

# CONSIDERAÇÕES SOBRE A FUNÇÃO DO EXPERIMENTO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Sérgio M. Arruda e Carlos E. Laburu\*

■ **RESUMO:** Temos observado que os principais argumentos utilizados por grande parte dos professores, alunos e livros-texto para justificar a necessidade das atividades experimentais em sala de aula se apoiam majoritariamente em uma concepção de Ciência ultrapassada, que poderíamos chamar indutivista-verificacionista. Nesse trabalho, discutimos essa concepção e procuramos oferecer uma resposta alternativa ao problema da função do experimento no ensino de Ciências, baseada na visão de Thomas Kuhn sobre o desenvolvimento científico. Algumas implicações para o ensino de Ciências são também discutidas.

■ **UNITERMOS:** Indutivismo, verificacionismo, visão de Kuhn do desenvolvimento científico, adequação paradigma-realidade

---

**ABSTRACT:** We have observed that the main arguments used by many teachers, students and books to justify the necessity of experimental activities in classrooms are based on a overreached conception of Science, that could be called inductivistic-verificationistic. In this work, we discuss this conception and try to offer an alternative answer to the problem of the function of the experiments in teaching science, based on the *kuhnian* vision of the scientific development. Some implications for Science teaching are also discussed.

**KEYWORDS:** Inductivism, verificationism, Kuhn's vision of scientific development, paradigm-reality adqueuation.

---

## 1. Introdução

Em todos os cursos de capacitação/atualização para professores da rede estadual do Paraná que temos participado há vários anos, a ausência de atividades experimentais, as chamadas aulas práticas, é freqüentemente apontada pelos professores como uma das principais deficiências no ensino das disciplinas

---

\* Departamento de Física e Projeto RENOP, Universidade Estadual de Londrina.

científicas no 1º e 2º graus, por diversas e bem conhecidas razões, que entretanto não são objeto de análise nesse ensaio<sup>1</sup>. Se por um lado, isso indica que há alguma percepção da importância da experimentação na ciência, por outro temos observado também que os principais argumentos utilizados pelos professores para justificar a necessidade das atividades experimentais se apoiam majoritariamente em uma concepção de Ciência ultrapassada e há muito tempo criticada pelos filósofos da ciência.

Considerando que os pressupostos epistemológicos que o professor, na maioria das vezes implicitamente, adota tem reflexos em suas atividades didáticas, por exemplo, no planejamento de suas aulas e na imagem da Ciência que é apreendida pelo aluno, pensamos que esse estado de coisas não é satisfatório. Assim sendo, pesquisas sobre concepções de professores a respeito da ciência e propostas no sentido de promover mudanças de cunho epistemológico em suas assim chamadas *ecologias conceituais*<sup>2</sup> são justificadas. O presente trabalho se situa dentro desse contexto. Entretanto este é um ensaio introdutório, cujo objetivo consiste mais em localizar alguns problemas e traçar algumas direções, como uma preparação para um trabalho de pesquisa mais sistemático sobre o tema. O que queremos aqui é apenas refletir sobre a função e a importância do experimento no ensino de ciências e fazer algumas considerações que têm implicações para o ensino.

## 2. A imagem popular da ciência

Podem ser encontrada em livros ou entre professores das áreas científicas no 1º, 2º ou 3º graus, ou mesmo entre cientistas ou profissionais com formação científica, uma visão de ciência que poderíamos chamar de *tradicional* ou

---

<sup>1</sup> Podemos citar, por exemplo, falta de laboratórios e equipamentos nos colégios; número excessivo de aulas, o que impede uma preparação adequada de aulas práticas; desvalorização das aulas práticas, conduzida pela idéia errônea de que as aulas práticas não contribuem para a preparação para o vestibular; ausência de professor laboratorista; formação insuficiente do professor. Na Física, onde poucos são os professores formados nessa disciplina, parece-nos que o último desses fatores tem grande importância, pois muitas vezes existem equipamentos no colégio, mas os professores não sabem utilizá-los. Em Ciências a situação também é bastante problemática, pois os cursos dessa licenciatura têm a tendência de privilegiar conteúdos de Biologia. Os professores, em consequência, apresentam dificuldades quando têm de abordar assuntos relacionados a outras áreas e, mais ainda, em desenvolver atividades no laboratório nessas áreas. Esse é um problema inerente a essa disciplina, pela sua característica interdisciplinar.

<sup>2</sup> O termo *ecologia conceitual* tem sido usado pelos pesquisadores em educação científica para designar a totalidade dos credos epistemológicos, ontológicos e outros compromissos assumidos por alunos ou professores e que têm influência na aprendizagem ou ensino científicos.

popular, a qual se fundamenta, dentre outros, nos pressupostos (i) e (ii) enumerados abaixo.

- (i) *As leis ou teorias científicas existem na natureza e podem ser descobertas pela investigação científica, ou seja, através da observação sistemática. A partir da experimentação ou medição as leis e teorias são criadas.*

Vamos a alguns exemplos.

Em Carey et al. (1989) é possível ver que a maioria dos estudantes de grau 7 acreditam que o conhecimento científico é uma cópia fiel da natureza e que o questionamento científico é mais um processo baconiano de observar fatos do que preferivelmente um processo de construir teorias que dêem conta das observações experimentais

Idéias como essas também podem ser observadas em alguns livros-texto. Exemplos.

“Observação e experimentação: são o ponto de partida...na formulação das leis naturais. A Física, como ciência natural, parte de dados experimentais.” Nussenzweig (1981, p.5). Ou ainda: “Para *descobrir as leis que governam os fenômenos naturais*, os cientistas devem realizar medidas das grandezas envolvidas nesses fenômenos” (Alvarenga & Maximo, 1979, p. 16. *Itálico nosso*).

Muitas vezes o livro não coloca explicitamente essa idéia, como em Vilela, Novais e Novais (1977, p.1 e 1978, p. 1), onde os autores procuram desenvolver os assuntos segundo o “Método Científico”, entendendo por isso uma série de procedimentos ou algoritmos (Gil e Paya, 1988) que se iniciam com a observação e a experimentação, seguidos de classificação, formulação do problema, coleta de dados, levantamento de hipóteses e testes (novo experimento), num processo que se desenvolve a partir da observação, conforme indicado abaixo:

*experimento   reflexão   experimento   reflexão*

Isso coincide com o que, em Millar (1987), é referido como “a imagem popular da ciência”, segundo a qual o conhecimento científico é “descoberto nos laboratórios através de experimentos que o validam e lhe garantem confiança, fidedignidade”, o que dá a entender que a experimentação é a fonte e o juiz das teorias inventadas pelos cientistas. Isso nos remete à segunda resposta freqüentemente dada à questão levantada no início da seção, que está relacionada à idéia de verdade científica, que supõe que:

- (ii) *A função do experimento na ciência é comprovar as hipóteses ou teorias levantadas, as quais podem então ser chamadas de leis e consideradas verdadeiras. Portanto são científicas somente as afirmações comprovadas experimentalmente.*

Koschnitzki, em entrevistas com professores de 2º grau da área científica, observou que para a maioria dos professores entrevistados o conhecimento científico é “aquele que pode ser comprovado ou verificado empiricamente” (Koschnitzki, 1992, p. 51). Grande parte deles também supõe que o conhecimento científico “parte da observação” e “passa pelo método científico” (ibid. p. 52).

Nós também pudemos observar com professores do Magistério e de Ciências de 1º grau da região de Londrina, que perguntas sobre a função e a importância da experimentação na ciência, levam a três tipos básicos de respostas: as de cunho epistemológico, que assumem que a experimentação serve para “comprovar a teoria”, revelando a visão tradicional de ciência; as de cunho cognitivo, que supõem que as atividades experimentais podem “facilitar a compreensão do conteúdo”; e as de cunho motivacional, que acreditam que as aulas práticas ajudam a “despertar a curiosidade” ou o “interesse pelo estudo” nos alunos<sup>3</sup>.

O pressuposto (ii) acima, também foi encontrado entre alguns alunos do 3º ano do curso de Física da UEL. Quando perguntado a eles porque acreditavam no postulado da luz (uma das “leis” fundamentais da relatividade einsteiniana) a maioria disse que “acredita na validade” do postulado porque até hoje ele não foi “desmentido pela experiência” e que ele é “uma verdade baseada em dados experimentais” (Arruda, 1994)

Essa é uma idéia comumente partilhada pelas pessoas sem formação científica e freqüentemente usada pelos comerciais de televisão para tornar um certo produto mais confiável aos olhos dos telespectadores.

A visão de Ciência caracterizada pelos dois pontos acima, embora criticada sob vários aspectos a partir do século XVIII por Hume e mais recentemente, já nesse século, por Popper (a partir da década de 30), Kuhn (década de 60), Lakatos e Feyrabend (década de 70) e Laudan (década de 80), ainda é largamente aceita mesmo na comunidade científica. Apesar de hoje em dia ser praticamente consenso entre os filósofos da ciência que as teses apresentadas acima não resistem à crítica, seja lógica ou histórica, tais idéias ainda servem de fundamentação para planejamento de aulas, livros-texto, projetos ou propostas curriculares. É o caso, por exemplo, da proposta de Ciências do atual currículo do Estado do Paraná. Quase todas as idéias mencionadas acima podem ser encontradas nos pressupostos teóricos dessa proposta. Vamos a alguns exemplos:

“O homem, ao *desvelar os fenômenos da natureza*, percebe que esses são dinâmicos e, fundamentalmente, que as *leis que regem estes fenômenos* podem ser equacionadas, medidas, experimentadas e *demonstradas*” (Currículo Básico, 1992, p.124. Itálico nosso). E também: “... As leis e teorias que *traduzem os fenômenos físicos, químicos e biológicos*, são passíveis de serem *demonstradas* e usadas para diferentes finalidades práticas...”. “O *conhecimento resultante do*

---

<sup>3</sup> As concepções mencionadas foram observadas durante a realização de cursos de atualização no primeiro semestre desse ano.

*processo experimental exige - para se tornar científico superar o que seja do senso comum...*" e para isso, citando Brecht, "...chegar à *indução*...que não tinha o significado apenas de ir do mais simples para o mais complexo, da prática imediata para a abstração ou do particular para o geral; mas *CAPTAR AS LEIS que governam e constituem qualquer natureza simples, as leis que regem a geração, produção e movimento dos fenômenos naturais*" (ibid. p.125. Itálico nosso, capitais do texto)<sup>4</sup>.

### 3. Crítica das teses indutivistas-verificacionistas

As concepções apresentadas na seção anterior formam a base da visão tradicional da ciência (verificacionista-indutivista) e usualmente supõe-se que tenham originado dos escritos de Francis Bacon, no século XVII. No entanto, segundo Kuhn, o *Novum Organum*, obra de Bacon onde ele expõe suas idéias, deve muito à "tradição metodológica medieval, que desde o século XIII até princípios do século XVII, elaborou regras para o estabelecimento de conclusões sólidas a partir da observação e da experimentação" (Kuhn, 1989a, p.75).

Tratemos agora de rebater, ainda que rapidamente pela falta de espaço, as teses da epistemologia tradicional levantadas na seção 2, que podemos chamar de concepção indutivista-verificacionista da ciência. Começemos pela primeira delas, a que supõe que *o conhecimento científico se origina da observação (ou experimentação, ou medição) sistemática da natureza*.

Se olharmos para a história do desenvolvimento do pensamento científico, na Física por exemplo, podemos observar que nenhuma de suas grandes teorias ou princípios fundamentais surgiu da observação direta (por exemplo, as idéias da Terra esférica de Erastóteles, de átomo, ou do movimento da Terra em torno do Sol de Hiparco). De fato, qualquer observação já é ela mesma impregnada de expectativas, de hipóteses: nenhum cientista vai para o laboratório sem saber o que quer medir ou observar: "uma observação é sempre uma observação à luz de teorias". "O conhecimento não parte do nada - de uma tábula rasa - como também não nasce da observação, seu progresso consiste, fundamentalmente, na modificação do conhecimento precedente" (Popper, 1972a p.61 e 1972b, p.56) Se levarmos os nossos alunos para o laboratório e dissermos "observem!" eles com certeza irão perguntar "observar o quê?". Mesmo as medidas realizadas só adquirem significado após interpretadas pelas teorias que dão suporte ao equipamento e as teorias de erro.

A segunda tese da visão tradicional da ciência supõe que *após comprovação experimental as hipóteses tornam-se verdadeiras e podem então ser consideradas leis*. Dúvidas a respeito dessa tese foram levantadas por Hume no final do século XVIII e constituem o que Popper denominou de o problema da indução, que pode ser assim enunciado: *poderíamos considerar uma teoria*

<sup>4</sup> Uma análise filosófica mais detalhada da proposta de Ciências do Paraná pode ser encontrada em Barra (1995).

*explanativa universal como verdadeira se justificada por "razões empíricas"?* (Popper, 1975, cap I). Ou seja, a partir de enunciados singulares (resultados de experimentos) podemos demonstrar (justificar logicamente) que um enunciado universal (hipótese) é verdadeiro? A resposta a essa questão é *não*. Não é possível a partir de  $n$  observações, por maior que seja  $n$ , que deram um resultado  $x$  garantir que a observação  $n+1$  vai ter também  $x$  como resultado. Mesmo que um experimento seja repetido milhares de vezes nunca poderemos afirmar que uma determinada lei é verdadeira<sup>5</sup>. Portanto as leis e teorias científicas devem ser consideradas hipóteses gerais, com possibilidade de explicar uma gama imensa de fenômenos e sujeitas a testes experimentais que quando compatíveis com a teoria dão-lhe consistência e maior confiabilidade perante a comunidade científica.

Se as leis são hipóteses gerais, os pontos (iii) e (iv) da seção anterior ficam automaticamente superados: não há uma verdade científica e nem essa verdade está imersa, escondida, na natureza esperando por ser revelada. Não há tampouco um *método científico*, entendido como uma seqüência de procedimentos que levariam ao conhecimento seguro, ou verdadeiro<sup>6</sup>. Essas afirmações, entretanto, não diminuem a importância da experimentação na ciência, como tentaremos mostrar na próxima seção<sup>7</sup>.

#### 4. A função do experimento na Física.

Se a visão tradicional de ciência está filosoficamente ultrapassada nós devemos adotar uma visão mais recente para responder à questão básica colocada nesse ensaio. Como um exercício de reflexão, vamos adotar os pressupostos kuhnianos, que estão resumidos abaixo.

A partir do final dos anos 50 e início dos 60, as visões sobre o desenvolvimento da ciência começaram a se afastar de correntes mais empiristas, que enfatizavam a importância decisiva do teste experimental para a aceitação ou rejeição de teorias científicas. Os trabalhos de Kuhn dessa época, por exemplo, apontavam para o caráter conservador da ciência (Kuhn, 1959) e para o papel decisivo das teorias. O desenvolvimento científico foi então interpretado como uma alternância entre um período denominado *ciência normal*, onde as pesquisas são determinadas por uma só teoria ou *paradigma* e o período *revolucionário*, onde o

<sup>5</sup> No entanto basta que apenas um desses experimentos dê resultado negativo para que a mesma lei seja considerada falsa!

<sup>6</sup> Sobre a questão da existência de um método científico ver Feyrabend (1977).

<sup>7</sup> Obviamente, tais colocações podem levantar uma outra questão importante: se as teorias científicas não podem ser comprovadas experimentalmente e se não existe um método científico, o que diferenciaria a atividade científica das outras? Qual a diferença entre ciência e não-ciência? Não é nosso objetivo tratar dessa questão agora. O que podemos dizer é que é possível se estabelecer algumas diferenças entre a atividade científica e outras atividades humanas sem recorrer à idéia de método científico.

paradigma vigente é substituído por outro (Kuhn, 1962). Segundo a visão kuhniana, uma revolução científica se inicia com uma *anomalia*, isto é, uma gradual consciência na comunidade científica que o paradigma dominante não está conseguindo resolver certos problemas e que uma reestruturação das concepções existentes precisa ser efetuada. O resultado dessa crise é a emergência de um novo paradigma. Um dos aspectos fundamentais do paradigma é que ele representa “uma promessa de sucesso” (Kuhn, *ibid.*, p. 44). Ou seja, ele deixa em aberto um grande número de problemas de pesquisa, ou “quebra-cabeças” (*ibid.*, cap. 3), para serem solucionados pela comunidade.

Um dos quebra-cabeças mais valorizados pela comunidades é a adecuação entre o paradigma e realidade. O paradigma torna-se mais valorizado, quanto mais preciso experimentalmente ele for. Grande parte do trabalho experimental da ciência normal consiste exatamente nisso. Uma nova teoria vai adquirindo cada vez mais consistência à medida que novas conseqüências vão sendo deduzidas de seus axiomas centrais e sua base experimental vai sendo desenvolvida. Essas operações de consolidação, como são chamadas por Kuhn (Kuhn, 1961, p.234), podem ser muito difíceis. Esse foi o caso, por exemplo, das leis de Newton da mecânica. Quando a teoria foi enunciada em finais do século XVII somente a 3ª lei podia ser diretamente investigada pela experimentação. As primeiras demonstrações da 2ª lei só começaram a ser feitas depois do desenvolvimento da máquina de Atwood, um século depois do Principia de Newton. Investigações quantitativas diretas da lei de atração gravitacional só foram feitas a partir de 1798 por Cavendish (Kuhn, *ibid.*, p.235-6).

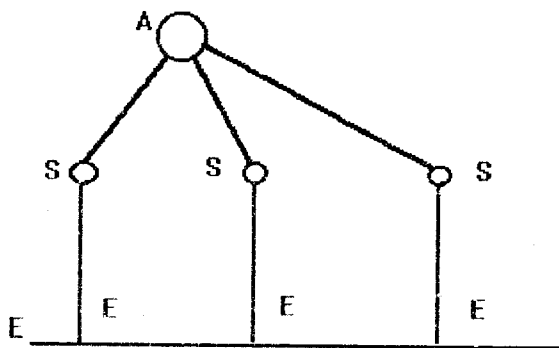
A visão kuhniana tem certo suporte na maneira como Einstein entendia o processo de invenção de uma nova teoria científica. Como apontado por Holton (1979), uma das questões centrais da epistemologia einsteiniana era seu modelo de pensamento científico, que ele expõe em diversos ensaios como no início das Notas Autobiográficas e de maneira bastante concisa, inclusive com um gráfico representado na figura abaixo, numa carta a seu amigo Solovine de 1952 (publicada em French, 1979)<sup>8</sup>.

Segundo Einstein, *E*, as “experiências diretas”, ou a “totalidade das experiências sensoriais” ou ainda a “totalidade dos fatos empíricos” são dadas a nós. *A* são “os axiomas dos quais nós extraímos as conseqüências”. Não há nenhum caminho lógico levando de *E* a *A*, e nem pode *A* ser induzido a partir da experiência, mas somente pode ser alcançado através da invenção. Apesar de “arbitrário em sua totalidade”, a escolha do sistema de axiomas está condicionada a dois fatores. Primeiro, “pelo objetivo de permitir a mais completa coordenação (intuitiva) com a totalidade das experiências sensoriais”; e em segundo lugar porque “objetivam a maior escassez possível dos seus elementos logicamente independentes (conceitos básicos e axiomas)”. Do sistema de axiomas *A* são deduzidas conseqüências lógicas  $S_1$ ,  $S_2$  e  $S_3$  que podem ser verificadas

---

<sup>8</sup> Tomamos por base a análise feita por Holton (1979) e algumas citações de outros ensaios de Einstein (Einstein, 1982).

experimentalmente. Se a correspondência entre *S* e *E* não for atingida “com grande certeza” o sistema não terá nenhum valor para a “compreensão da realidade”.



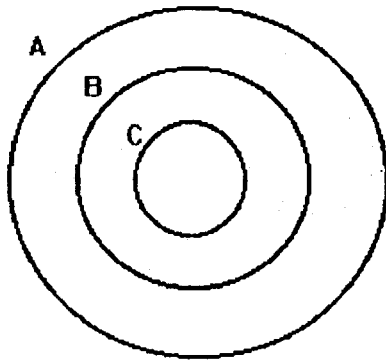
*O modelo de pensamento científico de Einstein*

O pensamento epistemológico einsteiniano bem como o kulmiano, põem em evidência um dos aspectos centrais de todo processo de aquisição de conhecimento: a necessidade de que os esquemas teóricos propostos se *ajustem à realidade*. Esse processo de ajustamento vai desde a aquisição de modelos mentais pelas crianças até à testagem e verificação de teorias pelo cientista num processo que Arbib e Hesse chamam apropriadamente de *feedback físico* (Arbib e Hesse, 1986, p.2). Portanto “a ciência é uma troca irreduzível entre experimento e teoria, e assim, a separação total entre experimento e teoria não é desejável e nem possível” (Millar, 1987). Tanto a visão kulmiana como modelo de Einstein, partilham dos pressupostos construtivistas, delineados por Mathews (Mathews, 1994, p. 141). Ou seja, não há uma verdade final a ser alcançada: a teoria ou o paradigma servem para *organizar os fatos* e a função do experimento seria *adaptar a teoria à realidade*.

## 5. Implicações para a educação

Considerando que a função do experimento é fazer com que a teoria se adapte à realidade, poderíamos pensar que como atividade educacional isso poderia ser feito em vários níveis, dependendo do conteúdo, da metodologia adotada ou dos objetivos que se quer com a atividade. A figura abaixo procura ilustrar o que queremos dizer.





Os círculos indicam níveis possíveis de contato do aluno com a atividade experimental. Quanto mais interior o círculo, tanto maior é a interação entre o aluno e o experimento e maior poderia ser a sua visão do ajuste entre a teoria em questão e a realidade.

No primeiro nível (A), teríamos uma relação fraca, um primeiro contato do aluno com equipamentos e experimentos científicos, do tipo demonstrativo. O objetivo principal dessa atividade seria atingir um grande número de alunos através da realização de experimentos interessantes que despertassem a atenção do aluno para a ciência. No segundo nível (B), a interação do aluno com o experimento é mais intensa. Ele já manipula o equipamento, tira dados e analisa, como numa *aula de laboratório* usual. É uma atividade mais demorada e que exige mais dedicação por parte do aluno, ao mesmo tempo que ele tem maior oportunidade de perceber a relação entre a teoria e a realidade, via experimento. No terceiro nível (C) o aluno constrói o equipamento e realiza experimentos sofisticados. A sua interação com o laboratório agora já é de uma razoável familiaridade com a atividade experimental e com os equipamentos do laboratório. Ele já está preparado para repassar para os seus colegas a sua experiência e o que aprendeu sobre a experimentação.

Entendemos que a atividade com alunos de 1º e 2º graus poderia começar no nível A e à medida que o interesse fosse sendo despertado o aluno iria gradualmente atingindo níveis cada vez mais interiores. De A para C haveria naturalmente uma diminuição do número de alunos envolvidos. Haveria também uma preocupação cada vez maior por parte do professor com o aspecto cognitivo da atividade, pois mesmo a construção de equipamentos pode ser realizada como uma receita: o aluno constrói sem saber exatamente o que fez ou porque aquilo funciona daquela maneira ou qual o significado e importância do experimento. De certa forma, o caminho de A para C é uma espécie de *processo de filtragem*, por onde só os estudantes que realmente se interessam pela ciência, os futuros cientistas, teriam interesse em passar.

Em Londrina nós estamos iniciando a implantação num grande colégio da cidade<sup>9</sup> de um espaço para o desenvolvimento dessa idéia. Seria uma espécie de Centro de Ciências que permitiria que os alunos mais interessados na ciência tivessem oportunidade de desenvolver pequenos projetos e ter uma maior aproximação com a atividade científica. Pretendemos também reproduzir essa idéia nos outros pólos do projeto de rede (projeto RENOP) que desenvolvemos na UEL<sup>10</sup>. Com relação à plena introdução de atividades experimentais nas salas de aula, obviamente cabe ao Estado tomar a iniciativa no sentido de procurar resolver esse problema de forma mais ampla e duradoura.

## 6. Bibliografia

- ALVARENGA, B. e MAXIMO, A. (1979). *Curso de Física*, vol. 1. SP: Harbra.
- ARBIB, M. A. e HESSE, M. B. (1986). *The Construction of Reality*. N. Y.: Cambridge Univ. Press.
- ARRUDA, S. M. (1994). *Mudança Conceitual na Teoria da Relatividade Especial*. Dissertação de mestrado. IFUSP & FEUSP.
- BARRA, E. S. O. (1994). Pode o contexto Sócio - Econômico determinar a natureza da Ciência? *Cadernos RENOP UEL*, nº 3, 38-43.
- CAREY, S.; EVANS, R.; HONDA, M.; JAY, E. and UNGER, C. (1989). An experiment is when you try it and see if it works. A study of grade 7 student's understanding of construction of scientific knowledge. *Int. J. Sci. Educ.* 11, 514-529.
- Currículo Básico para a Escola Pública do Paraná*. SEED/PR, 1992.
- EINSTEIN, A. (1982). *Notas Autobiográficas*. RJ: Ed. Nova Fronteira. Versão original de 1954.
- FEYRABEND, P. (1977). *Contra o método*. RJ: ed. Francisco Alves.
- FRENCH, A. P. (1979). *Einstein: a Centenary Volume*. Cambridge Mass: Harvard Univ. Press.

---

<sup>9</sup> Colégio Estadual Vicente Rijo

<sup>10</sup> A RENOP - Rede de Disseminação em Educação Científica do Norte do Paraná - é um projeto que envolve diversas Instituições de ensino dos três graus, com sede na Universidade Estadual de Londrina. O projeto tem pólos nas seguintes cidades: Londrina (pólo central), Apucarana, Maringá, Cornélio Procopio, Jacarezinho, Wenceslau Braz, Ivaíporã e Pitanga, possuindo uma área de abrangência de cerca de 100 municípios no norte do Estado. O projeto foi financiado pela CAPES/PADCT em 1991 e 1993 e tem o objetivo geral de contribuir para a melhoria do ensino de Ciências e Matemática de 1º, 2º e 3º graus, através da formação de professores em serviço, cursos de especialização, produção de materiais instrucionais, atendimentos gerais em educação não-formal etc.

- GIL, D. e PAYA, J. (1988). Los trabajos practicos de física y química y la metodología científica. *Revista de Ensenanza de la Física*, 2, 2: 73-79.
- HOLTON, G. (1979). Einstein's Model for constructing a scientific theory. Em *Albert Einstein: His Influence on Physics, Philosophy and Politics*. Aichelburg & Sexl (1979). Braunschweig Wiesbaden: Friedr. Vieweg and Sons.
- KOSCHNITZKI, V. (1992). *A concepção de ciência e ensino de ciências: a visão de professores de 2º grau do estado do Rio de Janeiro*. Dissertação de mestrado. Faculdade de Educação UFRJ.
- KUHN, T. (1959). *A tensão essencial: tradição e inovação na investigação científica*. Em Kuhn, 1989.
- KUHN, T. (1962) *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Edição brasileira de 1978. Série Debates. S.P.: Ed. Perspectiva.
- KUHN, T. S. (1961). *A função da medição na ciência física contemporânea*. Em Kuhn, 1989.
- KUHN, T. S. (1989). *A Tensão Essencial*. Lisboa: Edições 70.
- MATTHEWS, M. R. (1994). *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. Routledge: N. Y. and London.
- MILLAR (1987). Towards a role for experiment in the science teaching laboratory. *Studies in Sci. Educ.*, 14: 109-118.
- NUSSENZVEIG, H. M. (1981). *Curso de Física Básica. I Mecânica*. Editora Edgard Blucher Ltda. Segunda edição.
- POPPER, K. (1972a). *A lógica da pesquisa científica*. S.P. Cultrix.
- POPPER, K. (1972b). *Conjecturas e Refutações*. Brasília. Editora Universidade de Brasília.
- POPPER, K. (1975). *Conhecimento Objetivo*. EDUSP e Itatiaia.
- VILELA, C. R.; NOVAIS, L. A. L. e NOVAIS, V. L. D. *Ciências*, 6ª série (1977) e 8ª série (1978). SP: Atual Ed.