

Metodologia da Pesquisa em Psicologia da Educação Matemática: O quê? Por que? Como?

Research Methodology in Psychology of Mathematical Education: What? Why? How?

Maria Lucia Faria Moro¹

Resumo

O artigo expõe proposições referentes à metodologia na pesquisa em psicologia da educação matemática. Toma o termo “metodologia” em sentido amplo como o conjunto de elementos que tratam do processo do pensamento humano de buscar conhecer a realidade, de modo sistemático, visando elaborar um corpo de explicações sobre os objetos de estudo de uma área determinada. Após definir a psicologia da educação matemática como um campo científico, analisa os passos fundamentais que um pesquisador da área deve percorrer para realizar investigações, conforme a perspectiva de que as escolhas metodológicas a serem feitas compõem um sistema, com articulações constantes e interpenetrações recíprocas dos seguintes polos metodológicos: o epistemológico, o teórico, o morfológico, o técnico. Segue-se a análise de duas investigações da área para ilustrar o processo de tomada de decisão que aqueles polos implicam.

Palavras-chave: Metodologia da Pesquisa. Psicologia da Educação Matemática. Método de Pesquisa e Psicologia da Educação Matemática. Processo de Tomada de Decisão em Pesquisa.

Abstract

The paper presents proposals concerned with research methodology in psychology of mathematical education. The expression “methodology” is used in a broad sense as an ensemble of elements which deal with the process of the human thinking in searching a systematic knowledge about the real world, in order to elaborate a body of explanations concerning the object of study of a certain area. After defining psychology of mathematical education as a scientific field, the fundamental steps that a researcher in the area must go through to perform an investigation are analyzed, according to the perspective that methodological choices to be made compose a system, with constant articulations and reciprocal interpenetrations of the following methodological poles: epistemological, theoretical, morphological and technical. In order to illustrate the process of decision making implied by those poles, two studies in the area are analyzed.

Keywords: Research Methodology. Psychology of Mathematical Education. Research Method and Psychology of Mathematical Education. Process of Decision Making in Research.

¹Doutora em Psicologia da Educação pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUCSP). Professora titular aposentada de Psicologia da Educação do Departamento de Teoria e Fundamentos da Educação, do Setor de Educação da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Ubaldino do Amaral, 760, ap. 901 CEP 80.060-172, Curitiba, PR, Brasil. E-mail: mlfmoro@sul.com.br.

Introdução

Escrever sobre metodologia da pesquisa em psicologia da educação matemática seria tarefa de peso para qualquer especialista em métodos de investigação em ciências humanas. Porém, é desafio enorme para quem não é esse especialista e que apenas tem alguma prática como investigador da área. Este é exatamente nosso caso.

Pode parecer exagero, mas é desafio que se agiganta pela ampla gama de opções que a literatura oferece sobre os caminhos para se produzir conhecimento em psicologia da educação, embora seja relativamente recente a história dessa área como campo científico, e seja ainda mais recente reconhecer-se a psicologia da educação matemática como campo de conhecimento sistemático com objeto de estudo específico.

Esclarecemos que, quando falamos acima de opções, referimo-nos não somente a métodos, a técnicas para executar algum estudo, em sentido estrito, mas, sim, a posições diversas, teórico-metodológicas, as que tratam do processo do pensamento humano de tentar conhecer sistematicamente a realidade, julgando a plausibilidade de suas ideias no confronto dessas ideias com os fatos.

Há mais uma razão para vermos como complexa a tarefa de produzir este texto: queremos que ele fique muito próximo de seus possíveis leitores, tanto os que já têm vasta experiência em pesquisa na área, como também os que estão iniciando sua formação. No caso dos primeiros, gostaríamos que o texto despertasse um debate frutífero sobre como fazer avançar cientificamente a área; quanto aos segundos, que essa fosse oportunidade de contato com o que seria fundamental sobre como pensar uma pesquisa, como orientar-se em meio a tantas alternativas e posições, como ser, no mínimo, um leitor crítico das produções que a literatura oferece.

Com esse espírito, na sequência, primeiro vamos definir o que entendemos por pesquisa em psicologia da educação matemática. Para tanto, expressaremos, em linhas gerais, o sentido da expressão “metodologia de pesquisa”, e delimitaremos o objeto de estudo do campo focalizado. Em uma segunda parte, vamos discorrer sobre os diversos momentos da tomada de decisão de um pesquisador em psicologia da educação matemática na produção de conhecimento. Na terceira parte, analisaremos duas investigações que realizamos para mostrar como foi, então, nossa tomada de decisão, ilustrando nossas dificuldades metodológicas e as tentativas de contorná-las.

Metodologia da pesquisa e psicologia da educação matemática: sobre o que estamos falando?

Usamos o termo “metodologia” em sentido amplo, referindo-nos a múltiplos procedimentos ou práticas que permitem produzir objetos científicos com certo rigor e fidelidade em relação à realidade, para compreendê-la, explica-la, o que marca a pesquisa científica como prática específica diversa das demais práticas sociais.

Atualmente, o termo “metodologia” não tem mais *status* próprio, devendo ser definido segundo cada contexto teórico-metodológico. Logo, não faz sentido discutir metodologia fora de um quadro de referência teórico, este, por sua vez, condicionado por pressupostos epistemológicos. Mas, mesmo assim, questões importantes não podem ser evitadas, tais como: a diferença entre o pesquisar e o prestar serviços; os requisitos essenciais para o pesquisar; a relação entre o problema de pesquisa e os procedimentos empregados, e a do problema com a teoria. Assim, a pesquisa é uma atividade capaz de produzir conhecimento “novo” sobre uma área, um fenômeno, “... sistematizando-o em relação ao que já se sabe a respeito da área ou fenômeno.” (LUNA, 1988, p. 72).

Com Bruyne, Heerman e Schoutheete (1977), vemos metodologia, ao mesmo tempo, como uma lógica e uma heurística: ela irá analisar, explicar, não somente os produtos da investigação mediante critérios lógicos de validação, de demarcação de sua natureza (lógica da prova), mas também julga o processo de produção desses objetos científicos (lógica da descoberta). Dela exige-se, não uma submissão a procedimentos rígidos, mas a fecundidade nas formas de produzir seus resultados. Logo, a prática metodológica é “... ela própria concebida em sentido amplo como reflexão crítica sobre as dimensões concretas da pesquisa.” (BRUYNE; HEERMAN & SCHOUTHEETE, 1977, p. 30).

Tratar de metodologia da pesquisa em psicologia da educação matemática significa assumir que, não somente se pode como se deve produzir conhecimento sistemático sobre os fenômenos psicológicos envolvidos na compreensão dos conceitos matemáticos nos diversos âmbitos da educação, apoiando-se em fatos e conforme o acordo intersubjetivo dos pesquisadores quanto aos procedimentos usados para obter aquele conhecimento e quanto aos resultados obtidos e sua significação teórica. Logo, os pesquisadores pretendem que o conhecimento por eles produzido sobre seu objeto de estudo atinja alguma objetividade, para ser partilhado, discutido, reconhecido como tal na comunidade científica, contribuindo à busca contínua de avanços científicos.

A busca de objetividade em pesquisa permite a distinção entre conhecimento e opinião, entre ciência e doutrina ou artigo de fé. Busca-se a objetividade nas investigações em psicologia da educação matemática por meio de: relato do estudo acessível a outros pesquisadores para possibilitar a replicação; relato de resultados em termos de variáveis com algum significado teórico para justificar sua referência a teorias relevantes, as quais estão então sendo verificadas (KIRK & MILLER, 1986).

Sublinhamos que, em psicologia da educação matemática, visa-se compreender:

- o que ocorre com o aluno quando em situação de aprender matemática em sua interação com a situação de ensino, com o professor, por exemplo;
- o que é, como e por que ocorre esse processo de aquisição de conceitos matemáticos, seja olhado em curto prazo (aprendizagens específicas), seja olhado em longo prazo (a transformação daqueles conceitos em período mais longo de tempo).

São estudados sujeitos em contextos específicos de aprender, de assimilar conceitos ou um sistema de conceitos. Tais contextos podem ser situações escolares, propriamente ditas, ou podem corporificar-se em alternativas educacionais não convencionais em que se vise à compreensão de conceitos matemáticos por aprendizes.

Logo, para se produzir conhecimento sobre como alguém aprende matemática é preciso, não apenas identificar, listar as condições necessárias para a ocorrência daquele fenômeno, como também descobrir como tais fatores interagem em um sistema e o que ocorre com esse fenômeno em longo prazo (GILLIÉRON, 1980). Enfim, é necessário lembrar que o processo de aprendizagem é algo complexo, para o qual contribuem tanto fatores internos do aprendiz (seu processo de desenvolvimento psicológico, suas aptidões e habilidades, seu sistema motivacional-afetivo, por exemplo), como fatores externos ao aprendiz (o professor e sua formação, o contexto sociocultural, a natureza do conteúdo a aprender, as exigências escolares) (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980).

Na sequência, vamos discorrer sobre os passos fundamentais que um pesquisador da área tem que percorrer para realizar seu trabalho investigativo, focalizando as várias dimensões do seu processo de tomada de decisão, a natureza dessas decisões e o quanto de complexidade elas carregam.

O caminho a percorrer

Assumimos que as escolhas metodológicas de um estudioso em psicologia da educação matemática compõem um sistema, com articulações constantes e interpenetrações recíprocas dos diferentes polos que compõem esse sistema, a saber: o epistemológico, o teórico, o morfológico, o técnico. Esses polos determinam um espaço, um campo de forças de caráter dialético em que a pesquisa submete-se a certos movimentos e exigências internas e não são eles momentos separados de um estudo. Explícita ou implicitamente, são instâncias presentes nas pesquisas, cada uma delas condicionada pela presença das outras, assegurando assim a natureza da empreitada como prática investigativa (BRUYNE; HEERMAN & SCHOUTHEETE, 1977). Porém, em que consistem esses diversos polos? Como é a tomada de decisão referente a cada um deles?

Do polo epistemológico

Como em qualquer investigação de qualquer área, em psicologia da educação matemática o pesquisador jamais parte de algum suposto “ponto zero”. Jamais porque, ao decidir investigar algo, ele já tem uma carga expressiva de “saberes”. Faz parte desta carga, necessariamente (por vezes, sem que o pesquisador tenha consciência clara a respeito), alguma concepção sobre o que é conhecer algo. Esta concepção vai fatalmente impregnar seu discurso, suas decisões sobre o caminho a tomar ao executar seu estudo, servindo-lhe de guardião crítica na obtenção de algum resultado objetivo, de forma a que suas formulações não se confundam com as do senso comum.

É em torno do como se conceber conhecimento objetivo, objetividade em ciência, que surgem expressivas diferenças entre o “produzir conhecimento” nas ciências humanas, acarretando, em áreas da psicologia, por exemplo, discussões expressivas sobre o que seria o “conhecer”. Por exemplo: o pesquisador capta o fenômeno do comportamento humano como puramente externo a si próprio? Ou, ao contrário, sua interpretação subjetiva do mundo externo é que impregna o chamado mundo real das condutas humanas? Ou haveria algum meio termo entre tais posições?

Sabemos que esse tipo de pergunta sobre o lugar da objetividade em ciência impregna há séculos a literatura da filosofia das ciências, gerando as mais diversas posições em um leque cujos extremos vão do positivismo ortodoxo ao relativismo ortodoxo, conforme as diferentes concepções sobre a natureza do conhecimento que as questões acima quiseram exemplificar. Não há espaço aqui para abordar essas diversas posições; porém, temos que lembrar desse tema

porque, no cerne da discussão sobre objetividade em áreas da psicologia, está a natureza da relação observador x observado.

A ciência clássica visou investigar o universo em sua realidade objetiva, independentemente do ser humano, sem ver como necessário suprimir a contaminação subjetiva deste universo (a do próprio observador), para se chegar a um universo objetivo. Mas, com o tempo, dúvidas se impuseram sobre a plausibilidade desse processo por conta da ideia de que um universo de onde fossem banidas todas as subjetividades não seria mais observável. Daí a proposição de uma interdependência do observador e do universo observado, um *tertius* àquelas posições extremas.

Em função desse quadro, o “conhecimento” não pode ser mais entendido como a imagem ou uma representação de um universo independente do que é vivido. Não podemos mais falar de “conhecimento” como se a palavra expressasse uma tentativa de se compreender algo já existente antes do ato de conhecer. As percepções e as observações não atingem um sujeito passivo, mas resultam da atividade de um sujeito, sujeito este que deverá questionar-se sobre como tais atividades são elaboradas. Logo, temos que admitir que o sujeito atuante e as peculiaridades de sua atividade racional são determinantes desta atuação (von GLASERSFELD, 1991). É de Heinz Von Foerster uma afirmativa lapidar a respeito: “Objetividade é a ilusão de que as observações podem ser feitas sem um observador”. (FOERSTER, apud von GLASERSFELD, 1995, p. 18).

Em psicologia, logo, em psicologia da educação matemática, tais questões se impõem porque a área traz um axioma fundamental: os seres estudados são sujeitos. Eles projetam sobre o mundo sua estrutura interior em suas relações com este mundo. Eles selecionam, simplificam, deformam, assimilam elementos desse mundo, não permitindo supor que o façam de modo idêntico.

Em psicologia da educação matemática, ao estudar o comportamento de aprendizes face um conceito da matemática a aprender, o pesquisador vai penetrar em um sistema de significações que lhe é estranho. E já que ali ele não pode conceber conhecimentos puros, independentes das representações e ações que serviram para construí-los, cabe-lhe elaborar um marco, em termos de conceitos, de unidades descritivas que lhe permitam apreender o fenômeno a compreender (GILLIÉRON, 1980).

Cuidado deve ser tomado, assim, em psicologia, no distinguir o ponto de vista do estudos daquele do sujeito. O ponto de vista deste é ser objetivo, tratar a realidade como externa a si. Então, do ponto de vista do estudos, a tarefa é distinguir seu objeto de estudo da

reação do sujeito a este objeto. Assim, deve-se estudar o sujeito sem necessariamente assumir seu ponto de vista (GILLIÉRON, 1980).

A esta altura temos a obrigação de alertar o leitor que, ao expormos aqui o que pensamos sobre a prática científica em psicologia da educação matemática, sem dúvida, nós nos pautamos por alguma concepção de conhecimento, a qual consiste na seguinte: a objetividade se faz na interação de quem conhece, o sujeito (o pesquisador), com seu objeto de conhecimento, no interjogo de complexas relações que se estabelecem entre tais dimensões epistemológicas, no contexto das inter-relações da comunidade científico-cultural. Por isso é melhor falar em objetivação, porque a busca da objetividade jamais se esgota, dado que ela significa sempre para o pesquisador “... assumir o risco intelectual de estar comprovadamente errado...”, quando são seus resultados submetidos ao crivo argumentativo de seus adversários intelectuais e/ou às constatações do mundo empírico. É assim que a “verdade” (sempre provisória) é delimitada pela “... tolerância da realidade empírica e pelo consenso da comunidade acadêmica.” (KIRK & MILLER, 1986, p. 11).

Logo, na relação entre o problema de pesquisa e as concepções *a priori* do pesquisador sobre o fenômeno que examina, é inevitável a presença de questões sobre a natureza da objetividade e da subjetividade no encontro dele, pesquisador, com a realidade que ele deseja compreender, tendo em vista aquela contínua objetivação.

Do polo teórico

Se, ao decidir-se por uma investigação determinada, um pesquisador em psicologia da educação matemática (como em qualquer área) jamais parte de algum “ponto zero”, entre seus saberes prévios ocupam lugar expressivo suas suposições sobre o assunto que é seu foco. Esses “saberes” vêm de tudo o que ele estudou sobre seu tema, como também do que ele viveu, de sua experiência profissional, por exemplo, terreno em que provavelmente percebeu fatos, inferiu relações interessantes, merecedores de uma compreensão mais sistemática.

Tudo o que ele já sabe sobre seu tema permite-lhe identificar o que deseja estudar, delimitar melhor seu objeto de estudo. Então, ele já poderá expressar o que quer buscar, seja em termos de objetivos de pesquisa ou na forma de problema de pesquisa.

Não importa que posição metodológico-epistemológica esteja ele assumindo ou o tipo de estudo que deseja ou possa fazer, qualquer investigador sempre partirá de alguma questão sobre algo, questão esta que ele elabora a partir do que sabe da literatura, de seu domínio do

chamado estado da arte, conforme a teoria ou teorias que assuma como pertinentes à sua questão, carregando nesta empreitada uma considerável quantidade de ideias, de pressupostos (mesmo, às vezes, não explícitos, nem explicitáveis). Por essa razão, entendemos, por exemplo, que mesmo nas chamadas abordagens de pesquisa-ação, há antecipadamente uma pergunta a responder, a que desencadeou a ação do pesquisador naquele contexto específico. Por exemplo: “Como levar o grupo *x* a resolver suas dificuldades?”.

Estamos, assim no âmbito do polo teórico, o qual orienta a elaboração das hipóteses, a construção dos conceitos; em outras palavras, a elaboração sistemática dos objetos científicos, a proposição de regras de interpretação dos fatos encontrados.

Assim, ter uma questão de pesquisa, um problema não é algo artificial, dispensável, típico de determinadas posições teórico-metodológicas. Ao contrário, é algo inevitável, destacando-se que o problema pode ser de natureza diversa (por exemplo, uma questão, de cunho teórico ou empírico, que pede uma descrição ou uma explicação sobre o objeto, que supõe sua qualificação ou sua quantificação), e pode aparecer em formatos diversos (de pergunta, de objetivo). De qualquer modo, o pesquisador deve ter consciência de que se ele quer investigar algo da realidade é porque ele está, em princípio, “problematizando” esta realidade.

À reboque do problema, inevitavelmente vêm um sem número de ideias, de suposições que estão implícita ou explicitamente impregnadas de uma ou mais posições teóricas. E, na sequência, uma indispensável e bem feita revisão da literatura deverá colocar em ordem, atualizar, clarificar todas aquelas ideias, para que a possível resposta ao problema não seja formulada de forma desorganizada ou ingênua.

A teoria propicia ao pesquisador a possibilidade de integrar os conhecimentos parciais já obtidos sobre aquele objeto. Porém, ela é um recorte, um retrato parcial, imperfeito do mundo real. Serve ao pesquisador para indicar lacunas de seu conhecimento da realidade, oferecendo-lhe assim elementos para testar a pertinência do problema levantado ou para gerar novos problemas de pesquisa, além de servir como referencial explicativo para os resultados obtidos. Se uma teoria não corresponder a tais finalidades, ela deve ser reformulada ou mesmo abandonada.

Uma teoria atua como um filtro pelo qual o pesquisador vê o mundo real. Sugere-lhe respostas possíveis ou prováveis a respeito do que ali ele busca, e tais respostas, as hipóteses, vêm impregnadas daqueles vieses teóricos (LUNA, 1988).

Como recorte da realidade, uma “boa” teoria delinea o âmbito das explicações sobre o conteúdo da pergunta, como também restringe (ou prioriza) a coleta das informações a serem absorvidas pela explicação. Neste terreno, o das explicações para o que foi obtido, é que conflitos produtivos devem ocorrer e serem enfrentados, levando-se em conta todos aqueles vieses teóricos. É quando deve ser obrigatoriamente verificada a força de uma teoria: será ela capaz de explicar os novos resultados? Dessa forma, resiste ela assim à crítica então exercida contra ela própria? (LUNA, 1988).

Quanto às hipóteses, as prováveis respostas ao problema, são elas também inevitáveis: apoiado na teoria, em tudo o que já sabe sobre seu objeto, o pesquisador sempre espera encontrar a melhor resposta à sua questão. Em plano muito rudimentar, ele supõe, ao menos, que seu objeto possa ser captado, descrito e/ou explicado, para ser qualificado e, talvez, quantificado. É normal ele desejar encontrar uma determinada resposta ao seu problema de investigação e, quantas vezes, faz de tudo para encontrar esta tão desejada resposta, correndo riscos sérios, inclusive o de falsear o que encontrou.

Logo, não importa o objeto de estudo, o gênero de investigação (teórica ou empírica, por exemplo): mesmo às vezes sem se dar conta, o pesquisador “aposta”, “coloca fé”, em algum resultado de seu estudo. Se existe essa possibilidade, mais do que nunca é preciso, então, que ele explice a resposta desejada, de forma consistente e organizada, para assim evitar a tentação de “forçar” um resultado, e venha a obter um resultado com certo rigor, colocando-o sob o controle de seus pares.

Uma vez elaborado seu quadro de hipóteses, o que deverá o pesquisador fazer? Que passo deverá tomar adiante para verificar sua hipótese à luz dos fatos? Cabe-lhe agora tomar decisões sobre como obter respostas à sua questão. Para tanto, primeiro, ele terá que traduzir o contido na sua hipótese em termos verificáveis, isto é, estruturar seu objeto de estudo como um objeto científico. Ele estará, assim, tratando de questões ligadas ao polo morfológico da pesquisa.

Do polo morfológico

O polo morfológico lida então com a explicitação de regras de estruturação do objeto científico, ou seja, como ordenar seus elementos, como configurar esse objeto em tipos, categorias, modelos, por exemplo.

Se agora é preciso traduzir a hipótese (ou hipóteses) em termos verificáveis, evidentemente isto deverá ocorrer segundo as opções teóricas do pesquisador, em consonância com o que a literatura lhe traz a respeito, e conforme os meios de que ele dispõe para obter alguma resposta.

É a tomada de decisões sobre a melhor forma de concretizar as ideias sobre o fenômeno em estudo, para poder verifica-lo no confronto com as informações, com os dados a obter a respeito, sejam estes de ordem teórica ou empírica. Ou seja, o investigador deverá operacionalizar sua hipótese, quer dizer, redefinir o fenômeno focalizado em ações ou operações verificáveis, pertinentes ao que teoricamente quer verificar, descrever, explicar. Em suma, para submeter sua hipótese à prova dos fatos, o investigador tem que construir fatos, selecionar aqueles que seriam os melhores exemplares do que ele quer estudar.

Esse é um patamar essencial de definição do objeto estudado, pois que dessa definição irá diretamente depender o cumprimento das exigências de que serão obtidas informações, que tenham validade e fidedignidade.

Logo, está em jogo, neste momento, algo muito importante: obter uma medida - qualitativa e/ou quantitativa - que seja válida e, também, fidedigna do que está sendo estudado, seja isto um fenômeno ou uma relação. Trata-se, agora, de o pesquisador assegurar-se de que a cada constructo que ele enuncia como componente de seu objeto de estudo corresponda ações ou operações que consistentemente os representem de forma que ele possa, por exemplo, responder com alguma segurança a perguntas como: ao coletar meus dados, aquilo que estarei chamando de x é, de fato, x ? E a cada vez que estou me defrontado, captando x , estarei fazendo isto com a mesma e aceitável precisão? E em que nível de medida minhas informações se colocam? Seriam elas típicas de uma escala nominal, ordinal ou intervalar, por exemplo?²

Todo este esforço consiste na elaboração, pelo pesquisador, de um fato científico: ele deverá trabalhar com procedimentos que irão necessariamente permitir-lhe comunicar claramente aos seus pares, não apenas seus resultados, mas como ele os obteve, para partilhá-los e, assim, submeter suas descobertas ao indispensável controle externo. O pesquisador não pode se furtar de expor como transformou ou interpretou suas informações para dali extrair resultados, e não pode deixar de argumentar a favor da adequação dos caminhos pelos quais ele

² A assinalar que a questão da validade e a da fidedignidade nas pesquisas em ciências humanas, com toda sua complexidade, e particularmente, nas áreas da psicologia, são tratadas na literatura em diferentes momentos. Neste artigo, não seria possível explorar todos os aspectos da evolução das ideias sobre a validade, seus vários tipos, por exemplo. Por isso, recomendamos ao leitor iniciante em pesquisa, o exame cuidadoso de clássicos, desde Campbell e Stanley (1967), Cook e Campbell (1979) e Kerlinger (1979), até autores especialmente dedicados à validade em diversas opções de pesquisas qualitativas como: Kirk e Miller (1986), Krippendorff (1980), Weber (1885).

o fez (questões de fidedignidade, de validade). Ele precisa responder à questão: nas circunstâncias consideradas, por que a resposta obtida é a melhor possível?

Cabe, nesse ponto, ao pesquisador, tomar uma decisão importante: em que termos ele irá configurar seu objeto de estudo como objeto científico? Que unidade funcional escolherá para descrever o que quer verificar? Irá descrever seu objeto na forma de tipos, categorias, modelos? Poderá assim responder à questão de investigação? Ou, ainda, ele trabalhará somente com unidades funcionais que peçam somente qualificar o fenômeno? Ou quantifica-lo? Ou ambas as coisas?

Não importa a opção assumida, o investigador deve estar atento ao fato de que ele deve “dominar” seu objeto, sem confundir-se com ele, sem adotar sua maneira de ser ou sua forma de perceber o mundo. Como antes lembramos, em psicologia da educação matemática, ao estudar o comportamento de aprender um conceito da matemática, o pesquisador está diante de sujeitos ativos e quer descrever um sistema de significações que lhe é estranho, externo, dependente de representações particulares. É por essa razão que, frequentemente, na área, não se trata de usar categorias e noções já construídas, para descrever algo visto como caso particular de um fenômeno já descrito, mas sim, de buscar novas categorias, nova tipologia, na expectativa de que, alterando, mais ou menos profundamente, os sistemas descritivos já existentes, descubram-se novidades.

Daí infere-se a complexidade da tarefa de construir unidades descritivas que permitam ao pesquisador afirmar, adiante, que ele apreendeu o fenômeno que declarou querer apreender (validade) e que o tenha feito com a melhor precisão possível (fidedignidade) (GILLIÉRON, 1980).

Uma vez tomadas decisões relativas ao polo morfológico, que outras esperam o pesquisador? Discorremos a seguir sobre as decisões relativas ao polo técnico.

Do polo técnico

São muitos os aspectos técnicos sobre os quais o investigador deve decidir: o tipo de estudo ou de estratégias a empregar; o tipo de amostra ou de participantes a serem escolhidos e como escolhê-los; os procedimentos específicos de coleta, de registro e de análise dos dados para obter resultados em resposta à questão pesquisada.

A perspectiva sobre metodologia da pesquisa assumida neste artigo permite-nos afirmar que nenhuma pesquisa em psicologia da educação matemática pode dispensar a tomada

de decisão sobre todos aqueles procedimentos de caráter técnico, para gerar informações relevantes, sejam estas de marca teórica ou empírica. Diferentes tendências farão recortes diferentes da realidade para esta poder ser apreendida, mas nenhuma delas dispensará procedimentos pertinentes de coleta de informações.

Se as decisões metodológicas sempre decorrem do problema formulado, e se este faz sentido segundo o referencial teórico que o originou, então defender que procedimentos de investigação seriam melhores que outros é algo sempre dependente dos objetivos contidos no problema e da capacidade de explicação da teoria. A relação entre a questão pesquisada e os procedimentos é muito estreita: nenhuma técnica pode ser escolhida *a priori* à clara formulação do problema, pois o centro da tarefa do pesquisador está no problema, especificamente, na relação teoria-problema.

Na literatura de metodologia científica em psicologia, alguns modos básicos de abordar ou amostrar a realidade são analisados, tais como: a experimentação, a observação, a simulação. Bruyne, Herman e Schoutheete (1977) apontam, além da experimentação, da observação e da simulação, os estudos de caso e os estudos comparativos. Estes autores inscrevem todos esses modos de investigação ao longo de um *continuum* conforme as características dos dados fornecidos em um campo: menos ou mais estruturado (do real ao mais artificial), menos ou mais limitado (de mais aberto ao mais fechado), do menos ao mais manipulável (de descontrolado a mais controlado).

Importante considerar que, em qualquer dessas abordagens, há a ideia de amostragem, a qual sugere extração de eventos, cuidando para que eles sejam típicos de uma população de referência. Uma boa amostra é o retrato menos deformante possível de uma realidade, permitindo seu conhecimento mediato (GILLIÉRON, 1985).

Logo, qualquer decisão sobre o tipo de estratégia de investigação a empregar deve necessariamente submeter-se ao que pede a questão de pesquisa. Somente decidindo coerentemente é que o investigador poderá identificar fatos que poderão ser confrontados às suas hipóteses, permitindo-lhe alguma conclusão à sua questão. Por exemplo, se o investigador propuser para seu problema uma hipótese que contenha uma relação de causa e feito, ele não poderá fugir do emprego da experimentação, e vai lidar com todas as virtudes e os limites que essa estratégia lhe trará à sua análise de dados (qualitativos? Quantitativos? Ou ambos?) para obter seus resultados. Mas, se sua hipótese contiver somente algo sobre a natureza do fenômeno que lhe interessa, ser-lhe-á suficiente um estudo observacional das situações em que o fenômeno se manifesta, bastando então uma descrição qualitativa do que ali é captado.

Não cabe neste texto detalhar as peculiaridades de cada uma das estratégias de pesquisa. Conforme a posição assumida, reafirmamos que em psicologia da educação matemática, nenhuma delas é, por si só, melhor ou pior que outra: cada uma tem seu valor específico, diverso, com vantagens ou desvantagens que outra estratégia não pode suprir ou corrigir. E cabe sempre lembrar a possibilidade de complementaridade entre elas em um mesmo programa de pesquisa, quando cada estratégia, como pertinente a um momento dado, traria resultados particulares a serem integrados.

Por tais razões é que advogamos fortemente na formação de um pesquisador em psicologia da educação matemática o domínio adequado de diversas estratégias de investigação para que sua escolha sobre qual delas empregar seja compatível à sua questão de pesquisa. Se isto não acontecer, o pesquisador corre o sério risco de buscar respostas usando uma estratégia inadequada. Assim, em um exemplo extremo, se ele tem uma questão de pesquisa que implica relação de causa-efeito entre variáveis, ele não obterá dados adequados para respondê-la se optar por descrever um caso, por mais interessante que este possa ser como amostra da realidade. Na outra ponta, ele jamais deverá optar por uma experimentação se sua questão pedir apenas a descrição, a caracterização de um fenômeno (por exemplo, do processo de compreensão do sistema da adição-subtração de determinado grupo de alunos de uma escola); ou se sua questão propuser apenas a ocorrência de alguma relação entre duas variáveis (por exemplo, nível de compreensão de frações e tipo de atitude em relação ao aprender matemática).

Ainda, em pesquisa educacional, empregar qualquer das diversas estratégias apontadas exige de seu usuário todo um conhecimento adequado de suas propriedades, exigências e limites porque, frequentemente, por questões circunstanciais e éticas, o investigador é obrigado a adaptar seus procedimentos a exigências e limites diversos.

A esse respeito, algumas palavras devem ser ditas sobre a estratégia da observação porque em psicologia, em inúmeras circunstâncias o pesquisador só pode observar comportamentos.

É quando surgem em cena as abordagens qualitativas. Em psicologia da educação matemática, por exemplo, elas permitem evitar que o pesquisador imponha aos indivíduos, cujos comportamentos são observados, categorias teóricas disponíveis *a priori*. Evitando-as, como sugerido acima, ele estará dando margem à descoberta de novidades, de casos novos que alterarão os sistemas de categorização vigentes. Cabe ao pesquisador descrever a realidade que busca compreender para dela inferir a estrutura dos comportamentos estudados, abrindo margem para o novo. A análise consistirá, então, de uma descrição morfológica que evidencie

a estrutura das formas observadas, descrição esta que lhe permita, depois, teorizar sobre o conteúdo dessas formas. Nesse quadro, descrever e compreender são tarefas distintas.

Para esse processo analítico de descrição qualitativa, tendo em vista compreender o que os dados têm a dizer, Gardin (1974) sugere aborda-los em três níveis de análise, a saber: a) o da descrição do “corpus” de dados a analisar, para construir uma metalinguagem. Esta permite ver os dados como um sistema de enunciados cuja gramática deve ser descoberta; b) o da definição de uma tipologia com apoio em descritores pertinentes. Os tipos obtidos serão interpretados em termos de comportamentos, o resultado da análise; c) o da explicação da tipologia encontrada segundo um modelo, este, portanto, construído a partir dos dados.

Durante e depois dessa análise, o pesquisador deve sempre estar atento à validação de suas unidades descritivas, de sua tipologia. Enfim, de fato, estariam os tipos descritos representando aquilo que ele está chamando de x ? Além disso, deve preocupar-se com a fidedignidade de sua avaliação: de fato, cada evento particular que compõe cada tipo foi ali classificado com a mesma precisão?

Na pesquisa educacional, para completar uma observação é frequente usar outros modos de coletar dados, como o questionário e a entrevista. Cada um desses modos tem vantagens e desvantagens e a decisão de usa-los deve ser pautada pelo tipo de dado que se necessita obter conforme o problema investigado. Naturalmente, esses modos têm suas variações, normas e exigências próprias. Porém, deve ser lembrado que, em psicologia da educação matemática, o objetivo é o de descobrir o que as pessoas sabem de um conteúdo matemático determinado, como elas o elaboram, o que elas sentem a respeito, sendo necessário distinguir cada um desses objetivos. Isto leva a questões que concernem a informações fatuais, a comportamentos, a crenças ou atitudes.

Quanto aos comportamentos, é o respondente que pode falar ou escrever sobre o que entende, como entende, o que tem feito em matemática. Já as crenças e as atitudes em relação à matemática, alvos frequentes das técnicas de entrevistas, são mais difíceis de serem obtidas, pois são complexas, multidimensionais. Sua obtenção depende muito da redação da questão e da sequência da entrevista, enfim, da qualidade do instrumento empregado.

Muitos dos limites e problemas que a observação traz ao pesquisador são resolvidos ou atenuados, hoje, pelo uso de meios audiovisuais. Mesmo assim, não se pode esquecer que o observador humano tem limites ao tentar apreender fenômenos situados em certa escala. Por exemplo, ele tem dificuldade em detectar regularidades em eventos que se sucedem em ritmo lento ou em grande distância; pode então captar uma relação em um campo temporal restrito

(por fotografia em intervalos fixos, por filmagem). Isto pode atenuar riscos de erros, os quais seriam devidos: à amostra subjetiva de observações; a respostas ao acaso; à interferência do observador no observado (efeito Hawthorne). A solução é explicitar tais riscos, tais limites; porém, mesmo assim subsiste o problema do por que se observa, e o da transformação dos dados brutos em resultados significativos (GILLIÉRON, 1980).

A existência atual de meios tecnológicos sofisticados possibilita aos pesquisadores obter dados sobre a dimensão cognitiva dos indivíduos, os quais seriam inatingíveis em outros tempos. Por exemplo, apoiando-se na neuropsicologia, pode-se examinar a atividade cognitiva de um aprendiz em matemática com apoio em imagem neurofuncional. Dados coletados com equipamentos sofisticados em laboratório dão acesso a imagens do cérebro em funcionamento, salvaguardadas as exigências éticas, sobretudo quando examinadas crianças (HOUDÉ, 2005). Este é um bom exemplo de como novos recursos da tecnologia podem gerar problemas originais, verificar teorias do desenvolvimento cognitivo e da aprendizagem. Piaget, em sua época, não dispunha de meios técnicos como vídeo e computadores para coletar dados das reações dos seus filhos, dos seus sujeitos, a estímulos diversos. Logo, há uma oportunidade ímpar para, com novos recursos tecnológicos, verificar as hipóteses piagetianas sobre a estrutura e o funcionamento cognitivos, por exemplo.

Não podemos encerrar esta parte, sem tratar do embate entre a dimensão quantitativa e a qualitativa em pesquisa educacional. Temos a posição de que essas abordagens não são dicotômicas ou antagônicas. Uma não apresenta qualidades superiores em relação à outra. E conforme a posição assumida neste texto - a de que as opções metodológicas não constituem princípio em si, mas são fortemente marcadas pelos problemas a investigar - frisamos que tratar qualitativa ou quantitativamente os dados é algo que pode ser intercomplementar. Em psicologia da educação matemática, os dados quantitativos não devem ser menosprezados: eles podem ser ponto de partida para uma intervenção em dada realidade, para a interpretação dessa realidade. Por exemplo, eles podem fornecer uma visão de conjunto de dificuldades em matemática básica de uma dada escola e, assim, sugerir hipóteses qualitativas sobre fatos quantitativamente apontados (MARQUES, 1997).

Na sequência, ilustraremos o acima exposto sobre metodologia da pesquisa em educação matemática, analisando sinteticamente o processo de tomada de decisão do pesquisador ao realizar dois estudos da área.

A tomada de decisões metodológicas: dois exemplos

O primeiro exemplo que expomos é o de um estudo sobre o processo de tomada de consciência na compreensão da divisão por partição por alunos de anos iniciais do ensino fundamental (MORO, 2005). Esse estudo veio de um amplo projeto de pesquisa sobre a aprendizagem das estruturas aditivas e das multiplicativas. Porém, ele centrou-se em uma questão específica: no processo de construção da divisão por partição em situação de aprendizagem poder-se-ia identificar e descrever momentos da tomada de consciência dos alunos das relações próprias daquele tipo de divisão?

Tínhamos como principal suporte teórico as proposições piagetianas sobre a relevância da tomada de consciência de esquemas na transformação desses esquemas em conceitos; e as contribuições da teoria dos campos conceituais sobre a construção das estruturas multiplicativas, em particular, sobre a divisão por partição.

Por que ter aquela questão como problema central? Porque resultados anteriores do mesmo projeto (e de outras contribuições da literatura) já haviam nos mostrado que, na construção infantil da divisão em seus diversos níveis iniciais, o repartir grandezas era muito relevante. Também já supúnhamos que a tomada de consciência pela criança dos resultados da ação de repartir e do como eram eles obtidos, era no mínimo, necessária para a compreensão inicial da operação.

Importante lembrar que, de estudos anteriores, também já tínhamos a identificação e a descrição dos níveis daquela construção inicial da divisão por partição, mas esse resultado precisava ser reavaliado quanto à sua confiabilidade (validade e fidedignidade). E para responder ao problema, precisávamos ter melhor descrição do processo daquela construção para, então, nas realizações de cada criança, verificar se haveria sinais da tomada de consciência das relações típicas da divisão. Por isso, foi necessário desmembrar aquele problema central em dois objetivos: o primeiro, o de descrever as concepções infantis da divisão por partição expressas em tarefas de aprendizagem de repartir coleções numéricas; o segundo, o de identificar nas realizações infantis naquelas tarefas, os níveis da tomada de consciência das crianças das relações típicas daquele tipo de divisão que, ali, elas estariam ali elaborando.

A esta altura, o leitor já deverá ter percebido que tivemos que tomar várias decisões para delimitar nosso objeto de estudo, para definir que constructos teóricos ali seriam centrais, assim chegando à questão da pesquisa e ao seu desmembramento em objetivos, tudo isto para podermos definir, adiante, as formas de respondê-la. Nesse percurso, fomos orientados por pressupostos, suposições, sobretudo as de ordem teórica, afora por aqueles elementos implícitos, de ordem epistemológica, os quais nos faziam ver que somente propiciando a

expressão pelas crianças de realizações em contexto específico (o de aprendizagem) é que poderíamos, como pesquisadores, observar tais realizações para descrevê-las, interpreta-las, com base em nossa subjetividade, nossos *a priori* a serem colocados em cheque nessa interação observador x observado.

Logo, com esse pano de fundo, tínhamos como forte as hipóteses de que poderíamos identificar aqueles níveis de construção da divisão por partição e descrevê-los de modo mais confiável, para melhorar nossa compreensão desse processo de aprendizagem; e que ali identificariamos níveis da tomada de consciência das relações específicas presentes naquele processo de elaboração, para interpretar seu significado.

Nosso próximo passo foi o de escolher as situações que melhor traduziriam nossas hipóteses para podermos coletar dados que permitissem sua verificação e sempre atentos ao cumprimento da exigência de validade nessa transformação. Em outros termos, teríamos que escolher as formas de operacionalizar, de concretizar, os fenômenos a serem observados, logo, tomar decisões referentes ao polo morfológico.

Assim, novamente apoiados em resultados anteriores e nas indicações da literatura, decidimo-nos por uma situação de aprendizagem em que os participantes resolveriam problemas de divisão por partição de coleções de até 20 elementos, com apoio em material (coleção de fichas), mas segundo ciclos alternados de: solução prática da partição de quantidades, de interpretação do executado, seguindo-se, em cartolina, a produção de notações sobre o executado e a interpretação dessas notações. Esta opção configurava a ideia de que a alternância do “fazer” com o “refletir sobre o realizado” seria circunstância privilegiada para provocar, em situação de aprendizagem, a tomada de consciência das ações e relações em jogo nas ações executadas, como também elaborar formas de representação das ações executadas, com significado, para se chegar, adiante, às representações convencionais da operação de divisão.

Naturalmente, definindo-se a situação escolhida como situação de aprendizagem, todo o seu andamento teria que ocorrer com intervenções do pesquisador no papel de professor, intervenções estas de orientação, de desafio e, ainda, de mediação, porque as tarefas foram oferecidas a dois grupos de três alunos (uma tríade de 1º ano e outra de 2º ano, escolhidas ao acaso dentre outras tríades examinadas). A opção por pequenos grupos estava atrelada ao projeto maior, o qual também examinava o lugar das trocas sociais infantis na aprendizagem inicial da matemática.

A esta altura, nossas decisões já delineavam um estudo de marca qualitativa porque precisávamos descrever e interpretar a natureza de ações práticas, verbalizações e notações dos participantes, para dali retirar sinais da construção das relações próprias da divisão por participação. Logo, qualificar as realizações de divisão dos participantes como expressão da compreensão da operação focalizada, e não quantifica-las.

Também, já se desenhava uma pesquisa do tipo estudo de caso: somente seis participantes realizando repartições de quantidades em duas sessões. Portanto, qualquer que fosse o resultado, este estaria limitado ao caso desses seis alunos, naquelas circunstâncias, sem qualquer alcance de generalização. Contudo, apesar desses limites (somente seis crianças), sabíamos que seria expressiva a quantidade de dados em análise: seria tudo o que elas, as seis, executariam ao longo de duas sessões de aprendizagem (de até 40 minutos). É assim que um estudo circunscrito à amostra pequena em participantes pode propiciar um expressivo volume de dados que, analisados qualitativamente, podem produzir resultados interessantes; ou seja, analisar tudo o que ali acontece compensa o restrito número de participantes, e analisar qualitativamente “tudo” de participantes somente é viável, no tempo de execução de um estudo, se o número deles for relativamente pequeno.

A notar que várias das decisões pertinentes ao polo morfológico já estavam condicionando diversas opções relativas ao polo técnico: decisões sobre os participantes e sua escolha, sobre a natureza dos dados a coletar, sobre as situações de coletá-los. E, de acordo com os objetivos da pesquisa, já estávamos condicionados a empregar, como procedimento de análise, a análise microgenética dos dados, estes coletados por videografia e devidamente transcritos em detalhe e na íntegra. Essa alternativa tinha que ser a escolhida porque precisávamos esmiuçar em detalhe cada realização de cada participante, em sua sequência, a cada momento da tarefa, para podermos ali verificar se haveriam transformações de compreensão e que transformações seriam estas, conforme o suporte epistemológico-teórico adotado: uma elaboração anterior precisa ocorrer para se estruturar e, assim, originar a elaboração seguinte em um ciclo espiral de elaborações de relações na construção de um conceito.

Logo, a análise microgenética nos iria permitir captar diferentes níveis de descrição qualitativa das características das realizações práticas, verbais e notacionais de cada criança, tal como interpretadas por elas, para: a) identificar e descrever os tipos de concepção de divisão ali revelados; b) apreender a relação entre as modificações das realizações de cada criança e os diferentes patamares alternados dessas realizações. Para tanto, recorremos a indicadores

oferecidos pela literatura, muitos dos quais já empregados em estudos anteriores tinham sua confiabilidade posta novamente em cheque; por exemplo: as relações típicas de busca de uma medida a partir de um operador escalar nas divisões simples por participação; as peculiaridades infantis na identificação dos termos e das relações entre eles em divisões elementares.

Assim, foi possível ter como resultado hierarquias de concepções da divisão por participação, ligadas à execução prática e às notações, tal como produzidas e interpretadas pelas crianças. Estas hierarquias aperfeiçoaram as antes obtidas quanto aos quesitos de validade e de precisão das descrições. Delas foram identificados níveis de tomada de consciência de esquemas e relações pertinentes ao tipo de divisão focalizado, o que nos fez destacar novamente o lugar relevante do repartir na compreensão da divisão e o papel da tomada de consciência de ações na aprendizagem conceitual.

Nosso segundo exemplo é o de um estudo sobre a elaboração do raciocínio combinatório tal como expresso na solução escrita de quatro problemas escolares de produto cartesiano, de alunos da 3º ao 6º ano do ensino fundamental de escolas públicas (MORO, SOARES & CAMARINHA, 2010). Veio de um projeto maior sobre soluções escritas de alunos de escola pública e particular, de diferentes localidades do País, a diversos problemas do tipo mencionado.

Interessou-nos trabalhar com apenas parte da grande quantidade de dados disponíveis - as soluções de alunos de duas escolas públicas de uma região - porque tínhamos dúvidas sobre a validade e a fidedignidade da descrição de duas hierarquias de construção do raciocínio combinatório, obtidas do exame de soluções aos mesmos quatro problemas em estudos anteriores. Também, perguntávamos sobre haver relação entre: níveis de uma nova hierarquia provavelmente mais válida e precisa, escolaridade e tipo de problema resolvido.

Na tomada de decisão sobre esse quadro de questões, apoiamo-nos: em nossos resultados anteriores; em outras contribuições da literatura; em obras centrais de referência do terreno da epistemologia genética e da teoria dos campos conceituais. Marcava-nos, em particular, o pressuposto de que alunos, como sujeitos de seu conhecer, ao solucionar por escrito problemas de produto cartesiano, estariam expressando em suas soluções, níveis diversos de compreensão das relações ali implicadas, os quais seriam identificáveis por um observador externo. Logo, todos esses elementos compunham o polo teórico-epistemológico da investigação.

A partir desses elementos, centramo-nos no exame de duas hipóteses: a primeira, a de que seria possível identificar, de forma mais válida e precisa, níveis de raciocínio combinatório de alunos do ensino fundamental, de modo a poder-se dali desenhar a psicogênese daquele tipo de raciocínio em direção à sua formalização, quando da solução por escrito de problemas matemáticos de produto cartesiano; a segunda, de que haveria, sim, uma relação entre os níveis hierárquicos identificados, a escolaridade e o tipo de problema resolvido, na expectativa de que quanto mais avançada a escolaridade, soluções de níveis mais avançados tenderiam a ocorrer, especialmente a problemas menos complexos (com duas variáveis e valores numéricos baixos).

Nesse ponto, tínhamos já definidos vários elementos relativos ao polo morfológico da pesquisa, porque, além dos pressupostos teóricos, as circunstâncias em torno das quais o estudo se organizava já nos impunham condições e limites na definição operacional de nossos constructos, tais como: a) o conteúdo das soluções escritas dos participantes aos problemas é que seria foco da análise, esta possibilitando neles “ver” soluções diversas, as quais refletiriam o caminho progressivo da ausência para a presença do tipo de raciocínio estudado; logo, necessariamente, uma apreciação da qualidade daquelas soluções; b) “escolaridade” limitava-se tão somente a soluções do 4º ao 6º ano do ensino fundamental, posto que esses eram os dados disponíveis; c) “tipo de problema” consistia tão somente em quatro problemas de produto de medida, de solução multiplicativa, por que, primeiro, continham combinação de características, tidas como relevantes pela literatura (duas ou três variáveis; valores baixos e altos para as variáveis; presença ou não de valores distractores); segundo, eram os mesmos problemas propostos a todos os participantes, algo indispensável para comparar a incidência de diferentes níveis de solução pelos diversos anos de escolaridade.

Todo esse estado de coisas já nos desenhava uma pesquisa de tipo comparativo, de modelo transversal (comparação de dados entre anos da escolaridade). Mais ainda, ela seria characteristicamente *ex post facto*, pois, não só estudaríamos um fenômeno que já havia ocorrido (soluções aos problemas por certos alunos quando em determinado ano escolar), como tínhamos grupos com características semelhantes (soluções de alunos de escolas públicas aos mesmos problemas), o que nos permitiria trabalhar como se controlássemos as variáveis cuja relação queríamos examinar.

Mas que decisões ainda deveríamos tomar? Teríamos pela frente as referentes ao polo técnico. Contudo, como bem pode avaliar o leitor, algumas dessas já estavam direcionadas pelos elementos de que já dispúnhamos:

- a composição da amostra de participantes: os 110 alunos de 3º a 6º ano de duas escolas públicas (escolhidas por conveniência) de mesma região metropolitana; quer dizer, todos os alunos que, então presentes em suas turmas, haviam concordado em solucionar os problemas de produto cartesiano apresentados.

- os procedimentos de coleta e de registro dos dados: problemas apresentados em formato de teste escolar, cujas soluções individuais (escritas) tinham sido obtidas em sala de aula (sessão coletiva). E a instrução foi para que os participantes os resolvessem como quisessem, sem preocupação com obter a resposta correta e sem apagar do papel todas as operações e marcas utilizadas.

Restava-nos decidir que procedimentos de análise dos dados usar. Diante das questões a responder, eles tiveram que ser tanto qualitativos quanto quantitativos.

Uma análise qualitativa era necessária porque tínhamos que esmiuçar as características das soluções (esquemas e relações ali presentes) para dali captar sinais de construção do raciocínio combinatório. Para tanto, estudos anteriores nos levaram a organizar nossos critérios em três eixos principais, a saber: presença de limites de interpretação pelos sujeitos das relações entre elementos do texto dos problemas; presença de um ou mais casos de combinação de valores das variáveis; presença de cálculo relacional aditivo e/ou multiplicativo.

Essa análise foi efetuada em dois momentos: o primeiro, de revisão comparativa das características descritivas dos grupos de soluções das hierarquias descritas em estudos anteriores, verificando-lhes seus traços e significados comuns conforme os critérios revisados; o segundo, de nova descrição dos níveis, com repetidas revisões dessas descrições para redefinilos por força daqueles critérios, em atenção à validade e à fidedignidade dessas descrições e da provável hierarquia ali presente.

Quanto à análise quantitativa, hipóteses estatísticas foram construídas para comparar-se a relação entre níveis de raciocínio combinatório (que a análise qualitativa das soluções aos problemas havia definido), anos de escolaridade e os quatro tipos de problemas. Assim, a opção foi a de aplicar testes estatísticos não paramétricos pertinentes ao exame das referidas hipóteses, pois que tínhamos como dados frequências absolutas, distribuídas pelos valores daquelas variáveis; e, a cada tipo de solução possível da variável “nível de raciocínio combinatório” foi atribuído um valor numérico de ordem (de 1 a 6); logo, tínhamos valores de uma escala ordinal. Aplicamos então: a) a análise de variância (ANOVA) de Kruskal-Wallis, para comparar as amostras de cada ano escolar para cada tipo de problema e, assim, verificar a ocorrência de diferenças significativas entre elas; b) a análise de variância (ANOVA) de Friedman aos

resultados de cada ano escolar em separado, para comparar os níveis das soluções aos quatro problemas; c) o teste de Spearman, para verificar o significado dos coeficientes de correlação entre as três variáveis focalizadas.

Nesse cenário, os resultados do estudo permitiram: redefinir patamares do raciocínio combinatório; constatar a ausência de raciocínio combinatório na maior parte das soluções, porém, a tendência significativa a soluções de níveis mais adiantados na 4^a série em alguns problemas. As contribuições dessas descobertas mostraram-se teoricamente importantes (por exemplo, a interligação psicogenética de vários invariantes funcionais presentes na construção do raciocínio combinatório). Levaram também a reafirmar: a necessidade de se trabalhar na escola, ainda precocemente, com problemas de produto cartesiano; a qualidade das intervenções de ensino no aprender matemática, como fator mais relevante em comparação a anos de escolaridade.

Para encerrar...

Quisemos, neste artigo, partilhar com os leitores o que seria o complexo, trabalhoso, porém desafiante processo de tomada de decisões que um pesquisador em psicologia da educação matemática deve enfrentar ao desejar produzir cientificamente conhecimento da área. Defendemos que esse processo implica considerar diversos polos metodológicos, com suas especificidades, mas necessariamente inter-relacionados.

Exemplificamos essa empreitada reportando-nos a dois estudos, escolhidos por ilustrar dois tipos diversos de procedimentos: o primeiro, um estudo de caso, em que os dados, qualitativos, exigiram uma forma minuciosa, detalhada de análise, de ordem microgenética; o segundo, um estudo comparativo, do tipo *ex post facto*, que nos fez interpretar os dados combinando a análise qualitativa com a quantitativa.

Que as contribuições deste texto sirvam a uma discussão frutífera sobre os caminhos da produção científica na área!

Referências

AUSUBEL, D. P.; Novak, J. D. & HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. São Paulo: Interamericana, 2^a ed. (E. Nick et alii, trads.), 1980.

BRUYNE, P. de; HEERMAN, J. & SCHOUTHEETE, M. de. **Dinâmica da pesquisa em ciências sociais: os polos da prática metodológica.** (R. Jofily, trad.). Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1977.

CAMPBELL, D. T. & STANLEY, J. C. (1967). Experimental and quasi-experimental designs for research on teaching. In: N. L. GAGE (Ed.), **Handbook of research on teaching**, 5th. ed. Chicago: Rand Mc Nally, 1967, p. 171-246.

COOK, T. D. & CAMPBELL, D. T. **Quasi experimentation: design and analysis issues for field settings.** Chicago: Rand Mc Nally, 1979.

GARDIN, J.-C. **Les analyses de discours.** Neuchâtel : Delachaux & Niestlé, 1974.

GILLIÈRON, C. El psicopedagogo como observador: por qué y como. **Infancia y Aprendizaje**, Madrid, n. 9, p. 7-21, 1980.

GILLIERON, C. **La construction du réel chez le psychologue.** Berne: Peter Lang, 1985.

von GLASERSFELD, E. (1991). Adeus à objetividade. In: P. WATZLAWICK & P. KRIEG, **O olhar do observador. Contribuições para uma teoria do conhecimento construtivista.** (H. Madjderey, trad.). São Paulo: Workshopsy, 1991, p.17-29.

HOUDÉ, O. Se développer, c'est apprendre à inhiber. **La Recherche**, Paris, n. 388, p. 74-77, jul-août, 2005.

KERLINGER, F. N. **Metodologia da pesquisa em ciências sociais. Um tratamento conceitual.** (H. M. Rotundo, trad.). São Paulo: E.P.U., 1980.

KIRK, J. & MILLER, M. L. Reliability and validity in qualitative research. **Sage University Paper Series in Qualitative Research Methods**, v. 1. Beverly Hills, CA: Sage, 1986.

KRIPPENDORF, K. (1980). Content analysis. An introduction to its methodology. **The Sage Commtex Series**, v. 5. Beverly Hills, CA: Sage, 1980.

LUNA, S. de V. O falso conflito entre tendências metodológicas. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 66, p. 70-74, ago. 1988.

MARQUES, W. O quantitativo e o qualitativo na pesquisa educacional. **Avaliação**, Campinas, Sorocaba, v. 2, n.3, p. 19-23, set. 1997.

MORO, M. L. F. Estruturas multiplicativas e tomada de consciência: repartir para dividir. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 11, n. 2, p. 217-226, maio-ago, 2005.

MORO, M. L. F. , SOARES, M. T. & CAMARINHA, J. A. Raciocínio combinatório em problemas escolares de produto cartesiano. **Zetetiké**, Campinas, v. 18, n. 33, p.211-242, jan-jun, 2010.

WEBER, R. P. Basic content analysis. **Sage University Paper Series in Quantitative Applications in the Social Sciences**, v. 49. Beverly Hills, CA: Sage, 1985.

Submetido em maio de 2015

Aprovado em setembro de 2015



PERSPECTIVAS DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA