

Pesquisas em ensino de ciências e matemática, relacionadas com erros: uma investigação sobre seus objetivos

Research in teaching science and mathematics-related errors: an investigation of its goal

HELENA NORONHA CURY¹

Resumo

Após a realização de várias pesquisas sobre um determinado tema, é preciso analisar o que tem sido feito e entender os objetivos das investigações realizadas. Neste artigo, é apresentada uma análise dos objetivos de 59 dissertações da área de Ensino de Ciências e Matemática, com o propósito de responder à questão: o que querem os investigadores que pesquisam erros, dificuldades, obstáculos ou desempenho nas produções escritas em Educação Matemática? A resposta a essa questão foi obtida por meio da análise de conteúdo desses objetivos e sua classificação foi feita segundo os significados dos verbos usados e as abordagens metodológicas empregadas nas pesquisas. Concluiu-se que os objetivos são, em geral, pragmáticos e que os investigadores procuram descobrir a realidade sobre o tema, examinando minuciosamente os dados, classificando-os e refletindo sobre eles.

Palavras-chave: *Objetivos. Erros. Dificuldades. Obstáculos.*

Résumé

Après la réalisation de plusieurs recherches sur un sujet particulier, on a besoin de analyser ce qui a été fait pour comprendre les objectifs des enquêtes. Cet article présente une analyse des objectifs de 59 dissertations dans le domaine de l'Enseignement des Sciences et des Mathématiques, dans le but de répondre à la question: qu'est-ce que veulent les investigateurs que recherchent sur les erreurs, les difficultés, les obstacles et les performances dans les productions écrites en didactique des mathématiques? La réponse à cette question a été obtenue en analysant le contenu de ces objectifs et leur classification a été faite selon les acceptions des verbes utilisés et les approches méthodologiques employés dans les recherches. Il a été conclu que les objectifs sont généralement pragmatiques et que les enquêteurs cherchent à découvrir la réalité sur le sujet, en détaillant les données, en les classant et en réfléchissant sur eux.

Mots-clés: *Objectifs. Erreurs. Difficultés. Obstacles.*

Introdução

Após um período de realização de pesquisas sobre determinado tema, os investigadores, em geral, questionam-se sobre os resultados obtidos e buscam compartilhá-los, para que a comunidade possa ter acesso às informações e, também, para que novas investigações sejam feitas a partir dos dados já obtidos. No entanto, antes de discutir os resultados, é necessário analisar as questões ou objetivos segundo os

¹UNIFRA - curyh@via-rs.net

quais foram delineadas tais pesquisas.

Em nosso caso, após muitos anos de pesquisas sobre erros cometidos por alunos (ou professores) em questões de Matemática, tendo já compartilhado os resultados em eventos e publicado livros e artigos sobre o tema, resolvemos fazer um levantamento de investigações realizadas em Programas de Pós-Graduação da área de Ciências e Matemática. A investigação faz parte de um estudo, desenvolvido desde 2010, com apoio do CNPq², que têm, entre seus objetivos, fazer um levantamento sistemático de trabalhos sobre erros ou dificuldades de aprendizagem em Matemática, realizados no Brasil.

O levantamento de dissertações e teses sobre erros, dificuldades, obstáculos ou desempenho em produções escritas de alunos e professores já foi por nós realizado e, como resultado, obtivemos um conjunto de 59 dissertações ou teses da área de Ensino de Ciências e Matemática, sobre as quais nos debruçamos para discutir os dados. Algumas informações já foram sintetizadas³ e neste trabalho optamos por investigar as questões de pesquisa ou objetivos que têm sido propostos nas produções acadêmicas dos cursos de mestrado ou doutorado da área de Ensino de Ciências e Matemática, para responder à seguinte questão: o que querem os investigadores que pesquisam erros, dificuldades, obstáculos ou desempenho nas produções escritas em Educação Matemática?

A seguir, tecemos algumas considerações sobre objetivos ou questões de pesquisa e apresentamos os dados coletados sobre as 59 produções da área de Ensino de Ciências e Matemática.

1 As questões ou objetivos em uma investigação

Segundo Tirosh (2007), em 1992-1993 a International Commission on Mathematical Instruction (ICMI) lançou um estudo intitulado “O que é pesquisa em Educação Matemática e quais são seus resultados?” O documento apresentado para discussão dos participantes indicou cinco questões principais⁴:

² Processo CNPQ 310947/2009-0

³ AUTOR. *Erros, Dificuldades e Obstáculos em Produções Escritas de Alunos e Professores*: um levantamento de dissertações e teses em Educação Matemática. No prelo.

⁴ A tradução de textos em língua estrangeira foi por nós realizada.

- Qual é o objeto de estudo específico na educação matemática?
- Quais são os objetivos da pesquisa em educação matemática?
- Quais são as questões ou problemáticas de pesquisa específicas em educação matemática?
- Quais são os resultados da pesquisa em educação matemática?
- Que critérios deveriam ser usados para avaliar os resultados de pesquisas em educação matemática? (TIROSH, 2007, p. 141).

Sierpinska e Kilpatrick (1998) organizaram um dos livros de uma série de publicações sobre os estudos do ICMI e, relativamente ao documento acima citado, os autores consideram que não foi produzida uma resposta ajustada e definitiva sobre a questão desencadeadora do estudo, mas que vários pesquisadores, participantes do evento, apresentam, no livro, sua visão sobre os debates.

Na introdução, Sierpinska e Kilpatrick reproduzem o documento apresentado para discussão e nele podemos entender melhor o que estava sendo proposto para debates na pergunta relacionada aos objetivos da pesquisa em Educação Matemática:

Pode-se pensar em dois tipos de objetivos: os pragmáticos e os de fundamento científico. Entre os mais pragmáticos, estaria a melhoria da prática de ensino, bem como da compreensão e desempenho dos estudantes. O principal objetivo científico poderia ser o desenvolvimento da educação matemática como campo reconhecido de pesquisa acadêmica. (SIERPINSKA; KILPATRICK, 1998, p. 5).

Já em relação às questões ou problemáticas de pesquisa, o mesmo documento indica que existem dois tipos distintos de questões: aquelas que resultam diretamente da prática e as que são geradas pela própria pesquisa. É interessante destacar o alerta do documento:

A questão de identificar as dificuldades de aprendizagem dos estudantes em relação a um determinado conteúdo matemático é [...] diretamente ligada à prática. Mas questões sobre classificar dificuldades, ver como se espalha uma dificuldade, localizar suas fontes ou construir um arcabouço teórico para analisá-la já pertencem àquelas geradas pela pesquisa. (SIERPINSKA; KILPATRICK, 1998, p. 6-7).

O grupo que discutiu as questões ou problemáticas de pesquisa considerou que a própria questão proposta para debate era ambígua, pois julgavam não ter sentido discutir questões de pesquisa sem também avaliar os objetivos, as metas e os resultados. Dessa

forma, pelo que é relatado, não houve consenso e o grupo, ao final, propôs a criação de uma comunidade de pesquisadores, ligada ao ICMI, para investigar o tema.

Ainda que não se tenha notícia da criação de uma comunidade de pesquisadores interessada, especificamente, em questões de pesquisa em Educação Matemática, sabemos que alguns autores têm discutido o tema ou outros a ele correlatos. Por exemplo, English (2002), ao justificar sua iniciativa de editar um livro sobre pesquisa em Educação Matemática, afirma que as mais importantes questões de investigação em Educação Matemática não estão sendo respondidas, porque essa área de pesquisa está estática e não tem providenciado mudanças de rumo para um crescimento futuro.

Niss (2004), ao tentar fazer um levantamento das principais tendências e tópicos da pesquisa em Educação Matemática, considerou que há questões focais que poderiam levá-lo à análise pretendida. Entre elas, cita: “Quais são os tópicos gerais e as questões específicas mais frequentes, colocadas e estudadas na pesquisa?”. (p. 2).

Schoenfeld (2002), ao referir-se a métodos de pesquisa em Educação Matemática, alerta para o fato de que os métodos são mais bem escolhidos quando se tem ideia do que se está buscando. E considera, assim, que os pesquisadores deveriam se perguntar, por exemplo, sobre as questões de pesquisa que estão propondo em seus trabalhos.

Fiorentini e Lorenzato (2006), ao estabelecerem percursos teóricos e metodológicos para a investigação em Educação Matemática, consideram que é, “em última instância, o problema ou a questão [de pesquisa] que ajudará a definir o tipo de coleta de dados e a respectiva análise.” (p. 91).

Assim, vemos que o planejamento de uma pesquisa sobre um determinado tema, em qualquer área, exige, antes de tudo, a explicitação do problema ou das questões (ou perguntas) de investigação. Boot, Colomb e Williams (2000) consideram que “as perguntas são cruciais, porque o ponto de partida de uma boa pesquisa é sempre o que *você não sabe ou entende, mas sente que deve conhecer ou entender.*” (p. 51. Grifos dos autores).

Os objetivos de uma investigação relacionam-se às questões que foram explicitadas. Dependendo da orientação metodológica, pode-se pensar primeiramente nas questões e, a seguir, na formulação do objetivo ou estabelecer o objetivo e desdobrá-lo em questões. Fiorentini e Lorenzato (2006, p. 91) parecem preferir a primeira opção, quando afirmam: “Uma vez definida a questão/pergunta de

investigação, os objetivos da pesquisa podem ser, então, formulados ou revistos, caso já tenham sido inicialmente estabelecidos”.

Por outro lado, Alves-Mazzotti (1998) considera que o objetivo define qual aspecto da problemática de pesquisa vai ser focalizado. Mas, conforme a autora, “frequentemente o ‘Objetivo’ é desdobrado em questões que detalham e clarificam seu conteúdo” (ALVEZ-MAZZOTTI, 1998, p. 156).

De qualquer forma, conforme Alves-Mazzotti (1998), não há necessidade de formular, ao mesmo tempo, questões e objetivos. A explicitação das questões já deixa claros os objetivos que vão ser perseguidos e, por outro lado, se o objetivo esclarece suficientemente os aspectos que vão ser investigados, é dispensável desdobrá-lo em questões.

Larocca, Rosso e Souza (2005) realizaram uma pesquisa meta-analítica sobre 45 dissertações de mestrado em Educação, classificando em seis categorias os objetivos formulados pelos autores desses trabalhos: compreensivos, avaliativos, propositivos, descritivos, objetivos-meio e objetivos generalistas.

Os objetivos compreensivos, segundo os autores, visam interpretar uma dada realidade. Os avaliativos caracterizam-se pelas finalidades valorativas. Os propositivos, como o nome sugere, são relacionados a propostas de ações, planos ou alternativas. Já os descritivos pretendem relatar experiências ou narrar fatos e não comportam julgamentos do que é descrito.

Larocca, Rosso e Souza (2005) ainda apontam os objetivos-meio, que não são objetivos de pesquisa, propriamente ditos, mas que servem para sustentar a pesquisa, bem como os objetivos generalistas, que são excessivamente amplos e podem servir para várias situações, gerando indefinição quanto ao que o investigador pretende obter. Os pesquisadores concluíram que esses dois últimos tipos de objetivos, acrescidos dos propositivos, que “se referem a ações e intervenções” (p. 128), constituem mais de 30% dos objetivos analisados e não são, propriamente, objetivos de pesquisa.

Acreditamos que os autores acima mencionados referem-se a pesquisas realizadas em mestrados acadêmicos, visto que, em mestrados profissionais, como os que temos na área de Ensino de Ciências e Matemática, são esperados objetivos propositivos. Moreira e Nardi (2009, p. 4), ao referirem-se aos mestrados profissionais nessa área, comentam:

[...] ainda que se mantenha a nomenclatura de dissertação, a natureza do trabalho de conclusão do mestrado profissional é distinta da do

acadêmico; trata-se do relato de uma experiência de implementação de estratégias ou produtos de natureza educacional, visando à melhoria do ensino em uma área específica de Ciências ou Matemática.

Neste trabalho, buscamos analisar os objetivos de dissertações de mestrado acadêmico ou profissional, para entender o que querem os investigadores que pesquisam erros, dificuldades, obstáculos ou desempenho nas produções escritas na área de Ensino de Ciências e Matemática.

2 Os procedimentos da pesquisa

A investigação aqui relatada faz parte de uma pesquisa mais ampla, intitulada “Análise de Erros: uma Possibilidade de Trabalho em Cursos de Formação Inicial e Continuada de Professores”, desenvolvida com apoio do CNPq. Inicialmente, foi feito o levantamento de todas as dissertações e teses defendidas em Programas de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática e disponibilizadas *on line*, desde as primeiras produções dessa área⁵ até as que foram encontradas nos sites em 15 de março de 2011.

Do total de 1349 produções, foram selecionadas as que apresentavam, no título ou nas palavras-chave, um dos seguintes termos: “erros”, “dificuldades”, “obstáculos”, “desempenho” ou “produção escrita”. Foram encontrados 59 trabalhos, sendo 58 dissertações e uma tese. Tendo salvo os arquivos, disponíveis em formato pdf, elaboramos uma ficha para coleta de dados, dentre os quais se encontram os objetivos ou questões de pesquisa indicados pelos autores.

Em um segundo momento, criamos uma planilha no software Excel e nela indicamos, para cada uma das 59 produções, o autor, o termo destacado (erro, dificuldade, obstáculo, desempenho ou produção escrita), o(s) conteúdo(s) matemático(s) envolvido(s), o(s) nível(eis) de ensino e as questões ou objetivos da pesquisa. Sobre esse material, que compõe o *corpus* da nossa pesquisa, debruçamo-nos para realizar a análise do conteúdo dos objetivos ou questões de investigação.

Bardin (1979) indica as atividades que devem ser realizadas na fase da pré-análise. Fizemos, inicialmente, a leitura flutuante, para nos impregnarmos do material. Obedecemos à regra da exaustão, pois nenhum objetivo (ou questão de pesquisa) foi descartado; também cumprimos a regra da homogeneidade, pois todos os elementos foram coletados da mesma forma, por meio da leitura e fichamento das 59 produções,

⁵ A área de Ensino de Ciências e Matemática da CAPES foi criada em setembro de 2000.

disponíveis *on line*. O documento retido – a saber, a planilha com o detalhamento de cada produção – é pertinente, pois nosso objetivo de pesquisa está relacionado às questões e objetivos das dissertações ou teses.

Bardin (1979) comenta que algumas análises são efetuadas sem terem hipóteses prévias; em nossa pesquisa, preferimos, efetivamente, deixar-nos guiar pelos dados, especialmente porque podemos, por meio da planilha, fazer relações entre os elementos nela registrados.

A preparação dos textos também é uma atividade da pré-análise. Bardin (1979) indica que essa preparação pode incluir a “transformação lingüística dos sintagmas, para *standartização* e classificação por equivalência” (p. 101. Grifo da autora). Alguns dos trabalhos investigados traziam questões de pesquisa, outros indicavam objetivos. Para facilitar a exploração do material, optamos por escrever as questões em forma de objetivos, ou seja, transformamos substantivos em verbos, escolhendo aqueles que melhor indicassem as ações pretendidas pelos autores, conforme a leitura de suas análises e conclusões. A decisão de fazer essas mudanças foi tomada a partir da leitura fluente, pois notamos que os verbos poderiam fazer parte de categorias, auxiliando o trabalho de exploração do material. Assim, por exemplo, a questão de pesquisa “que relações os alunos estabelecem com o saber matemático?” foi transformada no objetivo “desvendar as relações que os alunos estabelecem com o saber matemático”.

A fase de exploração do material envolve o estudo detalhado do *corpus*, com procedimentos de unitarização e categorização. As unidades de análise podem ser “palavras, frases, termos ou mesmo documentos em sua forma integral”. (MORAES, 1999, p. 16). Na releitura, cada unidade é codificada e, a seguir, individualizada. Optamos, em nossa investigação, por individualizar “temas”, entendidos como as frases que indicam os objetivos ou questões de pesquisa. Atendemos ao alerta de Moraes (1999, p. 17), de que

No processo de transformação de dados brutos em unidades de análise, é importante ter em conta que estas devem representar conjuntos de informações que tenham um significado completo em si mesmas.

Para realizar a unitarização, destacamos, na planilha, a coluna em que foram digitados os objetivos e atribuímos códigos a cada um deles, segundo os verbos usados nas suas frases descritivas.

A categorização é, segundo Moraes (1999), o “procedimento de agrupar dados, considerando a parte comum existente entre eles”. (p. 18). Assim, em nossa investigação, a partir das unidades, estabelecemos um critério semântico, a saber: agrupamos aquelas unidades em que foi usado um mesmo verbo para descrever o objetivo ou verbos que têm significado semelhante, fazendo uso de dicionário para compreender os significados de cada verbo empregado pelos autores. A determinação do significado do verbo usado em cada objetivo foi realizada a partir dos temas, ou seja, a partir da frase que constitui o objetivo.

Segundo Bardin (1979), as categorias devem ser: mutuamente exclusivas, homogêneas, pertinentes, objetivas, fiéis e produtivas. A exclusão mútua implica em que um elemento não pertença a mais de uma categoria. A homogeneidade indica que a organização das categorias deve obedecer a um único critério de classificação. Categorias pertinentes são aquelas que refletem as intenções do pesquisador e são adequadas aos objetivos por ele pretendidos.

Conforme Moraes (1999, p. 22), “quando um conjunto de categorias é objetivo, as regras de classificação são explicitadas com suficiente clareza, de modo que possam ser aplicadas consistentemente ao longo de toda a análise”. Em nossa investigação, ao escolher aqueles objetivos ou questões de pesquisa que usavam o mesmo verbo, pudemos aplicar esse critério em todo o conjunto de dados, dando sustentação às interpretações posteriores. Além disso, essa definição clara permite que outros pesquisadores possam obter as mesmas classes, ou seja, as categorias são fiéis aos dados.

Finalmente, ao mencionar a produtividade, Bardin (1979) considera que a categorização deve, pragmaticamente, produzir resultados para as interpretações que forem feitas a partir das classes. Em nossa pesquisa, as categorias foram criadas a partir dos significados dos verbos usados nos objetivos, para auxiliar na sua interpretação.

Já na fase de tratamento dos resultados, é feita a descrição das categorias, por meio de apresentação de tabelas ou quadros com indicação das distribuições de frequência e das percentagens, ou com a produção de um texto que sintetiza a compreensão dos dados.

Em nossa investigação, levamos em conta essas indicações para realizar a análise de conteúdo dos objetivos ou questões de pesquisa indicados pelos autores dos 59 trabalhos elencados.

3 A apresentação e análise dos dados

Uma busca ao dicionário (HOUAISS; VILLAR, 2001) permitiu compreender o significado dos verbos empregados nos objetivos. Cada verbo tem muitas acepções, mas, conforme os objetivos propostos pelos autores das dissertações, algumas delas não se aplicam. De maneira geral, optamos pela acepção que melhor traduz o objetivo apresentado, conforme a frase completa que o descreve e, também, conforme as análises e resultados obtidos pelos pesquisadores.

Além disso, alguns verbos têm significados em comum. Por exemplo, “investigar” pode significar “descobrir (algo) através de exame e observação minuciosa”; já “analisar” também tem, entre suas acepções, a de “examinar minuciosamente”. Dessa forma, objetivos que iniciam com a palavra “analisar”, nessa última acepção, foram incluídos na categoria “investigar”.

A partir dos 25 verbos⁶ empregados na indicação dos objetivos e levando em conta acepções comuns, foi possível agrupar os objetivos em 18 categorias, apresentadas no Quadro 1. No Apêndice, apresentamos os verbos, seus significados e os objetivos classificados⁷.

Quadro 1. Categorização dos objetivos segundo os verbos empregados

Categoria		Verbos empregados e suas acepções	Número de objetivos na categoria
1	Investigar	Investigar: procurar metódica e conscientemente descobrir (algo), através de exame e observação minuciosa; pesquisar; Analisar: examinar minuciosamente; investigar; Explorar: examinar minuciosamente;	42
2	Identificar	Identificar: distinguir os traços característicos de;	11
3	Classificar	Classificar: distribuir em classes e nos respectivos grupos, de acordo com um sistema ou método de classificação;	5
4	Analisar	Analisar: separar (um todo) em seus elementos ou partes componentes;	4
5	Estudar	Estudar: procurar compreender (algo) através da reflexão;	4
6	Discutir	Discutir: analisar questionando;	3
7	Compreender	Compreender: apreender (algo) intelectualmente, utilizando a capacidade de compreensão;	3

⁶ Um dos verbos empregados, “construir”, foi por nós substituído por “avaliar”, visto que o objetivo indicado não caracteriza investigação: “construir uma aprendizagem significativa”. O trabalho, efetivamente, avaliou a aplicação de uma sequência didática.

⁷ Em alguns dos objetivos listados, suprimimos algumas palavras que poderiam identificar o autor ou a instituição de origem do trabalho, substituindo por um colchete.

		Entender: compreender;	
8	Evidenciar	Evidenciar: tornar (se) claro, manifesto, evidente; Mostrar: evidenciar;	3
9	Apontar	Apontar: assinalar; Indicar: Apontar (alguém ou algo) como preferencial ou ideal para;	2
10	Averiguar	Averiguar: apurar; Verificar: averiguar;	2
11	Conhecer	Conhecer: adquirir informações sobre (algo); Saber: conhecer;	2
12	Levantar	Levantar: arrolar;	2
13	Obter	Obter: vir a ter (para si ou para outrem) (um resultado, um objetivo); Encontrar: obter ou alcançar (condição ou situação que se quer ou se procura);	2
14	Avaliar	Avaliar: apreciar o mérito, o valor de;	2
15	Descrever	Descrever: fazer um relato circunstanciado de;	1
16	Oferecer	Oferecer: proporcionar, dar, facultar;	1
17	Quantificar	Quantificar: atribuir valor quantitativo a;	1
18	Realizar	Realizar: efetivar.	1
Total			91

Para tentar encontrar relações entre os dados inseridos na planilha, filtramos os objetivos referentes a uma dada categoria (por exemplo, todos os que fazem parte da classe “investigar”), para verificar se havia preferência por uma das palavras escolhidas (erros, dificuldades, obstáculos, desempenho, produção escrita), por determinado conteúdo matemático ou por nível de ensino. No entanto, não encontramos regularidades, pois, por exemplo, os que usam a palavra “investigar”, o fazem para investigar erros, dificuldades, obstáculos, desempenho em produções escritas, bem como tratam de variados conteúdos matemáticos e diferentes níveis de ensino; o mesmo acontece com qualquer dos outros verbos que designam as classes.

Em um segundo nível de análise, em que retomamos as fichas originais relativas às 59 produções, buscamos compreender as abordagens realizadas nas pesquisas. Elaboramos, com essa nova leitura, outra classificação para os objetivos, entendidos no contexto geral da investigação; assim, procuramos não só entender o tema, isto é, a frase completa que indica o objetivo, mas também os procedimentos metodológicos, para verificar como os autores desenvolveram a pesquisa para atingir os objetivos. Essa nova classificação também obedeceu às regras indicadas por Bardin (1979) para uma análise de conteúdo.

Dessa forma, distribuímos os objetivos em três categorias:

- A) aqueles em que o pesquisador procura investigar erros, dificuldades, obstáculos ou desempenho dos alunos escolhidos como amostra, utilizando testes, questionários ou entrevistas e descrevendo os resultados;
- B) aqueles em que o pesquisador desenvolve um produto (um jogo, uma sequência didática, uma atividade com computadores) e o testa em sua turma ou em um grupo de alunos escolhidos como amostra;
- C) aqueles em que o pesquisador se propõe a fazer um estudo aprofundado sobre a forma como os erros (ou dificuldades, ou obstáculos) são considerados, por professores ou por alunos, por meio de entrevistas ou questionários.

Encontramos 37 dissertações cujos objetivos se enquadram na classe A, 19 que se enquadram na classe B e apenas três com as características da classe C. Esperávamos que as dissertações de mestrados profissionais tivessem, em sua maioria, objetivos enquadrados na classe B, visto que deveriam ser relatos de experiências de implementação de um produto educacional (MOREIRA; NARDI, 2009). No entanto, das 19 dissertações oriundas de cursos de mestrado profissional, apenas seis referem-se à testagem de algum produto ou estratégia de ensino.

Não encontramos verbos específicos para os objetivos de mestrados profissionais. Acepções que foram empregadas nos objetivos de dissertações de mestrado acadêmico também foram encontradas nas de mestrado profissional. Fazendo um cruzamento entre as duas classificações, por meio de ferramentas de trabalho na planilha, elaboramos o Quadro 2, em que é indicado o número de objetivos que se enquadram em cada classificação.

Quadro 2. Distribuição dos objetivos segundo as classificações

Objetivos segundo os verbos empregados	Objetivos segundo as abordagens empregadas			Total
	A	B	C	
Investigar	25	14	3	42
Identificar	7	4	0	11
Classificar	5	0	0	5
Analisar	4	0	0	4
Estudar	3	1	0	4
Discutir	2	1	0	3
Compreender	3	0	0	3
Evidenciar	2	1	0	3
Apontar	0	0	2	2
Averiguar	2	0	0	2
Conhecer	1	1	0	2
Levantar	2	0	0	2

Objetivos segundo os verbos empregados	Objetivos segundo as abordagens empregadas			Total
	A	B	C	
Obter	1	1	0	2
Avaliar	0	1	1	2
Descrever	0	0	1	1
Oferecer	1	0	0	1
Quantificar	1	0	0	1
Realizar	1	0	0	1
Total	60	24	7	91

Observando o Quadro 2 e levando em conta as acepções dos verbos empregados, notamos que, em mais de 70% dos casos, os pesquisadores que investigam erros, dificuldades, obstáculos ou desempenho na produção escrita de alunos ou professores de Matemática querem:

- i) descobrir algo, através de exame minucioso dos dados coletados, distinguindo seus traços característicos;
- ii) distribuir os dados em classes e, com essa separação do todo, analisar suas partes integrantes;
- iii) refletir sobre os dados para compreendê-los.

Para essas ações, os pesquisadores empregam testes, questionários, entrevistas, aplicados, em geral, às turmas de alunos das quais são professores ou então a amostras selecionadas em um determinado universo de estudantes ou professores de um determinado nível de ensino.

Ainda são poucos os trabalhos que, efetivamente, testam algum produto educacional ou alguma estratégia de ensino elaborada especificamente para a pesquisa. Menos ainda é o número de trabalhos que buscam entender o que professores e alunos pensam sobre os erros, as dificuldades, os obstáculos ou a avaliação da aprendizagem, de maneira geral.

Se voltarmos às questões discutidas por Sierpinska e Kilpatrick (1998) sobre o documento produzido em um estudo do ICMI, podemos dizer que a maioria dos 59 trabalhos por nós examinados têm objetivos pragmáticos, isto é, buscam a compreensão sobre as dificuldades dos alunos e sugerem melhores práticas de ensino.

Uma leitura mais aprofundada dos 59 trabalhos, em sua íntegra, revela algumas incongruências⁸: há pesquisadores que propõem determinado objetivo, mas não o perseguem durante a pesquisa ou não esclarecem, ao final, se o atingiram.

Também notamos, em alguns casos, a existência de objetivos específicos que podem ser classificados como objetivos-meio, conforme a categorização de Larocca, Rosso e Souza (2005): por exemplo, “revisar a literatura sobre o tema” não é um objetivo de pesquisa, pois essa ação é inerente à própria investigação.

Encontramos, ainda, alguns trabalhos nos quais o pesquisador, a partir de dados obtidos de uma pequena amostra, generaliza os resultados para toda a população. Nesses casos, os objetivos propostos são “generalistas”, demasiado ambiciosos, pois os resultados, obtidos a partir de uma amostra intencional, não permitem tal extrapolação.

Alves-Mazzotti (2001, p. 40) tece críticas sobre pesquisas realizadas no Brasil, na área de Educação, e, entre os problemas apontados, indica: “pobreza teórico-metodológica na abordagem dos temas, com um grande número de estudos puramente descritivos e/ou ‘exploratórios’”. A autora acrescenta que

[...] o desconhecimento das discussões teórico-metodológicas travadas na área leva muitos pesquisadores iniciantes, principalmente os alunos de mestrado, a permanecerem ‘colados’ em sua própria prática, dela derivando o seu problema de pesquisa e a ela buscando retornar com aplicações imediatas dos resultados obtidos. (ALVES-MAZZOTTI, 2001, p. 41).

Essa crítica não se aplica aos mestrandos da área de Ciências e Matemática, haja vista que, por serem, em sua maior parte, professores, é natural e desejável que pesquisem sua própria prática. Alves-Mazzotti (2001), em nota de rodapé ao trecho acima citado, afirma que não está criticando o desenvolvimento de uma pesquisa a partir das dificuldades da prática, mas a permanência do pesquisador no nível de sua prática específica e dos seus interesses pessoais, sem uma teorização que possa ser aproveitada por outros investigadores e que leve à construção de novos conhecimentos.

Essas discussões, já bastante adiantadas na área da Educação, como aponta Alves-Mazzotti (2001), talvez ainda estejam faltando na área de Ensino de Ciências e Matemática, em que poucos estudos meta-analíticos têm sido apresentados. No entanto, consideramos que tais estudos são mais adequados a uma investigação de doutorado, haja vista o pouco tempo de que dispõem os mestrandos de Ensino de Ciências e Matemática para concluir o curso e defender a dissertação.

⁸ Não identificaremos as dissertações que mostram esses problemas, para resguardar as identidades dos autores.

Considerações finais

Desenvolvemos o trabalho aqui relatado com o objetivo de entender o que querem os pesquisadores que investigam erros, dificuldades, obstáculos ou desempenho nas produções escritas em Educação Matemática. Concluímos, por meio da análise de conteúdo dos objetivos estabelecidos em 58 dissertações e uma tese, que os pesquisadores querem, segundo as palavras de Larocca, Rosso e Souza (2005), compreender, avaliar, descrever dados relativos a esses erros, dificuldades ou obstáculos e propor atividades educacionais que melhorem a prática docente de Matemática. Assim, consideramos que a área, no Brasil, não está estática, como apontava English em 2002, em relação à Educação Matemática mundial, mas ainda não chegou a um nível de teorização que possa ser aproveitada por outros pesquisadores da área e que leve à construção de novos conhecimentos, nas palavras de Alves-Mazzotti (2001).

Deixamos essas análises apresentadas neste artigo como sugestões para discussão, nos cursos de Mestrado de Ensino de Matemática, sobre os termos usados nos objetivos estabelecidos, as questões de pesquisa propostas e a coerência interna dos trabalhos.

Acreditamos que já estamos com um número suficiente de dissertações e teses nessa área e podemos, talvez, propor um estudo, interinstitucional, sobre os aspectos teórico-metodológicos envolvidos na elaboração e desenvolvimento de uma dissertação de mestrado ou tese de doutorado, nessa área.

Tal estudo traria uma melhoria na qualidade dos trabalhos desenvolvidos e, por consequência, uma possibilidade de maior divulgação em periódicos ou eventos bem conceituados, nacionais ou internacionais, mostrando as contribuições da pesquisa em Educação Matemática no Brasil.

Referências

ALVES-MAZZOTTI, A. J. (1998). O método nas ciências sociais. In: ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. *O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa*. São Paulo: Pioneira, 1998. p. 109-203.

ALVES-MAZZOTTI, A. J. (2001). Relevância e aplicabilidade da pesquisa em Educação. *Cadernos de Pesquisa*, n. 113, p. 39-50.

BARDIN, L. (1979). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.

BOOTH, W. C.; COLOMB, G. G.; WILLIAMS, J. M. (2000). *A arte da pesquisa*. São Paulo: Martins Fontes.

ENGLISH, L. D. (Ed). (2002). *Handbook of International Research in Mathematics Education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

FIorentini, D.; LOrenzato, S. (2006). *Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos*. Campinas: Autores Associados.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. de S. (2001). *Dicionário Houaiss da língua portuguesa*. Rio de Janeiro: Objetiva.

LAROCCA, P.; ROSSO, A. J. ; SOUZA, A. P. de. (2005). A formulação dos objetivos de pesquisa na pós-graduação em Educação: uma discussão necessária. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, v. 2, n. 3, p. 118-133.

MORAES, R. (1999). Análise de conteúdo. *Educação*, v. 22, n. 37, p. 7-32.

MOREIRA, M. A.; NARDI, R. (2009). O mestrado profissional na área de Ensino de Ciências e Matemática: alguns esclarecimentos. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 2, n. 3, p. 1-9.

NISS, M. (2004). Key issues and trends in research on mathematical education. In: FUJITA, H. (Ed.). INTERNATIONAL CONGRESS ON MATHEMATICAL EDUCATION, 9., 2000, Tokio. *Proceedings...* New York: Kluwer Academic, 2004. p. 1-25.

SCHOENFELD, A. (2002). Research methods in (Mathematics) Education. In: ENGLISH, L. D. (Ed). *Handbook of International Research in Mathematics Education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2002. p. 435-487.

SIERPINSKA, A.; KILPATRICK, J. (Eds.). (1998). *Mathematics education as a research domain: a search for identity*. Dordrecht: Kluwer.

TIROSH, D. (2007). What is research in mathematics teacher education? *Journal of Mathematics Teacher Education*, v. 10, n. 3, p. 141-144.

Apêndice

Verbo	Significado	Objetivo
Investigar	procurar metódica e conscientemente descobrir (algo), através de exame e observação minuciosa; pesquisar;	Investigar a influência das concepções alternativas a partir dos erros dos candidatos acerca das questões sobre funções.
		Investigar as dificuldades na aprendizagem sobre funções matemáticas.
		Investigar a construção e interpretação de gráficos por alunos da Educação de Jovens e Adultos.
		Investigar como alunos com dificuldades de aprendizagem expressam compreensões matemáticas ao lidarem com o material Cuisinaire.
		Investigar erros cometidos por alunos de um curso pós-médio ao resolver equações.
		Investigar as concepções de alunos do Ensino Superior sobre limite e possíveis imbricações entre obstáculos epistemológicos relacionados a essas concepções.
		Investigar procedimentos utilizados por alunos na resolução de problemas que envolvessem desigualdade ou inequações logarítmicas.
		Investigar o envolvimento de alunos em processos de construção de conjecturas e provas.
		Investigar quais estratégias pedagógicas podem tornar mais eficiente a percepção dos erros cometidos na manipulação de estruturas multiplicativas e aditivas.
		Investigar o desenvolvimento de situações de aprendizagem sobre potências e raízes, com uso de calculadora.
		Investigar os conhecimentos dos alunos que já passaram por um curso de Cálculo e estudaram "a derivada".
		Investigar os conhecimentos básicos de alunos de cursos superiores com relação à leitura e interpretação de gráficos e tabelas estudados em Estatística.
		Investigar como os alunos estão utilizando conteúdos matemáticos ao desenvolverem seus trabalhos em uma disciplina de Matemática em um ambiente de modelagem.
		Investigar as dificuldades em matemática de alunos de licenciatura em matemática.
		Investigar as relações entre o desempenho na solução de exercícios e problemas sobre frações e variáveis afetivas.
		Investigar a produção escrita de alunos em Matemática, referentes a uma questão [...].
		Investigar como os alunos utilizam as informações dos enunciados.
		Investigar quais erros os alunos cometem e qual a

		<p>sua natureza.</p> <p>Investigar que caminhos os alunos escolhem para resolver problemas.</p> <p>Investigar que conhecimentos matemáticos os alunos utilizam.</p> <p>Investigar o impacto, na prática pedagógica de uma professora de matemática, de um processo de formação continuada</p> <p>Investigar contribuições da planilha na construção do conceito de função, a partir da abordagem metodológica com base na teoria sociointeracionista de Vygotsky.</p> <p>Investigar como elaborar atividades que estimulem o exercício continuado da escrita.</p> <p>Investigar como o educador pode mediar a construção dos conceitos matemáticos, envolvendo a produção escrita.</p>
Analisar	Examinar minuciosamente;	<p>Analisar o tratamento do erro no processo de ensino – aprendizagem das Equações Diferenciais Ordinárias, gerado pela Modelagem Matemática.</p> <p>Analisar o desempenho dos estudantes de 5ª a 8ª séries em Matemática.</p> <p>Analisar a forma com que professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental lidam com a produção matemática de seus alunos.</p> <p>Analisar como os alunos aplicam as técnicas.</p> <p>Analisar o desempenho e as estratégias utilizadas pelos alunos de EM na resolução de questões que envolvam a leitura e a interpretação de gráficos e tabelas em questões do ENEM.</p> <p>Analisar os procedimentos que alunos da 8ª série do EF utilizam para resolver questões de álgebra.</p> <p>Analisar o desempenho de alunos do Ensino Médio na resolução de questões envolvendo o conceito de função monotônica.</p> <p>Analisar como alunos de Cálculo I lidam com as concepções infinitesimais, estudados segundo a abordagem infinitesimal.</p> <p>Analisar a produção escrita de alunos do curso de Licenciatura e Bacharelado em Matemática nas resoluções de questões não-rotineiras.</p> <p>Analisar a produção escrita de estudantes do Ensino Médio em questões abertas e não-rotineiras de matemática.</p> <p>Analisar a produção escrita de alunos na questão comum [...].</p> <p>Analisar os resultados do SAEB para estabelecer indicativos do desempenho insuficiente dos alunos do EM na resolução dos itens de Matemática.</p>
Explorar	Examinar minuciosamente;	<p>Explorar qualitativamente e quantitativamente a associação entre as representações numéricas e os decimais, por alunos do Ensino Fundamental.</p>

Analisar	Investigar;	Analisar aspectos que poderiam estar presentes ou escapar à situação de exame do ENEM.
		Analisar as relações entre as concepções sobre o conceito de Integral revelada por professores, bem como suas maneiras de analisarem a produção dos alunos.
		Analisar as dificuldades de aprendizagem no ensino da Matemática apresentadas pelo educando da EJA.
		Analisar o processo de aprendizagem em Matemática de um grupo de alunos com o qual são usadas tecnologias síncronas e assíncronas.
		Analisar os textos produzidos pelos alunos.
Identificar	Distinguir os traços característicos de;	Identificar os obstáculos encontrados pelas crianças, no momento de utilizarem a matemática para resolver situações-problema.
		Identificar os impactos da Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem aliada ao tratamento do erro.
		Identificar erros cometidos por alunos de um curso pós-médio ao resolver equações.
		Identificar os tipos de erros mais frequentes em questões de geometria da primeira fase dos quatro anos de OBMEP.
		Identificar os conhecimentos e dificuldades de um grupo de estudantes do ensino médio relacionados ao conjunto dos números reais.
		Identificar dificuldades individuais dos estudantes, relacionadas com a matemática.
		Identificar os procedimentos que alunos da 8ª série do EF utilizam para resolver questões de álgebra.
		Identificar os obstáculos epistemológicos e didáticos existentes no conhecimento de conteúdos de matemática de Ensino Fundamental e Médio de um grupo de professores.
		Identificar os obstáculos epistemológicos e didáticos presentes nas soluções dos problemas que envolvem as estruturas multiplicativas.
		Identificar causas que levam o aluno a cometer erros.
		Identificar erros cometidos por alunos da 8ª série do Ensino Fundamental na resolução de provas de Matemática.
Classificar	Distribuir em classes e nos respectivos grupos, de acordo com um sistema ou método de classificação;	Classificar os tipos de erros mais frequentes em questões de geometria da primeira fase dos quatro anos de OBMEP.
		Classificar as dificuldades dos alunos diante das atividades.
		Classificar as dificuldades na aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral I dos cursos de

		Engenharia da [...].
		Classificar erros em resolução de exercícios sobre potenciação e radiciação, cometidos por alunos do EF, e em resolução de equações exponenciais, por alunos de EM.
		Classificar erros cometidos por alunos da 8ª série do Ensino Fundamental na resolução de provas de Matemática.
Analisar	Separar (um todo) em seus elementos ou partes componentes;	Analisar erros cometidos por alunos de um curso pós-médio ao resolver equações.
		Analisar os tipos de erros mais frequentes em questões de geometria da primeira fase dos quatro anos de OBMEP.
		Analisar erros em resolução de exercícios sobre potenciação e radiciação, cometidos por alunos do EF, e em resolução de equações exponenciais, por alunos de EM.
		Analisar erros cometidos por alunos da 8ª série do Ensino Fundamental na resolução de provas de Matemática.
Estudar	Procurar compreender (algo) através da reflexão;	Estudar como os alunos se comportam frente ao processo de resolução.
		Estudar a eficiência de uma estratégia pedagógica com uso de tecnologias diversificadas na introdução e no desenvolvimento de simetria axial.
		Estudar a produção escrita.
		Estudar de que modo professores que ensinam matemática na Educação Básica lidam com questões não-rotineiras em situação de avaliação.
Discutir	Analisar questionando;	Discutir possíveis relações construídas entre Modelagem Matemática e Tratamento do Erro.
		Discutir a implicação da relação no desempenho escolar em Matemática.
		Discutir a relação que os alunos do Ensino médio estabelecem com o saber matemático.
Compreender	Apreender (algo) intelectualmente, utilizando a capacidade de compreensão;	Compreender as dificuldades encontradas por alunos de 7ª série no entendimento dos conceitos e procedimentos que envolvem o estudo de Álgebra.
		Compreender as razões das dificuldades encontradas pelos alunos no entendimento e utilização da simbologia matemática.
Entender	Compreender;	Entender os erros dos alunos.
Evidenciar	Tornar (se) claro, manifesto, evidente;	Evidenciar as potencialidades da Dinâmica RCR como recurso didático-pedagógico para o ensino e aprendizagem de Matemática.
		Evidenciar a relevância da avaliação da aprendizagem escolar como prática de investigação.
Mostrar	Evidenciar;	Mostrar uma visão de erro para o qual não é dado valor positivo ou negativo.

Levantar	Arrolar;	Levantar os procedimentos que alunos da 8ª série do EF utilizam para resolver questões de álgebra. Levantar os erros em questões de Matemática.
Apontar	Assinalar;	Apontar estratégias metodológicas que possibilitem o acompanhamento do processo de aprendizagem dos alunos.
Indicar	Apontar (alguém ou algo) como preferencial ou ideal para;	Indicar procedimentos avaliativos que permitam acompanhar e qualificar a aprendizagem em Matemática dos alunos.
Averiguar	Apurar;	Averiguar em que medida a não-compreensão da propriedade distributiva relaciona-se a dificuldades na aprendizagem.
Verificar	Averiguar;	Verificar as dificuldades na aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral I dos cursos de Engenharia da [...].
Conhecer	Adquirir informações sobre (algo);	Conhecer como os estudantes lidam com as informações de um problema não rotineiro.
Saber	Conhecer;	Saber se o uso do algoritmo da compensação poderia diminuir os erros dos alunos do Ensino Fundamental ao efetuar as subtrações.
Obter	vir a ter (para si ou para outrem) (um resultado, um objetivo);	Obter um diagnóstico sistemático dos principais erros e dificuldades manifestados por alunos do EF e EM na simplificação de frações aritméticas e algébricas.
Encontrar	Obter ou alcançar (condição ou situação que se quer ou se procura);	Encontrar caminhos para superar ou minimizar dificuldades relacionadas à subtração.
Avaliar	Apreciar o mérito, o valor de;	Avaliar o processo de construção de soluções ao problema proposto. Avaliar a aplicação de uma sequência didática.
Descrever	Fazer um relato circunstanciado de;	Descrever a forma com que professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental lidam com a produção matemática de seus alunos.
Oferecer	Proporcionar, dar, facultar;	Oferecer subsídios para uma avaliação como prática de investigação.
Quantificar	Atribuir valor quantitativo a;	Quantificar os tipos de erros mais frequentes em questões de geometria da primeira fase dos quatro anos de OBMEP.
Realizar	Efetivar.	Realizar um estudo diagnóstico a respeito da operação potenciação com alunos do Ensino Fundamental e Médio.