

FILOSOFIA DA CIÊNCIA, ENSINO DE CIÊNCIAS E PSICANÁLISE: *explorando analogias*

Science Philosophy, Science Teaching and Psychoanalysis: exploring analogies

Alberto Villani¹

RESUMO

Desenvolveremos um esquema referente às atitudes dos cientistas frente ao conhecimento científico, tendo como referência, de um lado, o debate entre Kuhn, Popper, Lakatos e Feyerabend e, de outro, conceitos da psicanálise lacaniana. Em seguida, exploraremos esse esquema com uma analogia que nos permitirá elaborar novas interpretações para a educação em Ciências.

Palavras-chave: Analogias; Psicanálise e Educação; Filosofia da Ciência.

ABSTRACT

This article presents a scheme to understand scientists attitudes towards scientific knowledge using as references: Kuhn, Popper, Lakatos and Feyerabend on one side and Lacan's psychoanalytical concepts on the other. Such scheme is used to build an analogy in elaboration of new interpretations about Science Education.

Key Words: Analogies, Psychoanalysis and Education, Science Education and Philosophy.

INTRODUÇÃO

O processo de aprendizagem de uma ciência é tão complexo que o exercício do ensino só pode ser estruturado de maneira quase artesanal. As pesquisas têm tido por objetivo fornecer subsídios, ainda que parciais, para a compreensão destes processos e sugestões localizadas sobre estratégias de ensino. Em particular, a História e a Filosofia da Ciência têm sido uma fonte de grande inspiração para elaborar modelos de aprendizagem em Ciências, sobretudo a partir do sucesso do trabalho sobre mudança conceitual de Posner e colegas (1982), no início da década de 80. Explorando uma analogia com a perspectiva pós-positivista de Kuhn, Lakatos e Toulmin sobre as mudanças no desenvolvimento das ciências, os autores propuseram um modelo para monitorar a modificação das concepções prévias dos alunos. Desde este trabalho pioneiro, muitos outros foram desenvolvidos durante a mesma década. Por exemplo, Piaget e Garcia (1982) propuseram uma analogia entre a dinâmica das mudanças científicas e a das idéias das crianças; Saltiel e Viennot (1984) apresentaram analogias entre as concepções

na teoria do ímpetus e as concepções dos alunos sobre inércia; Siepínska (1985) recuperou as teses de Bachelard sobre os obstáculos epistemológicos para interpretar as dificuldades dos alunos relativas à noção de limite matemático.

Na década de 90, a visão de Laudan (1977 e 1984), que focalizava a variedade de atitudes dos pesquisadores em relação ao conhecimento científico e à comunidade científica, foi explorada em vários trabalhos referentes ao ensino de Ciências: Duschl & Gitomer (1991), Villani (1992) e Cudmani e colegas (2000) discutiram, respectivamente, o ensino por projetos, os limites da mudança conceitual e um modelo integrado para a aprendizagem das ciências. Nessa mesma época, Gil-Perez (1993) desenvolveu um modelo de ensino e aprendizagem explorando a analogia entre estudante e cientista novato. Por sua vez, Chinn e Brewer (1993) e Villani & Arruda (1998) interpretaram as atitudes dos estudantes frente, respectivamente, às anomalias experimentais e à Teoria da Relatividade como análogas às dos cientistas. Também podemos lembrar a exploração da filosofia da ciência por parte de Mortimer (1995), que propôs a idéia de Perfil Conceitual como modificação do Perfil Epistemológico de Bachelard.

Neste trabalho procuraremos avançar nesta linha de exploração da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências, propondo uma dúlice operação. Em primeiro lugar, tentaremos desenvolver um esquema referente às atitudes dos cientistas frente ao conhecimento científico e suas mudanças, tendo como referência, de um lado, o debate entre Kuhn, Popper, Lakatos e Feyerabend, no Congresso de Londres de 1965 (Lakatos & Musgrave, 1979), e, de outro, algumas idéias da psicanálise lacaniana (Fink, 1998). Em segundo lugar, procuraremos explorar esse esquema com uma analogia que nos permitirá elaborar novas interpretações para a aprendizagem das ciências.

INTERPRETANDO O DEBATE FILOSÓFICO

Um marco fundamental no pensamento filosófico, referente ao desenvolvimento científico e às mudanças que ele apresenta, foi proporcionado pelas idéias de Kuhn. De maneira resumida, em seus primeiros trabalhos (1962, por exemplo) ele caracterizou o desenvolvimento da Ciência mediante as fases pré-paradigmática, ciência normal e revolucionária². Essas idéias têm sido longamente discutidas, gerando reações desde a aceitação incondicional até a rejeição, muitas vezes sem um

¹ Instituto de Física, Universidade de São Paulo, com auxílio parcial do CNPq. E-mail: avillani@if.usp.br

entendimento adequado de seus pontos de vista. Em particular, em 1965, no Colóquio Internacional sobre Filosofia da Ciência, as teses kuhnianas foram o tema central do debate (KUHN, 1979).

ADESÃO NORMAL OU REVOLUCIONÁRIA?

Apesar de aceitarem implicitamente a distinção entre ciência normal e revolucionária, os vários filósofos que participaram do Congresso ficaram insatisfeitos com a sistematização de Kuhn, pois ela parecia analisar historicamente as várias situações de maneira extremamente simplificada e com a perspectiva de que o abandono da crítica dos fundamentos seria quase inevitável numa comunidade científica madura. Essa idéia era reforçada por outra tese do autor de que a formação de novos pesquisadores num paradigma evitaria enfrentar seus problemas de fundo e reinterpretaria a história como um caminho obrigatório para o paradigma. Um ponto de divergência implícito nas críticas de vários participantes do Congresso era de que maneira o modelo kuhniano conseguiria explicar como a comunidade científica, acostumada a acreditar no paradigma e a formar pesquisadores com confiança total nele, de repente, frente à experiência da decepção, podia tornar-se crítica até os fundamentos e ser capaz de criar outra alternativa.

Em resumo, o que efetivamente sobrou do debate foi considerado um avanço importante na interpretação kuhniana da ciência foi focalizar a presença de um esforço sistemático bastante diferenciado, dirigido, de um lado, para a exploração de um determinado paradigma, deixando sem resposta, ao menos provisoriamente, as possíveis críticas mais radicais, e, de outro lado, para a elaboração de novas alternativas, incompatíveis com a teoria mais utilizada. Também tornou-se bastante aceito que, na História da Ciência, poderíamos encontrar tanto situações de coexistência entre vários paradigmas em competição, quanto um domínio bastante amplo de um deles. Posteriormente foi também aceito que haveria a possibilidade de colaboração entre cientistas ligados de alguma forma a diferentes Tradições de Pesquisa (LAUDAN, 1977).

Um ponto importante a ser focalizado é o aspecto subjetivo dessa situação. Apesar da presença dominante da “ciência normal” ou “revolucionária” depender da história e das características do desenvolvimento científico até aquele momento, o cientista quase sempre poderia dirigir sua escolha mais favoravelmente para um ou outro lado. Assim, em nossa interpretação, haveria uma primeira dimensão capaz de caracterizar a relação do cientista com o conhecimento científico: sua adesão ao conhecimento

vigente. Uma *adesão normal* caracterizaria o pesquisador orientado pelo otimismo em relação às possibilidades heurísticas do paradigma ou de uma teoria estabelecida: para ele este ou esta poderiam ser melhorados, dando novos frutos. Pelo contrário, uma *adesão revolucionária* caracterizaria o pesquisador orientado pela insatisfação em relação ao conhecimento vigente: para ele as bases do presente deveriam ser abandonadas e algo novo construído no lugar. Em nossa interpretação, a possibilidade de aderir ou não ao conhecimento vigente teria fundamentos inconscientes: seria a *identificação com alguns significantes* do mesmo que dependeria de detalhes da história psíquica do pesquisador. O *investimento da libido* nestes significantes operaria pesando sutilmente em favor da escolha de algumas razões conscientes no lugar de outras, justificando, dessa forma, a continuidade na confiança, no paradigma e/ou esforço para elaborar outra teoria. No primeiro caso, o abandono do presente por um futuro incerto seria visto, provavelmente, como uma perda maior do que o ganho possível; no segundo caso, o abandono do presente seria interpretado como a possibilidade de alcançar uma melhoria radical. Devemos admitir que um pesquisador poderia estar capturado por um destes tipos de adesão de maneira estável como os cientistas que permaneceram fiéis a uma concepção até a morte, ou poderia deslizar de um para outro, dependendo das circunstâncias, como aconteceu, por exemplo, com Planck, que acreditava na teoria do éter eletromagnético, mas contribuiu valiosamente tanto para o surgimento da Física quântica quanto para o aperfeiçoamento da Teoria da Relatividade Restrita, na primeira década de 1900 (GOLDBERG, 1979).

ATTITUDE CRÍTICA OU DOGMÁTICA?

Um ponto interessante apresentado pelos críticos de Kuhn foi a defesa da reflexão crítica sobre os fundamentos do paradigma: ela estaria presente em cada época, pelo menos no conjunto da comunidade científica. Ela poderia ser focalizada explicitamente e capturar o interesse de um grupo interessado em investigar outro paradigma, como Lakatos sustentava, ou poderia ser relegada a conversas informais que não são traduzidas imediatamente em trabalhos de pesquisa, mas que permanecem disponíveis para momentos futuros, ou poderia, finalmente, ser desenvolvida por um número muito limitado de cientistas, de maneira marginal aos interesses da maioria da comunidade ou com seu apoio implícito (LAUDAN, 1977). Admitindo uma presença explícita ou latente do espírito crítico na comunidade científica, a proposta kuhniana de mudança de paradigma aparece mais inteligível e plausível. Frente às dificuldades de promover

² A fase pré-paradigmática é dominada por procedimentos de ensaio e erro, por recolhimento de dados e fatos, por generalizações e explicações precárias e por rediscussão e reformulação dos fundamentos do campo de pesquisa.

A ciência normal nasce quando conquistas científicas são reconhecidas universalmente e tornadas pontos de partida e orientação para as produções futuras, propiciando a articulação de um paradigma. A fundamentação teórica do campo é garantida, assim como os critérios para a escolha dos problemas e os instrumentos para sua solução.

A revolução científica começa quando o paradigma perde o seu poder heurístico e não consegue mais funcionar como orientador de pesquisas: há concentração de pesquisas em torno das anomalias, que resistem à solução pela teoria vigente. Nesta fase há perda de elementos reguladores confiáveis e tudo pode ser rediscutido. A produção de um novo paradigma, diferente e, de alguma forma, incomensurável em relação ao anterior, inicia um novo ciclo que durará até a próxima crise.

um progresso, a comunidade dos adeptos apela para os mestres do paradigma, os cientistas mais famosos que, por sua habilidade ou por sua ligação com o surgimento do paradigma, têm maiores condições de resolver os imprevistos. Se, mesmo com esse esforço, os resultados forem pouco satisfatórios, novas decisões podem ser tomadas: desde fomentar os discursos e as pesquisas sobre os fundamentos, promover mais intensamente pesquisas com enfoques alternativos, até adotar novas diretrizes teóricas ou metodológicas. Enfim, o clima científico muda radicalmente e o que Kuhn chama de ciência revolucionária pode se tornar realidade.

Em síntese, o esquema kuhniano, com as ressalvas apontadas, pode ser interpretado como sugerindo que a maioria do grupo que adere a um paradigma em alguns períodos pode se preocupar pouco em criticá-lo e preferir dedicar-se a explorá-lo até as últimas consequências, pois sempre terá alguém que, explícita ou implicitamente, manterá viva a crítica, tornando-se líder desse tipo de trabalho na comunidade científica, logo que as circunstâncias forem favoráveis. Em nossa opinião, seria essa disponibilidade latente que permitiria ao discurso crítico tornar-se explícito e abrangente em algumas situações. Dessa forma, decisões tomadas anteriormente sempre seriam passíveis de serem avaliadas posteriormente de maneira reflexiva (BEZERRA, 1999). Isso tornar-se-ia mais evidente quando aparecessem resultados e sintomas inesperados, capazes de deixar todos, de alguma forma, frustrados, ou quando o desafio fosse enfrentar problemas resistentes a solução, apesar dos esforços investidos.

Contudo, as críticas ao modelo de Kuhn foram mais amplas, considerando a caracterização da ciência normal e revolucionária muito simplificada. Para Popper, por exemplo, a história aponta casos de cientistas "normais", extremamente resistentes à crítica de suas linhas de pesquisa, porém é possível também encontrar casos como o de Boltzmann, que sempre foi extremamente aberto e original em relação à sua pesquisa, apesar de certamente não poder ser identificado como cientista revolucionário. O pensamento de Popper pode ser completado com as afirmações de Lakatos de que também os pesquisadores participantes de um processo revolucionário, ao proporem suas alternativas, às vezes, tornam-se altamente relutantes em considerar relevantes as críticas a elas endereçadas. Identificar o cientista normal como alguém que considera o abandono do presente uma perda maior do que o ganho parece correto, mas bastante simplificado. Isso ocorre de maneira análoga para o caso de identificar o cientista revolucionário como alguém que considera as mudanças radicais como uma chance para alcançar uma melhoria efetiva.

Assim, para entender as relações de um pesquisador

com o conhecimento científico, podemos sugerir um esquema de dupla entrada: ele pode optar por permanecer num processo *normal* ou se envolver num processo *revolucionário*, dependendo de vislumbrar o progresso científico como um aperfeiçoamento do paradigma vigente ou o desenvolvimento de novos fundamentos; ele pode ter uma atitude *crítica* ou *dogmática* frente às contestações e anomalias de sua teoria, dependendo dele considerá-las ou não em seu horizonte.

Para dar conta das considerações levantadas pelos filósofos, podemos complementar esse esquema descrevendo a possibilidade de mudança de um pesquisador de uma categoria para outra, por exemplo de cientista novato dogmático para pesquisador crítico, normal ou revolucionário. Para tanto, utilizaremos também alguns conceitos da psicanálise lacaniana particularmente úteis na descrição do processo de aprendizagem (VILLANNI, 1999): o de Outro e o de gozo³.

Quando um pesquisador novato fica encantado com as perspectivas de um determinado paradigma, ele o adota como guia e instrumento de trabalho e procura se dedicar a resolver os correspondentes problemas que se apresentam, fortalecendo, dessa maneira, seu conhecimento e seu laço com o paradigma. Em geral, este sujeito está pouco disposto a questionar os fundamentos do paradigma, mesmo que nem tudo seja perfeito na rotina de trabalho. Em outras palavras, o encontro frutífero com um novo conhecimento envolve uma postura inicial, na qual as dúvidas são deixadas de lado e todas as suposições de saber estão do lado do conhecimento a ser adquirido. Trata-se de uma espécie de "transferência", na qual o cientista procura pensar com as regras, imagens, critérios, pressupostos do paradigma, até efetivamente esgotar as dúvidas quanto ao seu entendimento. É importante sinalizar que a adesão a um paradigma não é dada principalmente pela assimilação do conjunto de conhecimentos explícitos que o caracterizam, mas pelo "assujeitamento" do próprio saber implícito ou inconsciente do cientista. Essa captura se realiza via incorporação da linguagem, dos exemplos significativos e valores e, sobretudo, dos critérios de escolha característicos do paradigma. De alguma forma, o cientista, ao se identificar com o paradigma, realiza um investimento libidinal que ao mesmo tempo o conforta com a ilusão de ter encontrado finalmente algum "*conhecimento definitivo*" e o libera do confronto inconsciente com a fragilidade do saber adquirido. Trabalhar com o paradigma tornou-se o gozo, a satisfação consciente e inconsciente do cientista novato. É a fase que Lacan (1973) chama de "alienação", em contraposição à "separação". Em nosso caso o cientista ficou enredado de maneira implícita no saber do Outro, ou seja, da Comunidade ou de um grupo ou até de um cientista famoso que construiu o paradigma.

³ Na psicanálise, Outro (grande Outro) indica a referência implícita do sujeito. Inicialmente, seus representantes são os pais, posteriormente qualquer instância social que o capture. Refere-se à fonte dos significantes, ou seja, ao tipo de discurso que captura inconscientemente os indivíduos e molda seus desejos e suas ações. Define implicitamente um lugar de referência que pode ser ocupado provisoriamente por outros elementos relacionados com a escola ou o contexto sociocultural. O gozo corresponde à hipótese teórica da presença de uma satisfação inconsciente. Refere-se ao investimento libidinal inconsciente, que mobiliza as representações, provocando a "satisfação" que se repete nas aprendizagens às situações que se repetem. Em particular, fazemos referência a esse elemento todas as vezes que encontramos repetições que não têm uma explicação ao nível da consciência do aprendiz (ele não sabe por que isso acontece) (FINK, 1998).

No entanto, essa “lua de mel” pode ser interrompida. De fato, como parece sustentar Kuhn, os indícios de fracasso podem ser o ponto de partida para que a relação do cientista com o paradigma deixe de ser alienante e ele se torne efetivamente o crítico tão elogiado por Popper. Em algum momento dessa situação angustiante pode surgir, para o cientista individual, a dúvida subjetiva e objetiva em relação ao paradigma, ou seja, de um lado, ele pode questionar sua adesão e sua “alienação” ao paradigma, e, de outro, também a própria fundamentação e adequação do paradigma podem ser criticadas explicitamente. A partir desse momento, se as dúvidas em relação à eficácia do paradigma começam a ser focalizadas, inicia-se o processo de “separação”, que levará à construção de sua própria visão sobre o assunto, podendo envolver ou não o abandono efetivo do paradigma. Entretanto, todo esse processo de afastamento não é necessário e, menos ainda, automático. Ele pode acontecer ou não. De fato, o cientista pode não querer se implicar pessoalmente nesta dúvida, não deixar que venha à tona tudo aquilo que, de alguma maneira, ele abafou e que não estava em ressonância com o paradigma. O ponto fundamental é que a percepção de que algo parece estar fora de controle somente leva a uma “separação” crítica do paradigma se for *subjetivada implicitamente (inconscientemente)*. Caso contrário, ou seja, caso o cientista continue seguindo as diretrizes da comunidade, ele permanecerá “alienado”, afastado da maturidade como pesquisador, mesmo que adote mudar de paradigma.

Do ponto de vista psicanalítico, a “separação” significa, para o cientista, aceitar radicalmente (inconscientemente) que ele está sozinho frente à demanda sem fim do conhecimento e que ninguém pode assumir essa posição em seu lugar. Essa nos parece a barreira implícita que separa o conhecer crítico do dogmático: aceitar, no inconsciente e não somente em nossas afirmações conscientes, que nada é definitivo e, portanto, antes ou depois, será questionado em algum aspecto. Em nossa opinião, o processo é complexo: os eventos podem empurrar o cientista a romper com a rotina de adesão e assumir implicitamente uma postura crítica. Por sua vez, uma postura crítica pode levar o cientista a fazer uma leitura diferente dos eventos e ultrapassar ou reorganizar o conhecimento adquirido, subjetivando os riscos envolvidos nessa operação. Isso significa separar-se do conhecimento do Outro e adotar uma posição de responsabilidade em relação ao conhecimento, tanto como cientista normal, quanto como cientista revolucionário. Caso contrário permanecerá um cientista dogmático, normal ou revolucionário, ou seja, assujeitado à “onda” dominante, seja ela o paradigma vigente ou a nova idéia revolucionária.

Em resumo, em nossa interpretação, haveria uma segunda dimensão capaz de caracterizar a relação do cientista com o conhecimento científico, que podemos chamar de *atitude*, ou seja, a disponibilidade para *subjetivar* a fragilidade ou as potencialidades do conhecimento em jogo. A atitude será *crítica* quando o

pesquisador tomar a sério as eventuais críticas ou sucessos da teoria em jogo, resistindo às rotinas e às racionalizações. Pelo contrário, a atitude será *dogmática* quando prevalecer a adesão a uma opinião pré-formada. É importante notar que atitude dogmática está presente na comunidade científica não somente na alienação do cientista novato que não conseguiu subjetivar as limitações do conhecimento estabelecido porque ainda não produziu uma contribuição significativa, mas também todas as vezes que um conhecimento novo é julgado de forma superficial. Também não podemos esquecer que na economia e no desenvolvimento da comunidade científica parece jogar um papel importante o diálogo entre quem toma sempre a sério as novas propostas e quem prefere concentrar sua atenção em poucos trabalhos mais tradicionais.

CONSTRUÇÃO OU DESVELAMENTO?

Uma contribuição interessante de Feyerabend (1973), apresentada no Colóquio de Londres, foi a focalização da *satisfação* do cientista na produção de seu conhecimento. Para o autor, não somente a ciência deveria ser desenvolvida visando à felicidade dos homens, mas ela seria efetivamente bem sucedida se cada cientista fosse movido por sua própria satisfação. Na opinião dele, isso se realizaria da melhor maneira se cada um obedecesse ao princípio da *tenacidade*, procurando desenvolver suas próprias teorias, e explorasse o princípio da *proliferação*, encontrando sugestões nas teorias desenvolvidas pelos outros para o aprimoramento de sua própria.

Apesar de termos bastante dúvidas quanto à eficácia do “anarquismo” de Feyerabend no desenvolvimento da ciência, consideramos particularmente importante sua focalização na satisfação do cientista, pois ela permite apontar para uma terceira dimensão na relação do cientista com o conhecimento científico. A afirmação de Laudan (1977) de que, ao longo da história, o único objetivo constante do progresso da ciência foi o de resolver problemas científicos pode ser interpretada em chave psicanalítica como indicando que o *desejo do saber* tem constituído uma forma de moldar estavelmente a *satisfação inconsciente* de um pequeno grupo de homens e mulheres, os cientistas. A hipótese psicanalista de que as formas básicas de satisfação são diferenciadas sugere que também na história da ciência seja possível encontrar indícios das mesmas⁴. O exemplo histórico da Teoria da Relatividade nos oferece algumas dicas a respeito.

Em 1905, tanto a Teoria da Relatividade de Einstein quanto a Teoria do Elétron de Lorentz eram compatíveis com os dados experimentais existentes e utilizavam praticamente as mesmas fórmulas (ZAHAR, 1973), apesar de terem sido desenvolvidas de maneiras totalmente diferentes. De um lado o trabalho de Lorentz para elaborar a teoria do éter eletromagnético durou quase 30 anos e passou por fases diferentes nas quais algumas idéias foram abandonadas e outras novas introduzidas. A *contração das distâncias e dilatação do tempo* foram artifícios

⁴Na psicanálise lacaniana essas duas formas são nomeadas gozo fálico e gozo do Outro e referem-se à presença ou não de limites na experiência de satisfação.

introduzidos inicialmente de maneira provisória para satisfazer à demanda pressionante dos resultados experimentais. Somente depois de bastante tempo foram incorporadas de maneira mais estável ao paradigma em questão. Pelo contrário, a Teoria da Relatividade foi proposta por Einstein de uma vez, a partir de alguns postulados trabalhados de maneira a resultar em desdobramentos específicos e previsões concretas. Implicitamente, os dois desenvolvimentos foram conduzidos a partir de diferentes relações frente ao conhecimento produzido. Uma confirmação disso pode ser a resposta de Einstein frente à comunicação de resultados experimentais negativos, que apontavam para uma anomalia na invariância da velocidade da luz: para ele era preciso criticar os dados experimentais, pois a Teoria da Relatividade era mais sólida do que a experiência realizada. Certamente Lorentz nunca teria feito uma afirmação desse tipo. Se acharmos pouco provável que o cientista mais original e famoso do século XX fosse, de fato, um cientista dogmático, devemos ampliar nosso esquema de análise para englobar relações tão diferentes quanto as de Einstein e Lorentz.

Assim, podemos supor que a elaboração de um paradigma como estrutura teórica que envolve uma linguagem específica, elementos ontológicos característicos, tipos de problemas a serem resolvidos, métodos específicos para sua solução e critérios definidos para a avaliação dos resultados alcançados remete a duas possibilidades distintas, que qualificaremos como *estilo* do cientista: o *desvelamento* e a *construção*. O desvelamento seria o esforço de elaborar uma intuição profunda a partir da certeza interior de que tal intuição tem um alcance maior do que o conjunto dos dados disponíveis. O próprio Duhem (1905), apesar de suas teses convencionalistas, reconheceu que existem felizes coincidências que podem sugerir a presença de uma relação mais estreita entre ciência e natureza. Podemos interpretar que, quando algo fora das perspectivas e dos horizontes imediatos do esquema produzido adquire sentido, é difícil não pensar numa forma privilegiada de conhecimento. A elaboração da Teoria da Relatividade de Einstein seria um exemplo marcante de um estilo caracterizado pelo *desvelamento*. Pelo contrário, a *construção* de uma teoria seria o esforço de reformulá-la continuamente, sem perder o espírito inicial, a partir do surgimento de dificuldades e anomalias. A longa construção e modificação da teoria do éter, por parte de Lorentz, seria um bom exemplo de estilo caracterizado pela construção de um paradigma.

Uma leitura “psicanalítica” dessas novas categorias sugere que as duas formas de se posicionar em relação ao conhecimento remetem à tese de Feyerabend quanto à satisfação na elaboração do conhecimento, ou seja, desvelamento e construção seriam sustentadas por duas formas diferentes de satisfação. No *desvelamento*, a relação de identificação prevalece, pois o objeto em questão, o paradigma, é investido do status de Coisa (Sublime). É como se o cientista tivesse percebido nesse objeto algo de “real”, além do que foi possível explicitar até então. Por exemplo, a satisfação subjetiva de Faraday ao trabalhar com suas “linhas de força do campo eletromagnético”

(Crawford, 1998) parece compartilhar algo com a de um poeta frente a sua produção que o ultrapassou ou, talvez, a de um religioso frente ao saber experimentado num encontro místico. A satisfação de todos, cientista, poeta ou místico, parece ter como base o contato subjetivo com algo de indizível, que somente aos poucos e com esforços poderá ser desvelado. Pouco importa se o desafio para explicitá-lo vem das anomalias encontradas, como sugere Kuhn, ou das conquistas de outros paradigmas, como sugere, Lakatos, ou da própria ligação com o conhecimento, como afirma Feyerabend.

Na segunda forma de enfrentar a elaboração do conhecimento científico, a *construção*, a relação de busca prevalece, pois o objeto em questão é percebido como limitado em suas possibilidades, precisando incorporar algo de novo. É importante salientar que o objeto construído aos poucos, nesse caso, não é considerado com a mesma “veneração” do anterior, pois ele pode ser modificado ulteriormente. Trata-se de algo que ainda está em fase de produção, com limitações que continuamente aparecem. A satisfação fundamental do cientista “construtor” é a de “fazer o caminho ao andar”, sem seguranças, experimentando a aventura.

Em síntese, a terceira dimensão para delinear a relação do cientista com o conhecimento científico seria seu estilo de busca caracterizado pela satisfação peculiar que o sustenta durante o processo de produção. No desvelamento, haveria uma predominância do objeto, que determina um tipo de ação a ser desenvolvido para revelar suas propriedades implícitas. Na construção, pelo contrário, haveria uma primazia da ação que determinaria o objeto a ser produzido aos poucos, modificando-o sistematicamente.

DESENVOLVENDO ANALOGIA ENTRE FILOSOFIA DA CIÊNCIA E ENSINO

Nossa proposta referente ao vínculo entre o pesquisador e o conhecimento científico visava aprofundar o modelo de mudança nas teorias científicas, a partir das contribuições das epistemologias pós-positivistas e da psicanálise. Este esquema, graças à introdução de elementos referentes à subjetividade dos cientistas, parece constituir um ponto de partida para entender o processo de ensino e aprendizagem de Ciências de maneira mais abrangente do que comumente encontrado nos trabalhos que exploram analogias entre história e filosofia da ciência e ensino. A utilização das três dimensões analisadas nos permite vislumbrar correspondentes relações dos aprendizes com o conhecimento científico veiculado nas salas de aula e, assim, ir ao encontro das tendências mais recentes no campo. Porém, é necessário ter presente que as analogias são sempre parciais e que é preciso delimitar o campo no qual funcionam.

A primeira dimensão, a *adesão* ao conhecimento, pode ser definida como *normal*, quando o aluno manifesta uma disponibilidade para se envolver com o conhecimento institucional proposto pelo professor: neste caso ele apreciará os conflitos cognitivos que o ajudam a focalizar

e incorporar as características de precisão do conhecimento científico. Pelo contrário, consideramos a adesão do aluno como *revolucionária* quando comprometida com a aprendizagem de alguma forma alternativa do conhecimento em jogo. O ponto importante é que o aluno opere um questionamento da forma tradicional de apresentação do conhecimento científico. Neste caso, o aluno será mais sensível ao uso de analogias e metáforas, capazes de tornar familiar a novidade.

Os casos analisados por Cobern & Aikenhead (1997) são particularmente interessantes e esclarecedores a respeito. O estudante Howard é definido como o “*cientista potencial*”. Nas entrevistas ele falou muito da relação entre natureza e ciência com um discurso semelhante ao do professor. Podemos interpretar que ele partilhava de uma *adesão normal* ao conhecimento proposto pelo professor, pois a cultura científica representava um aprofundamento de sua cultura anterior. Ann, pelo contrário, era uma aluna esforçada e inteligente, que conseguiu se sair bem na disciplina de Química, apesar de afirmar detestá-la. Seu desempenho aponta claramente para uma diferença entre conhecer e envolver-se. Durante a entrevista explicitou sua visão prevalentemente estética e espiritualista sobre a natureza, discordando da visão do professor que preferia enfatizar o domínio da ciência sobre a natureza e os perigos envolvidos nos experimentos: ela recusou se envolver com o conhecimento proposto pelo professor, apesar de revelar que seu desejo implícito estava bastante próximo do *desejo do saber*. Podemos interpretar que, provavelmente, ela estaria disponível para desenvolver uma proposta alternativa, baseada numa *adesão revolucionária* a uma nova forma de conhecimento científico escolar que ela considerava implicitamente mais promissora, e que seria a síntese de suas idéias de natureza com os resultados da Química. Infelizmente, durante as aulas não houve espaço para o desenvolvimento dessa perspectiva; conseqüentemente Ann não transformou o conhecimento de Química em saber pessoal. Também Art, o herege moderno, apesar de se recusar a estudar as ciências que ele acusava de contribuírem para destruir a Terra, se interessava pelas origens do universo e pela poluição. Ele tinha uma visão estética e mística da vida, que estava longe dos conceitos e da estrutura da ciência, porém era movido pelo desejo do saber; podemos supor que seria sensível a desenvolver uma busca de conhecimento alternativo. Este seria também um caso de *adesão revolucionária* ao conhecimento escolar em jogo. Casos mais bem sucedidos de *adesão revolucionária* ao conhecimento podem ser encontrados em Duschl & Gitomer (1991). Elemento central da experiência relatada é a elaboração de projetos interdisciplinares nos quais havia participação integrada de professores e alunos, com uma crescente oportunidades para eles confrontarem e desenvolverem seu conhecimento científico. O portfólio elaborado pelos estudantes lhes permitia uma crescente responsabilidade sobre sua própria reestruturação e sobre seus próximos passos a serem dados.

A segunda dimensão de nosso esquema refere-se à atitude crítica ou dogmática do aprendiz em relação ao conhecimento aprendido. A psicanálise sugere que o que

denominamos de *atitude dogmática* corresponde a encobrir a relação com as falhas que aparecem no conhecimento mediante uma defesa imaginária, na qual a repetição é o esquema dominante, ou seja, o aprendiz repete um conhecimento para a elaboração do qual ele não colaborou. O que denominamos de *atitude crítica* pode ser interpretada como tentativa de enfrentar essas mesmas falhas deixando espaço para que a criatividade do sujeito apareça. Neste caso o aprendiz conseguiu reelaborar o conhecimento de forma pessoal e vislumbrar seus limites. Na aprendizagem escolar, inicialmente, o aprendiz adere ao conhecimento científico por “transferência”, ou seja, pela autoridade concedida ao professor. Se isso for verdade, fica estabelecido um limite para todas as metodologias de ensino concederem um papel inicial muito grande à autonomia do aluno: dificilmente o aluno poderá aderir ao novo conhecimento se o professor não aceitar ser colocado na posição de Outro (ou seja, que garante a validade do conhecimento em jogo). Porém o desenvolvimento da autonomia do aprendiz permanece a meta do ensino; para tanto, o professor tem a chance de se aproveitar de sua posição privilegiada (de referência) para promover aos poucos a elaboração, por parte do aprendiz, de um saber pessoal comprometido com o conhecimento científico. Em nossa interpretação, o passo mais importante no caminho da aprendizagem não é a mudança das idéias de senso comum para as científicas, mas a aceitação do professor como guia e referência no processo. O efeito dessa aceitação, em geral, é a adesão, em grande parte a crítica, ao novo conhecimento, que implica também numa limitada reelaboração das idéias de senso comum. Para se pensar na conquista de uma relativa autonomia por parte do aprendiz, parece necessário um período, mais ou menos longo, de aprendizagem “alienada” no saber incontestado do professor.

Na realidade, a conquista da autonomia ou da atitude crítica em relação ao conhecimento, parece ser um processo longo, porque é caracterizado por progressivas conquistas do aprendiz. Do patamar inicial de demanda passiva (Villani & Barolli, 2000) de conhecimento, no qual o aluno espera ser satisfeito pelo esforço do professor, passando pelas primeiras tentativas de se expor e pela decisão de colaborar com o professor dedicando-se à aprendizagem com envolvimento pleno, o aluno adquire segurança quanto à sua capacidade de aprender ativamente. Parece-nos que conseguir este patamar de aprendizagem seja o resultado da ação coordenada e interdependente de professor e alunos. Ir além disso, mediante o exercício de uma relativa autonomia na aprendizagem em Ciências, é mais uma conquista do aprendiz do que o resultado da ação apropriada do professor. Porém, vários resultados de pesquisa sugerem a existência de situações mais favoráveis para esse salto. A exposição do aprendiz a uma multiplicidade de conhecimentos, de alguma forma, conflitantes parece ser uma dessas situações favoráveis. Por exemplo, em nossa experiência temos constatado que a leitura e a discussão dos textos originais do debate entre Kuhn, Lakatos, Popper e Feyerabend, no congresso de Londres, têm um efeito perturbador nos alunos, que se sentem perdidos ao perceberem que não sabem qual dos

autores é mais consistente e tem maiores razões. Para alguns esta situação é intolerável e pedem o auxílio do professor ou tentam descobrir qual ele prefere. Para outros, no entanto, esta situação é desafiadora e é resolvida com uma análise mais aprofundada dos autores, o que leva a elaborar sua própria opinião a respeito, independente da do professor. A iniciação à pesquisa parece ser também uma situação favorável à conquista de autonomia parcial no conhecimento científico. O aprendiz como pesquisador novato (Gil-Perez, 1993) ou a aprendizagem como resolução de problemas em aberto (Duschl & Gitomer, 1991) ou a reflexão de professor e alunos sobre suas expectativas e sua posição frente ao conhecimento (Baird, 1997) podem ser consideradas formas bastante promissoras para a emergência da autonomia possível na escola.

A dimensão da satisfação inconsciente do aprendiz completa nossa analogia, sugerindo a focalização de diferentes estilos cognitivos e da relação entre processo e produto na aprendizagem em Ciências. A presença por nós apontada de dois tipos de produção científica, o desvelamento e a construção, sugere por analogia duas formas diferentes de aprendizagem, que chamaremos, respectivamente, de *em seqüência* e *em espiral*⁵. Na primeira forma, *em seqüência*, o esforço do aprendiz consiste em tentar alcançar e articular todas as informações de uma vez. Uma página de um texto será lida lentamente e o aprendiz não avançará se não tiver compreendido as informações nelas contidas. Analogamente, a fala do professor não será apreciada se ela não puder ser entendida em sua totalidade e articulada com a fala anterior e a posterior. Da mesma forma, o experimento que tem um valor marcante é aquele que é totalmente compatível com a teoria. Enfim, a aprendizagem se realiza de forma definitiva desde suas primeiras fases. Pelo contrário, a aprendizagem *em espiral* privilegia as informações que podem ser articuladas rapidamente, numa primeira construção totalmente provisória, que será sucessivamente retomada várias vezes para ser reformulada ou complementada. O leitor, com este estilo, prefere ler rapidamente várias páginas de um texto para ter uma idéia genérica e provisória, voltando em seguida para apreciar os detalhes e, possivelmente, modificar a primeira visada. Um professor será apreciado por este tipo de aprendiz, se ele conseguir fornecer rapidamente uma idéia provisória com alguns elementos importantes do conteúdo a ser aprendido, mesmo que as falas sucessivas modifiquem substancialmente a idéia inicial. Mais do que um experimento totalmente bem sucedido, será apreciado um conjunto de experiências complementares, mesmo que ofereçam um acordo qualitativo com a teoria. Enfim, a aprendizagem consiste nas sucessivas modificações de uma primeira construção provisória. Se isso for verdade, temos como consequência que o ensino das ciências deveria respeitar ambos os estilos, fornecendo subsídios escritos, orais ou de atividades experimentais compatíveis com ambos os modos de serem processados pelos aprendizes.

Tais estilos cognitivos parecem baseados em tipos diferentes de satisfação inconsciente: a que vem da posse de um conteúdo e a que vem do domínio de um processo. O privilégio ao conteúdo leva o aprendiz a detestar os erros, a esforçar-se para não perder nenhuma informação desde o início, a querer construções definitivas, pouco apreciando as provisórias. Nesta modalidade, a função do professor é garantir que se chegue a conquistas definitivas, pouco importando qual a metodologia utilizada. Pelo contrário, o privilégio ao processo leva o aprendiz a apreciar todos os avanços e as conquistas parciais que ele mesmo conseguiu realizar, pouco importando se ele alcançou uma aprendizagem definitiva. Nesse caso, a função do professor é ajudar nessa construção, fornecendo subsídios principalmente para os avanços parciais do aprendiz. Estes dois tipos de satisfação implícita têm consequências importantes quando o ensino visa à transformação do saber do aprendiz, pois sua mobilização e seu envolvimento, em geral, dependem da presença de garantias implícitas diferentes nos dois casos. Para o aluno que se satisfaz preferencialmente com o objeto, deve existir a percepção implícita de que o alvo a ser aprendido é um conhecimento sólido; assim, dúvidas do aprendiz sobre a competência específica do professor podem constituir o maior freio ao investimento do aluno. Pelo contrário, para o aluno que se satisfaz preferencialmente com o processo deve existir a percepção de que no processo haverá espaço e tempo para sua participação efetiva; se existirem dúvidas de que somente será apreciado o esforço que alcançar um determinado resultado, dificilmente este aluno colocará seu saber em jogo, perdendo a chance de modificá-lo na direção do conhecimento estabelecido.

A analogia referente à dimensão da satisfação nos permite também traçar os limites entre o campo da Ciência e do Ensino de Ciências. Durante a entrevista com os pesquisadores (Cobern & Aikenhead, 1997) o aluno Rattuang, músico Heavy Metal, afirmou "*Se você gostar de ciência a escola é seu lugar, mas a sociedade não precisa da ciência*". Ele não tinha nenhuma satisfação em aprender Ciências. O desejo do saber (científico), apesar de poder ser considerado básico por sua presença constante na comunidade científica, não pode ser considerado universal, muito pelo contrário. Assim, a escola poderia ser considerada a instituição com a tarefa de deslocar a satisfação dos aprendizes, de maneira que o desejo do saber capture uma parte do investimento libidinal dos alunos. A escola não conseguiu reorganizar a economia de gozo de Rattuang; ao contrário, os casos analisados por Freitas (1998) e Sanchez (2002), por exemplo, mostram como é possível atuar para que seja facilitado esse deslocamento da satisfação dos alunos. Freitas relata como ao longo de sua disciplina de Prática de Ensino a maioria dos alunos passou de uma resistência inicial a desenvolver o planejamento didático de seu estágio para um envolvimento original com as pesquisas em educação.

⁵Num trabalho anterior (Villani & Orquiza, 1995) encontramos que numa situação de ensino que privilegiava o surgimento de conflitos cognitivos, estes eram enfrentados com modalidades denominadas em série e em espiral. No trabalho não foi focalizado se essas estratégias eram preferenciais, no sentido de que alguns alunos preferissem uma delas e outros a outra.

Urbaneja, por sua vez, descreve como durante meses D se mostrou totalmente desinteressado em participar das discussões em aula e colaborar com os colegas na elaboração de uma experiência de laboratório com tema livre. Preferia desenhar figuras góticas, que depois transformava em decalque para tatuagem. Quando o professor lhe acenou para a existência de um processo de tatuagem, inteiramente desenvolvido a fogo, ele quis ter informações sobre esse novo processo, sobre o qual ele nunca havia ouvido falar: como era o processo, que materiais eram usados, que instrumentos, qual a temperatura, enfim, tudo. Ele mudou completamente de atitude e conseguiu coordenar seu grupo, ao longo do semestre, escolhendo e realizando um estudo sobre o tema "Variação das propriedades físicas dos metais quando submetidos a altas temperaturas". O nível de informações incluídas e a segurança mostrada pelos componentes do grupo durante a apresentação deixaram bem claro que os alunos haviam alcançado um nível de profundidade no tema além do previsto na proposta inicial e do esperado pelo professor.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, inicialmente, desenvolvemos uma analogia entre os conceitos que caracterizam um processo psicanalítico e um processo de aprimoramento na pesquisa científica, mostrando como os aspectos subjetivos implícitos nas escolhas dos cientistas complementam as teses de Kuhn e as de seus críticos sobre Ciência Normal ou Revolucionária. Sustentamos que no exercício da atividade científica, além da pura racionalidade aplicada ao contexto histórico, estão em jogo também o modo dos cientistas enfrentarem subjetivamente a fragilidade do conhecimento e suas formas preferidas de satisfação inconsciente. Fizemos a hipótese que este último possa ser interpretado com base em categorias como adesão normal e revolucionária, atitude crítica e dogmática, desvelamento e construção e que tais categorias tenham alguma semelhança com as categorias psicanalíticas de investimento da libido, alienação e separação, gozo do Outro e gozo fálico, que se referem explicitamente aos processos inconscientes.

O resultado foi um esquema articulado em três dicotomias, que, em nossa opinião, é mais rico e funcional do que o usualmente utilizado pelos filósofos da ciência, no que se refere à relação do cientista com o conhecimento científico.

Nosso esquema permitiu apontar para diferentes casos-limite que constituem referências para podermos entender o *modus operandi* dos cientistas. De acordo com esse esquema, um cientista, preferencialmente envolvido no desvelamento do paradigma aceito, será dogmático quando sua satisfação for localizada *na ilusão* de já ter o "real" nas mãos, cristalizando, dessa forma, os significados de seu objeto, defendendo-os de todos os ataques e impondo-o a seus seguidores: podemos chamá-lo de cientista ditador. Contudo, podemos chamar de cientista fundador aquele cuja satisfação for concentrada *no esforço de revelar* os segredos do paradigma por ele intuídos, mas ainda não explicitados. Por exemplo, nos parece que Maxwell soube explorar os desafios que sistematicamente se apresentaram para desenvolver sua teoria eletromagnética, intuída desde o começo.

Analogamente, poderemos ter um cientista normal dogmático envolvido na construção do conhecimento, se sua satisfação for localizada *na ilusão* de já ter encontrado o modo definitivo de melhorar seu esquema: típico é o caso do pesquisador novato que não percebe os limites de seu conhecimento. O cientista normal construtivo terá uma atitude crítica se nele prevalecer *o esforço de rever* e afinar sistematicamente seu modo de melhoria do esquema adotado: o caso de Lorentz na sua relação com a teoria do éter pode ser considerado o exemplo mais significativo.

De forma semelhante, podemos ter as mesmas caracterizações para os cientistas envolvidos com a mudança radical de paradigma. Einstein seria o exemplo do revolucionário crítico desvelador, os revolucionários "convertidos" poderiam ser exemplos de cientistas satisfeitos com *a ilusão* de uma revolução definitiva, o cientista idealizado por Feyerabend poderia representar o revolucionário construtivo crítico. Finalmente, poderíamos identificar o revolucionário construtivo dogmático como aquele cientista novato sempre contrário às propostas vigentes, ou seja, que vive na satisfação de romper com tudo.

Adesão ao Paradigma	Estilo	Atitude	Exemplo
Normal: aposta no vigente	Desvelamento	Crítica	Fundador: Maxwell
Normal: aposta no vigente	Desvelamento	Dogmática	Cientista Ditador
Normal: aposta no vigente	Construção	Crítica	Colaborador: Lorentz
Normal: aposta no vigente	Construção	Dogmática	Seguidor Novato
Revolucionária: mudança	Desvelamento	Crítica	Einstein - 1905
Revolucionária: mudança	Desvelamento	Dogmática	Convertido
Revolucionária: mudança	Construção	Crítica	Cientista - Feyerabend
Revolucionária: mudança	Construção	Dogmática	Opositor Novato

Porém, se quisermos incorporar também as contribuições da epistemologia de Laudan, devemos interpretar que as várias categorias delineadas em nosso esquema constituem fundamentalmente polaridades entre as quais um grupo de pesquisa ou até um cientista único podem oscilar, dependendo do conhecimento científico em jogo ou de suas fases de amadurecimento. Dessa forma, podemos compreender como Einstein podia ser revolucionário crítico desvelador em relação à Teoria da Relatividade Restrita, trabalhar como revolucionário crítico construtivo na elaboração da Relatividade Geral, explorando progressivamente o auxílio de matemáticos como Grossman e Hilbert, e defender até sua morte a ideia de que a Física Quântica seria uma teoria incompleta e somente uma teoria determinista poderia satisfazer as exigências mais profunda do conhecimento científico.

Desenvolvemos uma segunda analogia procurando delinear uma semelhança entre a relação do pesquisador e do aprendiz com o conhecimento científico. Mostramos, primeiramente, que ao analisar a presença da satisfação nas atividades escolares, existe um limiar a ser ultrapassado para que a experiência didática amplie as modalidades de gozo dos estudantes e eles se tornem efetivamente disponíveis para a cultura científica. Limiar que constitui o imperativo fundamental do processo inclusivo da escola e que deve, primeiramente, atingir a totalidade dos docentes: podemos dizer que os excluídos não são somente os que abandonam a escola, mas todos, professores e alunos, que, alienados no discurso do consumo ou da burocracia (Arruda e Villani, 2001), não conseguem ser capturados pelo conhecimento e encontrar alguma forma de satisfação específica em seu contato.

Finalmente, as três dicotomias que caracterizavam a relação subjetiva do pesquisador foram utilizadas, de maneira análoga, também para interpretar os eventos da sala de aula do ponto de vista da relação subjetiva do aprendiz com o conhecimento científico. Ficou evidente a necessidade da escola oferecer uma multiplicidade de opções para dar conta dos vários perfis dos estudantes. Se a existência de *adesões normais* ao conhecimento tradicional sugere que o ensino tradicional não pode ser abandonado sem o perigo de deixar alunos descontentes e sem envolvimento, a existência de *adesões revolucionárias* aponta para a necessidade da busca de formas alternativas de lidar com o conhecimento, sob pena de abafar toda a expectativa dos alunos. Por outro lado, a alienação do estudante, num conhecimento que ele não produziu, sugere muita cautela em adotar metodologias que pretendem lidar desde cedo com a autonomia dos aprendizes, deslocando o professor de sua posição de autoridade. Pelo contrário, nas etapas iniciais do ensino o professor deverá fazer todos os esforços para recuperar esta posição que a sociedade tem-lhe negado. Porém, a autonomia na aprendizagem não pode ser negada, nem tornada insignificante para o aluno que a queira e se autorize (ou seja, responsabilize-se) a exercê-la; pelo contrário ela deve ser a meta implícita de qualquer ensino. Em outras palavras, parece que estratégias e metodologias de ensino devem ter uma estaca fixada na realidade do aluno, marcada pela dependência em relação ao professor,

e outra estaca presa à utopia do aluno aprendiz autônomo e original. Assim, o papel do professor oscilará entre o de mestre e de assessor, entre ser fonte de saber e guia e oferecer possibilidades de opções. Por outro lado, não poderá desconhecer as propostas mais recentes de atuação na sala de aula, explicitando em que condições elas têm maiores chances de promover uma efetiva aprendizagem nos alunos.

REFERÊNCIAS

- ARRUDA, S. M. & VILLANI, A. 2001. Formação em serviço de professores de Ciências no Brasil: contribuições da psicanálise. *ATAS III. Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*. CD-ROM. 12 p.
- BAIRD, J. R. 1997. Orientaciones para um efectivo desarrollo profesional del docente. *Seminario Internacional de Formación de Profesores*. Santiago Ministerio de Educación de Chile. UNESCO/OREALC.
- BEZERRA, V.A. 1999. Estruturas em busca do Equilíbrio – *Tese de doutorado*. FFLCH- USP.
- CHINN, A.C. & BREWER, W.F. 1993. The Role of Anomalous Data in Knowledge Acquisition: A Theoretical Framework and Implications for Science Instruction. *Review of Educational Research*. 63(1). p. 1-49.
- COBERN, W.W. & AIKENHEAD, G.S. 1997. Cultural Aspect of Learning Science. In: Fraser, B. & Tobin, K. (Eds.) *International Handbook on Science Education*. Ch X. Kluwer Academic Publishers .
- COLOMBO DE CUDMANI, L.; PESA, M. ; SALINAS, J. 2000- Hacia un modelo integrado para el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. 18(1). p. 313 -318.
- CRAWFORD, E. Scientists: Psychotics or Seekers of Truth? *Free Associations*. 42. p. 180 – 215.
- DUHEM. 1905. *La Theorie Physiqu, son Objet et sa Structure*.
- DUSCHL, R.A. & GITOMER, D.H. 1991. Epistemological Perspective on Conceptual Change: Implications for Educational Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (9). p. 839-858.
- FEYERABEND, P.K. Consolando o Especialista, in LAKATOS, I. & MUSGRAVE, A.(Org). *A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento*. São Paulo: Cutrix, 1979. p. 244-284.
- FINK, B. *O sujeito lacaniano entre a linguagem e o gozo*. Jorge Zahar. Rio de Janeiro.
- FREITAS, D. Mudança Conceitual em sala de Aula: Uma experiência em formação inicial de Professores. *Tese de doutorado*. São Paulo: [s.n. , 1998.

- GIL-PEREZ, D. 1997. Contribución de la História y de la Filosofía de las Ciencias al Desarrollo de un Modelo de Enseñanza/Aprendizaje como Investigación. *Enseñanza de las Ciencias*. 11(2). p. 197-212.
- GOLDBERG, S. 1977. Max Planck's Philosophy of Nature and his elaboration of the Special Theory of Relativity. *Historical Studies in Physical Science*. 8. p. 125-160.
- KUHN, T.S. 1962. *The Structure of Scientific Revolutions*. (2nd ed.) University of Chicago Press, Chicago.
- KUHN, T. S. Lógica da Descoberta ou Psicologia da Pesquisa. In: LAKATOS, I. & MUSGRAVE, A.(Org.). *A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento*. São Paulo: Cultrix, 1979. p. 5-32.
- LAKATOS, I. 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. p. 109-243.
- LAKATOS, I. & MUSGRAVE, A. (Org.). *A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento*. São Paulo: Cultrix, 1979.
- LAUDAN, L. 1977. *Progress and Its Problems*. University of California Press, Berkeley.
- LAUDAN, L. 1984. *Science and Values*. University of California Press, Berkeley.
- MORTIMER, E.F. 1995. Conceptual Change or Conceptual Profile Change. *Science & Education*. 4(3). pp. 267-285.
- PIAGET, J; GARCIA, R. *Psicogênese e historia de la ciencia*. Siglo XXI. México: 1982.
- POPPER, K.R. A Ciência Normal e seus Perigos. In: LAKATOS, I. & MUSGRAVE, A.(Org.). *A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento*. São Paulo: Cultrix, 1979. p. 63-71.
- POSNER, G. J., STRIKE, K.A.; HEWSON, P.W.; GERTZOG, W.A. Accomodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change - *Science Education*. 66(2). p. 211-227.
- SÁLTIEL, E. & VIENNOT, L. 1984. What do we learn from similarities between historical ideas and the spontaneous reasoning of students? *Proceeding G.I.R.E.P. Conference on Physics Education*. Utrecht. p. 189-214.
- SIEPINSKA, A. 1985. Obstacles epistemologiques relatif a la notion de limite. In: *Recherches en Didactique des Mathématiques*. Grenoble: La pensée sauvage. v. 6(1).
- SANCHEZ, U.R. 2002. Grupos Operativos de Aprendizagem: uma perspectiva de mudança para a relação ensino aprendizagem. *Dissertação de mestrado*. IF- FE-IQ USP.
- VILLANI, A. Conceptual Change in Science and Science Education, *Science Education*. 76(2). p. 223-237.
- VILLANI, A. 1999. O professor de ciências é como um analista? *Ensaio - Pesquisa em Ensino de Ciências* 1(1). p. 5-31.
- VILLANI, A & ARRUDA, S.M. 1998. Special Theory of Relativity, Conceptual Change and History of Science, *Science & Education*. 7(1). p. 85-100.
- VILLANI, A. & ORQUIZA, L.C. 1995. Conflictos cognitivos, experimentos cualitativos y actividades didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*. 13(3). p. 279-294.
- ZAHAR, E. 1973. 'Why did Einstein's programme superseded Lorentz's', *British Journal of Philosophy of Science*. 24(1). p. 95-123.