

# Reflexões sobre epistemologia da ciência a partir de uma experiência com a literatura infantil

Anna M. Canavarro Benite  
Claudio R. Machado Benite  
José Acrísio R. da S. de Moraes Júnior

## RESUMO

Neste artigo são apresentadas reflexões sobre a epistemologia da ciência que podem ajudar a superar o epistemicídio. Para tanto nos valemos de uma experiência com a literatura infantil: O livro *O frio pode ser quente?*, de Jandira Masur. Como ponto de partida, foi possível distinguir ideias, permeadas na visualização das gravuras e na escrita deste, que remontam às visões de epistemólogos da ciência sobre a natureza do conhecimento científico. Visões estas que nos incitam a rever nossos conceitos tradicionais do conhecimento, da ciência e da aprendizagem. Esta discussão conceitual representa uma solução democrática – racional e pluralista – aos problemas da convivência, no processo civilizatório em curso. Assim, deveria estar inserida nos debates sobre a formação inicial e continuada de professores de ciências, como um dos pressupostos para uma formação mais crítica e para a tentativa de superação do modelo tecnicista ainda predominante nessa área.

**Palavras-chave:** Epistemologia da ciência. Livros infantis. Formação de professores.

## Reflections about science's epistemology an experience with literature infantile

### ABSTRACT

This article is presented reflections on the epistemology of science that can help to overcome the epistemicid. For both us presents of an experiment with children's literature: The book *The cold may be hot?*, Jandira Masur. It was possible to distinguish ideas, permeated with viewing of pictures and in writing this, going back to the visions of epistemologists of science on the nature of scientific knowledge. These views that incite us to review our traditional concepts of knowledge, science and learning. This conceptual discussion represents a democratic solution – rational and pluralistic – the problems of coexistence in the civilizing process underway. Thus, should be included in discussions

---

**Anna M. Canavarro Benite** é Mestre em ensino de ciências e matemática e doutorando em Química do Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão (LPEQI), Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás, Campus II – Samambaia, Rodovia Goiânia – Nerópolis, Caixa Postal 131, 74000-970 Goiânia/Go, Brasil. E-mail: claudio.benite@ueg.br

**Claudio R. Machado Benite** é Doutora em ciências/química, coordenadora do Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão (LPEQI), Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás, Campus II – Samambaia, Rodovia Goiânia – Nerópolis, Caixa Postal 131, 74000-970 Goiânia-Go, Brasil. E-mail: anna@quimica.ufg.br

**José Acrísio R. da S. de Moraes Júnior** é licenciado em química e professor da educação básica do Estado de Goiás, Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão (LPEQI), Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás, Campus II – Samambaia, Rodovia Goiânia – Nerópolis, Caixa Postal 131, 74000-970 Goiânia/GO. E-mail: acrisioquimico@yahoo.com.br

on the initial and continuous training of teachers of Science, as one of the prerequisites for a more critical and training to overcome the model technicist still predominant in this area.

**Keywords:** Science's epistemology. Children's books. Teacher education.

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Uma só filosofia é, pois insuficiente para dar conta de um conhecimento preciso. Se então se quiser fazer, a diferentes espíritos, exatamente a mesma pergunta a propósito de um mesmo conhecimento, ver-se-á aumentar singularmente o pluralismo filosófico da noção. Se ao interrogar-se sinceramente acerca de uma noção tão precisa como a noção de massa um filósofo descobre em si cinco filosofias, quantas se obterão se, se interrogarem várias filósofos a propósitos de várias noções! Mas todo este caos pode ordenar-se se considerarmos que uma só filosofia não pode explicar tudo e se quisermos dar uma ordem às filosofias. Por outras palavras, cada filosofia fornece apenas uma banda do espectro nocional, e é necessário agrupar todas as filosofias para termos o espectro nocional completo de um conhecimento particular. (BACHELARD, 1972, p.66)

O presente trabalho surge incitado por discussão outrora levantada por Moreira (1999), quando o referido autor tece reflexões sobre a teoria curricular a partir de um livro para crianças: *O frio poder ser quente?*, de Jandira Masur. Ao considerar que "... este texto nos convida a rever visões tradicionais de conhecimento, objetividade, ciência..." e "... a rejeitar a supressão de outras maneiras de compreender a realidade, adequadamente denominada por Santos (1995) epistemicídio" (MOREIRA, 1999, p.26), nos encorajou a enunciar as considerações a seguir.

A importância da epistemologia das ciências para uma educação científica de qualidade tem sido frequentemente defendida na literatura, onde se propõe que a aprendizagem de ciências deve ser acompanhada por uma aprendizagem sobre a natureza da ciência (HODSON, 1991). Para Sácristan (1998), a "epistemologia implícita" do professor o fará selecionar determinados elementos curriculares e a dar mais importância a uns que a outros. Nessa perspectiva, a reflexão sobre as suas próprias concepções pode redirecionar a sua prática em sala de aula, contribuindo para uma maior autonomia do professor de ciências.

É importante compreendermos melhor o que é esse conhecimento chamado ciência. Uma forma de começarmos a fazer isso é incitar a discussão sobre a dimensão do que seja a ciência, suas potencialidades e seus limites. Virar-lhe as costas, negá-la como valor cultural poderoso, desconhecê-la, pode ser o primeiro passo para caminharmos em uma direção que vai deixar tudo como está. A educação científica correta, crítica, realista, pode contribuir muito para a superação dos desafios colocados (MALDANER, 1995).

Assumidos estes pressupostos, passemos a considerar a estrutura do livro infantil, que atingindo a informação e a versatilidade do pensamento infantil, atravessou gerações

e garante até os dias atuais a conformidade do processo ensino-aprendizagem num constante ir e vir de histórias de aventuras fantásticas, da manifestação cultural e temas reais (SILVA, 1993). Ademais, o livro infantil é muito frequentemente empregado nas séries iniciais, havendo inúmeras obras disponíveis no mercado e se transformou num fenômeno do letramento no Brasil.

O presente trabalho tem como objetivo utilizar o livro infantil *O frio pode ser quente?* como ponto de partida para possíveis discussões sobre a natureza do conhecimento científico na formação de educadores e educandos. Assim, intencionamos apresentar a análise do livro infantil como estímulo à reflexão epistemológica de professores de ciências.

## **FORMAÇÃO DE PROFESSORES E A NATUREZA DA CIÊNCIA**

Segundo Matthews (1988, 1991, 1995), existe uma pronunciada tendência de reaproximação entre História, Filosofia e Ensino de Ciências. Essa iniciativa parece bastante oportuna, em se considerando a crise do ensino de ciências que pode ser evidenciada pela evasão de professores e alunos das salas de aula de ciências. Conforme Matthews esta reaproximação não tem todas as respostas para esta crise, mas:

[...] pode humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade, podem tornar as aulas de ciências, mas desafiadoras e reflexivas, [...] podem contribuir para a superação do ‘mar de falta de significação’ que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem, a saber, o que significam [...]. (MATTHEWS, 1995, p.165)

A crise no ensino de ciências se reflete ainda na expressiva diminuição da procura por carreiras universitárias em ciências e tecnologias, principalmente pelos cursos de licenciatura e pela existência significativa entre os indivíduos com formação universitária de opiniões equivocadas sobre questões essenciais na visão científica do mundo (FOUREZ, 2003).

Ademais, definir ciências é tema controverso. Muitas são as definições existentes, em síntese, não há uma única visão de ciência, universalmente aceita. Deste modo, qualquer estudo sobre natureza das ciências reconhece a relação imbricada entre esta e educação (VILELA-RIBEIRO; BENITE, 2009). A ciência é um empreendimento intelectual humano devendo ser considerada em todas suas dimensões, seu caráter criativo e imprevisível “[...] a ciência é, antes de tudo, compreensão e conhecimento, o que é em si mesmo um valor, como a arte e seu objetivo de expressar significações [...]” (SILVA FILHO, 2002, p.150).

Sendo assim, é preciso admitir a participação quer do sujeito quer do objeto na gênese do conhecimento, descartando certa ordem de interpretações – e argumentando contra a mesma –, pois, segundo esta, a origem do conhecimento científico estaria nos objetos mediante os quais o sujeito contemplativamente neutro, de modo conveniente e usando um método, descobriria as leis que governam o fenômeno a ser conhecido (DELIZOICOV, 2002).

Articuladamente se faz necessário que a base epistemológica para uma compreensão das relações dos alunos e do professor com o conhecimento tenha também como referência as teorias cuja premissa dispõe que o conhecimento ocorre na interação não neutra entre sujeito e objeto. Ainda que o conhecimento a ser trabalhado, por exemplo, no ensino fundamental e médio, esteja relacionado principalmente àquele já produzido, disponível e que constitui patrimônio universal – do qual são selecionados os conteúdos programáticos escolares –, não se justifica, tanto logicamente como considerando dados de pesquisa, que a premissa da interação do sujeito com o objeto possa ser descartada no processo de apropriação do conhecimento. Particularmente, em relação ao ensino de Ciências Naturais, o fato de o aluno conviver e interagir com fenômenos que são objetos de estudo dessas Ciências para além dos muros das escolas, quer diretamente quer por relações mediatizadas, desautoriza a suposição de que uma compreensão deles seja obtida apenas por sua abordagem na sala de aula com os modelos e teorias científicas (BACHELARD, 2001).

Portanto, a inclusão de discussões sobre a natureza da ciência na formação de professores está associada à construção de uma abordagem contextualizada de ciência:

Não basta apenas apresentar conteúdos acabados das disciplinas científicas na letra morta dos manuais; para muitos pesquisadores e professores, a educação em ciências deve, outros sim, considerar o caráter dinâmico e vivo dos diversos processos e contextos ético, histórico, filosófico e tecnológico em que o conhecimento é produzido [...]. (SILVA FILHO, 2002, p.8)

Por outro lado, estudos sobre a natureza da ciência constituem significativa ausência nos cursos de formação de professores de ciências (MOREIRA, 1999). Como consequência desta ausência, grande parte dos professores exercem suas atividades, ou seja, ministram aula de ciências, sem conhecimento:

[...] razoavelmente sólido da terminologia de sua própria disciplina- ‘causa’, ‘lei’, ‘explicação’, ‘modelo’, ‘teoria’, fato”- ou nenhum conhecimento dos objetivos muitas vezes conflitantes de sua própria disciplina – descrever, controlar, compreender –; ou mesmo nenhum conhecimento da dimensão cultural e histórica de sua disciplina. (MATTHEWS, 1995, p.188)

Possivelmente formamos professores treinados em ciências e não instruídos em ciências. Para proporcionar aos professores a compreensão da prática científica (a instrução em ciências) é preciso proporcionar-lhes uma reflexão sobre os fins da ciência e sua relação com a sociedade. É preciso estabelecer conexões e interdependências entre ciência e cultura como um recurso contra essa crise posta (MATTHEWS, 1994). Neste sentido, concordamos com Carvalho e Gil-Perez (2003, p.23) que “é preciso proporcionar uma formação inicial e continuada adequada para favorecer uma educação científica ao profissional da educação”.

De igual modo, é imprescindível perguntar: o que é ciência? Segundo Borges, 1996, esta pergunta pode ser respondida de diversos modos: ciência é um conhecimento baseado em evidências observacionais e experimentais; só é ciência o que pode ser submetido à refutação; aquilo que os cientistas aceitam por consenso; é uma forma de ideologia; é ruptura com o senso comum. Estas resumidas respostas correspondem a sínteses do positivismo lógico e das ideias de Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend e Bachelard.

Cabe destacar que a ciência não é neutra, definitiva, imutável e a complexidade do conhecimento científico não admite um mundo fechado. E, este debate, insistimos, precisa ser feito nas licenciaturas e na formação continuada de professores de ciências. Portanto, neste trabalho, entendemos que o gênero literário infantil pode representar um convite para os professores desenvolverem seu conhecimento sobre a natureza do pensamento científico (BENITE et al., 2008), o que nos leva a concordar com Arroyo que o livro infantil é “...uma multidão de signo-agente em interação, carregado de valores, investindo com sua energia, rede, móveis e paisagens mutáveis... vivendo, agindo, pensando, tecendo o tecido mesmo da vida” (ARROYO, 1968, p.42).

## **REFLEXÕES EPISTEMOLÓGICAS E A LEITURA DE *O FRIO PODE SER QUENTE?***

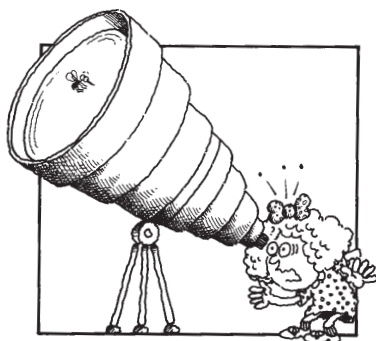
A autora trabalha utilizando texto e gravuras que mexem com a imaginação do leitor. O livro é indicado para crianças a partir dos seis anos de idade, mas ressalva que a maturidade de cada criança é que deve determinar a escolha dos livros que lhe são adequados.

A obra traz uma linguagem clara e demonstra a individualidade de cada pessoa, dependendo apenas do ângulo de quem se observa, pois, quando criança, nos deparamos com diversas situações que podem confrontar com o incoerente, o contraditório. Incita a criança a respeitar as divergências: “as coisas têm muitos jeitos de ser, depende do jeito da gente ver...” (SOSA, 1982, p.1). É nesse sentido que a Literatura infantil e, principalmente, os contos de fadas, as aventuras fantásticas dentre outros, podem ser decisivos para a formação do indivíduo enquanto criança em relação a si mesma e ao mundo à sua volta. O maniqueísmo, que divide as personagens em boas e más, belas ou feias, poderosas ou fracas, facilita à criança a compreensão de certos valores básicos da conduta humana ou convívio social. Tal pluralidade, se transmitida através de uma linguagem simbólica, durante a infância, será benéfica à formação de seu senso ético.

O que as crianças encontram nos contos de fadas são, na verdade, categorias de valores que são perenes. O que muda são apenas os conteúdos rotulados de bons ou maus, certos ou errados que estarão sendo interagidos no meio social como um todo para a criança (SOSA, 1982).

Devemos levar em consideração que no exercício dessa leitura infantil existe a hipótese de refletir sobre algumas visões epistemológicas e que este pode dar a oportunidade de reflexão ao educador. Assim passamos a identificação e discussão de episódios selecionados como sugestivos para incitar discussões sobre as visões epistemológicas da ciência.

Episódio 1: “As coisas têm muitos jeitos de ser. Depende do jeito da gente ver...” (MASUR, 2005, p.1).



As coisas  
têm muitos jeitos  
de ser  
  
Depende  
do jeito da gente  
ver...

FIGURA 1 – Luneta. Adaptado de Masur, 2005.

O apego às primeiras impressões (“depende do jeito da gente ver”), como nos sugere o episódio 1 é, de certa forma, intuitivo, uma característica do senso comum que se contenta com o previsível. Essa concepção susta a investigação no lugar de provocá-la e, desta forma, se afasta do espírito científico.

A visão mais tradicional de ciências, ou seja, o positivismo formulado por Comte no século XIX tem raízes no século XVII e na afirmação que teorias nascem de observação e de experimentação (empirismo), num processo que vai do particular ao geral (indução). Estas ideias foram radicalizadas pelo positivismo lógico e para tal corrente epistemológica a ciência é neutra e objetiva. O conhecimento científico é uma sucessão de eventos, e teorias de crescimento contínuo e cumulativo (BORGES, 1996).

O episódio, caracterizado pela figura 1, nos parece sugestivo para questionar a visão tradicional de ciências e iniciar um diálogo com Gaston Bachelard. O recurso às imagens é uma característica dos seguidores do positivismo que valoriza o observável e imbuído de um realismo ingênuo busca a simplificação e se contenta com o conhecido

sensorialmente. No entanto, para Bachelard: “[...] a primeira experiência ou, para ser mais exato, a observação primeira é sempre um obstáculo inicial para a cultura científica”. De fato, essa observação primeira se apresenta repleta de imagens; é pitoresca, concreta natural, fácil. Basta descrevê-la para se ficar encantado. Parece que a compreendemos (BACHELARD, 2001, p.25). Bachelard define o espírito científico apoiado numa racionalidade dinâmica, complexa e mutável que abandona o dado imediato e se aventura no desconhecido, em busca de um conhecimento cada vez mais instruído, incompleto e liberto dos falsos valores do realismo.

Em contraponto ao conhecimento com base nos dados observacionais, Bachelard considerou a complexidade como um problema fundamental da natureza. Para este epistemólogo da ciência, o conhecimento científico passa necessariamente pelo enfrentamento da complexidade material para superar o visível ao desafiar as sensações primeiras. Toda investigação científica deve explorar a sensualidade das diferentes materialidades para extrair a fantástica complexidade plural do concreto, pois o ato de conhecer está comprometido com a multiplicidade e a combinação das sensações e recordações (RICHTER, 2002).

A epistemologia de Bachelard, também conhecida como racionalismo dialético, enfatiza que a evolução das ciências é dificultada por obstáculos epistemológicos, dentre os quais: o senso comum, os dados perceptíveis e os resultados experimentais. Desta forma, contesta a ideia de que só se conhece aquilo que se mede e afirma que não se fragmenta a realidade e nem se isola uma qualidade (LÔBO, 2002). Por exemplo, no estudo do conceito de metais não é possível classificar esta classe de compostos químicos apenas pela condutividade térmica apresentada, mas, é preciso buscar a correlação desta propriedade (qualidade) com a estrutura da matéria em questão.

A principal tese bachelardiana é que o maior obstáculo a formação do espírito científico é colocar a experiência antes da crítica, isto é, o imediato deve ceder lugar ao construído em qualquer circunstância. Sendo assim, o conhecimento não é imutável e “[...] é no momento que um conceito muda de sentido que ele tem mais sentido” (BACHELARD, 2001, p.42).

“O nosso racionalismo simples entrava o nosso racionalismo completo e, sobretudo o nosso racionalismo dialético [...] as filosofias mais sãs, como o racionalismo kantiano, podem, constituir um obstáculo ao progresso da cultura” (BACHELARD, 2001, p.126).

Ainda para esse autor, “[...] o realismo é uma filosofia que nunca se compromete, ao passo que o racionalismo se compromete sempre e arrisca totalmente em cada experiência” (BACHELARD 2001, p.31).

Parece-nos que uma aproximação entre Bachelard e Morin pode ser bem-vinda neste momento, uma vez que se pode considerar que é possível que a intenção de Edgar Morin, ao longo de sua obra, quando expõe o pensamento complexo, seja justamente a de alertar para a própria existência da complexidade, contrapondo-se ao convencionalismo científico. Neste sentido, infere-se que muitas coisas podem ter sido decididas e feitas por

convenção, o próprio conservadorismo pode ser uma convenção, certo tipo de instinto conservativo em oposição ao instinto formativo (BACHELARD, 2001).

As contribuições de Edgar Morin, sociólogo francês que possui e situa boa parte de sua produção no campo das percepções e concepções científicas ocorridas ao longo do século XX nos dizem que para articular e organizar os conhecimentos e assim, reconhecer e conhecer os problemas do mundo é necessária a reforma do pensamento e o conhecimento das informações ou dos dados isolados é insuficiente. Investigar, ou conhecer alguma “coisa” não é tarefa fácil e exige um olhar em múltiplas dimensões, pois o todo é mais que a soma das partes (PENA-VEJA; NASCIMENTO, 1999). Segundo Morin:

Há uma inadequação cada vez mais ampla, profunda e grave entre os saberes separados, fragmentados, compartimentados entre disciplinas e, por outro lado, realidades e problemas cada vez mais polidisciplinares, transversais, multidimensionais, transnacionais, globais, planetários. [...] A hiperespecialização impede de ver o global (que ela fragmenta em parcelas), bem como o essencial (que ela dilui). [...] o retalhamento das disciplinas (no Ensino) torna impossível apreender “o que é tecido junto”, isto é, o complexo, segundo o sentido original do termo. (MORIN, 2000, p.13-14)

Morin em suas análises epistemológicas propõe uma interpretação de mundo e dos fenômenos que nele ocorrem: o pensamento complexo. Em resumo, a complexidade proposta por Edgar Morin se refere a um conjunto de eventos, principalmente aqueles ligados à área científica, que ocorreram no final do século XIX e que foram sendo debatidos, combatidos e assimilados no decorrer do século XX. Arriscamos dizer que houve certo tipo de revolução (JAPIASSU, 1985; EPSTEIN, 1988), pois foram quase três séculos de determinismo, de racionalismo, de univocidade, de concepção mecânica de mundo e, principalmente, da certeza que se transferia ao experimento científico; tudo isso cai por terra com as descobertas da própria ciência (MORIN, 2002, 2002a).

Concordamos com Francelin (2003), que primeiramente, tem-se a revelação de que existem fenômenos que não se consegue explicar. O próprio ser humano é um deles, o universo e a vida (a reaproximação da filosofia e da ciência) (MOLES, 1971). Depois, descobre-se que o mundo pode ser um sistema (VON BERTALANFFY, 1977), um ecossistema, e que seus fragmentos não estão nem podem ser vistos e estudados sem a compreensão e aceitação do todo onde figuram. Não se podem explicar de maneira lógica as relações e inter-relações deste todo e de suas partes e vice-versa. É por isso que se chama pensamento complexo, pois parece não haver uma lógica para estas relações aparentemente sistêmicas, é o que Morin (2002; 2002a) denomina a “ordem dentro da desordem” ou a “certeza da incerteza”, e é justamente por este motivo que se chama complexidade.

Sendo assim, é preciso situar as informações e os dados em seu contexto, porque, “[...] as coisas tem muitos jeitos de ser [...]” para que possam adquirir sentido. Para ter



sentido, a palavra necessita do texto, que é o próprio contexto, e o texto necessita do contexto no qual se enuncia, ou seja, “[...] depende do jeito que a gente ver [...]” (MORIN, 2002, p.13). Em síntese, partimos de uma observação para que se chegue a uma conclusão e que cada indivíduo de acordo com o seu contexto pode ter um ponto vista diferente, respeitando assim a individualidade de cada um.

**Episódio 2:** “Na página 12 (Figura 2) verificamos o que ocorre com a vaca que, por não ter uma cauda tão comprida, não consegue atingir seu focinho para espantar um inseto que assente ali. Logo se faz necessário fazer uma adaptação”.

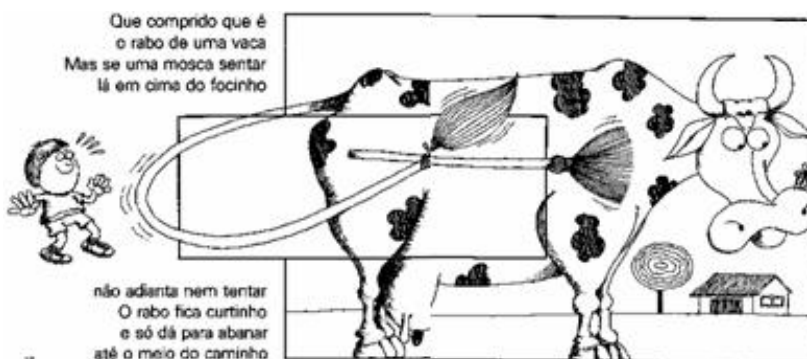


FIGURA 2 – O comprido pode ser curto. Adaptado de Masur, 2005.

Este episódio nos parece convidar para questionar a validade das informações empíricas, pois, segundo Chalmers (1993), colocando as coisas de uma forma não-técnica, qualquer evidência observável vai consistir em um número finito de proposições de observação, enquanto uma afirmação universal reivindica um número infinito de situações possíveis. A probabilidade de uma generalização universal ser verdadeira é um número finito dividido por um número infinito, que permanece zero, por mais que o número finito de proposições de observação, que constituem a evidência, tenha crescido.

Considerar “o rabo da vaca comprido” como uma generalização universal não parece apropriado. A evidência empírica, ou seja, “o comprimento do rabo da vaca” não é suficiente para imprimir uma generalização. De igual modo, também o é na ciência, onde as generalizações sobre o funcionamento dos empreendimentos científicos não podem estar baseadas em informações empíricas, pois, estas carregam somente inferências sobre o quantitativo que as compõe e nada além.

O positivismo caracteriza-se como um logicismo, ele pretende que os enunciados concretos, através da lógica indutiva, conduzam as generalizações universais. Desta maneira, os positivistas pretendiam afirmar a estrutura lógica do conhecimento. O

positivismo sustentava a inteligibilidade do mundo. Segundo o mesmo, a realidade poderia ser observada de modo neutro, bastando, para isso, voltar-se para ela. E, para que esta, fosse apreendida com fidelidade, é necessário um absoluto rigor na linguagem que a exprime (BORGES, 1996).

Contudo não podemos negar que uma das maiores preocupações dos positivistas foi combater aqueles que, em nome da razão, construíram imponentes castelos metafísicos com base nos alicerces da “substância divina”, termos metafísicos esses que são, segundo os positivistas, palavras vazias que não possuem referenciais concretos na realidade. O positivismo surgiu para combater os excessos do idealismo.

O positivismo, sem dúvida, representa, especialmente através de suas formas neopositivistas, como o positivismo lógico e a denominada filosofia analítica, uma corrente do pensamento que alcançou, de maneira singular na lógica formal e na metodologia da ciência, avanços muito meritórios para o desenvolvimento do conhecimento (TRIVIÑOS, 2007).

É preciso admitir que em ciência não se tem certezas absolutas, pois, ao recusar o positivismo com suas respostas pouco satisfatórias recusamos, também, as suas certezas do mundo palpável. Para o Positivismo, a única certeza inabalável está nos fatos, no dado da experiência sensível, isto é, a relação de conhecimento existente entre o sujeito conhecedor e o objeto conhecido pode ser direta, neutra e isenta de valores subjetivos. O dado empírico supõe a inquestionável verdade. Entretanto, é preciso reconhecer que o conhecimento é possível, contudo não podemos nos esquecer das implicações ideológicas envolvidas nele, por maior que seja nosso desejo de afirmá-lo, formalizá-lo e explicar com ele a realidade.

No desenvolvimento da ciência, há ainda pontos que não foram atingidos, como ilustra nosso episódio “Mas se uma mosca sentar lá em cima do focinho...”. E, com isso surge à necessidade de novos estudos, novas metas a serem alcançadas, algo novo, desconhecido. Logo, há uma crítica indutivista baseada no falsificacionismo de Popper (1972), pois há sempre uma questão que falsifica a generalização, tendo em vista que o rabo comprido, diante desta nova situação agora: “fica curtinho e só da para abanar até o meio do caminho”. Admitindo que as generalizações empíricas são falsificáveis, Popper propõe que as teorias sejam formuladas de modo preciso para permitir exposições a teste, visando a sua refutação (MESQUITA, 2006).

Para que haja o progresso da ciência, tal como o vê o falsificacionista, as teorias devem ser cada vez mais falsificáveis, possuindo um volume cada vez maior de informação excluindo, no entanto, a ideia de que teorias superficiais com grandes possibilidades de falsificação sofram modificações destinadas simplesmente a protegê-las da falsificação ou de uma falsificação ameaçadora. A introdução de modificações ou a adição de mais um postulado sem conseqüências que não tenham sido já comprovadas, são denominadas de modificações *ad hoc*, originando uma hipótese modificada menos falsificável que a versão original. Assim, ao concluir que espantar a mosca no focinho da vaca representa uma hipótese falsificável da premissa “rabo comprido”, surge a modificação *ad hoc*, ou seja, a tentativa de adaptação: amarrar a este rabo uma vassoura que ainda não o tornou comprido o suficiente para espantar a mosca .

Karl Popper foi um dos primeiros críticos ao indutivismo, para Popper não há indução, porque teorias universais não podem ser deduzidas de enunciados singulares. Porém, ele contribuiu para o positivismo quando fornece uma alternativa a preservação da imagem racional do procedimento científico, através da enunciação do princípio da falsificabilidade.

A lógica indutiva, segundo Karl Popper, é uma mera ilusão:

[...] de um ponto de vista lógico, está longe de ser óbvio que estejamos justificados ao inferir enunciados universais a partir dos singulares, por mais elevado que seja o número destes últimos, pois qualquer conclusão obtida desta maneira pode sempre acabar sendo falsa: não importa quantas instâncias de cisnes brancos possamos ter observado, isto não justifica a conclusão de que todos os cisnes são brancos. (POPPER, 1972, p.54)

A epistemologia de Popper, ou seja, o racionalismo crítico propõe que embora não seja possível demonstrar que algo é verdadeiro é possível às vezes demonstrar sua falsidade e, desta forma, constrói um critério que visa o aperfeiçoamento das teorias científicas pelo qual uma teoria sempre pode ser substituída por uma melhor, que não seja falseada. Popper substituiu o método de verificabilidade das teorias pelo da falseabilidade. Esse método afirma que as teorias científicas são distintas e superiores à metafísica por serem suscetíveis de falseamento pelo dado empírico. Segundo o esquema popperiano, a ciência se desenvolve da seguinte forma: uma teoria é proposta e testada, devendo ser refutada. Uma nova teoria será postulada, com conteúdo empírico mais rico que a da sua antecessora, mas também será, por sua vez, substituída por outra ainda melhor (MOACHETTI, 2004).

O falsificacionista admite livremente que a observação é orientada pela teoria e a pressupõe e que uma teoria muito boa será aquela que faz afirmações bastante amplas a respeito do mundo, e que, em consequência, é altamente falsificável, e resiste à falsificação toda vez que é testada (CHALMERS, 1993).

Apesar da crítica de Popper ao positivismo, essas duas concepções da racionalidade científica apresentam a característica comum de se oporem à especulação metafísica, assim como de creditarem o sucesso da ciência à obtenção de uma metodologia especial. Foi justamente em contraposição a esta metodologia especial que emergiram outras correntes epistemológicas da ciência, que tem entre seus expoentes: Thomas Kuhn, Paul Feyerabend, Imre Lakatos entre outros.

**Episódio 3:** “Uma árvore é tão grande se a gente olha lá para cima”.  
“Mas do alto de uma montanha lá parece tão pequeninha” (MASUR, 2005, p.16 e 17).



FIGURA 3 – Árvore grande. Adaptado de Masur, 2005.

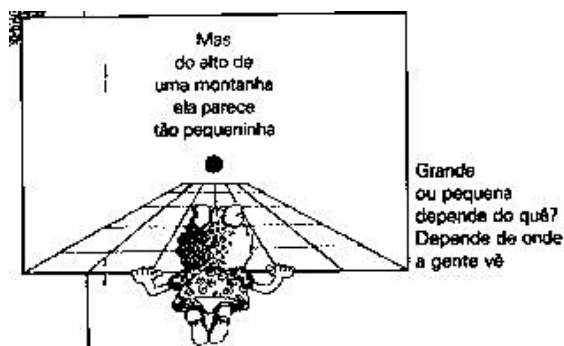


FIGURA 4 – Árvore pequena. Adaptado de Masur, 2005.

Apesar de que uma árvore qualquer, pode ser tão grande quando comparada a uma criança (figura 3), pode se ter um outro ponto de vista se observada de cima de um prédio de vinte andares conforme a figura 4. A afirmação de que “a árvore é grande” passa agora a contar com a hipótese adequada para a manutenção desta afirmação que é a adoção de um ponto de referência: criança embaixo da árvore – “Uma árvore é tão grande quando a gente olha lá para cima”. Este episódio nos parece sugestivo para tecer reflexões sobre aproximações entre duas visões de ciências: a de Kuhn e a de Lakatos, que passamos a apresentar brevemente.

Segundo Lakatos (1978) o desenvolvimento da ciência ocorre através da competição de programas de pesquisa cujos seus desenvolvimentos envolvem não somente a adição de hipóteses auxiliares adequadas para protegê-los de falsificações, mas também o desenvolvimento de técnicas matemáticas e experimentais adequadas. As bases teóricas

de um programa de pesquisa imersas num núcleo irredutível são preservadas das refutações, através da decisão metodológica de seus protagonistas, por cinturões protetores (hipóteses auxiliares citadas anteriormente) que lhe dão garantia e resguardo. Porém, o cinturão protetor só é modificado, orientado pela heurística positiva, quando os cientistas se deparam com anomalias incompatíveis com as previsões teóricas. Para Lakatos, “a heurística positiva consiste num conjunto parcialmente articulado de sugestões ou palpites sobre como mudar e desenvolver as variantes refutáveis do programa de pesquisa, e sobre como modificar e sofisticar o cinto de proteção refutável” (LAKATOS, 1979; p.165).

Por fim, para que um núcleo irredutível ou um programa de pesquisa sejam eliminados por um programa rival, este deve suplantar o seu concorrente, apresentando maior força heurística corroborado pela experiência só podendo ser identificado numa longa visão retrospectiva, ou seja, a aceitação ou rejeição de programas de pesquisa é um processo histórico (LABURÚ et al., 1998).

Por outro lado, a epistemologia kuhniana não atribuiu o triunfo da ciência ao fato de ela seguir à risca uma metodologia de corroboração (positivismo lógico) ou de refutação (racionalismo crítico), mas, sim, por ser conduzida sob a luz de um paradigma. Kuhn também não se preocupou explicitamente em delimitar a linha divisória entre ciência e metafísica. Para ele, existem nas ciências elementos que são, em certo sentido, metafísicos. A tese mais importante e conhecida da epistemologia kuhniana afirma que a ciência não se desenvolve através da obediência rígida a cânones metodológicos, mas, sim, por empreender uma prática convergente e unificada de pesquisa, possível por meio da aquisição de paradigmas. O conceito central da reconstrução da racionalidade científica levada a cabo por Kuhn é o de paradigma. Para ele, o paradigma determina a cientificidade de uma área específica de investigação. Dito de outra forma: há ciência tão-somente onde impera o paradigma. Segundo Kuhn, devemos compreender paradigmas como “[...] realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes”. Ou seja, uma das funções mais importantes que o paradigma desempenha é a de engendrar o consenso dentro de uma determinada comunidade científica, delimitando os fatos relevantes a serem investigados, elegendo os métodos adequados de abordagem e prescrevendo as soluções legítimas (MENDONÇA, 2002, p.77).

Segundo Kuhn (1996), durante o desenvolvimento do conhecimento científico, fracassos serão encontrados e estes podem eventualmente, atingir um grau de seriedade que constitua uma crise séria para o paradigma vigente que possa conduzir à rejeição de um paradigma e sua substituição por uma alternativa compatível. Desta maneira, a árvore pode ser grande quando contemplada por uma criança junto à mesma. Porém, quando esta mesma criança a contempla de cima de um prédio de vinte andares esta passa a ser pequenina. Ora, esta contemplação representaria um fracasso que colocaria em crise o paradigma que enuncia que a árvore é grande, porém, esta não é suficiente para sua rejeição.

Nesta perspectiva, a visão epistemológica de Kuhn muito se assemelha à visão de Lakatos, representada pelo cinturão protetor, pelo conjunto de sugestões ou indícios

parcialmente articulados de como mudar, desenvolver, as ‘variante refutáveis’ de um programa de pesquisa, como modificar, “sofisticar”. Neste episódio, o cinturão que pode proteger o programa de pesquisa (a árvore grande) é tecido mediante a consideração: Grande ou pequena depende do quê? Depende de onde a gente vê. Esta tônica representa um indicio de sofisticação da hipótese original para proteger o cerne da questão.

De mesmo modo, cabe uma discussão sobre o que seria a crise Kuhniana. Inicialmente a criança considera a árvore grande (enquanto criança que observa a árvore ao seu lado), logo após vem o período de crise, momento de tensão (criança mudando de referencial para observação) e, finalmente, uma nova concepção de que as árvores possuem sua grandeza, mas podem ser pequenininhas conforme sugerido no texto.

É exatamente durante a crise que se põe em dúvida os princípios da ciência em questão, abrindo caminho para o surgimento de uma nova teoria:

A emergência de novas teorias é geralmente precedida por um período de insegurança profissional pronunciada, pois exige a destruição em larga escala de paradigmas e grandes alterações nos problemas e técnicas da ciência normal. Como seria de esperar, essa insegurança é gerada pelo fracasso constante dos quebra-cabeças da ciência normal em produzir os resultados esperados. O fracasso das regras existentes é o prelúdio para uma busca de novas regras. (KUHN, 1996, p.95)

O período de insegurança se deve à falta de confiança dos cientistas nos princípios sobre os quais se sustenta seu trabalho. Com o fracasso das regras existentes passam a questionar os princípios da ciência que praticam, já que ela não tem sido capaz de resolver os problemas que propõe (MOSCHETTI, 2004). Com as repetidas tentativas frustradas de adaptá-las às anomalias (os resultados inesperados que causaram a crise), os cientistas passam a não seguir mais as mesmas regras e é chegado o momento propício para o surgimento de uma nova teoria que se proponha a resolver as dificuldades que geraram essa crise: “O significado das crises consiste exatamente no fato de que indicam que é chegada a ocasião para renovar os instrumentos” (KUHN, 1996, p.105).

Portanto, é preciso um empreendimento dos professores de ciências para que representem legitimamente o conhecimento científico, pois, obstáculo importante são as evidências empíricas, que enunciam o conhecimento sensorial e dificultam o diálogo com o conhecimento teórico. Se a criança enunciada neste episódio se negasse a compreender para além de seu primeiro dado perceptível, ou seja, sua primeira observação em relação à árvore, também não seria capaz de superar este determinismo imposto pela evidência empírica.

**Episódio 4:** “O amanhã de ontem é hoje o hoje é o ontem de amanhã”. “Dentro desta complicação quem tem uma explicação?” (MASUR, 2005, p.20 e 21).



FIGURA 5 – Questionamento. Adaptado de Masur, 2005.

Diante deste episódio, caracterizado pela figura 5, podemos refletir baseado em Chalmers sobre a complexidade de qualquer situação realista (principalmente se tratando de ciência) e a impossibilidade de previsão do futuro naquilo que se refere ao desenvolvimento da ciência, pois, “O amanhã de ontem é hoje e o hoje é o ontem de amanhã”. Assim, não é razoável esperar uma metodologia que dita que, em dada uma situação, um cientista deve adotar a teoria A, rejeitar a teoria B ou preferir a teoria A à B.

De acordo com a teoria anarquista do conhecimento, Feyerabend argumenta que as metodologias da ciência fracassaram em fornecer regras adequadas para orientar as atividades dos cientistas. Para ele: o mundo, inclusive o mundo da ciência, é uma entidade complexa e dispersa que não pode ser capturado por teorias e regras simples. Assim, “Dentro desta complicação quem tem uma explicação?”, a própria ciência tem partes conflitantes com diferentes estratégias, resultados, ornamentos metafísicos. Ela é uma colagem, não um sistema (FEYERABEND, 2007).

Paul Feyerabend defende o anarquismo epistemológico que dá grande importância a maneiras divergentes de perceber e interpretar a realidade e, para isto, o primeiro passo é romper com o vício da percepção “[...] necessitamos de um mundo imaginário para descobrir os traços do mundo real que supomos habitar” (FEYERABEND, 2007, p.43). Segundo Feyerabend é na contramão da indução positivista que favorecemos a percepção do que não interage no mundo sensível.

Ainda segundo esta corrente epistemológica os conflitos são necessários e procedimentos dogmáticos, tais como admitir a existência de um método científico único transformam a ciência em ideologia (BORGES, 1996).

Feyerabend defende que a ciência deve visar a felicidade e o bem estar dos homens e que esse deve ser o critério fundamental de sua avaliação. Para o progresso, dois princípios são importantes: o da tenacidade e o da proliferação.

De acordo com Vilani (2001), o princípio da tenacidade leva o cientista a se agarrar à teoria escolhida, tentando trabalhá-la apesar das evidências contrárias já que nem sempre os resultados experimentais são tão confiáveis como parecem de imediato. Mesmo que com flagrantes anomalias, as teorias podem sempre ser melhoradas e tornarem-se capazes de explicar aquilo que à primeira vista parecia inconciliável. Já o princípio da proliferação leva o cientista a criar alternativas novas às teorias já existentes. Essas novas teorias, ao enfatizar os pontos fracos das rivais, obrigam-nas a se desenvolver, até incorporando pontos novos sugeridos pelas concorrentes.

Para a epistemologia de Feyerabend o progresso da ciência é o resultado da interação de teorias que tentam se desenvolver e simultaneamente se confrontam com outras teorias. Portanto, é altamente recomendável tudo o que possa facilitar o desenvolvimento de novas teorias.

**Episódio 5:** “Curto e comprido, bom e ruim, vazio e cheio, bonito e feio. São jeitos das coisas ser. Depende do jeito da gente ver” .

Acreditamos que este episódio pode nos incitar a refletir sobre a não existência de verdades absolutas. E, a pensar em ciências como socialmente negociável (DRIVER, 1999). Deste modo, “curto e comprido, bom e ruim [...]” não foram, nesta obra, apresentados como conceitos encerrados em definições deterministas, mas, sim passíveis de considerações consensuais. Embora os fatos sociais sejam exteriores, eles são introjetados pelo indivíduo e exercem sobre ele um poder coercitivo. Apoiamo-nos em Bachelard, para reflexões sobre a existência do perfil conceitual que é construído por indivíduos que fazem parte de uma sociedade, como o modo de vestir, a língua, o sistema monetário, a religião, as leis e uma infinidade de outros elementos do mesmo tipo.

O convite apresentado neste trabalho nos parece válido, uma vez que acreditamos que todo educador deve estar consciente sobre o que está fazendo e se questionar sobre suas ações, em termos éticos, científicos e epistemológicos. Este questionamento se dá em uma atitude de responsabilidade profissional, isso quer dizer que ao ensinar Ciências é preciso saber o que é Ciência, ou seja, há que se conhecer sobre as discussões epistemológicas que amparem as ações educadoras.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossos resultados demonstram que foi possível distinguir alguns aspectos que podem ser capazes de ajudar a remontar às visões de epistemólogos da ciência sobre a natureza do conhecimento científico a partir da leitura de um livro infantil. Encontram-



se, permeadas na visualização das gravuras e na escrita deste, pequenos indicativos de formas de compreender a ciência que podem servir como ponto de partida para iniciar uma discussão sobre o falsificacionismo de Popper, o anarquismo epistemológico de Feyerabend dentre outros. Visualizar estas nuances de concepções epistemológicas nos livros infantis pode oportunizar um convite para a reflexão na formação de professores de ciências, instruindo formadores que podem acreditar que “a ciência não pode ser ensinada como um produto acabado, que ela é fruto de criações de homens, com determinadas visões de mundo e propensos a erros e acertos” (CHALMERS, 1993, p.34).

O livro infantil analisado traz inúmeras situações que proporcionam o refletir quanto a sua escolha, a educação científica e nas nossas práticas enquanto educadores. Faz-nos menção, em rever nossos conceitos tradicionais do conhecimento, da ciência e da aprendizagem. Traz à tona, as diferenças e o preconceito. Logo, o livro infantil seja ele comercial ou alternativo, foi deixando de ser apenas uma ferramenta em nosso trabalho, tornando-se um instrumento importante e auxiliar no processo. Conclusão esta que corrobora com Moreira (1999).

Finalmente, reconhecendo a importância das questões epistemológicas para a prática docente, concluímos que elas devem estar inseridas nos debates sobre a formação inicial e continuada de professores de Ciências, como um dos pressupostos para uma formação mais crítica e para a superação do modelo tecnicista ainda predominante nessa área. Esta discussão conceitual representa uma solução democrática – racional e pluralista – aos problemas da convivência no processo civilizatório em curso.

Nossas reflexões sobre epistemologia da ciência no contexto da formação de professores podem ajudar a superar o epistemicídio. Pois, é a incapacidade de formular um paradigma das interações comunicativas, que assegure o estabelecimento de relações dialogais, derivada de perversões da consciência individual típicas do dogmatismo, característica principal do epistemicídio. No qual, também identificamos a frustração da possibilidade de entendimento entre visões diferenciadas do mundo.

## REFERÊNCIAS

- ARROYO, L. *Literatura infantil brasileira*. São Paulo: Melhoramentos, 1968.
- BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2001.
- \_\_\_\_\_. *Filosofia do novo espírito científico*. Trad. Joaquim J. Moura Ramos. Lisboa: Presença, 1972.
- BENITE, A. M. C.; BENITE, C. R. M. *Epistemologia da ciência no ensino fundamental: uma análise em livros infantis*. 31ª RASBQ, p.137, 2008.
- BORGES, R. R. *Em Debate: cientificidade e educação em ciências*. Porto Alegre: CECIRS, 1996.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. *Formação de professores de ciências: tendências e inovações*. 7.ed. São Paulo: Cortez, 2003.
- CHALMERS, A. F. *O que é ciência afinal?* Trad. R. Fiker. São Paulo: Brasiliense, 1993.

- DELIZOICOV, D. (Org.). *Ensaio de ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2002.
- DRIVER, R. et al. Construindo conhecimento científico na sala de aula. *Química Nova na Escola*, n.9, p.31-40, 1999.
- EPSTEIN, I. *Revoluções científicas*. São Paulo: Ática, 1988.
- FEYERABEND, P. K. *Contra o método*. São Paulo: UNESP, 2007.
- FOUREZ, G. Crise no ensino de Ciências? *Investigações em Ensino de Ciências*, v.8(2), p.109-123, 2003.
- FRANCELIN, M. M. A epistemologia da complexidade e a ciência da informação. *Ci. Inf.*, Brasília, v.32, n.2, 2003.
- HODSON, D. Re-thinking old ways: Towards a more critical approach to practical work in school science. *Studies in Science Education*, 22, p.85-142, 1991.
- JAPIASSU, H. *Introdução ao pensamento epistemológico*. 4.ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1986.
- KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. 9.ed. São Paulo: Perspectiva, 1996.
- LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. M.; NARDI, R. Os programas de pesquisa de Lakatos: uma leitura para o entendimento da construção do conhecimento em sala de aula em situações de contradição e controvérsia. *Ciência e Educação*, v.5, n.2, 1998.
- LAKATOS, I. *História da ciência e suas reconstruções racionais*. Trad. E. P. T. Mendes. Lisboa: Edições 70, 1978.
- \_\_\_\_\_. O falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa científica. In: LAKATOS, I. ; MUSGRAVE, A. (Org.) *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo: Cultrix, 1979.
- LÔBO, S. F. Epistemologia Bachelardiana e o Progresso Filosófico das Ciências Físicas: Implicações na Química e no Ensino de Química. In: SILVA FILHO, W. J. (Org.) *Epistemologia e Ensino de Ciências*. Salvador, BA: Arcádia, 2002, p.296.
- MALDANER, O. A.; PIEDADE, M. C. T. Repensando a Química. *Química Nova na Escola*, n.1, p.15-19, 1995.
- MASUR, J. *O frio pode ser quente?* 17.ed. São Paulo: Ática, 2005.
- MATTHEWS, M. R. *Science Teaching – The Role of History and Philosophy of Science*, Routledge, New York & London, 1994.
- \_\_\_\_\_. A role for history and philosophy in science teaching. *Educational philosophy and theory*, n.20, p.67-81, 1988.
- \_\_\_\_\_. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. In: *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.12, n.3, p.164-214, 1995.
- \_\_\_\_\_. *History, philosophy and science teaching: selected readings*. Toronto: OISE Press, 1991.
- MENDONÇA, A. L. O.; VIDEIRA, A. A. P. A revolução de Kuhn. *Ciência Hoje*, 2002.
- MESQUITA, N. A. S. *As visões de ciência nos desenhos animados Jimmy Nêutron e o Laboratório de Dexter*. Dissertação de Mestrado. UFG, 2006.
- MOLES, Abraham Antoine. *A criação científica*. São Paulo: Perspectiva, 1971.
- MOREIRA, A. F. B. Reflexões sobre o currículo a partir da leitura de um livro para

- crianças. *Química Nova Na Escola*, n.9, p.23-27, 1999.
- MORIN, E. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. 5.ed. São Paulo: Cortez, 2002.
- \_\_\_\_\_. *A cabeça bem feita: repensar a reforma, reformar o pensamento*. 6.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.
- \_\_\_\_\_. *A ciência com consciência*. 6.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002a.
- MOSCHETTI, M. Crises e revoluções: A revolução copernicana segundo Thomas Kuhn. *Revista Analecta*, Guarapuava, Paraná v.5, 2004.
- PATY, M. Ciência: aquele obscuro objeto do pensamento e uso. In: SILVA FILHO, W. J. (Org.). *Epistemologia e ensino de ciências*. Salvador, Bahia: Arcádia, 2002.
- PENA-VEGA, A.; NASCIMENTO, E. P. do. (Org.). *O pensar complexo: Edgar Morin e a crise da modernidade*. 3.ed. Rio de Janeiro: Garamond, 1999.
- POPPER, K. R. *A lógica da pesquisa científica*. Trad. L.Hegenberg e O. S. Mota. São Paulo: Cultrix, 1972.
- RICHTER, S. R. S. Infância e materialidade: uma abordagem bachelardiana. 25ª Reunião da ANPED (GT – 7), 2002, disponível em: <http://www.anped.org.br/reunioes/25/tp25.htm>
- SACRISTÁN, J. G. *O currículo: uma reflexão sobre a prática*. 3.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- SANTOS, B. S. *Pela mão de Alice: o social e o político na pós-modernidade*. Porto: Afrontamento, 1995.
- SILVA FILHO, W. J. (Org.). *Epistemologia e ensino de ciências*. Salvador: Arcádia, 2002.
- SILVA, E. T. *Elementos da pedagogia da leitura*. 2.ed. São Paulo: Martins Fontes, 1993.
- SOSA, J. *A literatura infantil*. Literatura Infantil: autoritarismo e emancipação. São Paulo: Ática, 1982.
- TRIVIÑOS, A. N. S. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 2007.
- VILELA-RIBEIRO, E. B.; BENITE, A. M. C. Concepções sobre natureza da ciência e ensino de ciências: um estudo das interações discursivas em um Núcleo de Pesquisa em Ensino de Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v.9, n.1, p.1-23, 2009.
- VILLANI, A. Filosofia da ciência e ensino da ciência: uma analogia. *Ciência & Educação*, v.7, n.2, p.169-181, 2001.
- VON BERTALANFFY, L. *Teoria geral dos sistemas*. 3.ed. Rio de Janeiro: Vozes, 1977.

**Recebido em:** jul. 09

**Aceito em:** nov. 09