
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ORGANIZADAS EM DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS

Suzana Maria Coelho
Instituto de Física – PUCRS
Porto Alegre – RS

I. Introdução

O presente levantamento bibliográfico tem por objetivo reunir algumas referências importantes em didática das ciências que possam servir de apoio e complementação bibliográfica a pesquisadores e estudantes em tese, assim como servir de indicação para a compra de novos livros e revistas pela universidade.

Esta bibliografia não pretende ser exaustiva, muito pelo contrário, restringe-se a publicações em língua francesa, exclui obras de natureza mais geral em ciência da educação e em epistemologia das ciências, atendo-se particularmente à didática da Física. Ela será apresentada por temas, escolhidos em função do material disponível para realizar este trabalho, e que serão acompanhados de alguns comentários. Daremos maior ênfase ao tema “alguns conceitos da didática das ciências”.

A pesquisa em didática das ciências, em particular da Física, é uma atividade recente, desenvolvendo-se aproximadamente há uns vinte anos.

Originalmente, não se fazia distinção entre didática e pedagogia, ciência que trata dos problemas de ensino. Por volta dos anos 1980-1985 a didática distancia-se da pedagogia, integrando dois tipos de reflexão, um de ordem epistemológica e outro de ordem psicológica, ambos servindo de base às possíveis práticas pedagógicas (ASTOLFI; DEVELAY, 1989).

“... A pesquisa em didática é um primeiro estudo crítico teórico para tentar fundar práticas pedagógicas, baseando-se não na tradição e no empirismo, mas numa abordagem racional destas questões...” (citado por Astolfi)

Atualmente, existem dois posicionamentos distintos quanto à relação entre didática e pedagogia. O primeiro corresponderia a uma completa individualização das duas disciplinas e, neste caso, não se levaria em conta a pedagogia nas pesquisas em didática. Como conseqüência, tais pesquisas correm o risco de sofrer um enclausuramento numa reflexão epistemológica, capaz de constituir apenas uma lógica dos conhecimen-

tos a serem ensinados. A segunda posição considera uma diferenciação apenas teórica entre as duas disciplinas, admitindo, na prática, uma integração através de uma reflexão mais ampla sobre a aprendizagem. Dessa forma, a didática não se limitaria apenas a uma reflexão epistemológica (que pode compreender a lógica dos conhecimentos numa dada disciplina) e psicológica (que pode compreender a lógica da apropriação dos conhecimentos em geral), mas integraria também uma reflexão de ordem pedagógica (que se fixa sobretudo nas ciências da relação (ASTOLFI; DEVELAY, 1989)). Esta concepção se faz sentir, por exemplo, nos trabalhos de pesquisa em didática que envolvem processos de aprendizagem.

Para Astolfi, a pesquisa em didática concebida segundo esta ótica pressupõe dois aspectos distintos: o primeiro é a consideração dos conteúdos de ensino como objeto de estudo, levando-se em conta os principais conceitos que funcionam na disciplina e analisando-se suas relações; o segundo é o aprofundamento da análise das situações de sala de aula para compreender melhor seu funcionamento e os fatores que intervêm nestas situações.

II. Bibliografia por categorias temáticas

Foram selecionados os seguintes temas, em torno dos quais classificamos as referências bibliográficas:

- Alguns conceitos da didática das ciências;
- Didática das ciências e processos de aprendizagem;
- Metodologia de pesquisa.

II.a Alguns conceitos em didática das ciências

Concepções (representações, preconcepções, concepções espontâneas, concepções intuitivas, concepções alternativas, idéias prévias, raciocínios espontâneos, etc...)

O conceito de “representação”, utilizado em didática, tem sua origem na psicologia, principalmente genética e social, e tornou-se clássico a partir dos trabalhos de Bachelard, Piaget e Bruner (GIORDAN; VECCHI, 1987). Entretanto, este termo tem sido evitado em didática por alguns pesquisadores que preferem o de concepção, por considerarem que o primeiro assume diferentes conotações conforme a escola que o utiliza. O emprego de adjetivos como “intuitivas” e “espontâneas” é também suscetível de crítica, pois uma concepção não deve ser considerada como “algo que esteja disponível na cabeça do aluno”, pois, na realidade, as idéias dos alunos são construídas e emer-

gem em função do contexto, das situações e interações às quais os mesmos são confrontados.

Para clarificar o conceito de concepção, Giordan supõe que:

- Uma concepção corresponde a uma estrutura subjacente;
- Uma concepção é um modelo explicativo;
- Uma concepção tem uma origem ao mesmo tempo individual e social, discutindo-as amplamente em *Les origines du savoir* (1987).

Atualmente, os estudos sobre as concepções dos alunos constituem um dos campos mais fecundos da pesquisa em didática das ciências.

Tais estudos pressupõem certas hipóteses, a saber – citado por Tiberghien (1985):

- Os alunos possuem idéias a respeito dos fenômenos, mesmo antes de terem recebido algum ensinamento, e estas idéias têm uma certa estabilidade;
- O aprendizado de uma noção depende destas idéias, o que pressupõe uma concepção construtivista do aprendizado;
- O conhecimento destas idéias permite propor um ensino mais eficaz.

Os campos da Física mais estudados são, em ordem decrescente do número de trabalhos: mecânica, circuitos elétricos ou eletrodinâmica, calor e temperatura, luz, estado gasoso e estrutura atômica da matéria. Naqueles em que existe um maior número de trabalhos publicados, constata-se o seguinte: uma grande concordância de certos resultados e muita semelhança nas concepções de alunos pertencentes a diferentes níveis escolares.

1. VIENNOT, L. *Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire*. 1977. Thèse de doctorat. Paris 7.
2. SALTIEL, E. *Concepts cinématiques et raisonnements naturels: étude de la compréhension des changements de référentiels galiléens par les étudiants en Sciences*. 1978. Thèse de doctorat. Paris 7.
3. CLOSSET, J. L. *Le raisonnement séquentiel en Electrocinétique*. 1983. Thèse de doctorat. Paris 7.
4. KHRAIBANI-MOUNAYAR, S. *Registres d'interprétation des élèves et des professeurs de collège dans le domaine de la Mécanique*. 1984. Thèse de doctorat. Paris 7.
5. FAWAZ, A. *Image Optique et Vision. Étude exploratoire sur les difficultés des élèves de lère au Liban*. 1985. Thèse de doctorat. Paris 7.

6. ROZIER, S. Le raisonnement linéaire causal en Thermodynamique classique élémentaire. 1988. Thèse de Doctorat. Paris 7.
7. RUMELHARD, G. Quelques représentations à propos de la photosynthèse, Bulletin ASTER-INRP, 1985, 1, p. 39-63.
8. BENSEGHIR, A. **Transition électrostatique-électrocinétique: point de vue historique et analyse des difficultés des élèves.** 1989. Thèse de doctorat. Paris 7.

Transposição didática e práticas de referência

O conceito de transposição didática coloca em jogo as relações entre o conhecimento científico e o conhecimento escolar.

A transposição didática é um processo fundamental que permite a passagem de um objeto de conhecimento – científico – a um objeto a ensinar – programa – e finalmente a um objeto realmente ensinado – escolar (MARTINAND, 1988).

Este conceito foi explicitado em didática das matemáticas por Yves Chevallard (1985) e formalizado pelo mesmo autor e Johsua num importante artigo sobre a noção matemática de distância (CHEVALLARD; JOHSUA, 1982).

Em algumas disciplinas, como no caso das ciências experimentais, o conceito de transposição didática é inadequado, pois o problema não é apenas relativo à passagem do conhecimento científico ao conhecimento escolar, mas a todos os aspectos de uma prática científica. Além disso, muitas vezes o que ocorre é a passagem de uma prática que não é necessariamente científica às atividades escolares (MARTINAND, op. cit.).

Assim, a noção de transposição didática, não se adaptando a certos casos, dá origem a outra noção que precisa a primeira: é a noção de práticas sociais de referência, introduzida por Jean-Louis Martinand. Segundo Martinand, práticas de referência são as atividades sociais das quais se deseja dar, na escola, uma imagem¹. A palavra referência leva-nos a refletir sobre duas idéias fundamentais (MARTINAND, op. cit.):

1) A primeira é que não existe relação de identidade, sendo impossível criar na escola algo idêntico ao que se faz fora da escola, a uma atividade social, tomada como referência. O que existe é **comparação e referência**.

¹ Notas do curso “Eléments de didactique en Sciences expérimentales – Concepts fondamentaux”, ministrado por Jean-Louis Martinand na Universidade de Paris 7, no DEA de 1986-1987.

2) A segunda é que existem várias referências possíveis. As atividades em Ciências Físicas, por exemplo, podem ter como referência atividades de engenharia, atividades de produção, atividades domésticas, atividades culturais, atividades de pesquisa, etc.

É importante estarmos conscientes das diferenças entre as atividades escolares e a prática que tomamos como referência. Esta comparação implica relacionar os objetivos, os conteúdos, as atividades pedagógicas, as tarefas, enfim, as situações reais dos alunos, incluindo seu aspecto social e as competências com os de uma prática social de referência, assim como manter uma coerência interna entre todos os elementos da atividade escolar.

Se a diferença entre a atividade desenvolvida na escola e a atividade tomada como referência é muito acentuada, os pontos em comum que permitem a comparação entre as duas atividades desaparecem e a referência deixa também de existir. Por outro lado, se a diferença é muito pequena, o que deixa de existir é a razão de ser da própria escola. É por esta razão que em certos casos convém atenuar as diferenças e em outros criá-las.

Em geral, a escola tende a praticar o que se chama de auto-referência através de práticas como cópia de manuais escolares, organização da atividade escolar em função dos próprios exames, etc.

A noção de prática de referência é muito importante e intervém diretamente na questão da formação de professores. Tal formação implica, na realidade, numa dupla formação: uma formação na prática de referência e uma formação profissional no sentido do professor aprender a explorar sistematicamente as atividades escolares e a realizar a transposição didática.

A noção de prática de referência precisa a de transposição didática: enquanto a noção de transposição didática se restringe ao interior de uma dada disciplina, a noção de prática de referência é mais abrangente, pois permite o estabelecimento de relações entre o que se passa na escola e o que se passa fora do âmbito escolar.

Essas duas noções são consideradas como fundadoras da didática (MARTINAND, op. cit.). O artigo de Halbwachs (1974) traz importantes esclarecimentos sobre o assunto.

9. HALBWACHS, F. *La pensée physique chez l'enfant et le savant*. Switzerland: Delachaux et Niestlé S. A., Neuchâtêtel, 1974.

10. HALBWACHS, F. *La physique du maître entre la physique de l'élève et la physique du physicien*. *Revue Française de Pédagogie*, 1975, 33.

11. CHEVALLARD, Y.; JOHSUA, M. A. Un exemple d'analyse de la transposition didactique. La notion de distance. Recherches en Didactique des Mathématiques, 1982, 1, p. 159-239.

12. CHEVALLARD, Y. **La transposition didactique. Des mathématiques savantes aux mathématiques enseignées.** La pensée sauvage, 1985.

Objetivo-obstáculo

Em ciência da educação, muitos trabalhos tratam do problema dos objetivos, como, por exemplo, a taxonomia proposta por Bloom, bastante conhecida e utilizada na confecção dos planos de curso nas escolas brasileiras.

Segundo Martinand (op. cit.), tais objetivos procuram, na realidade, definir os resultados esperados do ensino, a fim de permitir a concepção e a avaliação dos programas. Tais objetivos têm um caráter operacional, uma vez que o professor deve explicitar o que o aluno “deve ser capaz de fazer”, em termos de comportamentos observáveis, para permitir o controle e a orientação das atividades de ensino. Entretanto, sabe-se que, na maioria das vezes, tais objetivos não são efetivamente utilizados pelos professores. Para Martinand, isso se deve à inexistência de relação entre as finalidades, os objetivos e os procedimentos, os objetivos sendo concebidos independentemente dos conteúdos e procedimentos. O autor considera que o número de objetivos deve ser reduzido e que os objetivos devem ter um papel específico para que, assim, sejam efetivamente utilizados pelos professores. Ele sugere, então, que se substitua os “objetivos-capacidades” por “objetivos-obstáculos”, através do seguinte procedimento:

1º) **Expressar os objetivos em termos de obstáculos transponíveis.** Isso pressupõe que exista no percurso do aluno um número limitado de obstáculos transponíveis, correspondendo a progressos significativos no plano científico, tais obstáculos podendo ser caracterizados no plano dos conhecimentos, dos métodos, do “savoir - faire” ou das atitudes.

2º) Caracterizar **objetivos que localizam obstáculos** – e indicam ao professor exatamente onde devem ser feitos os esforços – e **indicadores de tipo operacional** que permitam avaliar de forma objetiva.

O número de objetivos significativos sendo limitado, implica uma redução no número de objetivos.

3º) Elaborar os objetivos com os próprios utilizadores.

O conceito de objetivo-obstáculo, introduzido por Jean-Louis Martinand e inspirado na noção de “obstáculo epistemológico”, elaborado por Bachelard (1983), parece constituir uma saída promissora para os trabalhos de pesquisa envolvendo concepções e raciocínios dos alunos.

13. MARTINAND, J. L. *Connaître et transformer la matière. Des objectifs pour l’initiation aux Sciences et Techniques*. Berne: Peter lang S.A., 1986.

14. BACHELARD, G. **La formation de l’esprit scientifique** (12ème ed). Paris: Librairie Philosophique J. Vrin, 1983.

II.b Didática das ciências e processos de aprendizagem

Concepções

As pesquisas sobre as concepções dos alunos permitem realizar diagnósticos que nem sempre são suficientes para prever e propor intervenções didáticas.

A utilização dos resultados destas pesquisas implica, de um lado, uma mudança na própria metodologia de pesquisa, pois as concepções, não sendo produtos finais disponíveis na cabeça do aluno, independentemente do contexto, necessitam ser estudadas em situações que se aproximam da realidade escolar; por outro lado, há também necessidade de uma tomada de posição quanto à maneira de utilizar estas concepções e ao que fazer com elas:

- Devemos ignorá-las?
- Devemos conhecê-las e torná-las uma fonte de motivação?
- Devemos conhecê-las e agir contra elas?
- Devemos conhecê-las e transformá-las?, etc.

Atualmente, desenvolvem-se pesquisas que tentam relacionar o estudo das concepções com outras noções como objetivos, transposição didática e estratégias pedagógicas.

15. MACEDO DE BURGHI, B. *Etude des pré-acquis de l’enfant sur les notions de chaleur et de température – application au processus d’enseignement – apprentissage*. Thèse de doctorat, Centre d’Orsay – Paris 11, 1981.

16. SÉRÉ, M. C.; TIBERGHIE, A.; BARBOUX, M.; CHOMAT, A. *Les représentations des élèves de Gème et leur évolution. Température-chaleur. Etat gazeux*. Paris 7: LIRESPT – INRP, 1983.

17. GUILLOCHIN, F.; LAGET, C. La recherche des représentations à partir d'une situation ouverte: l'étude des animaux de la mare. ASTER, v. 21, p. 147-162, 1984.
18. SÉRÉ, M. G. Analyse des conceptions de l'état gazeux qu'ont les enfants de 11 à 13 ans, en liaison avec la notion de pression et propositions de stratégies pédagogiques pour en faciliter l'évolution. 1985. Thèse de doctorat. Paris 6.
19. Rapport de l'équipe parisienne de recherche. Etude des représentations préalables de quelques notions de sciences physiques et leur évolution chez les élèves de collège. Paris: LIRESPT – Paris 7 et INRP, 1985.
20. GIORDAN, A.; VECCHI, G. Les origines du savoir. Paris: Delachaux & Niestlé, 1987.
21. DE VECCHI, G.; GIORDAN, A. L'enseignement scientifique: comment faire pour que "ça marche"? Nice: Z'éditions.
22. DUCROS, B. **Le concept de circulation du sang: productions d'outils didactiques.** 1989. Thèse de doctorat. Paris 7.

Raciocínio experimental

Certas pesquisas procuram investigar os modos como os estudantes raciocinam quando são confrontados com situações problemas experimentais. É o caso, por exemplo, dos trabalhos desenvolvidos por Giordan, A., Weil-Barais, A. e outros que relacionamos abaixo.

23. GIORDAN, A. Une pédagogie pour les Sciences Expérimentales. Paris: Centurion, 1978.
24. GIORDAN, A. Observations-Expérimentation: Comment les élèves apprennent-ils? Revue Française de Pédagogie, v. 44, p. 66-73, 1978.
25. ASTOLFI, J. P. L'analyse des représentations des élèves en Sciences Expérimentales. Voie d'une différenciation de la pédagogie. Revue Française de Pédagogie, v. 68, p. 15-25, 1984.
26. Collection Rapports de Recherches – ASTER. Procédures d'apprentissage en Sciences Expérimentales. Paris: INRP, 1985, 3.

27. CAUZINILLE-MARMÈCHE, E.; MATHIEU, J.; WEIL-BARAIS, A. Les savants en herbe 2. ed. Berne: Peter Lang, 1985.
28. JOHSUA, S.; DUPIN, J. J. Expérimentations d'approches hypothético-déductives de la Physique en classe de seconde: conditions et évaluation. VI – Enseignement de l'électricité. Rapport de recherche présenté le 1er juillet 1989. Travaux réalisés par le groupe de recherche en didactique de la Physique de Marseille.
29. BEAUFILS, D.; SALAMÉ, N. Quelles activités expérimentales avec les ordinateurs dans l'enseignement des Sciences? ASTER, v. 8, p. 55-79, 1989.
30. DEVELAY, M. Sur la méthode expérimentale. ASTER, v. 8, p. 3-5, 1989.

Modelização

A construção de modelos é uma atividade fundamental nas ciências físicas, mas que é muitas vezes ignorada nas práticas pedagógicas de ensino de ciências. Assim, por exemplo, raramente as noções de ponto material, vetor força, raio luminoso, átomo, etc. são ensinadas como sendo construções mentais, representações construídas pelo homem para interpretar a realidade, o que faz com que os alunos muitas vezes considerem tais noções como uma realidade perceptível.

Segundo Martinand – citado em Astolfi e Develay (1989) – os modelos permitem a apreensão de dois aspectos da realidade:

- facilitam a representação do “velado”: substituindo representações primeiras por variáveis, parâmetros e relações entre variáveis, permitem a passagem a representações mais relacionais e hipotéticas;

- auxiliam a pensar o complexo: identificando e manipulando bons sistemas, permitem descrever as variáveis de estado e de interação, as relações internas entre estas variáveis e os valores das limitações exteriores.

Alguns trabalhos de pesquisa em didática propõem atividades de modelização que consistem em imaginar um mecanismo velado capaz de dar uma interpretação aos fatos observados, como em Neuvièmes Journées Internationales sur l'Education Scientifique (1987).

Outros consistem em construir e utilizar uma relação geral entre grandezas, o que permite prever e explicar as mudanças de estado observadas, como em Martinand et al. (1987).

31. MEHEUT, M. Combustions et réactions chimiques dans un enseignement destiné à des élèves de sixième (11-12 ans). Analyse d'une expérience d'enseignement comportant la présentation d'un modèle particulière. Etude des conceptions des élèves. 1982. Thèse de doctorat, Paris 7.

32. Neuvièmes Journées Internationales sur l'Education Scientifique. Modèles et Simulation. Centre Jean Franco. Chamonix: GIORDAN, A.; MARTINAND, J. L., 1987.
33. LEMEIGNAN, G.; WEIL-BARAIS, A. Apprentissage de la modélisation à propos de l'enseignement de la mécanique au Lycée. Paris 7: LIRESPT, 1987.
34. MARTINAND, J. L.; et al. Enseignement et apprentissage de la modélisation. Quantité de mouvement et modèle particulière. Paris 7: LIRESPT, 1987.
35. ASTER – Recherche en Didactique des Sciences Expérimentales – INRP-Paris. Modèles et Modélisation, v. 7, 1988.
36. ASTER – Recherche en Didactique des Sciences Expérimentales – INRP-Paris. Expérimenter, modéliser, v. 8, 1989.
37. JOHSUA, S.; DUPIN, J. J. **Représentations et modélisations:** “le débat scientifique” dans la classe et apprentissage de la Physique. Berne: Ed. Peter Lang S.A., 1989.

Outros

Incluimos neste item trabalhos que se referem ao estudo de resolução de problemas assim como os que analisam diferentes processos de aprendizagem.

38. FAUCONNET, S. Etude de résolution de problème: quelques problèmes de même structure en Physique. 1981. Thèse de Doctorat. Paris 7.
39. DUMAS-CARRÉ, A. La résolution de problèmes en Physique au Lycée. Le procédural: apprentissage et évaluation. 1987. Thèse de doctorat. Paris 7.
40. Collection Rapports de Recherches. Résolution de problèmes en Mathématique et Physique. ASTER, v. 12, 1987.
41. XIèmes Journées Internationales sur l' Education Scientifique et Technique. **Les aides didactiques pour la culture et formation scientifiques et techniques.** Centre Jean Franco-Chamonix: GIORDAN, A.; MARTINAND, J. L.; SOUCHON, C., 1989.

II.c Metodologia de pesquisa

A bibliografia que citamos, referente à metodologia de pesquisa, não se restringe à área de didática.

42. GHIGLIONE, R.; MATALON, B. **Les enquêtes sociologiques – Théories et pratique**. Paris: Armand Colin, 1978.
43. REUCHELIN, M. **Précis de Statistique**. 3. ed. Paris: PUF, 1982.
44. CIBOIS, P. **L'analyse des données en Sociologie**. Paris: PUF, 1984.
45. BLANCHET, A.; et al. **Entretien dans les Sciences Sociales**. Paris: Dunod, 1985.
46. CIBOIS, P. **L'analyse factorielle**. 2. ed. Paris: PUF, 1987.
47. CORROYER, D.; WEIL-BARAIS, A. **Manuel Pratique de Méthodologie pour la recherche en Didactique des Sciences Experimentales – Analyse des données**. Paris: LIRESP-Paris 7, 1987.

III. Conclusão

Apresentamos neste artigo uma síntese de referências importantes, classificadas por diferentes temas em didática das ciências, que esperamos possa ser útil a estudantes e pesquisadores nesta área.

Em anexo, especificamos alguns endereços que podem servir para contato e compra de revista e documentos.

IV. Referências

- ASTOLFI, J. P.; DEVELAY, M. *La didactique des sciences*. Paris: PUF, 1989.
- BACHELARD, G. *La formation de l'esprit scientifique*. 12. ed. Paris: Librairie Philosophique J. Vrin, 1983.
- GIORDAN, A.; VECCHI, G. *Les origines du savoir*. Paris: Delachaux & Niestlé, 1987.
- HALBWACHS, F. *La physique du maître entre la physique de l'élève et la physique du physicien*. *Revue Française de Pédagogie*, v. 33, 1975.
- MARTINAND, J. J.; et al. *Enseignement et apprentissage de la modélisation. Quantité de mouvement et modèle particulaire*. Paris 7 – LIRESP, 1987.
- MARTINAND, J. J. *Quelques apports des recherches en didactique à l'enseignement des sciences physiques*. *BUF*, v. 706, p. 891-913, 1988.
- NEUVIÈMES JOURNÉES INTERNATIONALES SUR L'EDUCATION SCIENTIFIQUE. *Modèles et simulation*. Centre Jean Franco. Chamonix: GIORDAN, A.; MARTINAND, J. L., 1987.

TIBERGHEN, A. Quelques éléments sur l'évolution de la recherche en didactique de la physique. **Revue Française de Pédagogie**, v. 72, p. 71-86, 1985.

APÊNDICE

Alguns endereços

INRP – Institut National de Recherche Pédagogique – Service de Publications

29, rue d'Ulm

75230 – PARIS-CEDEX 0 Tel (1) 46.34.90.49

Neste endereço podem ser encontradas as seguintes publicações que constam na presente bibliografia: ASTER, Collection Rapports de Recherches – ASTER e Revue Française de Pédagogie.

Souchon, C.

2, place Jussieu – Université Paris 7

U. F. de Didactique. Couloir 45-46- 1^{er} étage

75251 – PARIS – CEDEX 05 Tel (1) 46.34.62.10

Você pode solicitar, escrevendo para este endereço, os “Actes des Journées Internationales de Chamonix”.

2, place Jussieu

Mme Pageot

Bibliothèque Chimie Enseignement

Tour 34 – Rez-de-chaussée

75251 – PARIS – CEDEX 05

Algumas das referências citadas, como as teses em didática da Física, podem ser encontradas neste local.

Union des Physiciens

44, bd St Michel

75270 – PARIS – CEDEX 06

O BUP (Bulletin de l'Union des Physiciens) pode ser solicitado no endereço acima.