

METODOLOGIAS DE PESQUISA NO ENSINO DE CIÊNCIAS NA AMÉRICA LATINA: COMO PESQUISAMOS NA DÉCADA DE 2000

Research methods in Science Education in Latin America: how we researched in the 2000s

Flávia Maria Teixeira dos Santos¹ · Ileana María Greca²

Resumo: Neste trabalho apresentamos os resultados de uma pesquisa sobre as metodologias e instrumentos de pesquisa usados nos artigos publicados nas principais revistas da área de ensino de ciências da América Latina no período 2000-2009. A partir destes dados, discutimos diferentes aspectos que podem ser úteis para melhorar a qualidade da pesquisa na área.

Palavras-chave: Pesquisa. Metodologia. Ensino de ciências. Ensino de matemática. América Latina. Revisão de literatura.

Abstract: In this article we present the results of a research about the research methods used in science education in Latin America during 2000-2009, as shown by the articles published in renowned Latin-American journals. We also discuss different aspects that may be useful for improving the quality of the research in science education.

Key-words: Research methods. Science teaching. Mathematics teaching. Latin America. Review.

¹ Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Avenida Paulo Gama, 110, Prédio 12201. Porto Alegre, RS, Brasil. 90.046-900. flavia.santos@ufrgs.br

² Departamento de Didácticas Específicas, Facultad de Humanidades y Educación, Universidad de Burgos (UBU). Burgos, España.

Introdução

A área de Ensino de Ciências e Matemática tem ampliado significativamente sua importância na América Latina. No Brasil, na década de 2000, a área cresceu consideravelmente e, em 2009, existiam 67 Programas de Pós-Graduação que ofereciam: 32 cursos de Mestrado Acadêmico, 34 cursos de Mestrado Profissional e 20 cursos de Doutorado reconhecidos pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). O crescimento vertiginoso da área fomentou uma pergunta relacionada à qualidade da pesquisa produzida. Considerando que um dos elementos mais importantes do valor das pesquisas reside nas metodologias utilizadas, resulta relevante conhecer quais são as metodologias utilizadas pelos pesquisadores da área. Neste trabalho apresentamos uma revisão destas metodologias.

Inicialmente, compilamos alguns dos estudos já realizados e que poderiam guiar nosso olhar em busca de regularidades e discrepâncias nas metodologias de pesquisa utilizadas na década de 2000 nos países latino-americanos. Os estudos de revisão que encontramos são todos sobre pesquisas publicadas em língua inglesa, onde a presença latino-americana é pouco expressiva (LEE; WU; TSAI, 2009). Na América Latina, não temos estudos sistemáticos sobre esta temática, embora sejam encontrados alguns trabalhos pontuais sobre as pesquisas apresentadas em congressos nacionais.

As informações coletadas indicam que muito do que temos feito na América Latina está sob a influência do que tem sido produzido nos países de língua inglesa e, sobretudo, está conformado ao que pode ser encontrado nas principais revistas internacionais. No âmbito internacional, podemos destacar a revisão da pesquisa em educação em ciências e matemática, da década de 1990, realizada por Kelly e Lesh (2000). Segundo esses autores, pode se observar, nessa década, uma maior ênfase nos métodos qualitativos. As descrições etnográficas e os ciclos interativos de observações de comportamentos complexos foram mais usados que os testes estatísticos, mostrando que a pesquisa em ensino de ciências mudou o seu foco sobre o papel dos participantes no ensino e na aprendizagem (WHITE, 1984). De forma semelhante, os editores das principais revistas internacionais indicavam, no 'International Seminar on the state of the art in science education research', (2004), que havia uma mudança metodológica. Os estudos quantitativos, que usavam a estatística inferencial, foram sendo substituídos por estudos qualitativos, caracterizando, como vantagem da abordagem qualitativa, o fato de ela facilitar a compreensão de uma dada situação educacional em vez da simples manipulação de variáveis. Resumidamente, Rennie (1998) constatou que, nas cinco principais revistas em língua inglesa da área em ensino de ciências, somente 26,4% dos artigos publicados em 1996 podiam ser enquadrados como metodologias quantitativas, fornecendo algum tipo de análise estatística.

Por outro lado, também nos parece que, em toda a América Latina, as defasagens e necessidades econômicas, sociais e educacionais obrigam nossas pesquisas a um olhar para o interior das escolas e das salas de aula. Considerando um levantamento feito no Brasil, o país latino-americano que primeiro desenvolveu sistematicamente a pesquisa em ensino de ciências durante a década de 1960 (VILLANI; DIAS; VALADARES, 2009), a maioria dos trabalhos publicados no Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências de 2001 relacionava-se à educação básica. Os trabalhos eram relativos aos professores (26,1%) e aos estudantes (25,5%); tratavam de temáticas relacionadas ao trabalho escolar, por exemplo: ensino (29,4%), aprendi-

zagem (9,0%) e currículo (33,9%) (GRECA; COSTA; MOREIRA, 2002). A metodologia de pesquisa privilegiada para abordar estes assuntos, ou seja, para olhar o interior das escolas e das salas de aula, foi a qualitativa, mesmo que este vínculo metodológico seja estabelecido pelas investigações de maneira muito genérica.

Possivelmente essa escolha está relacionada ao fato de a metodologia qualitativa fornecer soluções mais apropriadas para os problemas sociais. A pesquisa qualitativa é uma atividade situada que localiza o observador no mundo; consiste em um conjunto de práticas interpretativas e naturalistas que tornam o mundo visível a partir de uma série de representações, transformando-o (DENZIN; LINCOLN, 2005). A pesquisa qualitativa parece ser o tipo de estudo mais apropriado para tentar dar sentido ao fenômeno educacional, em termos dos significados que as pessoas aportam sobre ele. Por outro lado, a pesquisa qualitativa é um campo inerentemente político, formado por múltiplas posições éticas e políticas, o que permite olhar para seus objetos de estudo com um foco multiparadigmático e possibilita um tratamento dos problemas que vai além do diagnóstico. Enquanto um conjunto de práticas, as diferentes correntes dentro da pesquisa qualitativa têm buscado um tratamento crítico para os problemas sociais, ampliando a possibilidade de utilização de metodologias colaborativas e práticas políticas.

Esta diversidade está expressa na própria multiplicidade de abordagens, métodos, técnicas e práticas utilizadas na atividade interpretativa empreendida no campo. Também está expressa na forma abrangente como o conceito de metodologia é adotado nas ciências sociais. A metodologia é compreendida como um conjunto flexível de diretrizes que vinculam os paradigmas teóricos às estratégias de investigação e aos métodos para a coleta e análise de materiais empíricos. Metodologias são, portanto, compostas por premissas epistemológicas, metateóricas, ontológicas e metodológicas, e determinam a escolha de estratégias ou métodos que, por sua vez, ancoram estes paradigmas em terrenos empíricos específicos ou em uma prática metodológica específica. Assim, a metodologia se refere a mais que um simples conjunto de métodos ou procedimentos, como iremos discutir mais detalhadamente ao longo deste trabalho.

Uma revisão atualizada

Para conhecermos os métodos de pesquisa, procedimentos de análises e instrumentos de coleta usados na década de 2000 na América Latina, escolhemos analisar três reconhecidos periódicos da área, em língua portuguesa e/ou espanhola: a revista *Enseñanza de las Ciencias*, a revista *Investigaciones em Ensino de Ciências (IENCI)* e a revista *Ciência & Educação*, no período 2000-2009. Estes periódicos estão indexados na base de dados Latindex³, têm mais de dez anos de publicação, publicam pesquisa em ensino de ciências em geral, sem privilégio de área ou nível educacional. Ainda que o primeiro periódico seja publicado na Espanha

³ Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Disponível em: <<http://www.latindex.unam.mx>>.

e os dois últimos no Brasil, todos eles publicam pesquisas de autores latino-americanos. Na Revista *Enseñanza de las Ciencias*, 27,9% dos artigos no período estudado têm pelo menos um autor latino-americano. Não realizamos uma análise dos artigos pelo país de procedência de seus autores, pois a área como tal nos parece homogênea, destacando-se a comunidade de pesquisa brasileira como a mais antiga e consolidada (JIMÉNEZ ALEIXANDRE, 2008). Os autores são procedentes da Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, México, Porto Rico, Uruguai e Venezuela. Buscamos, no Latindex, outras revistas específicas da área de ensino de ciências dos países não representados nesta seleção, mas não encontramos referências, o que pode indicar que, nestes países, a área tem pouco desenvolvimento e, provavelmente, publica, basicamente, em revistas de educação não especializadas.

Nestes três periódicos, foram selecionados somente os artigos com, pelo menos, um autor latino-americano. Estes artigos foram, primeiramente, divididos em empíricos e teóricos. Na primeira categoria, foram incorporados, além dos artigos tipicamente empíricos, artigos que contêm pesquisa histórica, epistemológica e revisão bibliográfica sistemática. Os artigos enquadrados dentro dos métodos de pesquisa histórica e epistemológica se referem a estudos sobre aspectos das teorias científicas e da ciência em geral que contribuem para o desenvolvimento de uma linha de pesquisa, a do uso da história e a filosofia da ciência no ensino de ciências, abordagem didática muito enfatizada na área nos últimos vinte anos (TEIXEIRA; GRECA; FREIRE JUNIOR, 2012).

Na segunda categoria, incluímos artigos de propostas didáticas, reflexões teóricas fundamentadas, e de apresentação e discussão de referenciais teóricos. Para a seleção de categorias para métodos e procedimentos de análise, usamos, em termos gerais, a classificação proposta por Hsu (2005). Existem, no entanto, duas diferenças. A primeira delas se refere à meta-análise, que é utilizada por Hsu (2005), mas não na nossa classificação. Isto ocorreu porque este procedimento não é usual na área, a revisão bibliográfica sistemática usando critérios qualitativos de categorização é mais frequente na área. A outra diferença é nossa inclusão da análise textual/documental, na categoria de métodos de pesquisa, para caracterizar as pesquisas sobre livros didáticos que explicitamente não usam a análise de conteúdo como método de análise.

Cada artigo foi classificado segundo as metodologias e procedimentos de análise explicitamente indicados pelos autores. Quando essa informação não era fornecida de forma direta nos artigos, estes foram classificados segundo as linhas gerais ou lógica/estrutura da realização do estudo fornecidas pelos autores. É relevante destacar que, embora alguns autores usem o termo metodologia descritiva para denominar a maioria das pesquisas não experimentais, como, por exemplo, estudos de caso, estudos observacionais etc. – que neste estudo aparecem de forma separada – a metodologia descritiva foi usada somente para identificar estudos que descrevem características existentes e que não podem, portanto, ser incluídos nos outros casos (HSU, 2005).

Para a identificação dos procedimentos de análises de dados, foram considerados todos os procedimentos informados pelos autores dos trabalhos, embora, quando um mesmo procedimento era usado várias vezes, este era contado somente uma vez. Assim como em Hsu (2005), a interpretação qualitativa foi considerada como uma técnica, de forma a incluir os procedimentos de tratamento de dados da pesquisa qualitativa. Cabe salientar que, para a análise do discurso, por exemplo, o tipo de procedimento analítico utilizado foi incluído nesta categoria. Também dentro dela foram incluídas as categorizações não indutivas, ou seja, cate-

gorizações determinadas por uma dada teoria, desde que os dados utilizados para as mesmas fossem analisados qualitativamente.

Todo o processo de seleção e categorização foi realizado de forma independente por cada um dos pesquisadores, e os desacordos (menos de 15% do total de artigos) discutidos até se alcançar o consenso.

As frequências de métodos / análises que aparecem em cada periódico, entre 2000 e 2009, foram tabuladas e computadas suas percentagens. Para cada método / técnica de análise, dado que um artigo pode ter mais de um método / análise, a frequência para cada categoria durante todo esse período foi dividida pelo número total de métodos / análises e multiplicada por 100.

Resultados

Na Tabela 1, apresentamos o número de artigos considerados por revista e sua divisão em empíricos e teóricos.

Tabela 1. Organização dos artigos conforme classificação em empíricos e teóricos

	Enseñanza de las Ciencias	IENCI	Ciência & Educação
Número total de artigos	90	140	250
Artigos empíricos	69 (76,7%)	126 (90%)	188 (75,2%)
Artigos teóricos	21 (23,3%)	14 (10%)	62 (24,8%)

Fonte: Elaborada pelas autoras.

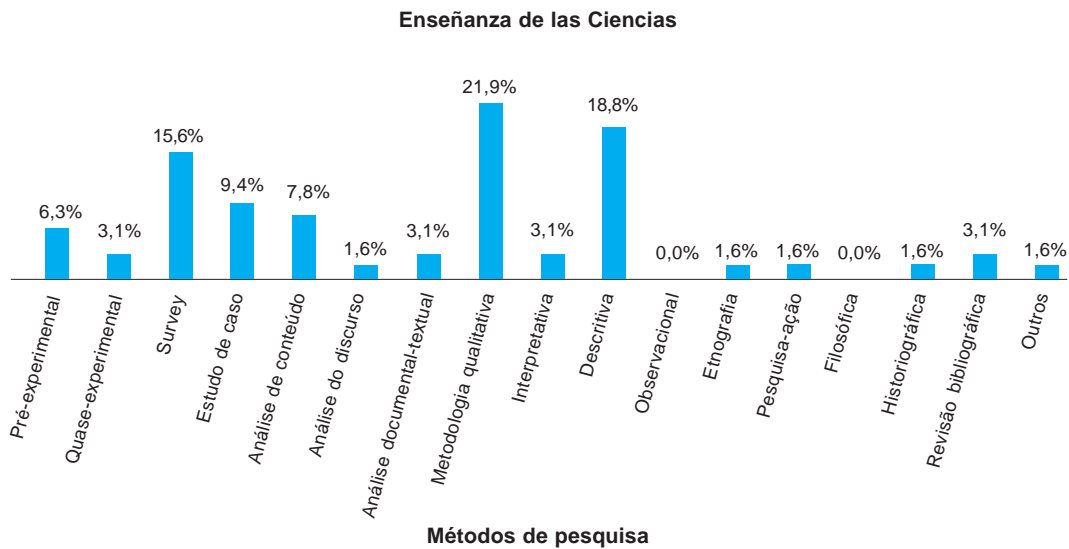
A análise dos dados indica uma média de 80,6% de trabalhos empíricos publicados no período, ou seja, dentro da tendência internacional. Este índice é um pouco abaixo da percentagem média (87,9%) obtida por Tsai e Wen (2005) e Lee, Wu e Tsai (2009) em revisões de artigos publicados nas revistas *Science Education*, *International Journal of Science Education* e *Journal of Research in Science Teaching*, entre 2000 e 2007.

Nos Gráficos 1, 2 e 3 são apresentadas as metodologias encontradas nesta revisão, discriminadas por revista. Estas são: desenhos pré e quase-experimentais, levantamentos (survey), estudos de caso, análise de conteúdo, análise do discurso, análise documental-textual, metodologias qualitativa, interpretativa, descritiva, observacional, etnografia, filosófica, historiográfica, pesquisa-ação e revisão bibliográfica sistemática.

Os artigos empíricos, com uma média de 71,1%, são pesquisas que se enquadram dentro do amplo leque de metodologias qualitativas. Esta percentagem não leva em consideração os levantamentos – nos quais incluímos os levantamentos de concepções, opiniões, visões de ciência etc., usando tanto métodos de pesquisa quantitativos quanto qualitativos – nem os artigos enquadrados nas duas primeiras metodologias, notadamente quantitativas (com uma média, nas três revistas consideradas, de 2,3%). Assim, por exemplo, a análise de conteúdo, que poderia, em alguma de suas vertentes, se encaixar como pesquisa de tipo quantitativo, não é usada deste modo na pesquisa em ensino de ciências na América Latina. Dentre elas, destacam-

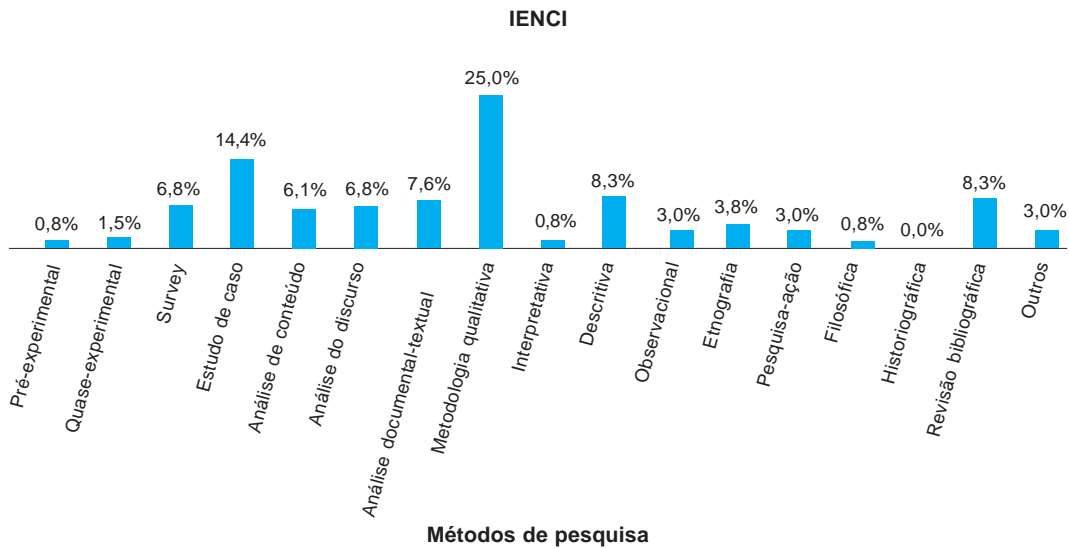
se as pesquisas que indicam trabalhar com uma metodologia qualitativa (25,2%), de forma geral, sem aderir a nenhuma de suas diferentes variantes, seguidas dos estudos de caso (10,5%).

Gráfico 1. Metodologias encontradas na revista *Enseñanza de las Ciencias* no período 2000-2009

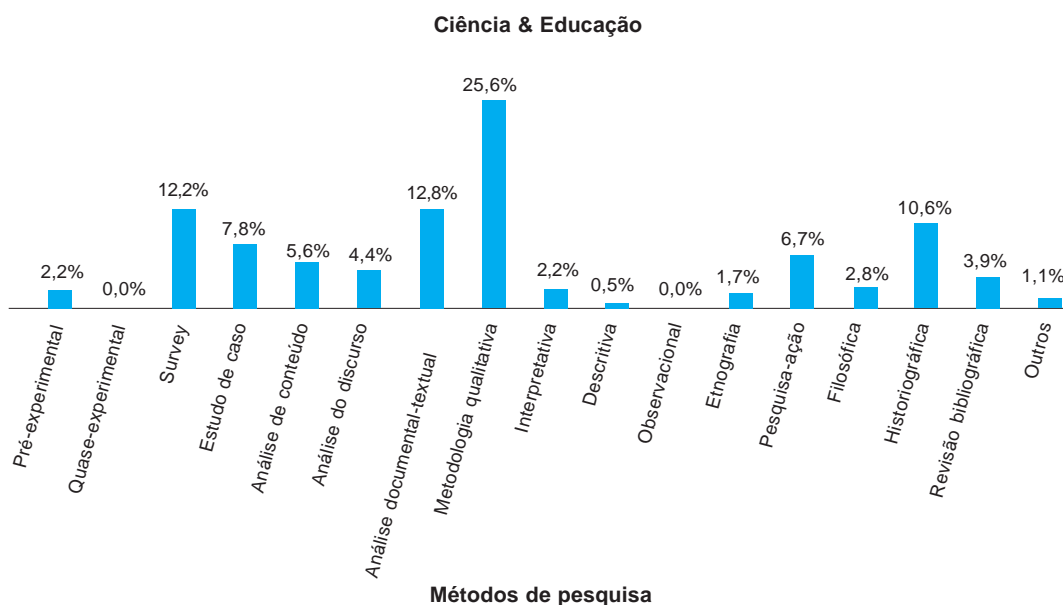


Fonte: Elaborado pelas autoras.

Gráfico 2. Metodologias encontradas na revista *Investigações em Ensino de Ciências* no período 2000-2009



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Gráfico 3. Metodologias encontradas na revista *Ciência & Educação* no período 2000-2009

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Outro dado interessante é o número de pesquisas que utilizam a análise do discurso e do conteúdo, uma média de 5,4% nas três revistas analisadas. Isso revela a proliferação deste tipo de pesquisas desenvolvidas, sobretudo, por autores brasileiros e argentinos, e apresentadas, sobretudo, em congressos nos últimos anos. A análise do discurso, em particular, é utilizada ora como técnica de coleta e análise de informações, ora como metodologia construtivista e abordagem da prática cotidiana, tratamento que se costuma denominar de microanálise, por pretender o tratamento de casos individuais ou episódios para a compreensão do sistema como um todo (COLLINS, 1981). A análise do discurso foi um dos domínios mais flagrantemente exitosos na década de 1990, na pesquisa qualitativa (ATKINSON; DELAMONT, 2005).

Cabe destacar, também, que a pesquisa-ação apresenta uma percentagem de 3,8%. Esta percentagem é alta se comparada com o levantamento de Hsu (2005) da pesquisa em educação nas principais revistas dessa área, que não chega ao 1%. Isto parece indicar um envolvimento relativamente importante dos pesquisadores latino-americanos em ensino de ciências com a conformação de equipes que integram professores que estão efetivamente em sala de aula, tanto na função de colaborador quanto de pesquisador propriamente dito. Esta característica tem sido destacada, em diferentes ocasiões, como uma das alternativas para a redução da lacuna entre pesquisa e prática (por exemplo, KROCKOVER; SHEPARDSON, 1995). Esta vertente tem promovido uma aproximação ao ambiente escolar que contribui para a formação do professor em serviço, enquanto capacita esse professor como pesquisador de sua prática docente.

Em relação aos métodos quantitativos, os desenhos pré-experimentais e quase-experimentais totalizam 4,6%, não tendo sido encontrado nenhum trabalho que possa se encaixar

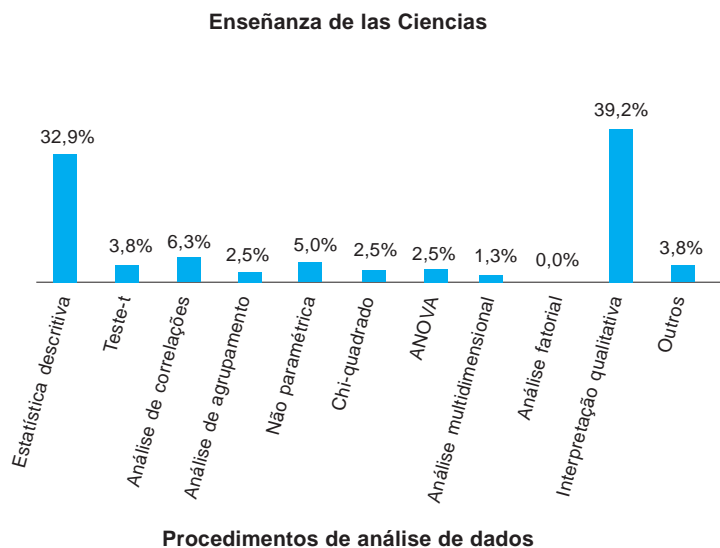
dentro de um desenho estritamente experimental. É interessante notar que estes dados diferem do levantamento realizado por Moreira (1994), relativo aos dez primeiros anos da revista *Enseñanza de las Ciencias*. Aquele estudo indicava que 47% das pesquisas dessa revista podiam ser incluídas dentro de uma metodologia quantitativa clássica, com grupo de controle e/ou correlacional. No nosso estudo, na década de 2000, nesta mesma revista, o número de artigos com estas características metodológicas não chega a 10%, considerando somente os trabalhos de autores latino-americanos.

Seria esta uma característica particular das metodologias de pesquisa empregadas na América Latina? Como já salientamos na introdução, acreditamos que não. No entanto, no caso da América Latina, onde grande parte dos pesquisadores vem das ciências experimentais, naturais ou 'hard sciences', caracterizadas por uma metodologia quantitativa, cabe perguntar se existem outras razões para a adoção privilegiada destes enfoques metodológicos além das já apontadas. Pode ser, como indicam Kelly e Lesh (2000), que a mudança de foco da aderência estrita a metodologias experimentais, como o melhor caminho ao insight científico, e um renovado interesse no desenvolvimento de métodos alternativos para a pesquisa, se deva ao deslocamento destes pesquisadores para sistemas educacionais, salas de aula etc. Nesses espaços, eles encontraram uma realidade complexa e multifacetada e perceberam que esta realidade não poderia ser adequadamente descrita pelas técnicas de pesquisa tradicionais. Por outro lado, no caso do Brasil, que exerce influência sobre parte da pesquisa feita nos demais países da América do Sul, tanto por ser o país com maior tradição na área quanto por formar pesquisadores de outros países, os principais grupos de ensino de ciências têm sua origem em grupos de pesquisa que, embora formados por bacharéis ou doutores em ciências, se localizaram institucionalmente, de forma predominante, em centros ou faculdades de educação onde os métodos qualitativos são muito difundidos desde os anos 1970 (NARDI; ALMEIDA, 2007). A migração de pesquisadores da educação, possível a partir do ano 2001, para a área de ensino de ciências não promoveu a apropriação das metodologias utilizadas nas 'hard sciences', pelo contrário, impregnou e contagiou o trabalho da área com as metodologias francamente utilizadas na educação.

A partir dos métodos identificados na revisão, podemos observar que uma parte significativa da pesquisa que é feita na América Latina parece mais preocupada com a descrição e a explicação do fenômeno educativo que em 'testar' ou avaliar a eficácia do mesmo. Com grande cuidado se observam, descrevem, analisam criticamente situações, atitudes dos professores e estudantes, livros e materiais didáticos. Todas as pesquisas, tanto de forma indutiva como à luz de um determinado referencial teórico, realizam revisão bibliográfica. A pesquisa destinada a verificar, de forma comparada com outras metodologias de ensino, os resultados das intervenções didáticas inovadoras realizadas é menos significativa, em termos do número de artigos publicados. Fato este também apontado por alguns dos pesquisadores representativos na área no Brasil, entrevistados por Nardi e Almeida (2007).

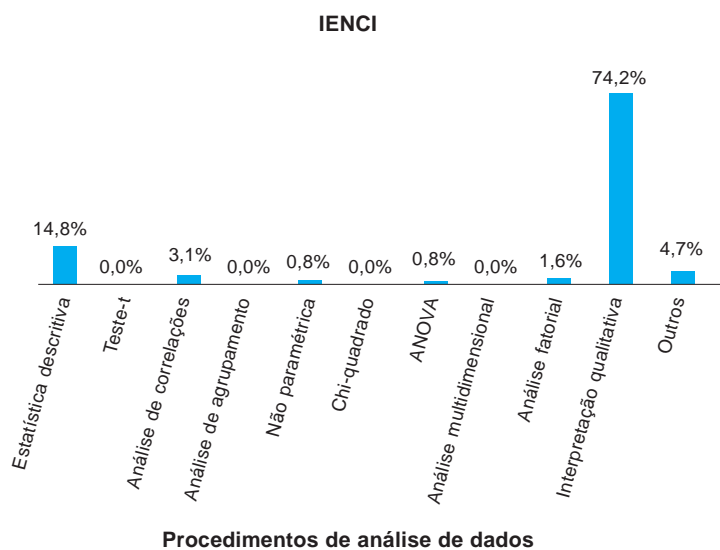
Nos Gráficos 4, 5 e 6 são apresentados os procedimentos de análise que foram encontrados nos artigos publicados. Estes são: estatística descritiva, teste t, análise de correlações, análise de agrupamentos, estatística não paramétrica, chi-quadrado, ANOVA, análise multidimensional, análise fatorial e interpretação qualitativa. Se levarmos em consideração que Hsu (2005) lista 34 procedimentos metodológicos usados na pesquisa educacional, os procedimentos encontrados nesta revisão são pouco diversificados.

Gráfico 4. Revista Enseñanza de las Ciencias: procedimentos de análise no período 2000-2009



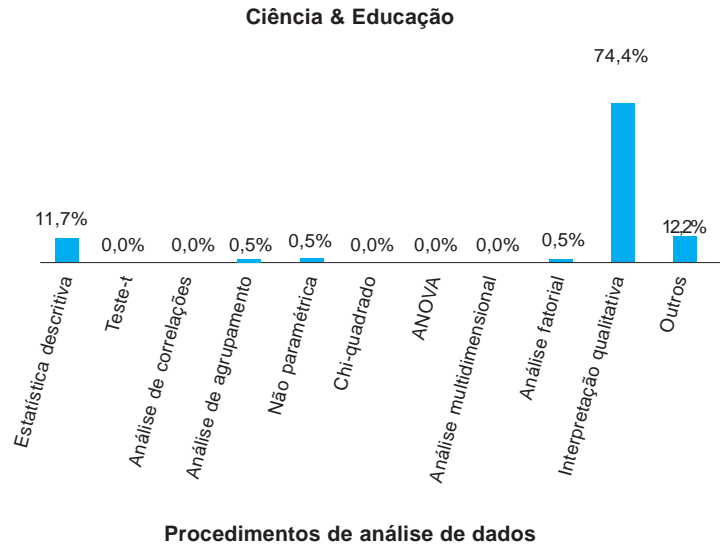
Fonte: Elaborado pelas autoras.

Gráfico 5. Revista Investigações em Ensino de Ciências: procedimentos de análise no período 2000-2009



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Gráfico 6. Revista Ciência & Educação: procedimentos de análise no período 2000-2009



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Dos procedimentos usados, destaca-se a interpretação qualitativa (a média nas três revistas é de 62,6%), de forma coerente com as metodologias de pesquisa privilegiadas. A interpretação qualitativa se faz de diferentes formas. De maneira indutiva, com as categorias emergindo a partir dos dados ou fazendo uma leitura dos dados a partir de um referencial teórico ou, ainda, diretamente, determinando a priori as categorias emergentes do marco referencial utilizado. Estes procedimentos de interpretação qualitativa apresentam, nos artigos analisados, alguns problemas relacionados com a fidedignidade e validade, que discutiremos mais adiante.

O segundo tratamento mais frequente é a estatística descritiva (média de 19,8%). Neste ponto devemos salientar que a estatística descritiva é o tratamento básico para todos os demais tratamentos estatísticos, e, por isso, sua alta porcentagem no caso da revista *Enseñanza de las Ciencias*, na qual aparece uma maior frequência de trabalhos de tipo quantitativo. No entanto, a estatística descritiva também é um procedimento bastante usado junto com a interpretação qualitativa, como uma forma de sistematizar os dados obtidos. Os demais procedimentos metodológicos do tipo quantitativo chegam, no caso da revista *Enseñanza de las Ciencias*, a 25%, enquanto, nas outras duas revistas, apresentam uma média que apenas alcança os 4%.

Podemos observar que, na pesquisa latino-americana, não são usados, em geral, softwares de análises de dados qualitativos que auxiliem as análises, embora estes programas acelerem o processo de localizar temas, agrupar os dados por categorias e comparar parágrafos, assim como aumentar a fidedignidade do tratamento. É verdade que a maioria destes programas está desenhada para a língua inglesa, mas também não se observa interesse na área em desenvolver softwares próprios, assim como utilizar técnicas que poderiam ser usadas em por-

tuguês ou espanhol, como a Análise Multidimensional. Por outra parte, tampouco parece ser muito estendido o uso do computador para o tratamento de dados obtidos pela digitalização das filmagens de episódios discursivos, embora, como veremos, se use, com bastante frequência, a videogravação como instrumento de coleta de dados. Este procedimento permite testar, refinar e estender as interpretações obtidas a partir das gravações. A digitalização dos registros permite o armazenamento, a manipulação, o gerenciamento e o estabelecimento de relações não lineares, o que amplia a dinamicidade e flexibilidade do trabalho (KELLY; LESH, 2000).

Não incluímos, explicitamente, nesta revisão os estudos que utilizam, de forma consistente, a triangulação de metodologias e de procedimentos de pesquisa, pois estes não chegaram ao índice de 0,5 % dos trabalhos publicados nas três revistas.

O leque de instrumentos utilizados não varia nas revistas e é também relativamente reduzido. Testes (com perguntas objetivas e/ou abertas), entrevistas (semiestruturadas ou abertas) e observações (tanto participantes quanto não) são os dominantes, consistentemente com o tipo de metodologia mais utilizada. Em geral, se utiliza a videogravação, sobretudo relacionada com a análise do discurso. A este trio se agregam: a coleta de material de alunos e professores, os registros escritos de resolução de problemas, as narrativas e desenhos de alunos e os mapas conceituais. Em menor proporção, aparecem: os questionários tipo Lickert, as histórias de vida, a entrevista grupal, os testes de associação de conceitos e as tarefas de seleção de cartões.

Apresentados os dados, vamos passar a discutir alguns dos pontos mais frágeis que, segundo nossa perspectiva, aparecem na pesquisa em educação em ciências na América Latina e que foram visíveis por meio da análise da produção da década de 2000.

O primeiro deles é que, em alguns casos, não se define a metodologia empregada. A explicitação clara da metodologia utilizada e de referências que permitam localizá-la possibilitam uma primeira avaliação dos trabalhos, sobretudo no que diz respeito à adequação entre o objeto de estudo e à metodologia usada para abordá-lo. Sobretudo no caso de trabalhos qualitativos, onde muitos dos procedimentos descritos pelos autores são quase idênticos, mas sua utilização em relação à teoria, suas potencialidades e fraquezas para determinados fins fazem com que sejam tratados de forma diferenciada.

Relacionado a isto, identificou-se um problema que pode ser observado em vários dos trabalhos analisados, nos quais não aparece de forma clara a relação entre o referencial teórico adotado, ou seja, o referencial a partir do qual são formuladas as perguntas sobre o objeto de estudo, e a metodologia adotada para dar resposta a essas perguntas. Nestes casos, se omitem as relações existentes entre o objeto a ser abordado, a teoria com a qual está sendo abordado e a abordagem metodológica e técnicas a serem utilizadas para responder às perguntas de pesquisa, parecendo que a metodologia está completamente desvinculada do enquadramento geral do trabalho. No entanto, como frisado por vários autores, como Santos Filho e Sánchez Gamboa (2000), as técnicas e as metodologias devem se integrar no marco global da pesquisa de forma que as diferentes opções teóricas, metateóricas e empíricas, além de serem válidas por si próprias, devem constituir um sistema coerente.

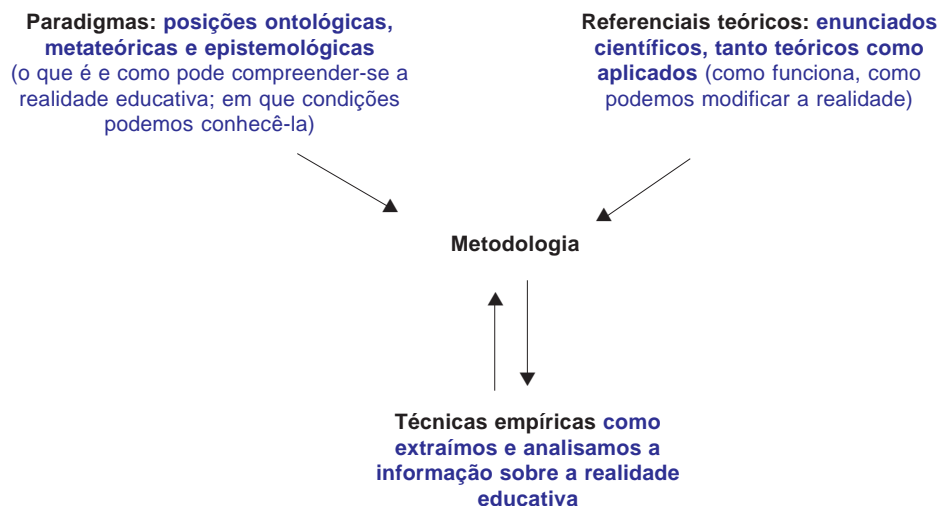
As técnicas de pesquisa científica, sejam quantitativas ou qualitativas, não podem ser entendidas em si mesmas, sua compreensão está no método. Técnicas e métodos não estão separados. É o processo da pesquisa que qualifica as técnicas e os instrumentos necessários para a

elaboração do conhecimento. As opções técnicas dependem dos caminhos a serem percorridos e dos procedimentos a serem desenvolvidos. (SANTOS FILHO; SÁNCHEZ GAMBOA, 2000, p. 64)

Certamente, as articulações entre os diferentes níveis (técnicos, metodológicos, teóricos e epistemológicos) e entre os pressupostos de cada nível, que foram sintetizados na Figura 1, podem ser mais ou menos flexíveis, dependendo da postura do pesquisador. Assim, pode-se adotar uma postura rígida em relação à coerência vertical (tal paradigma, tal técnica) ou não (a seleção de um determinado paradigma não compromete necessariamente a seleção das outras técnicas). Também são possíveis variações para manter a coerência horizontal em cada um dos níveis verticais (paradigmas, métodos e técnicas), de forma que, por exemplo, se considere de forma indissolúvel o conjunto de elementos que caracteriza um determinado paradigma. Portanto, não devem ser tomados independentemente uns dos outros, correndo-se o risco de desnaturalizar o paradigma; ou, pelo contrário, considerar que cada uma dessas características pode ser aplicada independentemente a cada pesquisa concreta.

Ou seja, o pesquisador tem um leque grande de decisões a adotar no momento de fazer as suas escolhas técnicas. Essas decisões devem traduzir-se na constituição de um sistema coerente, que, por sua vez, deve ficar claro para os leitores da sua pesquisa. Esta consideração é do mesmo tipo da observada por Jiménez Alexandre (2008) na sua análise dos 25 anos da revista *Enseñanza de las Ciencias*: ausência, em alguns casos, de coerência entre perguntas de pesquisa, desenho metodológico, resultados e conclusões.

Figura 1. Diferentes níveis envolvidos na pesquisa em Ensino de Ciências



Fonte: Elaborada pelas autoras.

A ausência de discussão sobre estes diferentes níveis de articulação pode estar se refletindo também no uso repetitivo das técnicas de pesquisa: o pesquisador adere a uma técnica que domina e não se questiona em relação à validade desta técnica para o estudo de um novo assunto, ou para a sua pergunta atual. Relacionada com isto, encontra-se a ideia, aparentemente dominante em várias áreas da pesquisa em ciências sociais no nível internacional (CIZEK, 1995; BERICAT, 1998), de que existe uma superioridade geral e inerente de certas técnicas e metodologias sobre outras, em particular, a metodologia qualitativa e algumas das suas técnicas, como a observação e a entrevista. Portanto, estas técnicas poderiam estar sendo usadas sem a adequada discussão sobre a sua adequação para o tratamento do assunto. Isto parece muito inadequado, tanto em relação à coerência que vimos discutindo quanto à suposta qualidade intrínseca de determinadas metodologias, o que impede que se consigam abordar os diferentes problemas com uma maior amplitude conceitual e metodológica. Como exemplo, tomemos o caso das entrevistas. Além de vários manuais de métodos de pesquisa qualitativas para as ciências sociais (DENZIN; LINCOLN, 2005; PATTON, 2002) discutirem suas limitações e problemas, assim como a importância de formação específica para se realizarem as entrevistas na pesquisa em ensino de ciências, Welzel e Roth (1998) questionam a validade das mesmas como instrumento que permita avaliar processos cognitivos estáveis, sobretudo porque elas interferem nas atividades cognitivas dos entrevistados. Relacionado com isto, no caso do uso de relatórios verbais dos sujeitos, para o estudo dos seus processos de pensamento, estes relatórios não podem se constituir em uma teoria válida sobre os processos de pensamento dos próprios sujeitos, existindo inúmeros trabalhos na psicologia que questionam os limites deste enfoque 'introspectivo'. Como indicam Simon e Kaplan (1989), atualmente, os relatórios verbais são tomados como dados que o pesquisador deve interpretar com a teoria por ele gerada, e não têm, como na introspecção, um valor nominal.

O último problema que abordaremos aqui se refere à discussão da fidedignidade e validade dos instrumentos de coleta e dos dados, assim como ausência de discussão da validade dos resultados obtidos. Ao se generalizar o uso da pesquisa qualitativa, supondo-se, de forma incorreta, que os conceitos da fidedignidade e validade sejam exclusivos do paradigma quantitativo, estes conceitos foram abandonados, não somente na pesquisa em ensino de ciências na América Latina. Como indicam LeCompte e Goetz (1982), em um famoso artigo onde discutem os problemas da validade e fidedignidade na pesquisa etnográfica⁴:

[...] independentemente da disciplina ou dos métodos usados para a coleta e análise de dados, todos os caminhos científicos de conhecer esforçam-se por resultados autênticos. Em todos os campos que se engajam na pesquisa científica, a fidedignidade e validade dos resultados são importantes. (LECOMPTE; GOETZ, 1982, p. 31)

Obviamente, a discussão dos elementos requeridos para se obter fidedignidade ou validade depende do paradigma metodológico no qual se insere uma determinada pesquisa.

⁴ Grande parte da discussão em relação a este ponto se embasa no referido artigo.

Dentro do paradigma quantitativo, o problema da fidedignidade e validade dos instrumentos utilizados é um problema amplamente discutido na literatura especializada, e os pesquisadores devem se manter atualizados em relação aos diferentes testes e às diferentes técnicas de análise. Por uma parte, existem novas técnicas, mais robustas, e, por outra, a replicação das pesquisas faz com que os limites de validade de um dado instrumento também mudem. Novos estudos permitem saber que tipo de condições são necessárias para que um determinado teste estatístico possa ser ou não apropriado (WILCOX, 1996). Em relação à validade dos resultados da pesquisa, ou seja, à determinação da medida em que as conclusões representam a realidade empírica e a avaliação dos construtos criados pelos pesquisadores (como representantes das categorias de experiência que acontecem), é a questão mais problemática da metodologia quantitativa e o foco das críticas aos resultados obtidos com este enfoque. Portanto é fundamental que os trabalhos de pesquisa dentro desta abordagem apresentem argumentações sólidas sobre este ponto para se poder avaliar a utilidade e qualidade dos seus resultados.

Em relação à pesquisa qualitativa, seu maior problema está centrado nas restrições à fidedignidade que afetam a credibilidade do estudo. Como destacam LeCompte e Goetz (1982), embora as circunstâncias únicas em que acontece a pesquisa qualitativa – situações naturais em que, muitas vezes, o foco é o registro de um processo de mudança – impeçam que os estudos possam ser reconstruídos precisamente, isto não é justificativa para não validar, gerar ou refinar os construtos teóricos. Pelas suas características, os estudos qualitativos devem se aproximar da fidedignidade externa (estudos reproduzíveis) que, efetivamente, conseguir esta fidedignidade. Para isto devem lidar com cinco problemas mais importantes: o status do pesquisador, a escolha dos informantes, as condições e situações sociais, os construtos analíticos, e as premissas e os métodos de coleta de dados e análises. Os problemas da fidedignidade interna, ou seja, a questão de que se, em um mesmo estudo, múltiplos pesquisadores concordam com os dados recolhidos, podem ser contornados usando-se várias estratégias como: utilização de descritores de baixo nível de inferência; múltiplos pesquisadores; colaboração de participantes pesquisadores; exame dos dados e resultados por pares; coleta ‘mecânica’ de dados. Por outra parte, a validade interna das pesquisas na abordagem qualitativa, cuja maior força deriva da forma como os dados são coletados e das técnicas de análise utilizadas, tampouco está isenta de problemas. Assim, deve-se tomar cuidado com questões como: a história e maturação do grupo; os efeitos do observador (reações contrárias à pesquisa, comportamentos anormais, mentiras, omissão de dados etc.); vieses na seleção dos sujeitos do grupo; mortalidade dos integrantes do grupo, e as conclusões espúrias (eliminação de explicações rivais).

Assim como no caso das técnicas quantitativas, as técnicas utilizadas no enfoque qualitativo também mudam. Atualmente, está se discutindo, por exemplo, a validade dos métodos convencionais da etnografia educacional (EISENHART, 2001; ROCKWELL, 2009), portanto os pesquisadores devem se manter atentos às novas alternativas. Por último, a validade externa dentro desta abordagem depende da identificação e descrição das características mais salientes dos fenômenos estudados para comparação e transladabilidade com outros similares. Para alguns pesquisadores, o fato de se formularem construtos e postulados que sejam aplicados a outros grupos (requisitos indispensáveis para se estabelecer a validade e fidedignidade externas) distorce os fatos observados. Isto, no entanto, pode levar a que os resultados obtidos não sejam comparáveis, reduzindo drasticamente a possibilidade de que os resultados sejam funcionais ou aplicáveis a situações reais, por exemplo, das salas de aula.

Uma parte importante dos pesquisadores latino-americanos em ensino de ciências, sobretudo aqueles que usam métodos qualitativos, parece não estar preocupada com estas questões, pelo menos no que se refere a sua explicitação nas publicações, sendo poucos os artigos analisados neste estudo que as abordam. É possível, também, que estas questões sejam consideradas na hora da elaboração e desenvolvimento dos projetos de pesquisa, mas que, devido ao espaço sempre reduzido para a publicação de uma pesquisa qualitativa, estas informações sejam omitidas. No entanto, assim como destacamos anteriormente, a ausência da discussão destas questões de forma explícita nos artigos enfraquece os resultados das pesquisas que são certamente relevantes.

É de salientar, também, que estas não parecem ser fragilidades exclusivas da área de ensino de ciências da América Latina, senão que problemas semelhantes podem ser encontrados também na pesquisa educacional ao nível internacional.

Conclusões

Apesar de este estudo pretender ser uma revisão e permitir o estabelecimento de um diagnóstico, algumas recomendações podem ser feitas a partir dos elementos que foram identificados.

Uma primeira questão refere-se à necessidade de se ampliar o espectro de métodos, procedimentos e instrumentos de coleta e análises de dados. Ao lado de métodos e/ou desenhos de pesquisa mais gerais, seria necessário testar outros que podem vir a ser mais apropriados para esta área em particular. A qualidade dos estudos qualitativos analisados nesta revisão é heterogênea, existem alguns excelentes trabalhos, mas muitos outros são fracos. É possível que, no caso destes últimos, os pesquisadores não tenham suficiente treinamento em métodos qualitativos, e sejam empregados porque são percebidos como métodos mais fáceis – problema que não acontece somente na América Latina (SHANK; VILLELLA, 2004). Pelo contrário, a pesquisa qualitativa de qualidade não é fácil de ser realizada, pois, diferentemente das metodologias quantitativas, cujos diferentes estágios estão perfeitamente determinados, requer muitas decisões sobre o andamento da pesquisa. Normalmente, os pesquisadores novatos não têm a experiência necessária para tomar essas decisões. Aliás, no caso de América Latina, como já indicamos, a área é conformada, sobretudo, por pesquisadores formados nas ‘hard sciences’, sem treinamento, durante sua formação, em metodologias de pesquisa das ciências humanas e sociais. Com uma formação metodológica muitas vezes reduzida a um curso de metodologia de pesquisa na pós-graduação, se tende a usar os métodos e técnicas já tradicionalmente utilizados pelo grupo no qual o pesquisador se insere. Seria interessante investir mais tempo na formação metodológica e na discussão destas questões na área de ensino de ciências da América Latina, com o objetivo de aumentar a qualidade geral dos trabalhos da pesquisa.

Dentro deste mesmo raciocínio, gostaríamos de indicar, como vários pesquisadores da área já vêm fazendo há algum tempo (MOREIRA, 1990; PESA, 1997; GRECA, 2002), que as pesquisas na área de ensino de ciências, pelas problemáticas que lhe são inerentes e pelos referenciais utilizados, deveriam fazer mais uso da integração entre as abordagens qualitativa e quantitativa. O que se está defendendo aqui não é a simples utilização de números ‘convincen-

tes' na pesquisa narrativa (limitando-se a uma contagem de frequências), nem da 'coloração' narrativa de quadros estatísticos (utilizando frases soltas dos sujeitos da pesquisa como ilustração), senão de um delineamento metodológico integrando técnicas oriundas das duas metodologias a fim de se obterem dados sólidos (característicos da metodologia quantitativa), profundos, e reais (característicos da metodologia qualitativa).

Esta integração implica delineamentos de pesquisa que considerem os pontos fortes e fracos que cada método apresenta diferentemente, ampliando e complementando, assim, os conhecimentos sobre um determinado objeto de estudo. No entanto, isto só é possível desde que a nova construção seja, em si própria, coerente, ou seja, deve-se manter uma prudência metodológica para que possa ter sentido falar em verdadeiros delineamentos 'multimétodos' e não simplesmente amontoados ou absurdos agrupamentos técnicos. Desde esta posição se outorga igual valor para ambas as metodologias, adequando o método à dimensão considerada do objeto de estudo, não de forma arbitrária ou intercambiável, senão com o rigor que o próprio objeto demanda. O que se está defendendo aqui é que os métodos qualitativo e quantitativo estão intimamente imbricados, que cada um permite mapear aspectos diferentes e complementares da realidade educativa, e que parece muito difícil que a complexidade da pesquisa educacional possa ser captada por um único paradigma. Parece-nos que a pesquisa em educação em ciências perde muito se restringindo a uma única perspectiva, e é hora de resgatar perspectivas quantitativas nos estudos educativos latino-americanos. Ou seja, trata-se de integrar, de tentar responder as questões de pesquisa desde distintas perspectivas metodológicas, gerando respostas que podem ou não convergir, que podem ou não se complementar, mas que implicam, sobretudo, abertura, flexibilidade, riqueza metodológica. "A mixed way of thinking", como a denomina Greene (2005, p. 208-209), nos permitiria uma melhor compreensão do fenômeno educacional, compreendendo: o particular e o geral, a complexidade contextual e os padrões regulares, o todo e suas partes constituintes, a mudança e a estabilidade.

Uma segunda questão, intrinsecamente relacionada à metodologia de pesquisa, se refere à necessidade de se fazerem mais pesquisas que avaliem as abordagens didáticas propostas, comparando-as com outras. Isto significa investir em desenhos metodológicos mais sofisticados do que aqueles empregados habitualmente nas pesquisas que temos analisado. Nestes desenhos mais sofisticados poderiam se incluir, com grandes benefícios para a área, estudos longitudinais, que não foram encontrados em nossa revisão, que possam avaliar, a longo prazo, os benefícios de determinadas abordagens didáticas.

Finalmente, gostaríamos de salientar que, em uma valoração global da pesquisa em ensino de ciências feita na América Latina, realizada neste trabalho, sobressaem os aspectos positivos sobre os negativos. Sendo relativamente recente em seu conjunto, em uma área que, em nível internacional, é também jovem. Temos um tipo de pesquisa em ensino de ciências que, em termos metodológicos, não difere substancialmente das tendências internacionais, embora seja mais marcadamente qualitativa; que parece ser relevante em termos culturais e sociais; que estuda, com certa minúcia, os diferentes agentes e objetos implicados em seu objeto de estudo, professores, estudantes, materiais didáticos e salas de aula, nos aspectos científicos e didáticos, e que mostra certa predisposição salutar em implicar ativamente os professores no processo de pesquisa. No entanto, acreditamos que o amadurecimento da área demanda uma melhoria qualitativa e uma diversificação metodológica dos trabalhos produzidos.

Referências

- ATKINSON, P.; DELAMONT, S. Analytic perspectives. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (Ed.). **Handbook of qualitative research**. London: Sage, 2005. p. 812-840.
- BERICAT, E. **La integración de los métodos cuantitativo y cualitativo en la investigación social**. Barcelona: Ariel, 1998.
- CIZEK, G. J. Crunchy granola and the hegemony of the narrative. **Educational Researcher**, Washington, v. 24, n. 2, p. 26-28, 1995.
- COLLINS, R. On the microfoundations of macrosociology. **American Journal of Sociology**, Chicago, v. 86, n. 5, p. 984-1014, 1981.
- DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **Handbook of qualitative research**. London: Sage, 2005.
- EISENHART, M. Educational ethnography past, present, and future: ideas to think with. **Educational Researcher**, Washington, v. 30, n. 8, p. 16-27, 2001.
- GRECA, I. M. Discutindo aspectos metodológicos da pesquisa em ensino de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 1, p. 73-82, 2002.
- GRECA, I. M.; COSTA, S. S. C.; MOREIRA, M. A. Análise descritiva e crítica dos trabalhos de pesquisa submetidos ao III ENPEC. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 1, p. 73-82, 2002.
- GREENE, J. C. The generative potential of mixed methods of inquiry. **International Journal of Research & Method in Education**, Abingdon, v. 28, n. 2, p. 207-211, 2005.
- HSU, T. Research methods and data analysis procedures used by educational researchers. **International Journal of Research & Method in Education**, Abingdon, v. 28, n. 2, p.109-133, 2005.
- INTERNATIONAL SEMINAR ON THE STATE OF THE ART IN SCIENCE EDUCATION RESEARCH, 2004, Aveiro. **Proceedings...** Aveiro: Research Center Didactics and Technology for Teacher Education, 2004. 1 CD ROM.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. La publicación como proceso de diálogo y aprendizaje: el papel de artículos y revistas en la didáctica de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 26, p. 3, p. 311-320, 2008.
- KELLY, A. E.; LESH, R. A. Trends and shifts in research methods. In: KELLY, A. E.; LESH, R. A. (Ed.). **Handbook of research design in mathematics and science education**. Mahwah: Lawrence Erlbaum, 2000. p. 35-44.
- KROCKOVER, G. H.; SHEPARDSON, D. P. Editorial: the missing links in gender equity research. **Journal of Research in Science Teaching**, Hoboken, v. 32, n. 3, p. 223-224, 1995.

LECOMPTE, M.; GOETZ, J. Problems of reliability and validity in ethnographic research, **Review of Educational Research**, Thousand Oaks, v. 52, n. 1, p. 31-60, 1982.

LEE, M. H.; WU, Y. T.; TSAI, C. C. Research trends in science education from 2003 to 2007: a content analysis of publication in selected journals. **International Journal of Science Education**, Abingdon, v. 31, n. 15, p. 1999-2020, 2009.

MOREIRA, M. A. **Pesquisa em ensino**: aspectos metodológicos e referenciais teóricos à luz do Vê epistemológico de Gowin. São Paulo: EPU, 1990.

_____. Diez años de la revista “Enseñanza de las Ciencias”: de una ilusión a una realidad. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 12, n. 2, p. 147-153, 1994.

NARDI, R.; ALMEIDA, M. J. P. M. Investigação em ensino de ciências no Brasil segundo pesquisadores da área: alguns fatores que lhe deram origem. **Pro-Posições**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 213-226, 2007.

PATTON, M. Q. **Qualitative research & evaluation methods**. London: Sage, 2002.

PESA, M. **Concepciones y preconcepciones sobre formación de imágenes**. 1997. Tesis (Doctorado en Física) – Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, 1997.

RENNIE, L. Improving the interpretation and reporting of quantitative research. **Journal of Research in Science Teaching**, Hoboken, v. 35, n. 3, p. 237-248, 1998.

ROCKWELL, E. **La experiencia etnográfica**: historia y cultura en los procesos educativos. Buenos Aires: Paidós, 2009.

SANTOS FILHO, J. C.; SÁNCHEZ GAMBOA, S. **Pesquisa educacional**: quantidade-qualidade. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

SHANK, G.; VILLELLA, O. Building on new foundations: core principles and new directions for qualitative research. **The Journal of Educational Research**, Washington, v. 98, n. 1, p. 46-55, 2004.

SIMON, H. A.; KAPLAN, A. C. Foundations of cognitive science. In: POSNER, M. I. (Ed.). **Foundations of cognitive science**. Cambridge, MA: MIT Press, 1989. p. 1-47.

TEIXEIRA, E. S.; GRECA, I. M.; FREIRE JUNIOR, O. The history and philosophy of science in physics teaching: a research synthesis of didactic interventions. **Science & Education**, Dordrecht, v. 21, n. 6, p. 771-796, 2012.

TSAI, C. C.; WEN, M. L. Research and trends in science education from 1998 to 2002: a content analysis of publication in selected journals. **International Journal of Science Education**, Abingdon, v. 27, n. 1, p. 3-14, 2005.

VILLANI, A.; DIAS, V. S.; VALADARES, J. M. The development of science education research in Brazil and contributions from the history and philosophy of science. **International Journal of Science Education**, Abingdon, v. 32, n. 7, p. 907-937, 2010.

WELZEL, M.; ROTH, W. M. Do interviews really assess students' knowledge?

International Journal of Science Education, Abingdon , v. 20, n. 1, p. 25-44, 1998.

WHITE, R. T. Research, and the end of schools as we know them. **Australian Journal of Education**, Camberwell, v. 28, n. 1, p. 3-16, 1984.

WILCOX, R. R. **Statistics for the social sciences**. New York: Academic Press, 1996.