
SOBRE O ENSINO DO MÉTODO CIENTÍFICO¹

Marco Antonio Moreira
Femanda Ostermann
Instituto de Física – UFRGS
Porto Alegre – RS

Resumo

Este é um artigo dirigido a professores de ciências, no qual procuramos, sobretudo, mostrar que o ensino do método científico como se fosse uma rígida seqüência de passos que começa com a observação e culmina em uma conclusão/descoberta é um erro didático e epistemológico.

I. Introdução

Principalmente no ensino de ciências nas séries iniciais é bastante comum os professores enfatizarem a aprendizagem do método científico. Mais importante do que aprender significados corretos de alguns conceitos científicos é aprender as etapas do método científico. As crianças são ensinadas a observar, medir, controlar variáveis, buscar relações entre elas e, finalmente, tirar conclusões sobre o fenômeno estudado a partir dos dados obtidos e das relações estabelecidas. Às vezes, chega a ser emocionante ver os pequenos fazendo experiências nas aulas de ciências, seguindo, adequadamente, o método científico e descobrindo coisas. Mas será que o método científico é, de fato, esta seqüência linear, indutiva, de passos que está sendo transmitida, dessa maneira, às crianças?

Fora da escola, o método científico também é visto como uma maneira segura de se chegar a resultados, a descobertas. Há um grande respeito pela metodologia científica. O que é “provado cientificamente” tem credibilidade. O método científico é interpretado como um procedimento definido, testado, confiável, para se chegar ao conhecimento científico: consiste em compilar “fatos” através de observação e experimentação cuidadosas e em derivar, posteriormente, leis e teorias a partir destes fatos mediante algum processo lógico. Trabalhar cientificamente é seguir cuidadosamente, disciplinarmente, o método científico. Mas será que existe mesmo esta seqüência tão bem definida de etapas que parece caracterizar a visão leiga de método científico?

Nosso argumento neste trabalho é o de que esta concepção de método científico, bastante comum dentro e fora da escola, é epistemologicamente equivocada, isto é, não é assim

¹ Trabalho apresentado na 8ª Reunión Nacional de Educación en la Física, Rosario, Argentina, 18-22 outubro, 1993.

que se produz o conhecimento científico e, em conseqüência, didaticamente errada, quer dizer, não se deve ensinar ciência dessa maneira.

Procuraremos, então, apresentar a produção do conhecimento científico como uma atividade, essencialmente, humana (com todas implicações que isso possa ter) caracterizada por uma permanente interação entre **pensar, sentir e fazer**.

Antes disso, apresentaremos alguns exemplos de como os livros de texto de ciências, tanto para o 1º grau como para o 2º grau, abordam a questão do método científico e discutiremos que tipo de concepções errôneas sobre o trabalho científico podem estar sendo veiculadas através dos livros didáticos. Os professores, embora muitas vezes não adotem livro de texto ou não se prendam exclusivamente a um deles, geralmente, se orientam pelos livros didáticos e transmitem aos alunos a visão de ciência (ênfase curricular, segundo Moreira e Axt, 1986) veiculada nesse livros.

II. O método científico nos livros didáticos: alguns exemplos

Os livros didáticos, de um modo geral, veiculam uma visão bastante rígida, estruturada, de método científico. Vejamos alguns exemplos:

1) Ciências - 1º grau – para professores de 1º a 4º série do 1º grau. Qualificação profissional para o Magistério (n. 5) – Ciências Físicas e Biológicas (conteúdo e metodologia) – Educação para a Saúde Rio de Janeiro, Ed. Funtevê, 1986, 2. ed.

Este livro, dirigido a professores (em formação ou em serviço) dos primeiros anos do ensino de 1º grau, discute, na parte de Ciências (conteúdo e metodologia), o “método científico” e sugere que este tema seja abordado nas aulas de Ciências para desenvolver uma “atitude científica” nos alunos.

Para que as crianças vivenciem e pratiquem o método científico, o livro propõe o seguinte (p. 16):

Estimular a criança a observar o mundo com interesse e atenção, trazendo suas perguntas e problemas para a sala de aula (FORMULAR O PROBLEMA).

Analisar com ela as perguntas e problemas, levando-a a lembrar o que já sabe sobre o assunto.

Sugerir que apresente respostas e soluções, baseadas no que recordou, sem esquecer que são provisórias e sujeitas à comprovação (HIPÓTESES).

Orientar um planejamento cooperativo onde são sugeridas diversas atividades que sirvam para verificar se as respostas e soluções provisórias estão corretas. Estas atividades devem servir, também, para fornecer informações.

Orientar a criança nas conclusões, evitando generalizações apressadas, baseadas numa única atividade. Estas conclusões devem ser sistematizadas e anotadas (CONCLUSÕES).

Proporcionar novas experiências de aprendizagem onde os conhecimentos recém-adquiridos possam ser aplicados (APLICAÇÃO).

É importante, ainda, mostrar à criança que este é um método de raciocínio que pode ser usado a qualquer momento em que surja uma situação problemática. em qualquer área de estudo ou em situações comuns da vida diária.

Mais adiante, o livro destaca que (p. 17):

Este método, para ser desenvolvido, apóia-se na observação, na experimentação e em outras atividades de coleta de dados como excursões e visitas, criação de animais e plantas, entrevistas, leituras informativas e, se possível, em projeção de slides ou filmes.

2) Barros, Carlos. **Ciências - 1º grau** -. Vol. 4. Ed. Ática, 1991, 7.ed.

Este livro dirigido a alunos de 4ª série do 1º grau apresenta no capítulo I, intitulado “As plantas”, o que ele chama de “Processos de descoberta científica”. Na página 17, é proposta a seguinte atividade:

Você sabe como apareceram estes bichos na goiaba? Esta pergunta pode ter duas respostas:

1ª) Os bichos vieram de fora da goiaba. 2ª) Os bichos nasceram com a goiaba.

Mas, como saber qual a resposta verdadeira?

*Para isso, você deve fazer uma série de **experiências**.*

Atenção! As goiabas na experiência não devem ter bichos. Por isso, verifique atentamente, antes de começar.

1º) Coloque um pedaço de goiaba num prato, em contato com o ar.

2º) Coloque outro pedaço de goiaba dentro de um frasco transparente e bem fechado.

3º) Observe as goiabas diariamente.

Na goiaba que está no prato, você verá moscas pausando de vez em quando à procura de alimento. Na goiaba que está no frasco, você não verá moscas.

Depois de algum tempo, você verá larvas aparecerem na goiaba que está no prato.

Então, surge outra pergunta. Será que as larvas têm alguma coisa a ver com as moscas?

Para responder a esta pergunta, você poderá fazer o seguinte:

4º) Coloque a goiaba com larvas dentro de um frasco transparente e feche bem.

Durante uns vinte dias, veja o que você vai observar:

a) As larvas estão crescendo e se alimentando da goiaba. Elas também se mexem e vão sofrendo modificações.

*b) Depois de algum tempo, as larvas param de se movimentar. Ficam duras, escuras e tomam formas ovais, recebendo o nome de **pupas**.*

c) Mais tarde, as pupas se transformam em moscas, que saem voando.

*Todas as possíveis respostas que nós dermos são **hipóteses**.*

Elaborar hipóteses é o segundo passo para a descoberta científica.

*As hipóteses só podem ser testadas mediante uma **experimentação**. que é o terceiro passo para a descoberta científica.*

Compramos, então, uma goiaba grande e madura, na feira. Abrimos a goiaba e nela não encontramos larvas. Tiramos uma primeira conclusão: há goiabas com larvas e goiabas sem larvas.

Mais ainda estamos diante de um outro problema: na goiaba bichada como apareceram as larvas?

E de novo nos perguntamos:

-É goiaba a larva da goiaba?

-Essas larvas viriam de outro animal?

E mais uma vez passamos para a experimentação. Resolvemos fazer o seguinte: colocar uma goiaba bichada dentro de um vidro, tapado na boca com um pano.

Passados alguns dias, vimos as larvas saindo da goiaba. Após certo tempo, as larvas se fixaram em pontos diferentes da parede interna do vidro, mudaram de forma e..., para nosso espanto, deram origem a moscas.

Ficamos, então, sabendo que a larva da goiaba não é goiaba, mas é uma das fases de transformação da mosca.

Portanto, podemos concluir que, enquanto as moscas pousam nas goiabas para se alimentar, elas põem ovos, dos quais nascem larvas, que são os bichinhos da goiaba. Essas larvas sofrem modificações até se transformarem em moscas.

A essa maneira de descobrir respostas, através de experiências, chamamos “método científico”.

Como exemplos relativos ao ensino de ciências no 2º grau consideraremos alguns livros de Física, disciplina com a qual temos maior familiaridade:

1) RAMALHO, F; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T.. Os fundamentos da Física. 5. ed. São Paulo: Ed. Moderna, 1989 (vol. 1).

No capítulo 1, os autores mencionam o “Método da Física” ao fazerem uma introdução geral à Física, discutindo seu campo de estudo, seus ramos e métodos. Segundo os autores (p. 3),

A Física estuda determinados fenômenos que ocorrem no Universo. O método que utiliza para conhecer esses fenômenos é simplificada o seguinte: observar repetidas vezes o fenômeno destacando fatos notáveis. Utilizando aparelhos de medida, desde o relógio para medir o tempo e a fita métrica para medir comprimentos, até instrumentos mais sofisticados, determina a medida das principais grandezas presentes no fenômeno. Com essas medidas procura alguma relação existente no fenômeno tentando descobrir alguma lei ou princípio que o rege.. Em resumo, o método da apreensão do conhecimento da Física é o seguinte: a) observação dos fenômenos, b) medida de suas grandezas, c) Indução ou conclusão de leis ou princípios que regem os fenômenos. Esse método de conhecimento é denominado “método experimental”.

2) CHIQUETTO, M. J.; PARADA, A. A. **Física**. São Paulo: Ed. Scipione, 1991 (vol. 1).

No capítulo 1, os autores ao discutirem o que é Física, colocam que (p. 11):

A Física estuda os fenômenos naturais a partir dos seus elementos básicos, formulando leis gerais que permitam prever os fenômenos que vão acontecer. O método empregado é o método experimental, que consta basicamente das seguintes etapas:

Observação: *é o exame crítico e cuidadoso do fenômeno, em que se procura formular hipóteses sobre suas causas.*

Simulação: *é a reprodução do fenômeno, geralmente em laboratório, procurando isolar os fatores que o causam. Nessa etapa, as hipóteses formuladas são testadas sob diferentes circunstâncias.*

Medição: *é o registro, através de instrumentos, dos valores das grandezas envolvidas no fenômeno.*

Estabelecimento de relações: *os valores das grandezas, organizadas em tabelas, são representados em gráficos, o que facilita estabelecer relações entre elas. Essas relações, que são as maneiras pelas quais uma grandeza influencia a outra, quando confirmadas em novas experiências, passam a constituir as leis do fenômeno analisado.*

O método experimental, também chamado método científico, MO é aplicado só na Física, mas em todas as áreas das Ciências Naturais.

3) KAZUITO, Y.; FUKU, L. F.; SHIGEKIYO, C. T. **Os alicerces da Física**. 2. ed. São Paulo: Ed. Saraiva, 1989. (vol. 1).

No capítulo 1, ao introduzirem alguns nomes famosos de cientistas, os autores comentam sobre seu trabalho (p. 10):

Os cientistas, cada qual com os métodos de pesquisa da época e do lugar, observam sistematicamente os fenômenos da natureza, tomam dados sobre as grandezas físicas envolvidas e induzem as leis ou os princípios. Eles procuram estabelecer regras gerais para a explicação dos acontecimentos naturais.

Estes são apenas alguns exemplos. Não queremos de modo algum sugerir que estes livros não são bons. Creemos que a maneira como eles abordam o método científico é a mesma de inúmeros outros livros de Ciências, Física, Química ou Biologia existentes no mercado. Os autores de livros didáticos geralmente se apóiam em outros autores, de tal modo que algumas idéias, algumas abordagens, aparecem em muitos livros com uma roupagem ligeiramente diferente. Acreditamos que a visão de método científico transmitida nos livros tomados como exemplos, qual seja:

- observação (cuidadosa, repetida, crítica);
- formulação de hipóteses (a serem testadas);
- experimentação (para testar hipóteses);
- medição (coleta de dados);
- estabelecimento de relações (tabelas, gráficos);
- conclusões (resultados científicos);
- estabelecimento de leis e teorias científicas (enunciados universais para explicar os fenômenos);

é comumente encontrada nos livros didáticos de Ciências, tanto para a escola de 1º grau (Ciências e Ciências Físicas e Biológicas) como para a de 2º grau (Física, Química e Biologia). Em um estudo no qual entrevistamos docentes de 1º grau (OSTERMANN; MOREIRA, 1990) constatamos, na prática, que essa concepção de método científico é predominante entre os professores e, conseqüentemente, a que tentam passar aos alunos nas aulas de Ciências. Esta constatação nos levou a examinar livros de textos de Ciências e nos motivou a escrever este trabalho. Salientamos, todavia, que esta visão de ciência veiculada ao aluno por autores e professores não é só deles: vem da própria ciência. Os cientistas, em geral, pensam que o conhecimento é tirado da natureza.

Mas o que há de errado com esta idéia de método científico? Afinal, os cientistas não observam, fazem hipóteses, experimentam, medem, estabelecem relações, obtêm resultados, formulam teorias e descobrem leis? A resposta é sim; o problema é que a atividade científica não é uma espécie de receita infalível como parecem sugerir os livros didáticos e como os professores podem estar ensinando.

Transmitir ao aluno a idéia de que o método científico é uma seqüência rígida, lógica, de passos como esta pode reforçar ou gerar várias concepções errôneas sobre ciências, as quais discutiremos na próxima seção.

III. Algumas concepções errôneas sobre o trabalho científico

Creemos que o ensino do método científico, tal como é comumente apresentado nos livros didáticos de Ciências e abordado nas aulas de Ciências pode levar a várias concepções errôneas sobre o trabalho científico, tais como:

1. o método científico começa na observação;
2. o método científico é um procedimento lógico, algorítmico², rígido; seguindo-se rigorosamente as etapas do método científico chega-se, necessariamente, ao conhecimento científico;
3. o método científico é indutivo;
4. a produção do conhecimento científico é cumulativa; linear;
5. o conhecimento científico é definitivo.

Outras concepções errôneas sobre a atividade científica podem ser, inadvertidamente, transmitidas ao aluno através do ensino do chamado “método científico”, mas neste trabalho, nos deteremos apenas nestas. Comentaremos cada uma delas:

1. O método científico não começa na observação, pois ela é sempre precedida de teorias. A observação depende da teoria; nem o mais puro, ou o mais ingênuo cientista, observa algo sem ter a cabeça cheia de conceitos, princípios, teorias, os quais direcionam a observação. O relato da observação também está impregnado de teoria.

² Algoritmo é um processo de resolução de problemas, em que se estipulam, com generalidade e sem restrições, regras formais para a obtenção de sua solução; exemplo regras das operações matemáticas.

A observação não pode ser o ponto de partida para o novo conhecimento, pois observar implica dirigir a atenção para alguns aspectos da realidade. Desta forma, a observação pressupõe um sistema de expectativas, algo teórico que se antecipa e decide, a priori, em quais aspectos da realidade focar a atenção. Além disso, o ato de observar é influenciado pelo conhecimento prévio e está impregnado de teorias. O percebido não depende apenas da realidade externa mas também de nossas teorias, conhecimentos prévios. O mundo não se apresenta de maneira neutra mas através de nossos conhecimentos prévios e das formas de observação. O relato observacional igualmente se encontra impregnado de teorias.

Por exemplo, no experimento dos bichos da goiaba, sugere-se ao aluno que observe durante vários dias um pedaço de goiaba exposto ao ar e outro dentro de um frasco fechado. Não existem aí teorias por detrás sugerindo o que observar? Claro que sim! Por que não se observa um pedaço de goiaba no vácuo? Porque é difícil fazer vácuo? Não, é porque a teoria (não explicitada ao aluno) não sugere que esse tipo de observação seja necessária.

Outro exemplo, o enunciado resultante da observação “há goiabas com larvas e goiabas sem larvas” está baseado em teoria: larva é um conceito científico e as larvas fazem parte de um ciclo biológico.

Na vida cotidiana, fora do laboratório e fora da escola, todas nossas observações também são precedidas por teorias, mesmo que não tenham nada de científicas. Da mesma forma, quando descrevemos o que observamos, necessariamente, usamos teorias. Assim, as concepções do aluno e seu conhecimento prévio guiam as observações que ele faz.

A observação é um importante procedimento científico, mas é um erro pensar que o método científico começa na observação. A observação neutra, sem teoria, não existe. Esta visão de que tudo começa com a observação, ou seja, que todo conhecimento deriva da experiência é chamada empiricismo e se encontra hoje superada por outra que reconhece o caráter construtivo, inventivo do conhecimento.

2. O método científico não é um procedimento lógico, algorítmico, rígido. Em outras palavras, o método científico não é uma receita, uma seqüência linear de passos que necessariamente conduz a uma descoberta ou, pelo menos, a uma conclusão ou a um resultado. Na prática, muitas vezes, o cientista procede por tentativas, vai numa direção, volta, mede novamente, abandona certas hipóteses porque não tem equipamento adequado, faz uso da intuição, dá “chutes”, se deprime, se entusiasma, se apega a uma teoria. Enfim, fazer ciência é uma atividade humana, com todos os defeitos e virtudes que o ser humano tem, e com muita teoria que ele tem na cabeça. Conceber o método científico como uma seqüência rigorosa de passos que o cientista segue disciplinadamente é conceber de maneira errônea a atividade científica.

Historiadores, filósofos e sociólogos da ciência aceitam quase que universalmente que não há nenhum algoritmo para obter ou validar conhecimento científico, pois não há regras para guiar o cientista durante o processo de descoberta científica. Se existissem tais regras, então a ciência seria uma caixa preta geradora de conhecimento, cuja manivela acionaríamos para produzir novo conhecimento científico à vontade (MILLAR; DRIVER, 1987).

Embora não queiramos negar que cientistas têm maneiras características de trabalhar e reportar seus resultados, argumentamos que não há garantia em descrever o “método

científico” como uma série de estágios especificáveis ou qualquer coisa que se aproxima de um algoritmo ou conjunto de regras de procedimento.

3. A concepção indutivista³ acredita ser possível a partir de fatos obter as leis, as teorias científicas. Quer dizer, dado um conjunto de fatos poderíamos chegar às leis universais, às teorias, usando a lógica indutiva. De um ponto de vista lógico, não é óbvio haver justificativa para se inferir enunciados universais de enunciados particulares, independentemente do número destes. Por exemplo, independentemente de quantos cisnes brancos podemos observar, isso não justifica a conclusão de que todos os cisnes são brancos. Outra razão contra a existência de uma lógica indutiva está em que um dado conjunto de fatos sempre é compatível com mais de uma lei. Assim, se todos os cisnes observados até hoje são brancos, algumas possíveis leis compatíveis são as seguintes: “Todos os cisnes são brancos”; “Todos os cisnes são brancos ou negros”; “Todos os cisnes são brancos ou vermelhos” (SILVEIRA, 1991).

É a concepção indutivista que predomina na maioria das aulas de laboratório. Os alunos devem observar, coletar dados, construir tabelas, traçar gráficos e induzir (na prática fala-se em verificar ou redescobrir) alguma lei.

4. A produção do conhecimento científico é uma construção. A idéia de ciência como construção humana e a de aprendizagem de ciências como uma construção de cada aprendiz estão na base do que hoje se chama de construtivismo. A visão de ciência predominante hoje é a de construção: o homem constrói o conhecimento científico. Analogamente, a visão de aprendizagem predominante hoje é também a construtivista: o aprendiz é construtor de seu próprio conhecimento. Em ambos os casos, no entanto, essa construção não é um processo cumulativo, linear. Existem crises, rupturas, profundas remodelações nessas construções. Conhecimentos cientificamente aceitos hoje poderão ser ultrapassados amanhã. A ciência é viva. O conhecimento científico cresce e evolui não por mera acumulação, mas principalmente por reformulação do conhecimento prévio.

5. O conhecimento científico não é definitivo. Este aspecto está relacionado com o anterior. A construção científica não pára nunca. O conhecimento científico está sempre evoluindo. É um erro ensinar ciência como se os produtos dela resultassem de uma metodologia rígida, fossem indubitavelmente verdadeiros e conseqüentemente definitivos. O conhecimento científico que temos hoje está baseado em modelos e teorias inventados e que podem estar equivocados ou apenas parcialmente corretos. A Terra como centro do sistema planetário é um modelo que funciona até certo ponto, mas o modelo com o Sol no centro funciona muito melhor. Contudo, a permanente evolução dos modelos científicos não é uma questão meramente funcionalista. Alguns modelos são substituídos por outros porque explicam outras coisas, porque são mais abrangentes, ou seja, não só porque funcionam melhor. A teoria do calórico, que supõe o calor como um fluido que existe em maior quantidade nos corpos quentes do que nos frios, foi o modelo adotado para o calor durante bastante tempo, hoje prefere-se imaginar o calor como energia em trânsito. Durante muito tempo pensava-se que o elétron e o próton eram as menores partículas de matéria, hoje já há modelos que prevêm estrutura interna para o elétron e o próton e

³ Indução é uma inferência que a partir de enunciados particulares conduz a enunciados universais.

incluem partículas como quarks e glúons. Parece óbvio que o conhecimento científico não é definitivo, mas muitas vezes o ensino de Ciências é feito como se fosse.

IV. Uma visão esquemática do processo de produção do conhecimento científico

Pode-se representar esquematicamente a estrutura do processo de produção do conhecimento humano da seguinte maneira (Fig.1) Este esquema sugere que a produção do conhecimento humano se caracteriza por uma permanente interação entre pensar, sentir e fazer. Qualquer tipo de conhecimento produzido pelo homem é fruto desta interação. O ser humano é um ser que se caracteriza por pensar, sentir e fazer. Na produção do conhecimento científico o pensar se refere ao domínio conceitual da pesquisa, a sua fundamentação teórica, sendo guia da determinação dos acontecimentos a serem estudados e orientação para as observações a serem feitas. O fazer corresponde ao domínio metodológico da investigação. Pelo esquema proposto vemos que este domínio não pode ser isolado da parte teórica e nem do domínio afetivo, como sugere a abordagem por nós aqui contestada. O sentir é o aspecto mais negligenciado, ao se falar de produção do conhecimento científico. Os meios de comunicação, os livros de texto, os professores falam como se o conhecimento científico fosse produzido por gênios alheios ao mundo real. (O professor aloprado e o cientista esquecido são protótipos de produtores de conhecimento!) Por outro lado, talvez eles estejam transmitindo uma visão gerada e reforçada em instituições onde se faz pesquisa. Em certos laboratórios ou institutos de pesquisa cria-se um clima institucional no qual as pessoas se sentem especiais por estarem “descobrimo” coisas. (Não seria este um clima coerente com uma visão indutivista de Ciência?)

Esta é uma visão totalmente distorcida do que é um pesquisador. A pesquisa científica é conduzida por pessoas normais, que têm suas angústias, suas alegrias. Pessoas que erram, acertam. Enfim, pessoas que sentem.

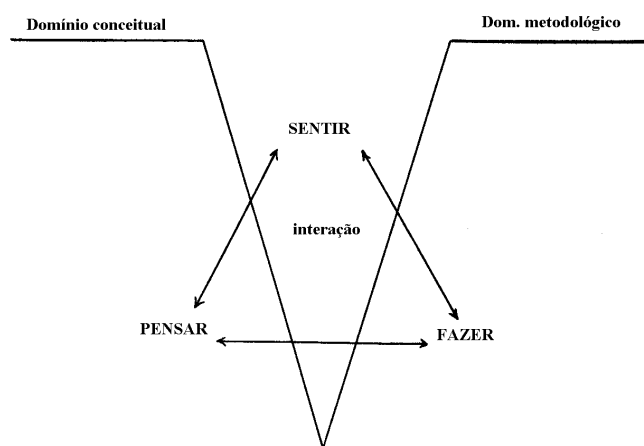


Fig.1- Uma visão esquemática do processo de produção do conhecimento humano enfatizando a permanente interação entre pensar, sentir e fazer.

Se o conhecimento científico é produzido por indivíduos que pensam, sentem e fazem – como, de fato, o é – e se há uma constante interação entre pensar, sentir e fazer – como, de fato, há – então, o método científico tal como é ensinado, não existe. Não seria, então, o caso de ensinar procedimentos científicos ao invés de “método científico”?

É preciso, portanto, superar a visão de ciência que considera o processo de produção do conhecimento científico como uma rígida seqüência de passos que começa com a observação e culmina em uma conclusão/descoberta. O presente artigo pretende ser apenas um alerta nesse sentido.

V. Agradecimentos

Agradecemos aos professores Fernando Lang da Silveira, Ileana Greca, Sayonara Cabral e Conceição Barbosa Lima pela leitura crítica da versão preliminar deste trabalho e pelas valiosas sugestões recebidas.

Referências

MOREIRA, M. A., AXT, R. O livro didático como veículo de ênfases curriculares no ensino de Física. Revista de Ensino de Física, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 33-48, jun. 1986.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. O ensino de Física na formação de professores de 1ª a 4ª série do 1º grau: entrevistas com docentes. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 7, n. 3, p. 171-182, dez. 1990.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A.; SILVEIRA, F. L. A Física na formação de professores para as séries iniciais. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 106-112, 1992.

SILVEIRA, F. L. A filosofia da ciência de Karl Popper e suas implicações no ensino da Ciência. In MOREIRA, M. A e AXT, R. (orgs.) Tópicos em ensino de Ciências. Porto Alegre: Sagra, 1991.

KUHN, T. S. A estrutura das revoluções científicas. São Paulo: Perspectiva, 1982.

POPPER, K. L. A lógica da pesquisa científica. São Paulo: Cultrix, 1985.

MILLAR, R.; DRIVER, R. Beyond processes. Studies in Science Education. Driffield, v. 14, p. 33-62, 1987.