

MAÍSA PEREIRA PANNUTI

APRENDIZAGEM OPERATÓRIA E ARITMÉTICA INICIAL NA EDUCAÇÃO
INFANTIL

Tese apresentada como exigência parcial para a obtenção do título de Doutor em Educação no Programa de Pós-graduação/Doutorado em Educação. Linha de pesquisa: Educação matemática. Universidade Federal do Paraná. Orientadora: Prof^ª Dr^ª Maria Lucia Faria Moro

CURITIBA

2007

Para Flávio, Pedro e Ana.

AGRADECIMENTOS

À querida mestra e amiga Maria Lucia Faria Moro, cuja dedicação, sabedoria e amizade propiciaram a realização deste trabalho.

Ao Flávio Pannuti, pelo apoio incondicional e revisão cuidadosa do texto original.

À Vera Miraglia, pelo incentivo e amizade.

À equipe de professoras de educação infantil da Escola Anjo da Guarda, companheiras de trabalho e aprendizagem.

À professora Maria Tereza Carneiro Soares, pelas valiosas contribuições e amizade.

Aos professores do Programa de Pós-graduação/Doutorado da Universidade Federal do Paraná.

À professora Cristina Maranhão, pelo carinho e observações oportunas.

À Lucília Falsarella Pereira, pelo apoio constante e cuidadosa tradução.

Às queridas crianças que participaram do estudo.

Aos meus filhos, que compreenderam.

À minha mãe, por ter plantado a semente.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I: Delimitação do problema	1
CAPÍTULO II: Revisão de literatura	11
1. Construção do conceito de número: aspectos históricos	11
2. O movimento da Matemática Moderna e suas implicações no trabalho com números	13
3. A gênese do número segundo a Escola de Genebra	18
4. Os caminhos do número: alguns pontos de vista	26
5. Aprendizagem da matemática e sua relação com construções lógicas	37
6. Vergnaud e a teoria dos campos conceituais	46
7. Os problemas de estrutura aditiva	50
8. Os exercícios operatórios	53

CAPÍTULO III: Procedimentos metodológicos	55
CAPÍTULO IV: Resultados	75
CAPÍTULO V: Discussão dos resultados	151
CAPÍTULO VI: Considerações finais	167
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	170
ANEXO	177

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Frequência e percentual de sujeitos para as provas aplicadas no pré-teste em níveis para as diferentes condições	76
Tabela 2: Alterações dos níveis evolutivos entre o pré-teste e o pós-teste 1 para a noção de composição aditiva de números	94
Tabela 3: Alterações dos níveis evolutivos entre o pré-teste e o pós-teste 1 para a noção da inversão adição/subtração	95
Tabela 4: Alterações dos níveis evolutivos entre o pré-teste e o pós-teste 1 para o problema aditivo relativo à composição de duas medidas	96
Tabela 5: Alterações dos níveis evolutivos entre o pré-teste e o pós-teste 1 para o problema aditivo relativo à transformação positiva sobre um estado inicial	97
Tabela 6: Alterações dos níveis evolutivos entre o pós-teste 1 e o pós-teste 2 para a noção de composição aditiva de números	100
Tabela 7: Alterações dos níveis evolutivos entre o pós-teste 1 e o pós-teste 2 para a noção da inversão adição/subtração	101

Tabela 8: Alterações dos níveis evolutivos entre o pós-teste 1 e o pós-teste 2 para o problema aditivo relativo à composição de duas medidas	102
Tabela 9: Alterações dos níveis evolutivos entre o pós-teste 1 e o pós-teste 2 para o problema aditivo relativo à transformação positiva sobre um estado inicial	103
Tabela 10: Alterações dos níveis evolutivos entre o pré-teste e o pós-teste 2 para a noção de composição aditiva de números	106
Tabela 11: Alterações dos níveis evolutivos entre o pré-teste e o pós-teste 2 para a noção da inversão adição/subtração	107
Tabela 12: Alterações dos níveis evolutivos entre o pré-teste e o pós-teste 2 para o problema aditivo relativo à composição de duas medidas.	108
Tabela 13: Alterações dos níveis evolutivos entre o pré-teste e o pós-teste 2 para o problema aditivo relativo à transformação positiva sobre um estado inicial	109
Tabela 14: Percentual das estratégias observadas no GE1 e no GE2 nos exercícios operatórios de quantificação da inclusão de classes (Q):	129
Tabela 15: Percentual das estratégias observadas no GE1 e no GE2 nos exercícios operatórios de conservação de quantidades numéricas (N)	132

Tabela 16: Percentuais das estratégias observadas no GE1 e no GE2 nos exercícios operatórios de seriação (S)	136
Tabela 17: Frequência das estratégias observadas no GE2 e no GE3 nas soluções dos problemas aditivos.	139
Tabela 18: Percentuais dos padrões de alterações encontradas em cada grupo.	143

LISTA DE FIGURAS

Figura Ia: Evolução dos níveis de construção do GE1 para a noção de inversão adição/subtração.	78
Figura Ib: Evolução dos níveis de construção do GE1 para a noção de composição aditiva de números.	79
Figura Ic: Evolução dos níveis de resposta do GE1 para o problema relativo à composição de duas medidas.	80
Figura Id: Evolução dos níveis de resposta do GE1 para o problema relativo à transformação positiva sobre um estado inicial.	81
Figura IIa: Evolução dos níveis de construção do GE2 para a noção de inversão adição/subtração.	82
Figura IIb: Evolução dos níveis de construção do GE2 para a noção de composição aditiva de números.	83
Figura IIc: Evolução dos níveis de resposta do GE2 para o problema relativo à composição de duas medidas.	84
Figura IId: Evolução dos níveis de resposta do GE2 para o problema relativo à transformação positiva sobre um estado inicial.	85
Figura IIIa: Evolução dos níveis de construção do GE3 para a noção de inversão adição/subtração.	86

Figura IIIb: Evolução dos níveis de construção do GE3 para a noção de composição aditiva de números.	87
Figura IIIc: Evolução dos níveis de resposta do GE3 para o problema relativo à composição de duas medidas.	88
Figura III d: Evolução dos níveis de resposta do GE3 para o problema relativo à transformação positiva sobre um estado inicial.	89
Figura IVa: Evolução dos níveis de construção do GE4 para a noção de inversão adição/subtração.	90
Figura IVb: Evolução dos níveis de construção do GE4 para a noção de composição aditiva de números.	91
Figura IVc: Evolução dos níveis de resposta do GE4 para o problema relativo à composição de duas medidas.	92
Figura IVd: Evolução dos níveis de resposta do GE4 para o problema relativo à transformação positiva sobre um estado inicial.	93

RESUMO

O interesse pela investigação sobre os exercícios operatórios na aprendizagem das noções aritméticas iniciais motivou a realização deste estudo. O pano de fundo para a discussão pretendida foi, inicialmente, a ruptura ocorrida na década de 70, com o advento da Matemática Moderna, apoiada em concepções estruturalistas, e conseqüente vinculação estrita das noções iniciais de número ao pensamento lógico, o que levou a uma mudança de paradigma: as crianças não poderiam aprender sobre números sem terem construído a noção de conservação numérica. Posteriormente essa abordagem foi questionada, de modo a ter havido uma desvalorização das atividades lógicas, anteriormente consideradas fundamentais para a construção das noções aritméticas iniciais, com conseqüente ênfase nos aspectos funcionais do número. Neste trabalho é examinado o papel das atividades de classificar e seriar, além daquelas envolvendo a noção de conservação numérica no âmbito do trabalho de matemática na educação infantil, especialmente no que diz respeito à construção das noções aritméticas iniciais. A hipótese examinada é a de que agregar essas modalidades de atividades (também denominadas “exercícios operatórios”) ao trabalho de proposição de problemas de estrutura aditiva poderá favorecer a construção de noções aritméticas iniciais. O estudo seguiu modelo experimental com grupo controle, tendo sido realizadas intervenções diferentes para cada grupo: tarefas placebo para o grupo controle, exercícios operatórios para o grupo experimental 1, exercícios operatórios mais soluções de problemas de estrutura aditiva para o grupo experimental 2 e soluções de problemas de estrutura aditiva para o grupo experimental 3. Foram avaliadas as noções de composição aditiva de números e de inversão adição/subtração, além dos problemas de estrutura aditiva; foram exercitadas as noções de seriação, quantificação da inclusão de classes e conservação de quantidades numéricas, além de problemas de estrutura aditiva. Os dados obtidos nas avaliações foram analisados segundo critérios estabelecidos de acordo com os diferentes tipos de realizações dos sujeitos. Foram também analisadas as estratégias utilizadas pelos

sujeitos durante as intervenções, não somente em sua qualidade, mas também suas transformações na intervenção. As diversas categorias de estratégias encontradas foram agregadas levando em conta as alterações de realizações detectadas, do que foi possível descrever padrões de alterações (ou ausência delas) para cada noção e/ou soluções dos problemas aditivos. A conexidade entre certos esquemas em jogo na elaboração de noções lógicas e/ou de problemas de estrutura aditiva pode explicar muitos dos resultados obtidos. Porém, tais relações de conexidade não podem ser vistas como se fossem lineares, que se generalizam fácil e automaticamente para todos os casos; tampouco são fechadas, pois requerem sempre acomodação das estruturas dos sujeitos aos objetos de conhecimento a serem assimilados. A hipótese deve ser admitida com restrições: os exercícios operatórios agregados à prática de soluções de problemas de estrutura aditiva podem ser responsáveis por avanços em certas noções lógicas e na solução dos referidos problemas, desde que levadas em conta as conexões entre esquemas e as extensões dos efeitos das intervenções, conforme as peculiaridades de cada noção ou conceito em construção como objeto de conhecimento a ser assimilado por um sujeito específico cujas experiências escolares devem ser lembradas. Algumas implicações para a educação infantil são consideradas.

ABSTRACT

This study was triggered by an interest in investigating the role played by operational exercises in the learning of initial arithmetic notions. The initial discussion background was the radical changes brought in the 70s about by New Math, which was based on structuralist conceptions, and consequently strictly linked initial notions of number to logical thought. New Math caused a change in paradigm: children could not learn about numbers without having first grasped the notion of conservation of numerical quantities. This approach was later put in doubt, and logical activities, which were previously deemed essential to the construction of initial arithmetic notions, were devalued. As a consequence, functional aspects of number were emphasized. This paper examines the role played by classifying and serialising activities, as well as those involving the notion of numerical conservation, in the teaching of maths in pre-school, in particular in relation to the construction of initial arithmetic notions. The hypothesis being tested is that aggregating these activities (also called “operational exercises”) to the proposal of problems of additive structure may aid the construction of initial arithmetic notions. This study followed the experimental model with a control group, in which each group was subject to different interventions: placebo tasks to the control group (CG), operational exercises for experimental group 1 (GE1), operational exercises plus the solution of problems of additive structures for experimental group 2 (GE2), and solution of problems of additive structures for experimental group 3 (GE3). Notions of the additive composition of numbers and of the inversion addition / subtraction, as well as problems of additive structures, were evaluated. Notions of serialization, quantification of class inclusion and conservation of numerical quantities, as well as problems of additive structures, were exercised. The data obtained in the evaluations was analysed against criteria established according to the different types of procedures expressed by the subjects. Strategies used by the subjects in the interventions were also analysed, in view of their quality as well as of their transformations in the intervention. The different categories of strategies found were aggregated in view of the alterations of the procedures detected, from which it was

possible to describe patterns of alterations (or absence thereof) for each notion and/or solution of problems of additive structures. The connection found in certain schemata in the elaboration of logic notions and/or problems of additive structures may explain many of the results obtained. However, such connections cannot be seen as if they were linear relations that are easily and automatically generalized for all cases. Neither are they closed, because they always require the accommodation of the subjects' structures to objects of knowledge to be assimilated. The hypothesis must be admitted with restrictions: the operational exercises, together with the practice in solving addition problems may be responsible for the development of certain logic notions and for the solution of arithmetic problems. This is as long as the connections among schemata and the extension of the effects of the interventions are taken into account, according to the peculiarities of each notion or concept in development as an object of knowledge to be assimilated by a specific subject whose schooling experiences must be considered. Some implications to pre-school education are considered.