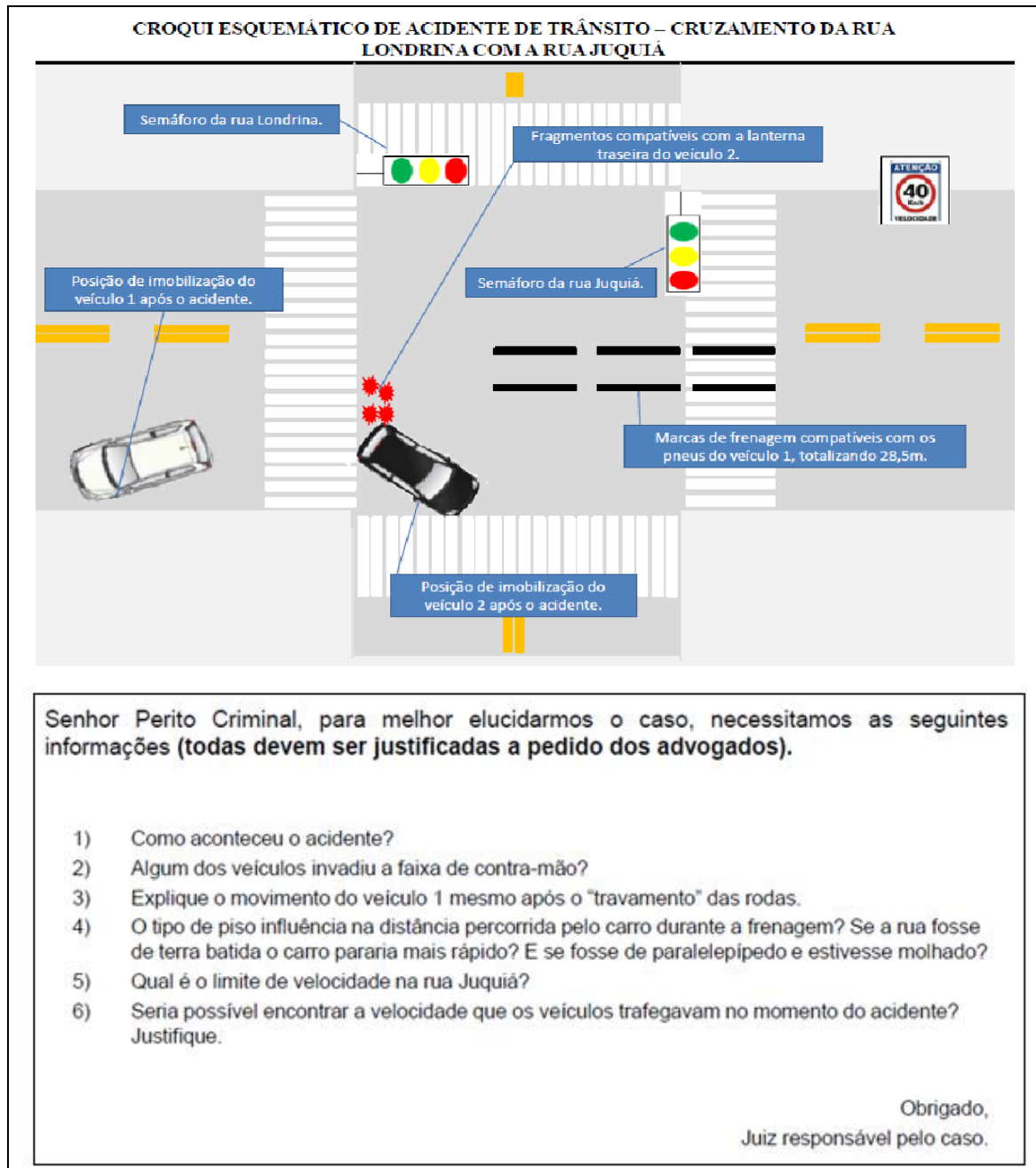


Figura 2 – Croqui e questões norteadoras utilizadas

A metodologia de pesquisa empregada neste trabalho apresenta um caráter qualitativo (BOGDAN e BIKLEN, 1999) e exploratório, buscando os primeiros indícios na interpretação das falas transcritas dos alunos (BARDIN, 2011), registradas através da vídeo-gravação das aulas.

Os resultados obtidos na atividade fazem parte de um projeto maior de inserção de Ciências Forenses no Ensino, desenvolvido pelo setor de Educação em Ciências da Universidade Federal de São Paulo.

A título de esclarecimento utilizaremos, na análise dos resultados, uma numeração sequencial para identificar as respostas dos estudantes extraídas das gravações das aulas.

## **Análise de Dados**

Em concordância com Souza (2006), os alunos apresentam noções de conhecimento de Ciências Forense mediante a divulgação em seriados e filmes.

*Aluno 1: Na moral, acho que vou entrar para o FBI.*

Após a entrega do croqui e explicação da proposta, percebemos uma participação inicial bastante tímida e retraída, até o momento em que a interação dos alunos com a atividade proposta começou a acontecer. Neste momento, surgem as primeiras perguntas e indagações (hipóteses formuladas).

*Aluno 1: O carro no asfalto derraparia mais do que na terra?*

*Professor: O que vocês acham?*

*Aluno 1: Eu acho que não.*

*Aluno 5: Na terra é mais fácil derrapar do que no asfalto. O asfalto é áspero.*

As atividades lúdicas e investigativas no ambiente escolar favorecem o engajamento dos alunos na atividade (jogo) (RAMOS, 1990) e estimulam a capacidade de resolução de problemas, possibilitando ainda uma identificação afetiva entre o aluno e o personagem do jogo, segundo Boyle (2012).

Durante a realização da atividade, direcionada pelas perguntas, notamos participação e integração na tentativa de responder às primeiras questões.

*Aluno 4: O veículo (1) estava na contramão.*

*Professor: Por quê?*

*Aluno 4: Porque mostra nas marcas do freio. (aluno aponta para as marcas de frenagem do veículo 1 na faixa de contramão)*

*Aluno 4: Ele (veículo 1) viu outro carro e tentou parar (onomatopéia – som de frenagem), só que nisso o sinal já estava vermelho eu acho.*

*Aluna 3: Mas e se esse farol (rua Juquiá) estava verde e esse vermelho (rua Londrina)?*

*Professor: Mas por que na contramão?*

*Aluno 4: O veículo 1 é o culpado do acidente, já decidimos aqui.*

*Aluno 4: Ele (veículo 1) estava errado em dois sentidos, não! Três sentidos.*

- *Velocidade 40 km/h (indicação na via), deveria estar a mais.*
- *Estava na contramão.*
- *E terceiro o farol estava vermelho.*

*Aluno 4: Esse cara não sabe dirigir mesmo.*

Procuramos, também, analisar as concepções dos alunos sobre o conceito de força de atrito em processos de frenagem e também o princípio da inércia como conceito físico capaz de explicar o movimento dos veículos após o acionamento dos freios.

*Professor: Por que o veículo 1 não parou mesmo após o acionamento dos freios?*

*Aluno 3: Inércia, se o corpo esta em movimento, ele tende a continuar em movimento.*

*Professor: E se o asfalto estivesse molhado?*

*Aluno 3: Ia mais (Marcas de frenagem maior).*

(...)

*Professor: Qual força parou o carro?*

*Aluno 1: Ela (força de atrito) não parou, ela tentou parar.*

*Aluno 6: Quem parou foi o outro carro.*

*Aluno 1: Não teve força de atrito o suficiente para parar o movimento.*

*Aluno 1: Ele foi diminuindo mais não foi suficiente para parar o carro*

Os episódios apresentados anteriormente sugerem que desenvolvimento da atividade foi favorecido pela ligação afetiva dos alunos com o personagem fictício (perito) a eles relacionado (BOYLE, 2012). No quadro abaixo destacamos algumas falas dos alunos, a partir de uma análise mais minuciosa, procurando evidenciar a estrutura argumentativa proposta na visão teórica de LAWSON (cf. SASSERON e CARVALHO, 2011), bem como seu processo de evolução.

Fala original do aluno	Fala do aluno, evidenciando-se as conjunções
Ela (força de atrito) não parou, ela tentou parar.	Ela (força de atrito) não parou, [mas] ela tentou parar.
Ele (veículo 1) viu outro carro e tentou parar (onomatopéia – som de frenagem), mas só que nisso o sinal já estava vermelho eu acho.	Ele (veículo 1) viu outro carro [e] tentou parar (onomatopéia – som de frenagem), [mas] o sinal já estava vermelho eu acho.
Ele (veículo 1) freia mas não consegue parar e bate.	Ele (veículo 1) freia [mas] não consegue parar [portanto] ele bate.
A terra devido ela ter fragmentos pequenos, o carro derraparia mais.	[Se] a terra possui fragmentos pequenos, [então] o carro derraparia mais.

Tabela 1 – Análise das falas dos alunos, evidenciando-se a estrutura proposta por Lawson.

## Considerações Finais

A partir da análise dos resultados apresentados, notamos que temática apresentada apresentou considerável potencial no tocante à promoção de discussões e investigações em sala de aula, que julgamos ser um elemento favorecedor da aprendizagem, visto que, a partir da criação de um enredo para o desenvolvimento da



atividade, pode-se perceber indícios da ligação afetiva dos alunos ao personagem a eles atribuídos, em concordância com os referenciais teóricos da área (BOYLE, 2012), isto é claro, a partir de um desafio lúdico que segundo Ramos (1990), favorece o engajamento na atividade, bem como o despojamento do estresse.

A análise dos resultados também demonstrou a utilização de diversas conjunções implícitas nas falas dos alunos durante o processo argumentativo para responder as questões associadas à atividade pedagógica em concordância com o modelo argumentativo de Lawson (LOCATELLI, 2007).

A utilização da Física Forense aplicada com cunho investigativo mostrou-se, nas condições descritas, um bom ferramental para explorar as potencialidades dos alunos e por favorecer o engajamento dos mesmos em atividades envolvendo ciências. Tal proposta pode propiciar ganhos ao processo de ensino e aprendizagem de conceitos científicos, tais como estimular discussões e levantamento de hipóteses acerca da atividade proposta, favorecer o trabalho em equipe e o desenvolvimento de habilidades como a resolução de problemas que requer muitas vezes a capacidade de abstração.

## Referências

- ALEIXANDRE, M.P.J. El papel de la justificación y la argumentación en la construcción de conocimientos científicos en el aula in Pozo, J.I., e Flores, F. (coord). **Cambio Conceptual y representacional en el aprendizaje e la enseñanza de la ciencia**. A. Machado Libross.A., 2007.
- AZEVEDO, Maria Cristina P. S. de. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Thomson, 2005. p. 19-33.
- BACHELARD, G. **O racionalismo aplicado**. Rio de Janeiro, Zahar. (1977)
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BOGDAN, R., BIKLEN, S., **Investigação Qualitativa em Educação – Uma introdução à teoria e aos métodos**. São Paulo, Porto Editora, 1999.
- BOYLE, E.A., Engagement in digital entertainment games: A systematic review. **Computers in Human Behavior**, p. 771-780, 2012.
- CARVALHO, A. M. P., Ensino de Física nos Anos Iniciais: Análise da Argumentação na Resolução de uma 'Atividade de Conhecimento Físico'. **Investigações em Ensino de Ciências** (Online), v. 17, p. 489-507, 2012.
- CARVALHO, A. M. P. Construção do conhecimento e ensino de ciências. **Em Aberto**, Brasília, v. 12, n.55, p. 4-16, 1992.
- CARVALHO, A. M. P., Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas- (SEI). In: Marcos Daniel Longhini. (Org.). **O Uno e o Diverso na Educação**. 1ed. Uberlândia: EDUFU, 2011, v., p. 253-266.
- DELIZOICOV D. Problemas e Problematizações. In: Maurício Pietrocola. (Org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. 2ª ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005, v., p. 125-150

FERREIRA, J., TESTONI, L.A. **Física Forense**. Monografia. Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2008.

LOCATELLI, R.J., CARVALHO, A.M.P., Uma análise do raciocínio utilizado pelos alunos ao resolverem os problemas propostos nas atividades de conhecimento físico. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. 2007.

MOREIRA, M. A. (2013) **Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS

RAMOS, E.M.F., **Brinquedos e Jogos no Ensino de Física**. 1990. Dissertação (Mestrado), IF, Universidade de São Paulo, 1990.

SASSERON, L.H., CARVALHO, A.M.P., Uma análise dos referenciais teóricos para estudo da argumentação no ensino de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, 2011.

SCARPA, D.L.O papel da argumentação no ensino de ciências: Lições de um workshop. **Revista Ensaio** – Belo Horizonte – v.17 n.especial – p.15-30 – novembro - 2015

SOUZA, C. M., **Física Forense: A Física a serviço da Lei**. XVIII Seminário de Pesquisa XIII Semana de Iniciação Científica e I Jornada Paranaense de Grupos. Guarapuava, 2006.