
A EPISTEMOLOGIA EVOLUCIONISTA DE STEPHEN TOULMIN E O ENSINO DE CIÊNCIA⁺⁺¹

Rafael Porlán Ariza
Universidade de Sevilha
Sevilha - Espanha
João Batista Siqueira Harres
UNIVATES
Lajeado - RS

Resumo

Este artigo apresenta uma análise epistemológica de algumas idéias de Stephen Toulmin, especialmente sua teoria evolucionista do conhecimento. Analisa-se o papel que esta teoria pode exercer no debate entre as posições absolutistas e relativistas no ensino de Ciências.

Palavras-chave: *Epistemologia; mudança conceitual; ensino de ciências.*

Abstract

This article presents an epistemological analysis of some of the ideas of Stephen Toulmin, in particular his evolutionary theory of knowledge. The role that this theory might play in the debate between the absolutist and relativist positions on Science teaching is analysed.

Keywords: *Epistemology; conceptual changing; science teaching.*

⁺ The evolutionist epistemology of Toulmin and the teaching of science

* *Recebido: agosto de 2000.*
Aceito: novembro de 2000.

¹ Versão traduzida e atualizada do artigo “La epistemología evolucionista de Stephen Toulmin y la enseñanza de las ciencias” publicada originalmente na Revista Investigación en la Escuela, n. 39, p 17-26, Sevilha (Espanha), 1999.

I. Introdução

O problema da compreensão humana é duplo. O homem conhece e é consciente ao mesmo tempo de que conhece. Adquirimos, possuímos e fazemos uso do conhecimento; mas ao mesmo tempo somos conscientes de nossa própria atividade como sujeitos cognitivos. (Toulmin, 1972, p.1)

Seguindo a linha crescente de investigações que tentam aproximar o ensino de ciências ao debate epistemológico sobre a natureza da ciência (Matthews, 1994), este trabalho faz uma reflexão sobre as idéias de Stephen Toulmin. Apresentam-se as bases de sua visão epistemológica e algumas possíveis implicações de suas idéias para o ensino.

Toulmin situa-se dentro do grupo de pensadores, como Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend, entre outros, que criticam a concepção positivista sobre a natureza da ciência (Níaz, 1994; Abimbola, 1983; Duschl, 1983). Ao evidenciar as limitações do positivismo (Porlán, 1993), as idéias de Toulmin, como um moderno filósofo da Ciência (Finley, 1983), apresentam um grande potencial heurístico para o ensino na medida em que concebe a evolução do conhecimento como melhor descrito pela ação perene do espírito crítico, objetivo também do ensino de ciências (Wagner, 1983). Para Mellado e Carracedo (1983), este autor se enquadra dentro do enfoque construtivista, compartilhado por Kuhn, Lakatos e Laudan, no qual as teorias científicas são entes complexos.

Em um de seus primeiros trabalhos, Toulmin (1953) já chamava a atenção para a não distinção entre teoria e observação (Duschl, 1983). Entretanto, é no livro *Human Understanding - volume I: The Collective Use and Evolution of Concepts*, que Toulmin (1972) apresenta uma análise original e frutífera das novas correntes epistemológicas e sua relação com as visões clássicas do conhecimento, propondo então um modelo evolucionista para os conceitos análogo ao que Darwin propôs para evolução das espécies. Assim, sua originalidade consiste em aplicar o mesmo esquema teórico às *populações conceituais* que Darwin aplicou às populações de espécies. E isto não por uma analogia biológica oportunista, mas sim porque ele considera que os modelos populacionais orgânicos e conceituais são casos particulares de um único *padrão de desenvolvimento por inovação e seleção* (Porlán, 1989).

A complexidade da análise epistemológica proposta por Toulmin manifesta-se principalmente na aplicação do conceito de ecologia conceitual na evolução dos conceitos. Pretendemos apresentar na seqüência os aspectos mais destacados desta aplicação.

II. Para além do positivismo: o debate absolutistas x relativistas

O problema central do pensamento de Toulmin se refere à discussão sobre a existência ou não de critérios universais ou princípios fixos, sejam eles, metafísicos, racionais ou empíricos para avaliar a validade do conhecimento humano. Para este autor, as correntes epistemológicas têm adotado duas vias de análise para este problema: uma identificada com a lógica formal e ao empirismo, associada ao positivismo e ao pensamento popperiano; e outra identificada com uma via histórica, onde se enquadrariam as idéias de Lakatos, Kuhn e Feyerabend, entre outros.

A visão positivista, incluindo desde o pensamento empirista clássico, passando pelo positivismo lógico e chegando até o empirismo lógico (Toulmin, 1953), acentuam a justificação do conhecimento a partir dos dados observacionais e da experiência sensível (Mellado e Carracedo, 1993). Nesta visão concebe-se a Ciência como um processo único, verossímil do ponto de vista lógico e cuja validade é independente de contexto e que, para avaliação das teorias, adota critérios empíricos.

Paralela à posição anterior, a escola racionalista destaca a importância da razão e dos conceitos criados pela mente no processo de formação e fundamentação do conhecimento científico. Aqui, os critérios para avaliação de teorias são racionais. Do enfrentamento destas duas correntes, surge Kant propondo uma síntese que, enquanto considera que todo conhecimento tem sua origem na experiência sensível, ao mesmo tempo, ele deve ser enquadrado em estruturas mentais transcendentais e *a priori* para adquirir necessidade e universalidade (Mellado e Carracedo, 1993).

As duas correntes acima enquadram-se no que Toulmin chama de *absolutismo epistemológico*. Nesta tradição filosófica, a *ordem da natureza é fixa e estável, e a mente do Homem adquire domínio intelectual sobre o raciocínio de acordo com Princípios de Entendimento, que são igualmente fixos e universais* (1977, p.29).

Popper tenta apresentar uma solução ao problema do empirismo como fonte única e verdadeira do conhecimento. Isto ocorreu pelo fato de ter ficado evidente, especialmente do início deste século para cá, que toda observação está sempre carregada de teoria: *não há observação pura, não intencional e teoricamente independente* (Popper, 1975, p.79). Qualquer proposição de observação será sempre feita na linguagem de alguma teoria e será tão precisa quanto a estrutura teórica ou conceitual que utiliza. Assim, o objetivo da ciência estaria em estabelecer hipóteses especulativas e provisórias para solucionar os problemas, submetendo-as a um processo rigoroso de falseação por procedimentos observacionais e experimentais (Porlán, 1989).

Apesar de sua relevante contribuição, na medida em que abriu as portas para o moderno anti-positivismo e para o reconhecimento da natureza sócio-

psicológica da ciência (Chalmers, 1993), Toulmin enquadra o pensamento popperiano como uma variante do absolutismo mais tradicional, pois:

a fonte última de suas normas racionais para julgar os argumentos e procedimentos científicos segue sendo em sua totalidade um conjunto de condições gerais a priori, impostas a todo raciocínio científico desde fora por sua definição, em última instância arbitrária, do que deve considerar-se como uma hipótese, uma teoria ou um conceito científico (1977, p. 482).

Como disse Chalmers (1993): as teorias não podem ser falseadas de modo concludente, porque os enunciados observacionais que servem de base à falseação podem resultar falsos a luz de posteriores progressos (p.93). Além disso, conforme as análises de Lakatos, Laudan, Kuhn e Toulmin, é difícil sustentar historicamente a idéia de que existam experimentos cruciais (Mellado e Carracedo, 1993).

Assim, esgotada a via lógica formal e sistemática como critério de racionalidade, a única alternativa possível, como indica Toulmin, é tomar a experiência histórica real dos cientistas e de suas mudanças conceituais, como elemento clarificador.

Nesse sentido, Lakatos apresenta um modelo, denominado de programas de investigação, mais complexo e estruturado das teorias científicas. Para ele, as teorias resistem à mudança e não cedem ao falseacionismo, mas se protegem dele. Sua visão de núcleo central, hipóteses auxiliares e enunciados observacionais permite a inclusão de uma componente histórica na mudança de teorias e põe em evidência a inadequação de uma visão falseacionista pura (ingênua). Mesmo reconhecendo nessa tese um avanço com respeito à posição de Popper, Toulmin (1972) considera que Lakatos apenas retomou a argumentação popperiana no ponto onde esta parou, dobrando-se também aos argumentos logicistas como critério de racionalidade. O problema não é como se defender da falseação, mas, isto sim, se este é um critério adequado para a avaliação científica.

Na visão de Toulmin, portanto, os modelos epistemológicos tanto de Popper como de Lakatos situam-se, por referirem-se a critérios universais e atemporais de avaliação, ainda como absolutistas mesmo que de modo mais moderado. Este continuismo filosófico seria impotente para abordar as questões da evolução científica e social propostas na atualidade.

Como rejeição à visão absolutista, Kuhn apresenta uma possível resposta aos problemas da compreensão humana (Toulmin, 1972). Nesta visão, tal como na de Lakatos, as teorias são entes complexos. Kuhn as denomina de paradigmas. Elas são integradas por um conjunto de crenças, valores e técnicas compartilhadas por uma comunidade científica (Kuhn, 1962). Quando houvesse uma mudança de paradigma se produziria o que Kuhn chamou de revolução científica.

Durante a vigência de um paradigma teríamos o período denominado de ciência normal. Neste período, os cientistas, guiados por um paradigma inquestionável, trabalhariam no sentido de resolver problemas teóricos e experimentais de sua área, melhorando a coerência interna do mesmo. Os problemas não resolvidos se caracterizariam como anomalias e, na medida em que estas se acumulassem progressivamente, poderia surgir uma crise e, portanto, um ambiente favorável ao surgimento de paradigmas rivais e à posterior mudança de paradigma. A substituição de um paradigma por outro, incompatível e não logicamente superior ao anterior, não estaria baseado em critérios lógicos formais ou observacionais, mas por pressupostos metafísicos, ideológicos, psico-sociais etc.

Bunge (1985) faz uma crítica severa ao pensamento kuhniano. Para ele nem toda revolução científica responde a uma crise. As revoluções também não se caracterizam por uma mudança radical, elas são sempre, em certa medida, parciais: só os charlatães rechaçam a totalidade dos conhecimentos existentes (p.51). Além disso, os cientistas são sempre capazes de examinar suas teorias e métodos, reconhecendo neles os erros empíricos. E mais, acrescenta Bunge, mesmo que algumas mudanças sejam dirigidas por considerações extra-científicas ou ideológicas, isto não implica no contrário: que nunca se utilizem critérios e metodologias objetivas de avaliação.

Toulmin (1970) também se opõe ao catastrofismo de Kuhn, apresentado nos seus primeiros escritos. Ele ressalta que a idéia kuhniana de revolução foi, pelo próprio autor, mudada paulatinamente de modo a se afastar da posição original. Concebidas inicialmente como algo que tendia a acontecer raramente, Kuhn passou a aceitar, mais tarde, que as revoluções podiam ocorrer com muito mais freqüência (Kuhn, 1962). Sendo assim, na interpretação de Toulmin, as revoluções não equivaleriam a uma dramática interrupção da consolidação contínua e normal da ciência, mas a micro-revoluções, que por sua vez poderiam ser encaradas então como unidades de variação. Ele complementa, dizendo que, assim, vemo-nos diante de um quadro da ciência em que as teorias comumente aceitas em cada fase servem de ponto de partida para um grande número de variantes sugeridas (1970, p. 57). Resumindo, Toulmin não concorda com a distinção entre ciência normal e revolucionária.

O relativismo moderado ou ambíguo de Kuhn tem o mérito de incluir os fatores históricos, psico-sociais e ideológicos na compreensão do desenvolvimento científico com profundidade ainda maior do que Lakatos (Porlán, 1989). Mesmo assim, Toulmin nega que o conhecimento científico possa ser concebido como um paradigma ou mesmo um programa de pesquisa (Ryan e Aikenhead, 1992).

No extremo oposto ao absolutismo, podemos situar o relativismo epistemológico radical de Feyerabend. Ao aprofundar a análise histórica da ciência, este autor propõe a impossibilidade do estabelecimento de critérios e regras universais para a avaliação da mudança científica. Ao defender que a Ciência não tem um

status epistemológico superior a outras formas de conhecimento, a exclusão do não-científico não colabora com o seu avanço. Para ele, vale qualquer método, científico ou não. Não existe um método único. As crises anômalas de Kuhn são o estado habitual do desenvolvimento do conhecimento. Sua obra tem o mérito de colaborar para que não se desideologize a Ciência.

Chalmers (1993) alinha algumas críticas a esta visão relativista radical da Ciência. Para ele, os juízos e desejos individuais não são imunes ao argumento racional externo. Os conceitos têm propriedades e características que transcendem às crenças subjetivas dos indivíduos. Além disso, a defesa da liberdade sem levar em conta a estrutura social e o contexto cultural, pode levar a uma posição ingênua e irrelevante. Nas palavras de John Krige (citado por Chalmers, 1993): se tudo vale (...) significa que, na prática, tudo segue igual (p.142).

Embora sem concordar, Toulmin (1972), justifica a posição de Feyerabend como uma reação lógica ao autoritarismo implícito tanto nas posturas racionalistas como nas posturas empiristas. Uma definição a priori do que é ciência corre o risco provável de impedir de antemão legítimas direções de avanço teórico que não se ajustam às exigências prévias. Feyerabend renuncia a este puritanismo intelectual e escolhe um caminho de liberdade completa de inovação conceitual, mesmo que ao preço de ser arbitrário e irracional.

III. Uma imagem evolucionista da ciência

Toulmin (1972) rechaça as posturas absolutistas com argumentos similares aos de Feyerabend ainda que não compartilhe de seu modelo relativista radical. Sua contribuição é enormemente interessante, pois se situa no centro da polêmica entre absolutistas e relativistas (Porlán, 1993). Seu marco teórico parece ser algo realmente novo.

A respeito, Novak (1977) afirmou:

De vez em quando surge na história de uma disciplina um novo líder cujo trabalho muda o curso da disciplina (...). (A obra) de Stephen Toulmin pode mudar o curso da filosofia para as gerações futuras (...) Toulmin pode influir significativamente no pensamento futuro na educação e nas ciências sociais. (1982, p.46)

A questão básica sobre a compreensão humana que Toulmin levanta é a seguinte: como podemos conciliar a necessidade de imparcialidade na avaliação do conhecimento tendo em vista o fato histórico e psico-social da enorme diversidade de normas racionais aceitas nos diferentes meios sociais e culturais? No contexto educativo, esta questão seria: como imparcialmente dualizar, compreender e dirigir

o conhecimento escolar tendo em vista a evidente diversidade de formas de conhecer e de pensar que existiu, existe e existirá?

Para Toulmin (1972) estes problemas não se abarcam isoladamente, mas sim como questões operativas que envolvem todos os âmbitos do pensamento humano. A divisão em disciplinas, para ele, é resultado do autoritarismo intelectual de hoje. É necessário complexificar o antagonismo entre imparcialidade e diversidade.

Para ele, o debate epistemológico tem se situado comumente entre a necessidade de definição de critérios imparciais de racionalidade, que estariam na razão (para os racionalistas) ou nos fatos (para os empiristas), e a defesa (emergida da constatação histórica e psico-sociológica da diversidade conceitual) de uma posição relativista. Este reducionismo se aproximaria do que Morin (1982) classifica como *paradigma da simplificação*, dominante para ele no pensamento epistemológico contemporâneo.

Toulmin tenta mostrar a complexidade deste o problema e, propondo uma complementaridade dialética, introduz o conceito de *ecologia conceitual*. Para ele, as questões de imparcialidade e de juízo formal já não devem ser consideradas em termos lógico-formais, mas sim em termos ecológicos e conceituais. Assim, ele abandona a suposição de que o conhecimento se organiza em sistemas proposicionais estáticos e passa a reconhecer que as idéias de qualquer tipo constituem populações conceituais em desenvolvimento histórico tanto no plano coletivo como individual. O aspecto racional das atividades intelectuais não estaria associado com a coerência interna dos conceitos e crenças habituais de um indivíduo, mas com a maneira com que cada pessoa é capaz de modificar sua posição intelectual frente a experiências novas e imprevistas. Se os conceitos evoluem porque não haveria de ocorrer o mesmo com os meta-conceitos (os conceitos sobre os conceitos)?

Enfim, Toulmin propõe um exercício de abertura mental. A descoberta da diversidade do conhecimento tem causado tal desconcerto e insegurança que ou nos agarramos no dogmatismo intelectual, negando a evidência, ou ficamos na superfície do descobrimento, apenas reconhecendo a distorção - *tudo vale*. Em qualquer caso, temos negado que se o conhecimento muda o mesmo deve ocorrer com os critérios de sua avaliação (García e Porlán, 2000).

Até aqui, apresentamos a argumentação da viabilidade de uma perspectiva ecológica para analisar as populações conceituais em desenvolvimento histórico. Apresentamos, agora, alguns elementos teóricos, não formais, desta análise.

Para Toulmin (1972), a visão de Darwin (1859) tem o mérito de explicar, à luz de uma mesma teoria, a relativa continuidade das espécies e as mudanças que se produziram ao largo do seu desenvolvimento histórico. A evolução dos conceitos seria mais um exemplo concreto de um modelo geral de evolução e mudança baseada, ao mesmo tempo, na existência de distintas variantes em competição dentro de um conjunto populacional dado e a existência também de mecanismo

ambientais que, por pressão exterior, selecionam as variedades melhores em relação a um determinado contexto espaço-temporal.

Dentro de uma cultura e época particular, as atividades intelectuais dos homens não formam uma gama contínua desordenada. Pelo contrário, caem em disciplinas mais ou menos separadas e bem definidas (...) mas cada disciplina, ainda que mutável, normalmente exibe uma continuidade reconhecível (...) Uma explicação evolutiva do desenvolvimento conceitual, por conseguinte, tem que explicar duas características separadas: por um lado, a coerência e continuidade pela qual identificamos as disciplinas como distintas e, por outro, as profundas mudanças a longo prazo pelos quais se transformam ou são separadas. (1977, p.149)

Em qualquer momento, sempre existe quantidade suficiente de pessoas criativas e curiosas para manter um contínuo de inovações ou variantes conceituais que entram em competição intelectual com outras já estabelecidas e aceitas. Algumas variantes serão eleitas para sua incorporação e outras, a maioria, serão descartadas ou ignoradas segundo satisfaçam com mais ou menos vantagem as variantes conceituais pré-existentes, a juízo dos foros de competição intelectual das exigências específicas do meio intelectual local. Estas exigências refererem-se à solução dos problemas teóricos ou práticos específicos de cada população conceitual.

E, segundo Toulmin (1972), é justamente através desta avaliação conceitual que a ciência procede: determinando o que se constitui em problema para a disciplina; que hipóteses serão testadas; quais experimentos serão conduzidos; quais dados serão analisados; como a observação será organizada e classificada, e, por extensão, quais percepções serão selecionadas como relevantes (Finley, 1983).

Assim, Toulmin concebe a mudança conceitual através de uma perspectiva gradualista. Contra o uniformismo e o agregacionismo dos absolutistas (os conceitos não mudam: agregam-se) e frente ao radicalismo das posturas revolucionárias (mudanças totais à margem do juízo racional), ele propõe um tipo de graduação com um sentido em que qualquer transformação, seja lenta ou rápida, sempre é parcial e está submetida à seleção crítica da comunidade intelectual. Em apoio a esta idéia, Cleminson (1990) afirma que a síntese de Toulmin mostra uma descrição bastante adequada da atividade científica por considerar o trabalho do cientista, ao mesmo tempo, essencialmente normal como potencialmente revolucionário.

Concluindo a apresentação do enfoque ecológico de Toulmin apresentamos duas citações suas que refletem algumas das consequências teóricas e práticas que derivam de tão potente modelo epistêmico:

*Na história intelectual como na história natural, o velho ideal filosófico das **entidades permanentes**, que conservam uma identidade essencial a-*

*través de uma contínua seqüência de mudanças históricas acidentais, pode agora ser superado por uma noção mais vital e menos misteriosa, quer dizer, a das **entidades históricas** que, se bem não possuem nenhuma característica absolutamente imutável, conservam suficiente unidade e continuidade como para permanecer distintas e reconhecíveis de uma época a outra. (1977, p.151)*

*(...) devemos agora prestar atenção aos procedimentos de seleção usados para avaliar os méritos intelectuais de cada novo conceito, e é costume relacionar estes mesmos procedimentos com as atividades dos homens que formam, no momento, o **grupo de referência** autorizado da profissão implicada. Nesta medida, propomos que a história disciplinar ou intelectual da empresa interaciona com sua história profissional ou sociológica, e somente podemos separar a história **interna** das vidas dos homens que tem essas idéias ao preço de uma excessiva simplificação. (1977, p.153)*

IV. Implicações para o ensino

A noção de ecologia conceitual de Toulmin apresenta relevantes implicações para o ensino, de modo geral, e para o ensino de ciências, de modo particular. Sua metáfora para o conhecimento cotidiano parecer ser muito útil quando pensamos nas freqüentes pesquisas e debates sobre a questão da mudança conceitual. Para ele, o conhecimento cotidiano é resistente à mudança porque está protegido contra os efeitos da inovação e seleção crítica, ao mesmo tempo, que circula sem restrições já que sua função é não especializada.

Ainda sobre mudança conceitual, também parece útil sua visão complexa dos conceitos científicos. Estes não seriam, segundo Toulmin, termos de cálculos formais ou nome de classes empíricas de objetos, mas sim representações explicativas cujo conteúdo intelectual se mediria por seu âmbito, seu alcance e pela exatidão dos seus modelos e técnicas. A mudança conceitual, portanto, presta atenção aos fatos empíricos não com a intenção de generalização, mas sim com a meta de construir uma representação melhor, nomenclaturas melhores e procedimentos explicativos melhores para dar conta dos aspectos importantes da natureza e da explicação do mundo tal como o encontramos.

Além disso, as mudanças conceituais podem ser muito complexas, uma vez que os descobrimentos empíricos concernem a fatos relacionados com a aplicabilidade dos procedimentos explicativos e não a fatos enunciáveis em termos dos conceitos científicos aludidos. Às vezes, as mudanças supõem a explicação mais exata de certos fenômenos e outras a primeira explicação de fenômenos novos. Em qualquer caso, exigem normalmente modificações em três níveis: terminológico, representacional e nos critérios empíricos de aplicação.

O pensamento de Toulmin pode contribuir, então, para a superação de uma dificuldade freqüente dos modelos de mudança conceitual comumente propostos. Estes, em geral, fazem uma analogia entre concepções de mudança científica como empreendimentos coletivos para orientar o ensino de ciência a fim de promover mudança nas concepções dos alunos. O pouco progresso que os estudos nesse campo das "*analogias*" pode ser devido, em parte, por ignorarem esta transposição de modelos de plano coletivo para o plano individual (Barra, 1993). Nesse sentido, há que se ressaltar a potencialidade da perspectiva evolucionista, pois ela permite uma avaliação tanto coletiva como individual da mudança conceitual.

A visão das mudanças científicas, não como crescimento cumulativo linear e sem crises, concepção freqüente dos alunos (Solbes e Traver, 1996), mas como mudanças graduais na forma de micro-revoluções (Toulmin, 1977), pode ser mais útil para compreender e promover a mudança conceitual nos estudantes.

Nussbaum (1989), por exemplo, afirma que muitos estudos reportam a presença de vários tipos de concepções mistas, representando um paralelo com a descrição histórica de Toulmin. Em seus estudos sobre mudança conceitual, este autor identificou um padrão evolucionista de mudança, isto é, os estudantes mantêm elementos substanciais da antiga concepção enquanto gradualmente incorporam elementos da nova concepção. E mais, propõe Nussbaum (1989):

se de fato, a mudança conceitual for um processo evolutivo, então talvez pudéssemos iniciar a exposição às idéias científicas muito antes do que de costume, no sentido de propiciar maior tempo de incubação e do processo de desenvolvimento. (1989, p. 539)

Em outros contextos do ensino de ciências, por exemplo, no que diz respeito às concepções epistemológicas de professores, podemos encontrar importantes aplicações das idéias de Toulmin. Diversas investigações têm encontrado que os professores de ciências, em geral, apresentam uma visão inadequada sobre a natureza da ciência. De um lado, vários trabalhos identificaram uma visão empirista da ciência associada a uma prática de ensino racionalista (Harres, 1999a; Ledermann, 1992). O que parece ser uma contradição, na visão de Toulmin pode agora ser compreendida, uma vez que o empirismo e o racionalismo seriam duas vertentes de uma mesma visão sobre o conhecimento: *o absolutismo epistemológico*.

Enquanto isso, outros trabalhos identificaram posições muito próximas do *tudo vale*, tanto para o ensino como para a visão sobre a natureza do conhecimento científico, relacionadas, portanto, com o relativismo radical (Koulaidis e Ogborn, 1989). Outros ainda puderam identificar professores que apresentavam uma inade-

quação ainda maior: uma posição relativista para a ciência e, ao mesmo tempo, uma visão absolutista para o ensino (Mellado e Jiménez, 1996).

Estes resultados mostram a necessidade de superação tanto das posições absolutistas como das relativistas radicais sobre a natureza da ciência e sobre o seu ensino. Por isso, acreditamos que as idéias de Toulmin, com sua perspectiva evolucionista e superando a dicotomia acima, possam realmente colaborar nesta caminhada.

V. Conclusões

Apresentamos uma visão histórica de alguns aspectos relevantes, ainda que parciais, da natureza da ciência e do conhecimento científico. Revisamos, analisamos e comparamos algumas concepções de pensadores e correntes representativas da velha e da nova epistemologia da ciência. No caso da visão de Toulmin, a aplicação de seus argumentos pode ser estendida ainda ao plano do conhecimento cotidiano, da linguagem e da relação entre ambos.

A construção de um padrão de desenvolvimento de entidades históricas, cujos casos particulares podem ser tanto a evolução dos conceitos ou a evolução das espécies, parece ter um potencial epistemológico inegável e, por isso, merece ser aprofundado. Nesse sentido, na perspectiva de suas implicações educacionais, seria necessário também dar mais atenção ao entendimento da teoria evolucionista de Darwin. Pesquisas têm mostrado que professores, devido especialmente a uma posição antropocêntrica, compartilham de uma visão inadequada sobre a teoria da evolução e, por decorrência, inadequada também da natureza da ciência (Bloom, 1989).

Outro aspecto a ser mais aprofundado, diz respeito às possíveis, e provavelmente plausíveis, relações entre o pensamento de Toulmin e o de Laudan. Alguns modelos de mudança conceitual têm usado a idéia das tradições de investigação deste último, como o de Duschl e Gitomer (1991). Estes autores criticam o modelo de Posner, Strike, Hewson e Gertzog (1982) por desconsiderarem a mudança ontológica e metodológica como uma necessidade para uma mudança conceitual mais eficiente nos estudantes.

Como afirma Otero (1989), conseguir estruturas conceituais de uma ciência escolar com mais significado psicológico não é um trabalho simples. Requer competência na matéria científica, na sua história e no processo de aprendizagem. Nesse sentido, esperamos ter dado uma contribuição para este avanço apresentando as idéias de um autor que, embora seja citado frequentemente em estudos epistemológicos relacionados com o ensino, parece ter suas idéias ainda pouco aprofundadas. De nossa parte, estamos também, procurando compreender melhor as impli-

cações do pensamento de Toulmin na educação e, desta forma, tentando também evoluir (Harres, 1999b, García e Porlán, 2000).

VI. Referências bibliográficas

ABIMBOLA, L.O. (1983). The relevance of the "new" philosophy of science for the science curriculum. **School Science and Mathematics**, **83**(3):181-193.

BARRA, E.S.O. (1993). Modelos da mudança científica: subsídios para as analogias entre história da ciência e ensino de ciências. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, **10**(2):118-127.

BLOOM, J.W. (1989). Preservice elementary teacher's conceptions of science, theories and evolution. **International Journal of Science Education**, **11**(4):401-415.

BUNGE, M. (1985). **Seudociencia e ideologia**. Madrid: Alianza Editorial.

CLEMINSON, A. (1990). Establish an epistemological base for science teaching in the light of contemporary notions of the nature of science and of how children learn science. **Journal of Research in Science Teaching**, **27**(5):429-445.

DUSCHL, R.A.(1983). Comment on Aan analysis of perspective science teacher's understanding of the nature of science. **Jopurnal Research of Science Teaching**, **20**(4):373-376.

DUSCHL, R.A. & GITOMER, D.H. (1991). Epistemological perspectives on conceptual change: implications for educational practice. **Journal of Research in Science Education**, **28**(9): 839-858.

FINLEY, F.N. (1983). Science process. **Journal Research in Science Teaching**, **20** (1):47-54.

GARCÍA, J.E. & PORLÁN, R. (2000). Teoria e prática no ensino de ciências: uma teoria do conhecimento profissional. **Cadernos Pedagógicos**, **3**:7-42.

HARRES, J.B.S. (1999a). **Concepções de professores sobre a natureza da ciência**. Porto Alegre: PUCRS. Tese de doutorado não publicada.

HARRES, J.B.S. (1999b). Uma revisão nas pesquisas sobre as concepções de professores sobre a natureza da ciência e as implicações para o ensino de ciências. **Investigações no Ensino de Ciências**, **4**(3).

KOULALDIS, V. & OGBORN, J. (1989). Philosophy of science: an empirical study of teacher's views. **International Journal of Science Education**, 11(2):173-184.

KRIGE, J. (1980). **Science, revolutions and discontinuity** Sussex, Harvester.

KUHN, T.S. (1962). **The structure of scientific revolutions**. Chicago: University of Chicago Press.

LAKATOS, I. (1979). O falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa científica. In: LAKATOS, I. & MUSGRAVE, A. (org.). (1970). **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo: Cultrix.

LEDERMANN, N.G. (1992). Student's and teacher's conceptions of the nature of science: a review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, 29(4):331-359.

MATTHEWS, M.R. (1994). História, filosofia y enseñanza de las ciencias: la tendencia actual de reaproximación. **Enseñanza de las Ciencias**, 12(2):255-277.

MELLADO, V.J. (1996). Concepciones prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. **Enseñanza de las ciencias**, 14(3):289-302.

MELLADO, V.J. & CARRACEDO, D. (1993). Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. **Enseñanza de las ciencias**, 11(3): 331-339.

MORIN, E. (1984). **Ciencia con consciencia**. Barcelona: Anthropos.

NÍAZ, M. (1994). Más allá del positivismo: una interpretación lakatosiana de la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, 12(1):97-100.

NOVAK, J.D. (1982). **Teoría e práctica de la educación**. Madrid: Alianza editorial

NUSSBAUM, J. (1989). Classroom conceptual change: philosophical perspectives. **International Journal of Science Education**, 11:530-540.

OTERO, J. (1989). La producción y la comprensión de la ciencia: la elaboración en el aprendizaje de la ciencia escolar. **Enseñanza de las Ciencias**, 7(3):223-228.

POPPER, K.R. (1975). The rationality of scientific revolutions. In: HARRE, R. (ed.) **Problems of scientific revolution**. Oxford: Clarendon Press.

PORLÁN, R. (1989). **Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional: las concepciones epistemológicas de los profesores**. Sevilla: Universidade de Sevilha. Tese de Doutorado não publicada

PORLÁN, R. (1993). **Constructivismo y escuela**. Sevilla: Díada.

POSNER, G.J.; STRIKE, K.A.; HEWSON, P.W. e GERTZOG, A. (1982). Accommodation of a science conception: toward a theory of a conceptual change. **Science Education**, **66**(2):211-227.

RYAN, A.G. & AIKENHEAD, G.S. (1992). Student's preconceptions about the epistemological of science. **Science Education**, **76**(6):559-580.

SOLBES, J. & TRAVER, M.J. (1996). La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química. **Enseñanza de las Ciencias**, **14**(1):103-112.

TOULMIN, S. (1953). **The philosophy of science: an introduction**. London: Hutchinson.

TOULMIN, S. (1970). É adequada a distinção entre ciência normal e ciência revolucionária. In: LAKATOS, I. & MUSGRAVE, A. (org.). (1970). **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo: Cultrix.

TOULMIN, S. (1972). **Human understanding. Vol. I: The collective use and evolution of concepts**. Princeton: Princeton University Press. (Trad. Cast. **La comprensión humana. Vol. I: El uso colectivo y la evolución de los conceptos**. Madrid: Alianza Editorial, 1977).

WAGNER, P.A. (1983). The nature of paradigmatic shifts and the goals of science education. **Science Education**, **67**(5):605-613.