

CONTRIBUIÇÕES DA EPISTEMOLOGIA DE LAUDAN PARA A COMPREENSÃO DAS CONCEPÇÕES EPISTEMOLÓGICAS DE ESTUDANTES SECUNDARIOS DE FÍSICA

Verónica Guridi¹

Programa de Pós-Graduação em Educação. Faculdade de Educação.
Universidade de São Paulo.
05508- São Paulo- Brasil.

Julia Salinas²

Departamento de Física. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología.
Universidad Nacional de Tucumán.
Avda. Independencia 1800 - 4000 Tucumán. Argentina.

Alberto Villani³

Instituto de Física. Universidade de São Paulo.
Rua do Matão, Travessa R, 186.
05508- São Paulo-Brasil.

Resumo

O presente trabalho tenta resgatar as contribuições da Epistemologia de Larry Laudan para a compreensão das concepções epistemológicas sustentadas por estudantes de Física de ensino médio. A análise é feita sob a base de um trabalho de pesquisa anterior (Guridi, 1999) no qual estudaram-se as relações entre concepções epistemológicas dos estudantes e a compreensão conceitual alcançada por eles na Física Newtoniana. Também foi resgatada uma análise realizada em particular sobre as concepções epistemológicas, apresentada com maior detalhe no trabalho de Salinas e Guridi (2001). As epistemologias dos estudantes resultaram ser muito mais ricas e complexas do que anteriores estudos na área tinham mostrado. Esse resultado conduziu à reflexão sobre os possíveis fatores que influenciam a formação de uma visão acerca da Ciência e do conhecimento científico nos estudantes e sobre como os diferentes componentes se combinam para alcançar essas complexas epistemologias. Encontramos na Filosofia da Ciência de Larry Laudan um marco teórico plausível para compreender a natureza desse processo e trazemos essas contribuições neste trabalho.

Palavras-chave: Filosofia da Ciência; Larry Laudan; Concepções Epistemológicas; Ensino Médio.

INTRODUÇÃO

No campo da pesquisa educativa em Ciências na qual este trabalho está inserido, o termo *concepções epistemológicas* é utilizado para fazer referência às idéias sobre a Ciência e o conhecimento científico. Em geral, os aspectos metacientíficos costumam receber pouca atenção nos planos de estudo das Ciências Fáticas no ensino médio, mas na área da pesquisa educativa em Ciências muita atenção é colocada – a partir da década de '70 - às concepções epistemológicas dos estudantes. (Hodson 1993)

Vários estudos revelam que no fim do ensino médio os alunos não alcançam uma verdadeira compreensão da natureza da Ciência (Lederman 1992; Vázquez e Manassero,

¹ Com auxílio do CNPq; e-mail: veguridi@yahoo.com.ar.

² e-mail: jsalinas@herrera.unt.edu.ar - Telefone: 54-381-4364093 - Interno 307.

³ Com auxílio parcial do CNPq; e-mail: avillani@if.usp.br – Telefone: 55-11-3091-6860.

1999). Essa conclusão torna-se preocupante se levamos em conta que o saber científico apresenta características singulares que o diferenciam do saber que é elaborado espontaneamente na interação do sujeito com o mundo natural e social. Por tanto, parece razoável conjecturar que uma adequada compreensão dos conhecimentos científicos requer uma adequada compreensão das concepções epistemológicas que são “moldes” no processo de sua elaboração e validação. (Gil 1993; Salinas, Gil e Cudmani 1995). Diversos autores sustentam que o modo em que as ciências fáticas são apreendidas está modelado por (e modela) as concepções epistemológicas dos alunos (Ryan e Aikenhead 1998).

O controle da incidência dessas orientações justifica-se pela importância crucial das questões que elas possibilitam responder: O quê as ciências fáticas têm a dizer a respeito do mundo real? Como as teorias científicas fáticas são elaboradas? Como a observação e a experimentação relacionam-se com essas teorias? Como mudam essas teorias? Assim, as dimensões teoria-método-racionalidade encontram-se, sem dúvidas, entre as que articulam a caracterização de cada modelo de ciência e de conhecimento científicos fáticos (Izquierdo 1996).

Existem outras dimensões, também centrais para uma adequada compreensão da epistemologia das ciências fáticas, que não são contempladas nesses estudos. Algumas têm sido mencionadas em trabalhos que fazem referência às visões epistemológicas dos docentes (Salinas e Cudmani 1994; Salinas, Cudmani e Jaén 1995; Gil 1993) e ao modo em que as ciências fáticas são ensinadas (Duschl 1997). Por exemplo, o caráter essencialmente não rígido das metodologias científicas, a generalidade, economia, falibilidade (e em consequência, a possibilidade de aprimoramento) do conhecimento científico, o caráter coletivo da construção do saber científico, etc. Portanto, esses trabalhos estão falando que, para caracterizar as concepções epistemológicas dos estudantes, é preciso fazer uso de uma quantidade maior de dimensões. Foi com essa visão que, no trabalho desenvolvido por Guridi (1999), foram exploradas as concepções epistemológicas de 43 alunos de ensino médio e logo relacionadas com a compreensão conceitual alcançada por esses estudantes em Física. Os resultados dessa pesquisa mais ampla que a que apresentamos aqui pode ser encontrada em outros trabalhos (Guridi e Salinas 1999 e 2001; Salinas e Guridi 1999).

Os resultados da enquête aplicada aos estudantes mostraram que foi muito pertinente elaborar mais dimensões para caracterizar as epistemologias dos estudantes porque puseram de manifesto que essas epistemologias são muito mais complexas do que os estudos anteriores na área tinham mostrado.

Olhando para os resultados fornecidos pela enquête *começamos a nos perguntar: Como poder interpretar as complexas epistemologias dos estudantes? Como são formadas as epistemologias dos estudantes? Por que alguns resultados previstos não estavam presentes e, em vez disso, havia outras respostas que evidenciavam um conhecimento mais rico bem como uma interpretação mais ampla da natureza da Ciência, e das formas de produção e validação do conhecimento científico?*

As ambigüidades, contradições e a riqueza nas respostas dos estudantes bem como o nosso desejo de responder às perguntas anteriores fizeram que procurássemos um marco teórico que permitisse explicar (ou pelo menos compreender) essas complexas epistemologias. Explorando a Filosofia da Ciência de Larry Laudan, encontramos alguns elementos teóricos que nos permitem compreender a formação de concepções epistemológicas das características como as encontradas. O trabalho apresenta uma possível contribuição dessa Filosofia (já bastante explorada na pesquisa educativa em Ciências, por exemplo, Duschl & Gitomer, 1991; Villani, 1992; Cudmani, 1997).

METODOLOGÍA DE ESTUDO DAS CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES⁴

1. Amostra

No trabalho desenvolvido por Guridi (1999) foram exploradas as visões acerca da Ciência e do conhecimento científico, a *posteriori* do ensino dos conteúdos da Mecânica Newtoniana, que eram sustentadas por 43 estudantes de Física do ensino médio no distrito de Tandil, Estado de Buenos Aires, Argentina. Esses estudantes concorriam a duas escolas de perfis muito diferentes: 24 deles freqüentavam uma escola pública que oferecia ensino médio de orientação técnica no turno tarde e 19 a uma escola particular de horário “duplo” (manhã e tarde) que oferecia ensino médio de orientação em Economia e Gestão das Organizações.

2. Dimensões relevadas no estudo de Guridi (1999)

Não resultou simples especificar o quê é característico das ciências fáticas. No nosso caso, como a meta era esclarecer a visão epistemológica associada ao ensino de Física a nível secundário da Física Clássica, foi possível recortar o campo e a profundidade do debate e deixar fora aspectos que, embora interessantes, são próprios de pesquisadores experientes ou pertencem a outros contextos e/ou objetivos (Gil et al. 1999; Smith e Scharman 1999).

No campo da pesquisa educativa em ciências fáticas, diferentes autores destacam a existência de um consenso sobre alguns aspectos básicos relativos à natureza das ciências e dos conhecimentos científicos fáticos (Gil 1983; Duschl 1988; Gil et al. 1991; Hodson 1992 e 1993; Izquierdo 1996; McComas et al. 1998; Salinas 1999). Em consequência, as dimensões epistemológicas controladas foram:

- *Tipo de **realismo** atribuído ao conhecimento científico*, ou seja, o tipo de visão sobre a forma em que o conhecimento científico é concebido, se como construção que depende da interpretação que os cientistas fazem sobre a realidade - o que corresponderia a um realismo científico - ou se o conhecimento é concebido como reprodução das impressões sensoriais, o que chamamos de realismo ingênuo.

- *Concepções sobre a forma em que as ciências fáticas “são feitas” (**metodologia**)*, dimensão bastante ampla que abrange o processo por meio do qual as teorias científicas são geradas, validadas bem como o processo de mudança de teoria. Como sub-dimensões foram escolhidas: função atribuída à experimentação científica; vínculo entre conhecimento científico e percepção sensível; critérios atribuídos à comunidade científica para a mudança de teoria; tipo de método/s atribuídos ao trabalho científico.

- *Características atribuídas ao **conhecimento científico***, cujas sub-dimensões foram chamadas de *transferibilidade*, *possibilidade de aperfeiçoamento* e *caráter coletivo*, atribuídos ao conhecimento científico.

3. Instrumentos

Visando colher informação empírica sobre as concepções epistemológicas dos estudantes foi desenhada uma enquête, tomando como referência uma enquête desenvolvida por Halloun & Hestenes (1998), na qual foram introduzidas algumas mudanças já explicitadas em outro trabalho (Guridi e Salinas 1999a). Para limitar a contaminação nas respostas dos estudantes

⁴ Nesta seção, sintetizamos a metodologia desenvolvida para estudar as concepções epistemológicas dos estudantes, apresentada com maior detalhe nos trabalhos de Guridi (1999) e Salinas e Guridi (2001).

foram elaboradas duas versões contendo os mesmos itens, mas com uma ordem diferente.

4. Elaboração das categorias de resposta

Cada resposta fornecida por um estudante a cada item da enquêta foi numerada por meio de uma escala numérica decrescente de números inteiros, sendo colocado o valor 2 (positivo) para uma resposta próxima à visão científica, e diminuindo uma unidade até chegar a -2 (negativo) para uma resposta contrária à visão científica.

Agrupando as pontuações de itens relacionados com cada uma das dimensões relevadas, foram estabelecidas escalas numéricas correspondentes às seguintes categorias para as respostas dos estudantes:

- **Realismo**

- * **Tipo de realismo sustentado:** *Realismo científico, Realismo ingênuo, Visões mistas*, segundo o grau de adesão à idéia de que o conhecimento científico fático não reproduz exatamente a realidade.

- **Metodologia**

- * **Papel da experimentação:** *Visão científica*, para um estudante que aderisse à idéia de que nas ciências fáticas a experimentação desenvolve uma dupla função (geração e controle de hipóteses). *Visão reducionista*, para o caso de um estudante que aderisse à idéia de que a experimentação desenvolve apenas um dos papéis (ou geração ou controle de hipóteses), *Visão não científica*, no caso de estudantes que acreditassem que a experimentação não desenvolve nenhum dos dois papéis anteriores.

- * **Relação entre o conhecimento científico e a experiência sensível:** *Visão científica, Visão empirista, Visões mistas*, segundo o grau de adesão à idéia que expressa que o conhecimento científico não é baseado na experiência sensível.

- * **Adesão ao falseacionismo:** *Visão científica, Visão falseacionista ingênua, Visões mistas*, segundo o grau de adesão à idéia que expressa que os enunciados singulares sozinhos são incapazes de decidir o falseamento de um enunciado universal.

- * **Existência de um Método Científico único ou de metodologias específicas:** *Visão científica, Visão rígida, Visões mistas*, segundo o grau de adesão à idéia que expressa que na atividade científica podem se utilizar metodologias alternativas, dependentes do problema e do domínio pesquisado (rejeição de um Método Científico único).

- **Conhecimento:**

- * **Transferibilidade do conhecimento científico:** *Visão científica, Visão compartimentalizada, Visões mistas*, segundo o grau de adesão à idéia que expressa que os cientistas que estudam fenômenos fáticos classificados em diferentes âmbitos compartilham a utilização de algumas leis.

- * **Possibilidade de aprimoramento do conhecimento científico:** *Visão científica, Visão “definitiva”, Visões mistas*, segundo o grau de adesão à idéia que expressa que o conhecimento científico é provisório, perfectível.

- * **Caráter coletivo do conhecimento científico:** *Visão científica, Visão individualista, Visões mistas*, segundo o grau de adesão à idéia que expressa que a ciência é um produto social, coletivo.

5. Resultados mais relevantes desse estudo e discussão⁵

Mais de 50 % das respostas resultou compatível com uma visão realista ingênua sobre a relação entre o conhecimento científico fático e o mundo material; quase 75 % sustenta visões reducionistas ou não científicas respeito do papel que a experimentação desenvolve nas ciências fáticas; quase 50 % com visões empiristas sobre o vínculo entre percepção sensível e teoria científica fática. Também a percentagem coerente com visões falseacionistas ingênuas está perto de 50 % (acerca da capacidade de enunciados singulares decidirem sobre a falsidade de enunciados científicos gerais).

Por outro lado, mais de 50 % das respostas responde a visões compatíveis com as científicas acerca do método científico e a transferibilidade do conhecimento científico. Mais do 60 % dos estudantes inclina-se por visões compatíveis com as científicas sobre a possibilidade de aprimoramento e o caráter coletivo do conhecimento científico.

O que resultou mais significativo na análise dos dados foi a elaboração de quadros de cruzamento das dimensões e sub-dimensões relevadas, para explorar as possíveis combinações que caracterizassem um “pacote” de visões nas respostas dos estudantes. Assim, por exemplo, foi feito o cruzamento entre a dimensão realismo e a dimensão metodologia, com suas três sub-dimensões. O resultado foi incrível: aparecia uma concentração de respostas nas interseções realismo ingênuo/visão reducionista, realismo ingênuo/empirismo, realismo ingênuo/falseacionismo ingênuo. Para dizer de uma outra forma, as visões *realismo ingênuo/reduccionismo/empirismo/falseacionismo ingênuo* apareceram associadas entre si nas respostas dos estudantes.

Por outra parte, no que diz respeito das dimensões e sub-dimensões *metodologias flexíveis/transferibilidade/perfectibilidade/coletivismo*, elas também apareceram associadas nas respostas dos estudantes.

O nexos entre entidades científicas teóricas e referentes do mundo natural, a incidência da experimentação científica nos contextos de gênese e de justificação do conhecimento, as relações entre os níveis teórico e observacional, o papel das anomalias na confirmação e refutação de teorias científicas, são todos aspectos que têm suscitado (e ainda suscitam) reflexão por parte de epistemólogos e científicos. Aliás, a concentração de respostas nesse “pacote” de visões resultou ser compatível com a evidência empírica reportada em outros estudos (Hodson, 1985; Evans e Schibeci, 1991; Gil, 1993; Halloun e Hestenes, 1998; Tsai, 1998).

O que os resultados arrojados pelo estudo de Guridi (1999) trouxeram de novo, no momento em que o estudo foi realizado, foi a aparição de epistemologias mais complexas, pois os estudantes mostraram acreditar na inexistência de um método científico único e estereotipado, na transferibilidade, perfectibilidade e coletividade do conhecimento científico. Desse modo, as epistemologias dos estudantes resultaram ser mais compatíveis com as visões científicas, em particular, pelo fato de eles conceberem a Ciência como uma empresa não elitista nem dogmática, aberta às mudanças, aplicável em diversos contextos (ou seja, transferível), provisória e falível, fruto de intercâmbios e cooperação entre cientistas (tarefa coletiva).

Inclusive, numa mesma enquêta, correspondente a um mesmo estudante, apareceram afirmações contraditórias: por uma parte um estudante sustentava que o conhecimento é uma cópia da realidade, mas por outro, aceitava que esse conhecimento pode ser aprimorado. Então, a realidade é a que pode ser aprimorada? Um estudante que aceitava que uma

⁵ Para visualizar os resultados completos, pode consultar-se o trabalho de Salinas e Guridi (2001).

experiência pode derrubar uma teoria (o que corresponde a uma visão falseacionista ingênua) acreditava, ao mesmo tempo, que a experimentação na Ciência apenas pode gerar teoria (nunca controlá-la), o que corresponderia a uma visão reducionista sobre a natureza da experimentação científica. Enfim, contradições ou ambigüidades como essas estiveram presentes em grande parte das enquêtes analisadas.

Essa análise mais fina sobre as respostas dos estudantes nas diferentes dimensões que estabelecemos para analisá-las possibilitou por em evidência as contradições nas visões dos estudantes bem como os núcleos de maior afastamento das visões científicas e os núcleos nos quais eles estavam mais próximos da Ciência. Isso provocou em nós um interesse pela procura de possíveis marcos explicativos para esses resultados. Foi assim que encontramos na Filosofia da Ciência de Larry Laudan um referencial que pudesse fazer inteligíveis algumas dessas contradições e as associações de concepções em “pacotes” nas respostas dos estudantes.

A EPISTEMOLOGIA DE LAUDAN COMO POSSÍVEL MARCO INTERPRETATIVO

Embora não seja o propósito deste trabalho fazer uma análise da Filosofia da Ciência de Larry Laudan, queremos trazer à tona as idéias mais relevantes desse autor para tentar compreender o processo de formação das visões acerca da Ciência nos estudantes.

Trabalhos anteriores na área sugeriram que a mudança conceitual nos estudantes pode ser entendida como um processo de mudança gradativa no qual, mudanças pequenas em várias partes das ecologias conceituais dos estudantes, ao longo do tempo, provocam mudanças mais radicais (Villani, 1992; Salinas, 1993). Esses trabalhos sustentavam-se em algumas epistemologias mas em particular, na visão laudanianiana de progresso científico. Particularmente, o trabalho de Villani (1992) importou as noções de “exploração” e de “aceitação” de uma teoria para poder explicar a coexistência de diferentes concepções na estrutura cognitiva dos estudantes.

Outros trabalhos, baseados em outras filosofias, como o de Mortimer (1995), que resgata a idéia de “perfil epistemológico” de Bachelard para sugerir o conceito de “perfil conceitual”, também permitem explicar a existência de diferentes visões na mente dos estudantes.

O problema que se suscitou neste trabalho foi o de poder explicar não só visões diferentes (e até contraditórias) sobre um mesmo aspecto da atividade científica mas também compreender si essas contradições eram “aparentes”, pois se aceitamos a idéia de racionalidade ao modo laudanianiano é perfeitamente possível entender como essas contradições podem se manifestar. Foi assim que, explorando na Filosofia da Ciência de Laudan, encontramos alguns elementos teóricos que nos permitem explicar os fatos antes citados.

Laudan (1987) introduz o conceito de “*Tradição de pesquisa*” para compreender a natureza do conhecimento científico e o progresso da Ciência. Uma Tradição de pesquisa, segundo ele, tem um certo número de teorias específicas que a compõem e a exemplificam parcialmente, decorre a través de um certo número de formulações diferentes e tem geralmente uma larga história durante um período consideravelmente longo de tempo, a diferença das teorias que são de curta duração. Ela *proporciona um conjunto de diretrizes para o desenvolvimento de teorias específicas. Parte dessas diretrizes constitui uma ontologia que especifica, de modo geral, os tipos de entidades fundamentais que existem no domínio ou domínios em que essa tradição se inscreve. A função das teorias específicas dentro da tradição é a de explicar todos os problemas empíricos do domínio reduzindo-os à ontologia da tradição de pesquisa. A tradição de pesquisa tem um compromisso ontológico: perfila os diferentes modos em que as entidades de sua incumbência podem interatuar; um compromisso metodológico, porque*

específica também os modos de proceder (técnicas experimentais, modos de corroboração empírica, avaliação das teorias, etc.) que são legítimos para um pesquisador que trabalha nela. Ou seja, uma tradição de pesquisa é uma unidade integral. Essa integridade é a que estimula, define e delimita o que pode ser considerado como solução para muitos dos problemas científicos importantes. (p. 115)

No processo contínuo de resolução de problemas, as tradições vão evoluindo; elas são, em termos de Laudan, “*criaturas históricas, criadas e articuladas num meio intelectual concreto, colaboram na produção de teorias específicas e – como todas as demais instâncias históricas – crescem e declinam*”. (p. 133)

Laudan identifica dois modos básicos de produção de mudanças dentro de uma tradição: a) por uma modificação em alguma de suas teorias específicas subordinadas; b) por uma mudança nos elementos nucleares mais básicos. Ou seja, para ele uma tradição apresenta pelo menos dois níveis de supostos bem diferenciados: o nível dos *supostos centrais*, que mexem com a ontologia, a visão de mundo e então, delimitam a forma em que esse mundo deve ser estudado (questão metodológica); o segundo nível seria o das teorias específicas, desenvolvidas para resolver problemas (sobre todo, os que ele chama de empíricos) em domínios determinados. Esses dois níveis, segundo Laudan, podem até entrar em conflito, gerando problemas conceituais que precisam ser resolvidos.

Para Laudan, uma Tradição de pesquisa nunca permanece imutável, mesmo nos supostos mais centrais. No seu desenvolvimento, as tradições enfrentam-se com problemas, anomalias e problemas conceituais mais básicos. Esses problemas mais básicos às vezes são resolvidos modificando as teorias específicas, mas há outras vezes em que não é possível emendar a tradição dessa forma e fazer com que os problemas e as anomalias desapareçam. Ele outorga muita importância aos problemas conceituais, pois são eles os que irão produzir as mudanças mais radicais nas tradições e, em consequência, os que provocam um progresso maior. A contrapartida é que também geram uma tensão maior.

Laudan introduz a possibilidade de não ter uma estrutura conceitual coerente: as teorias específicas podem entrar em conflito com os supostos mais centrais das Tradições, fato que não era admissível, por exemplo, nas propostas de Kuhn (1971) e Lakatos (1979). Se falarmos em termos lakatosianos, Laudan flexibiliza a relação entre o núcleo e o cinturão. O cinturão nem sempre está presente para proteger o núcleo, também pode questioná-lo. Para nosso autor, nesse processo de mudanças, há uma *evolução natural da Tradição de pesquisa*, que apresenta características de *continuidade* já que, no trânsito entre uma formulação e a seguinte, muitos dos supostos centrais são conservados, porém devemos falar de *continuidade relativa* entre diferentes etapas do processo: se uma Tradição tem experimentado muitas modificações no decorrer do tempo, haverá muitas discrepâncias entre a ontologia e a metodologia de sua antiga formulação e da nova. Assim, olhando retrospectivamente, pareceria que não estamos mais à frente da mesma Tradição de pesquisa.

Juntando essas idéias, podemos compreender então, por que um estudante que aparece como realista ingênuo pode também acreditar numa mudança de teorias, admitindo que o conhecimento é perfectível. Podemos dizer que as mudanças nas epistemologias estudantis são produzidas no nível das “teorias específicas”, por influência de vários fatores, entre eles a mídia, os livros de divulgação, os próprios docentes, que mostram os novos avanços científicos, o derrubamento de teorias como fato normal, etc. Então, a teoria específica vinculada à possibilidade de aprimoramento do conhecimento científico é modificada em função das anomalias (o estudante pode conhecer que a relatividade jogou por fora a Mecânica Newtoniana, por exemplo, e esse fato precisa ser explicado na sua cabeça). Mas não por isso sua visão de mundo é derrubada: ele pode continuar acreditando que os edifícios

teóricos são produto de uma cópia fiel da realidade. Após tudo, um cientista pode copiar essa realidade de maneiras diferentes em momentos diferentes de sua vida. Isso, na cabeça dos estudantes, é perfeitamente possível. Também pode seguir acreditando que a experimentação não controla teoria e ser falseacionista ingênuo, pois esses dois podem ser elementos de diferentes Tradições que se combinaram no decorrer da história da Tradição, embora resultem incompatíveis aos olhos de um docente ou de um pesquisador em Física, por exemplo.

O anterior nos faz refletir sobre a forma em que as mudanças nas visões epistemológicas dos estudantes vão acontecendo: os elementos de diferentes Tradições de pesquisa rivais (por exemplo, realismo ingênuo e realismo científico) combinam-se de uma maneira muito complexa na mente dos estudantes, sem formar redes conceituais coerentes. A presença de coerência entre o núcleo de uma Tradição e suas teorias específicas não é um requisito na Filosofia de Laudan. A incoerência é o normal e não o extraordinário.

Por que as visões não científicas sobre questões como realismo, falseacionismo, empirismo, reducionismo, ainda permanecem nas mentes dos estudantes, embora eles estejam submergidos num mundo onde as coisas acontecem de uma forma diferente e os cientistas constroem modelos em vez de copiá-los? Por que esses mesmos estudantes acreditam na perfectibilidade, transferibilidade e coletividade do conhecimento?

Achamos que o primeiro “pacote” de visões tem a ver com conceitos nucleares, medulares, nas epistemologias estudantis que provavelmente, formam parte dos núcleos das “Tradições de pesquisa” dos estudantes e, por essa razão, são visões resistentes às mudanças. Sem dúvidas, a questão do realismo faz referência a uma forma particular de olhar para o mundo e, conseqüentemente, a uma forma particular de conceber o conhecimento. O empirismo, segundo o qual o estudante confere uma importância inadequada à experiência na geração de conhecimento, está muito relacionado com a visão realista ingênua da realidade, porque se admitimos que um realista ingênuo conhece a realidade desvelando-a, essa realidade se mostrará em experiências que darão lugar à aparição de novos conhecimentos. O reducionismo aparece ligado às visões anteriores no que diz respeito à geração da teoria: a experiência científica gera hipóteses, o que resulta consistente com as duas visões anteriormente detalhadas. Por último, o falseacionismo. Por que ele aparece associado com as anteriores? Achamos que é pelo fato de estar estreitamente ligado à sobre-valorização da experiência sensível para o controle de hipóteses, ainda que muitos estudantes só reconheçam, como antes comentado, a experiência como geradora de teoria. O importante é que, entre os estudantes que admitiram essa segunda função da experimentação como controle, a grande maioria manifestou ser realista ingênuo/empirista/falseacionista ingênuo. Isso favorece a hipótese de que essas idéias poderiam formar uma rede de crenças.

Ora, o quê dizer do segundo “pacote” onde as epistemologias dos estudantes estão mais próximas das científicas? Pareceria que este segundo grupo de visões não teria uma ligação tão próxima entre si, mas bem essas visões seriam formadas, em grande parte, por justaposição de elementos – bem como por associações mais complexas – que se produzem ao nível das teorias específicas, por influência da mídia, do professor do curso, da trajetória anterior do estudante no que diz respeito à leitura na área da Filosofia da Ciência e de características da escola. Este último fator parece estar bastante presente na formação das visões dos estudantes, já que notamos diferenças mais significativas nas dimensões ligadas a este segundo “pacote” para os alunos que freqüentavam as duas escolas, sendo que os alunos da escola particular com horário “duplo” (manhã e tarde) apresentaram pontuações mais elevadas do que os outros meninos. Atribuímos essa diferença a esse tipo de fatores mencionados antes. A escola particular tinha em sua grade curricular alguns tópicos em Filosofia da Ciência, ainda que não com esse nome, mas os alunos participavam ativamente na elaboração e execução de projetos de pesquisa e, nesse processo, costumavam discutir com

seus professores questões vinculadas à Filosofia da Ciência.

O diferente tratamento dado aos dois “pacotes” de epistemologias dos estudantes parece estar em ressonância com os dois modos de avaliação das teorias e tradições de pesquisa: a **aceitação e a utilização**. *Aceitar* uma teoria significa considerá-la como se fosse verdadeira, ou seja escolhé-la pois ela resolveu os problemas melhor do que sua rival. *Utilizar* uma teoria, mesmo sem aceitá-la, significa explorá-la em determinadas circunstâncias por ter boas razões para isso: por exemplo, porque essa teoria tem uma taxa de progresso melhor que as rivais. O caso de Planck é exemplar: entre 1905 e 1910 ele considerava a teoria do Elétron mais sólida e aceitável, porém trabalhou na teoria da Relatividade dando contribuições importantes. No caso dos estudantes o contexto parece semelhante: eles aceitam o primeiro “pacote” pois é aquele que melhor resolve seus problemas cotidianos, porém em determinadas circunstâncias, como as da sala de aula, reconhecem no “pacote científico” uma maior taxa de progresso a partir do suporte que seus professores lhe deram.

Por último, consideramos que as idéias de Laudan sobre o *modelo de reticulado* podem contribuir para a elucidação das alterações nos diversos componentes das concepções dos estudantes. No seguinte, apresentamos uma breve síntese das idéias centrais desse modelo, extraídas do trabalho de Cudmani (1997).

Para dar conta de todas essas mudanças complexas, não lineares, Laudan introduz um modelo para explicar os tipos de mudanças que podem ser produzidos no desenvolvimento do conhecimento científico. Ele resgata a importância das metas da Ciência, que aparecem integradas num modelo reticular para compreender a natureza da empresa científica. Esse modelo propõe um processo de mudança bem complexo, de ajustes mútuos, que não acontecem todos simultaneamente, e no qual nenhum campo é privilegiado no sentido de marcar o começo de um ciclo ou processo de mudança.

O modelo se sustenta sobre três vértices: as teorias, as metodologias e as metas e valores da Ciência. Estes últimos têm a ver com as visões de mundo dominantes num determinado momento histórico. Entre esses elementos existem fortes relações, já que os métodos justificam as teorias, as teorias restringem e limitam as metodologias, os fins e as metas justificam a escolha das metodologias, bem como as metodologias evidenciam a factibilidade dos fins. As teorias, pela sua vez, devem harmonizar com os fins e valores da Ciência.

Por meio desse modelo, a racionalidade científica não é vista como um processo hierárquico de justificação. As mudanças não são holísticas, dado que um determinado elemento pode mudar sem que os demais componentes do modelo mudem. Por exemplo, pode acontecer uma mudança nas conceituações quando uma nova teoria aparece como mais promissora para satisfazer as metodologias aceitas pela comunidade; uma mudança nas metas e valores tem lugar quando, por exemplo, os objetivos propostos inicialmente são inalcançáveis ou vão de encontro a teorias aceitas pela comunidade.

No caso das concepções dos estudantes, nos parece particularmente útil interpretar as mudanças produzidas em suas concepções a través das idéias de *mudança não holística* e da *inexistência de um processo hierárquico de justificação*. Isso pareceria ficar evidente quando exploramos as visões dos estudantes. Mas, a diferença dos cientistas, os estudantes baseiam suas epistemologias em valores diferentes dos científicos: a busca de coerência, a procura da solução das anomalias e de problemas conceituais para diminuir a tensão dentro das tradições, é própria dos cientistas, mas parece não ser tão relevante na visão dos meninos. A racionalidade, para eles, estaria baseada em critérios e valores bastante distantes dos que animam o trabalho dos cientistas.

COMENTÁRIOS FINAIS

O trabalho aqui apresentado não pretende ser nem exaustivo nem conclusivo, mas apenas o começo da exploração do marco teórico fornecido pela Filosofia da Ciência de Laudan para a compreensão da formação de visões nos estudantes. Achamos que este trabalho pode trazer mais uma contribuição para as possíveis “aplicações” ou “constatações” das idéias de Laudan, mas também acreditamos que ainda resta muito trabalho teórico para poder realizar afirmações mais conclusivas.

No entanto, pensamos que a análise realizada aqui mostra duas coisas que, na nossa visão, seriam aspectos importantes para o planejamento e a execução da educação científica: 1) é importante resgatar as concepções dos estudantes com cautela e procurar entender a racionalidade que as sustenta; 2) também é preciso explicitar para eles quais os valores, as metas e as metodologias da Ciência. Uma forma possível de realizar o que propomos seria discutir sistematicamente com os alunos, em sala de aula, o processo de construção dos conhecimentos científicos, atividade muito enfatizada na pesquisa educativa em Ciências, mas provavelmente pouco trabalhada no nível de sala de aula. Nossa sugestão aponta também para um critério de avaliação da aprendizagem que visa o longo prazo, mas que está atento às pequenas mudanças locais. Dificilmente grandes resultados poderão aparecer num curto prazo, porém indícios de respostas compatíveis com uma visão mais científica devem ser valorizados, porque eles serão o ponto de partida para novos resultados. Em outras palavras, estamos sugerindo que sem um trabalho constante sobre este aspecto ao longo da educação em Ciências as visões dos estudantes sobre a empresa científica apenas serão afetadas no nível das crenças mais superficiais, mas em modo algum, no nível do núcleo de suas concepções, o que, com certeza, irá lhes tornar a aprendizagem da Ciência pouco significativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CUDMANI, L. (1997) Ideas epistemológicas de Laudan y su posible influencia en la enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2): 327-331.
- DUSCHL, R.A. (1997) *Renovar la Enseñanza de las Ciencias*. Narcea. Madrid.
- DUSCHL, R.A. (1998) “La valoración de argumentaciones y explicaciones: promover estrategias de retroalimentación”. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1): 3-20.
- EVANS, M. e SCHIBECI, R. (1991) “Assessing some student views about science”. *The Australian Science Teachers Journal*, 37(4): 69-71.
- GIL, D., (1983) “Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias”. *Enseñanza de las Ciencias*, 1(1): 26-33.
- GIL, D., (1993) “Contribución de la historia y la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación”. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2): 197-212.
- GIL, D., CARRASCOSA, J., FURIÓ, C. e MARTÍNEZ, J., (1991) *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. ICE/Horsori. Madrid.
- GIL, D., CARRASCOSA, J., DUMAS CARRÉ, A., FURIÓ, C., GALLEGO, R., GENÉ, A., GONZÁLEZ, E., GUIÁSOLA, J., MARTÍNEZ, J., PESSOA, A.M., SALINAS, J., TRICÁRICO, H. e VALDÉS, P., (1999), “¿Puede hablarse de consenso constructivista en la

educación científica?”. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3): 503-512.

GURIDI, V. (1999) *¿Puede vincularse la comprensión conceptual en Física con el ‘perfil epistemológico’ de un estudiante? Tesis de Maestría*. Facultad de Humanidades. Universidad Nacional de Mar del Plata.

GURIDI, V. e SALINAS, J., (1999) , “El ‘perfil epistemológico’ en la enseñanza de la física clásica”. *Memorias de la Décimo Primera Reunión Nacional de Educación en la Física*. Mendoza, Argentina, pp. 125-134.

GURIDI, V. e SALINAS, J., (2001) , “El vínculo entre aspectos conceptuales y epistemológicos en el aprendizaje de la Física Clásica”, *Investigações em Ensino de Ciências*, 6(2), agosto de 2001. http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol6/n2/v6_n2_a4.htm.

HALLOUN, I. e HESTENES, D., (1998), “Interpreting VASS Dimensions and Profiles”. *Science & Education*, 7(5): 450- 465.

HODSON, D., (1985), “ Philosophy of science, science and science education”. *Studies in Science Education*, 12: 25-57.

HODSON, D. (1992), “Assessment of practical work. Some considerations in philosophy of science”. *Science and Education*, 1(2): 115-144.

HODSON, D., (1993), “ Philosophic stance of secondary school science teachers, curriculum experiences and children’s understanding of science: some preliminary findings”. *Interchange*, 24, 1-2: 41-52.

IZQUIERDO, M., (1996), “ Relación entre la historia y la filosofía de la ciencia y la enseñanza de las ciencias”. *Alambique*, 8: 7-21.

KUHN, T. S. (1971) *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica. México.

LAKATOS, I. (1979) O Falseamento e a Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica, em LAKATOS, I. & MUSGRAVE, A. (Org.): *A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento* Cultrix, São Paulo pp. 109-243.

LAUDAN, L. (1987) *El progreso y sus problemas. Hacia una teoría del crecimiento científico*. Ediciones Encuentro. Madrid

LEDERMAN, G., (1992), “ Students’ and teachers’ conceptions of the nature of science: A review of the research”. *Journal of Research in Science Teaching*, 29: 331-359

MCCOMAS, W.F., ALMAZROA, H. e CLOUGH, M.P., (1998), “The nature of science in science education: an introduction”. *Science & Education*, 7 (6): 511-532.

MORTIMER, E.F. (1995), Conceptual Change or Conceptual Profile Change?. *Science & Education*, 4(3): pp. 267-285.

RYAN, A. G. e AIKENHEAD, G. S., (1998), “Students’ preconceptions about the epistemology of science”. *Science & Education*, 7 (6): 559-580.

SALINAS, J. (1993) “¿Como se produce el cambio conceptual en el aula?” (Documento de trabalho. Inédito)

SALINAS, J., (1999), “¿Enseñamos la física como una ciencia de la naturaleza?”. *Memorias de la Décimo Primera Reunión Nacional de Educación en la Física*. Mendoza, Argentina, pp. 358-365.

SALINAS, J. e CUDMANI, L.,(1994), “Los desencuentros entre método y contenido

científico en la formación de los profesores de Física”. *Revista de Enseñanza de la Física*, 7(1): 25-32.

SALINAS, J., CUDMANI, L. e JAEN, M., 1995, “Las concepciones epistemológicas de los docentes en la enseñanza de las ciencias fácticas”. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 17(1): 55-61.

SALINAS, J., GIL D. e CUDMANI, L., (1995), “La elaboración de estrategias educativas acordes con un modo científico de tratar las cuestiones”. *Memorias de la Novena Reunión Nacional de Educación en la Física*. Salta, Argentina, pp. 336-349.

SALINAS, J. e GURIDI, V., (1999), “¿Puede vincularse la comprensión conceptual en física con el “perfil epistemológico” de un estudiante?”. *Memorias de la Décimo Primera Reunión Nacional de Educación en la Física*, Mendoza, Argentina, pp.110-124.

SALINAS, J. e GURIDI, V. (2000) “Concepciones epistemológicas sustentadas por estudiantes secundarios de Física.” *Atas do “II Encontro de História y Filosofía de la Ciencia del Cono Sur”*. Universidad Nacional de Quilmes, Quilmes, Buenos Aires, Argentina.

SMITH, M.U. e SCHARMAN, L.C., (1999), “ Defining versus describing the nature of science: a pragmatic analysis for classroom teachers and science educators”. *Science Education*, 83(4): 493-509.

TSAI, C., (1998), “An Analysis of Scientific Epistemological Beliefs and Learning Orientations of Taiwanese Eighth Graders”. En: *Science Education*, 82(4): 473-489.

VÁZQUEZ ALONSO, A. e MANASSERO MAS, M. A., (1999), “Características del conocimiento científico: Creencias de los estudiantes”. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3): 377-395.

VILLANI, A. (1992) Conceptual Change in Science and Science Education. Em: *Science Education*, 76(2): 223-237.