

# DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

## O EFEITO DE INSTRUÇÕES SOBRE ESTRATÉGIAS METACOGNITIVAS DE CRIANÇAS PRÉ-ESCOLARES EM SOLUÇÃO DE PROBLEMA GEOMÉTRICO: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO.

CRISTINA MARCIA CARON RUFFINO JALLES

Este exemplar corresponde à redação final da Dissertação defendida por Cristina Marcia Caron Ruffino Jalles e aprovada pela Comissão Julgadora.

Data: 20/02/1997

Assinatura: *Cristina Ruffino Jalles*



7266076

UNICAMP  
J218e  
V. 0 Ex.  
TCMBO BC/30059  
PROC.28.1.97  
C  D   
PREÇO R\$ 11,00  
DATA 10.10.1997  
N° CPD

CM-00098804-7

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE EDUCAÇÃO/UNICAMP

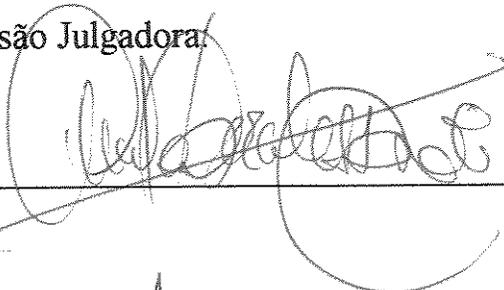
J218e Jalles, Cristina Márcia Caron Ruffino  
Efeito de instruções sobre as estratégias metacognitivas de crianças pré-escolares em solução de problema geométrico : um estudo exploratório / Cristina Márcia Caron Ruffino. -- Campinas, SP : [s.n.], 1997.

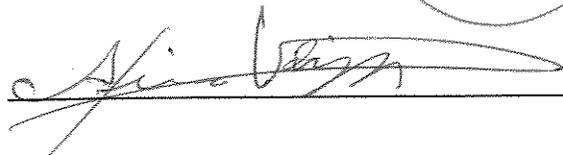
Orientador : Afira Vianna Ripper.  
Tese (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas,  
Faculdade de Educação.

1. Educação pré-escolar. 2. Metacognição - Instrução e ensino. 3. Psicologia cognitiva. 4. Ensino - Aprendizagem. I. Ripper, Afira Vianna. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação. III. Título.

Dissertação apresentada como exigência parcial para obtenção do Título de **MESTRE em EDUCAÇÃO**, na área de Psicologia Educacional, à Comissão Julgadora da Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, sob a orientação da Profa. Dra. Afira Vianna Ripper

Comissão Julgadora

  
\_\_\_\_\_

  
\_\_\_\_\_

Márcia Regina F. de Brito  
\_\_\_\_\_

**Ao Euphly,  
pela vida compartilhada  
Ao Euphly Neto e Aglaia,  
por me darem tanta alegria**

## AGRADECIMENTOS

De um modo geral, agradeço aos meus pais, Ruffino e Márcia, pelo modelo de vida e conduta acadêmica que me marcaram profundamente e, de um modo específico, pelo incentivo e apoio neste trabalho.

Especialmente ao Prof. Dr. Antonio Ruffino Netto, pela valiosa contribuição no tratamento estatístico dos dados.

À Profa. Dra. Lisete Casagrande, pela leitura e sugestões em importante fase de desenvolvimento do projeto.

Às Profas. Dras. Márcia Regina Ferreira Brito e Anita Liberalesso Neri, pelas valiosas sugestões quando do exame de qualificação.

À Profa. Dra. Anita Liberalesso Neri, pela maneira como influenciou, através de suas aulas, minha concepção de como a ciência deve ser entendida e praticada.

À Profa. Dra. Márcia Regina Brito, pelas sugestões e empréstimos bibliográficos.

Às Profas. Dras. Márcia Regina Ferreira de Brito e Lucila Diehl Tolaine Fini, pela oportunidade de participação nas atividades de grupos por elas conduzidos.

Aos colegas do programa de pós-graduação e grupos de estudos.

Às Profas. Nilvia Graço Rodrigues e Luciene Mastrandrea, por terem cedido suas classes, e pela cooperação geral.

A todas as crianças que, tão entusiasmamente, participaram da investigação.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro.

À minha orientadora, Profa. Dra. Afira Vianna Ripper.

Finalmente, meu muito obrigada ao Euphly, pelo encorajamento na gestação e todo o decorrer deste trabalho, pelas valiosas discussões teóricas, a análise estatística, e pela constante troca de idéias sobre cognição e investigação científica em geral.

“Sempre que pronunciamos alguma coisa nós a desvalorizamos singularmente. Acreditamos ter mergulhado fundo nos abismos, mas, quando voltamos à tona, a gota d’água nas pálidas pontas de nossos dedos já não se parece com o mar de onde provém. Sonhamos ter descoberto tesouros maravilhosos em uma mina, mas quando voltamos à luz do dia trazemos apenas pedras falsas e cacos de vidro; ainda assim, o tesouro rebrilha, imutável, na escuridão.”

Maeterlinck

## RESUMO

A possibilidade de implementar a aprendizagem através do desenvolvimento de estratégias metacognitivas é um aspecto que tem despertado interesse e gerado muitos estudos dentro da psicologia cognitiva. O objetivo deste estudo foi verificar, de forma exploratória, se instrução de estratégias cognitivas para crianças pré-escolares melhoram a performance em atividades que exijam raciocínio espacial. Para tal, realizou-se um estudo no qual 30 sujeitos de 5(5) a 6(8) anos de uma Escola Municipal de Educação Infantil foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos: experimental e controle. Por dois meses os dois grupos participaram de atividades lúdicas de exploração das características de um cubo. O grupo experimental, durante estas atividades, recebeu instruções específicas de estratégias cognitivas. Os dois grupos foram submetidos ao pré e pós-teste. Os resultados de pré e pós-teste foram comparados estatisticamente, encontrando-se diferença significativa no grupo experimental masculino. Esta análise foi completada por uma análise qualitativa confirmando os resultados estatísticos.

## ABSTRACT

The possibility to improve learning through the development of metacognitive strategies, is an area of research motivating great interest and generating an ever increasing number of studies in the field of cognitive psychology. The aim of this study was verify, in an exploratory way, if the instruction of cognitive strategies for preschooler children increase their performance in activities demanding spatial reasoning. Thirty subjects with ages ranging from 5(5) to 6(8) belonging to a public school were assigned randomly to two groups: an experimental group and a control group. During two months the members of the two groups participated in playing activities of exploration of the characteristics of a cube. The experimental group, throughout theses activities, received specific instructions of cognitive strategies. The two groups were tested in problem solving tasks before and after these activities, and the performance of their members assessed. The results of these tests were compared, and it was found a significant difference in the performance of the experimental group. This analysis was complemented by a qualitative one, confirming the statistical findings.

## ÍNDICE DE CONTEÚDO

<b>PARTE A. INTRODUÇÃO E PROPOSIÇÃO DO PROBLEMA</b>	
I. INTRODUÇÃO	1
II. JUSTIFICATIVA DO ESTUDO	3
III. PROPOSIÇÃO DO PROBLEMA	7
IV. DEFINIÇÃO DOS TERMOS	7
V. HIPÓTESE	8
VI. VARIÁVEIS	8
VII. OBJETIVOS	8
<b>PARTE B. ARCABOUÇO TEÓRICO</b>	
I. CONCEITO DE PROBLEMA	9
II. COGNIÇÃO: POSSÍVEIS ABORDAGENS	11
1. Convergência	12
2. Divergências	12
2.1. Divergências metodológicas	12
2.1.1. Teórico experimental x Teórico formal	13
2.1.2. Enfoque analítico-sintético x Enfoque holístico	13
2.2. Divergências conceituais	14
2.2.1. Cognição inata x Cognição construída	14
2.2.2. Processos básicos x Processos complexos	16
2.2.3. Mecanismo x Programa	16
2.2.4. Desenvolvimento contínuo x Desenvolvimento descontínuo	16
2.2.5. Função geral de regulação ou funções específicas	17
2.2.5.1. Função geral	19
2.2.5.2. Funções específicas	24
III. DEFININDO PONTOS DE PARTIDA TEÓRICOS- METODOLÓGICOS GERAIS	
1. Psicologia Cognitiva	29
IV. DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO ESPACIAL	33
1. Divergências conceituais	34
1.1. Isomorfismo entre espaço mental e espaço físico	34
1.2. Representação do espaço é absoluta ou relativa	35
1.3. Espaço mental é euclideano ou topológico	35
1.4. Bases do conhecimento espacial e mecanismos de desenvolvimento	38
1.4.1. decorrente da experiência	38
1.4.2. predisposição	40
1.4.3. conceito de objeto: um exemplo	41
1.5. Domínio geral ou domínio específico em cognição espacial	49

2. Divergências metodológicas	53
2.1. Construção de tarefas equivalentes entre idades	54
2.2. Distinção de capacidades gerais e sua atualização em contextos	54
2.3. Distinção entre desempenho e competência	54
2.4. Medidas	56
2.4.1. Desenhos	56
2.4.2. Tempo de reação	58
2.4.3. Desempenho em solução de problemas	59
V. IMAGEM MENTAL	60
1. Visualização espacial	63
2. Rotação mental	63
3. Tomada de perspectiva	66
4. Rebatimentos	67
VI. METACOGNIÇÃO	68
1. Conceito de metacognição	69
1.1. problemas conceituais	71
2. Aspectos metodológicos	72
3. Desenvolvimento da metacognição	74
4. O papel da metacognição na aprendizagem	76
VII. TEORIAS DA INSTRUÇÃO	78
<b>PARTE C. METODOLOGIA, RESULTADOS, ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO</b>	
I. METODOLOGIA DO TRABALHO	86
1. Estudo Piloto	86
2. Sujeitos	87
3. Materiais	89
4. Procedimentos	93
4.1. Pré e Pós-teste	93
4.2. Atividades intermediárias	94
4.3. Instruções para monitoramento cognitivo específicas ao grupo experimental (tratamento)	97
II. RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS	
1. Equivalência das amostras	100
2. Comparação do número de erros do pós-teste entre grupo controle e grupo experimental	102
2.1. Análise geral	102
2.1.1. Análise estatística geral	102
2.1.2. Análise qualitativa geral	103
2.2. Análise por gênero	105
2.2.1. Análise estatística por gênero	105
2.2.2. Análise qualitativa por gênero	108
2.3. Análise do número de erros por figura	111
2.4. Análise por classe	117

3. Análise do tempo	118
3.1. Análise da diferença do tempo entre pré e pós-teste	118
3.2. Diferença do tempo entre as figuras	122
3.2.1. Diferença de tempo entre as figuras	122
3.2.2. Diferença de tempo e erro conjuntamente	123
4. Análise dos desenhos	124
5. Sobre o nome da forma geométrica	130
6. Sobre consciência da aprendizagem	132
III. DISCUSSÃO GERAL	134
IV. IMPLICAÇÕES PEDAGÓGICAS	144
V. BIBLIOGRAFIA	147
VI. ANEXOS	158

## ÍNDICE DE FIGURAS

1. Representação esquemática da teoria de domínio geral.	18
2. Representação esquemática da teoria de domínios específicos.	19
3. Representação esquemática dos movimentos de rotação, translação e reflexão.	36
4. Representação esquemática do bebê frente a situação controle e experimental.	43
5. Representação do material usado no estudo sobre unicidade dos objetos	50
6. Problema de conservação de área.	50
7. Problema de nível de água.	50
8. Problema de tomada de perspectiva.	50
9. Problema de rotação de figuras	50
10. Problema de rotação mental utilizado com adultos	58
11. Problema de visualização espacial.	63
12. Cartões usados no pré e pós-teste.	91
13. Formas utilizadas na atividade intermediária nº 2.	92
16. Exemplo de tarefa de emparelhamento	136
17. Representações do cubo que propiciam o estabelecimento de padrões	137
18. Representações do cubo que não propiciam o estabelecimento de padrões.	137
19. Montagem 1 da figura A.	137
20. Montagem 2 da figura A.	137
21. Decomposição do cubo na figura A.	138
22. Diminuição do número de passos da figura A.	139
23. Diminuição do número de passos da figura H.	139
24. Estratégia de aglutinação: exemplo de adequação (a) e inadequação (b)	140

## ÍNDICE DE TABELAS

1. Composição final do grupo experimental por gênero e classe a qual pertence.	88
2. Composição final do grupo controle por gênero e classe a qual pertence.	89
3. Idade dos sujeitos do grupo controle.	100
4. Idade dos sujeitos do grupo experimental.	100
5. Idade dos sujeitos do grupo controle feminino.	101
6. Idade dos sujeitos do grupo experimental feminino	101
7. Idade dos sujeitos do grupo controle masculino	101
8. Idade dos sujeitos do grupo experimental masculino	101
9. Número de erros no pré e pós-teste para o grupo controle	103
10. Número de erros no pré e pós-teste para o grupo experimental	103
11. Resumo dos dados do diagrama 1.	105
12. Número de erros no pré e pós-teste e idade do grupo controle feminino.	106
13. Número de erros no pré e pós-teste e idade do grupo controle masculino.	106
14. Número de erros no pré e pós-teste e idade do grupo experimental feminino.	107
15. Número de erros no pré e pós-teste e idade do grupo experimental masculino.	107
16. Resumo dos dados do diagrama 2.	109
17. Resumo dos dados do diagrama 3.	110
18. Número de erros por figura no pré e pós-teste para o grupo controle e experimental.	111
19. Número de erros por figura no pré e pós-teste para o grupo controle masculino e feminino e grupo experimental masculino e feminino considerados separadamente.	112
20. Erros no pré e pós-teste por figura para o grupo controle feminino	113
21. Erros no pré e pós-teste por figura para o grupo controle masculino.	114
22. Erros no pré e pós-teste por figura para o grupo experimental feminino.	115
23. Erros no pré e pós-teste por figura para o grupo experimental masculino	116
24. Número de erros no pré e pós-testes dos sujeitos pertencentes a classe Pré 1.	117
25. Número de erros no pré e pós-testes dos sujeitos pertencentes a classe Pré 1.	117
26. Tempo gasto por figura no pré-teste do grupo controle masculino.	118
27. Tempo gasto por figura no pós-teste do grupo controle masculino.	118
28. Tempo gasto por figura no pré-teste do grupo experimental masculino.	119

29. Tempo gasto por figura no pós-teste do grupo experimental masculino.	119
30. Tempo gasto por figura no pré-teste do grupo controle feminino.	119
31. Tempo gasto por figura no pós-teste do grupo controle feminino.	120
32. Tempo gasto por figura no pré-teste do grupo experimental feminino.	120
33. Tempo gasto por figura no pós-teste do grupo experimental feminino.	120
34. Sumário da utilização de tempo por figura individual durante o pré-teste, considerando todos os sujeitos conjuntamente.	121
35. Desenho, tempo por desenho e número de erros do grupo controle feminino.	125
36. Desenho, tempo por desenho e número de erros do grupo controle masculino.	127
37. Desenho, tempo por desenho e número de erros do grupo experimental feminino.	128
38. Desenho, tempo por desenho e número de erros do grupo experimental masculino.	129
39. Nome atribuído ao cubo pelo grupo controle classes do P1 e P2.	131
40. Nome atribuído ao cubo pelo grupo experimental classes do P1 e P2.	131
41. Resposta ao item 3, quadro 1, grupo controle.	132
42. Resposta ao item 3, quadro 1, grupo experimental.	133

## ÍNDICE DE QUADROS

1. Instruções gerais para pré e pós-teste.	94
2. Instruções gerais para a atividade 1.	95
3. Instruções gerais para a atividade 2.	96
4. Instruções gerais para a atividade 3.	96
5. Instruções gerais para a atividade 5.	97
6. Instruções gerais para a atividade 6.	97
7. Instruções de estratégias cognitivas — antes.	98
8. Instruções de estratégias cognitivas — durante.	98
9. Instruções de estratégias cognitivas — após.	98
10. Instruções de estratégias na atividade 1.	98
11. Instruções de estratégias na atividade 2.	99
12. Instruções de estratégias na atividade 3.	99
13. Instruções de estratégias na atividade 4.	99
14. Instruções de estratégias na atividade 5.	99
15. Instruções de estratégias na atividade 6.	99

## ÍNDICE DE DIAGRAMAS

1. Comparação entre grupo controle e experimental quanto ao número de erros no pós e pré-teste. 104
2. Comparação entre grupo controle masculino e experimental masculino quanto ao número de erros no pós e pré-teste. 109
3. Comparação entre grupo controle feminino e experimental feminino quanto ao número de erros no pós e pré-teste. 110

# PARTE A. INTRODUÇÃO E PROPOSIÇÃO DO PROBLEMA

## I. INTRODUÇÃO

A educação pode ser estudada e compreendida sob diferentes ângulos, conforme a disciplina que se busca para embasá-la. Assim, pode ser vista em seu sentido mais amplo, relativo às áreas de economia, história, sociologia e filosofia da educação, que se referem a aspectos mais amplos dos objetivos sociais da educação; e em sentidos mais específicos, quais sejam, metodológicos e da psicologia da educação, referentes às situações de ensino e aprendizagem específicas. Embora a dinâmica do processo educativo só possa ser compreendida levando-se em conta estes diferentes aspectos, o estudo das especificidades de cada um deles se faz necessário para que possamos colocar corretamente os problemas a serem investigados, e reconhecermos como estes se relacionam com o fenômeno educativo no seu todo.

O que assistimos na educação são movimentos nos quais certas áreas se fortalecem e adquirem um tal peso que, algumas vezes, passam a sobrepujar a realidade. Passa-se a discutir a educação não mais pelo que se pode observar, mas pelo que as teorias nos levam a supor da realidade. Assim tem sido com o movimento nas diferentes disciplinas que embasam a educação, e também dentro destas. É o que podemos observar na psicologia.

Formulações e modelos teóricos em psicologia têm assumido paradigmas de moda, influenciando, e por vezes definindo, currículos, conteúdos, objetivos educacionais e formas de avaliação, sem contudo estar sendo avaliada a real contribuição destes modelos para a explicação do fenômeno educativo. Muitas vezes, ao serem avaliados, o são com critérios internos, excluindo os propósitos mesmos da educação, criando assim um círculo vicioso de verdades próprias que pouco contribuem para a compreensão do processo educativo. Assim, por exemplo, se o modelo aplicado prediz que o confronto de opiniões entre iguais conduz a uma aprendizagem significativa, se houve confronto, conclui-se que houve aprendizagem, sem contudo verificar, por vias independentes, se de fato ocorreu tal aprendizagem, com quais crianças, sob quais condições.

A psicologia, que poderia ter seu papel específico de fornecer as bases para pensarmos formas de tornar o ensino mais eficaz (o que envolve significância para o aluno), se perde em falsos dilemas, muitas vezes de cunho lingüístico —

discutindo se chamaremos o aluno de "aprendiz", "sujeito" ou "indivíduo" — e não psicológico.

Analisar a educação em sentido mais específico — situação de ensino-aprendizagem — não significa, necessariamente, dissociá-la dos objetivos gerais da educação. Mas, pode nos instrumentalizar para compreender e analisar criticamente a adequação dos objetivos, da metodologia, das formas de interação, da avaliação adotadas pelo professor, aqueles objetivos gerais e sua real concretização.

Meu interesse está, assim, voltado a situações concretas de sala de aula de pré-escola. Situações concretas da sala de aula nos remetem a buscar entender o que é aprendizagem e, portanto, o que (ou como) deveria ser o ensino. Por que em algumas situações algumas crianças aprendem e outras não? Há relação entre forma de ensino e aprendizagem? Qual é esta relação? Como uma mesma informação pode levar algumas crianças a aprenderem e outras não? Estas, acredito, são questões que, se corretamente respondidas, podem levar os educadores a atuarem de forma mais efetiva e sistemática.

Com relação à psicologia, meu interesse é nos processos de aprendizagem, pensamento, resolução de problemas e metacognição, na medida da possibilidade da aplicação destes estudos a situações de aprendizagem pré-escolar, no ensino regular. Não se trata de um estudo em psicologia básica, mas em psicologia aplicada a educação.

Este trabalho é, assim, uma tentativa de compreender melhor os processos de aprendizagem sistemáticos, sobretudo os que se referem à aprendizagem de resolução de problemas geométricos por crianças pré-escolares mediatizados por instruções de estratégias metacognitivas.

Para tanto, faço uma revisão da literatura, procurando compreender o que tem sido chamado de problema, cognição, e, em especial, cognição espacial, metacognição e instruções. E, ainda, como as pesquisas sobre instrução têm sido realizadas e que inferências podemos fazer para o ensino pré-escolar.

Com base nesta breve revisão, levanto a hipótese a ser investigada nesse trabalho e os objetivos do trabalho.

A seguir, apresento a metodologia desenvolvida e os procedimentos. Os resultados e a análise são apresentados conjuntamente.

Finalmente, faço uma discussão geral dos resultados e suas implicações pedagógicas.

### III. JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

Diferentes autores têm relacionado a capacidade de aprendizagem do conteúdo escolar ao contexto sócio-cultural em que vive a criança. Estes autores apontam o conteúdo escolar como vinculado à ideologia burguesa, portanto, muito mais próximo do cotidiano das classes médias e altas do que da classe trabalhadora (Freire, 1978; Gadotti, 1985). Este distanciamento entre a classe trabalhadora e o conteúdo escolar é apontado como o responsável por grande parte do fracasso escolar.

Ainda que tal aspecto deva ser levado em conta, por si só, é claramente insuficiente, na medida em que:

- 1) muitos problemas de aprendizagem detectados na escola pública também estão presentes em escolas particulares que atendem à classe média;
- 2) certos procedimentos pedagógicos adotados por certos professores produzem bons resultados de aprendizagem, sejam as crianças de classe baixa ou média.

Lima, neste sentido, ressalta que:

"o 'não-aprender' na escola continua existindo em proporções alarmantes, tanto em países desenvolvidos como subdesenvolvidos, guardadas as devidas diferenças e especificidades"(Lima, 1990, p.3).

É claro que todas as crianças, salvo raras exceções, se desenvolverão e aprenderão no decorrer da vida, mas não é a essa aprendizagem que a educação escolar se refere. A educação escolar diz respeito à aprendizagem sistemática. A educação escolar sistemática implica no desenvolvimento de atividades específicas de ensino-aprendizagem que conduzam ao desenvolvimento de conhecimentos também específicos (Sanfelice, 1986).

Vários autores têm enfatizado a importância da competência do professor para o domínio do conhecimento do conteúdo e da teoria da aprendizagem (Cagliari, 1991; Mello, 1982), lembrando que o único modo de garantir a aprendizagem como efetiva e não como fruto de acasos felizes, porém não sistemáticos, seria o professor ter competência técnica para seu trabalho, o que, no entender de Cagliari, significa dominar dois aspectos: o conteúdo a ser ensinado — qual é a estrutura do conhecimento a ser ensinado — e a compreensão do processo de aprendizagem.

No que se refere ao domínio de processos de aprendizagem pelo professor, verificamos que a educação tem aderido a modismos psicológicos ao tentar compreender o processo de aprendizagem, de forma que, longe de levar a uma efetiva compreensão do fenômeno educacional, e com isso propiciar o refinamento das pesquisas na área de modo a conduzir a um conhecimento cada vez mais específico, conduz a um eterno e exaustivo recomeçar. Técnicas de

ensino são reinventadas a cada década. Cada nova teoria de desenvolvimento e aprendizagem que ganha espaço no contexto educacional conduz a uma 'revolução' do que sempre foi óbvio. As reciclagens são constantes rerepresentações do já visto, sempre com um "novo" paradigma. Um paradigma é absolutamente novo porque "muda a concepção essencial do que é ser sujeito", outro pelas suas "bases epistemológicas". Em um paradigma, o aluno é chamado "cidadão", em outro "sujeito", em outro "indivíduo". O professor é tomado como aquele que "ensina", no outro "instrui", "modela", "media", "instrumentaliza", "cria condições", "conduz", "dirige", pode ser o "desencadeador", o "articulador", enfim, os termos são os mais diversos possíveis. Mas ao que é que concretamente se referem? O que cabe ao professor? As explicações tornam-se cada vez mais metafóricas, e, como tal, cada vez menos verificáveis.

Como coloca Costa:

"em vez de ponto de referência para a superação de uma visão ingênua, pré-crítica da realidade, o paradigma acaba funcionando como uma viseira que não permite ao pesquisador enxergar mais nada para além dos seus limites"(Costa, 1994, p 18)

Muitas alternativas ao trabalho pedagógico tem sido apresentadas como formas de viabilizar estes objetivos. Em geral, estas propostas são apresentadas e tratadas como grandes "pacotes" que se impõem ao trabalho pedagógico. Cada nova proposta introduz um conjunto de atividades (ou reintroduz atividades um dia rejeitadas e esquecidas), e, quando são abandonadas em substituição a novos programas, isto é feito em bloco. Pouca reflexão tem sido feita com relação à contribuição para a aprendizagem dos elementos mesmos que compõem o programa. Assim, assistimos a uma crença exagerada em (ou à rejeição absoluta de) grandes blocos ou "pacotes" de atividades e procedimentos. Exemplos desse tipo são encontrados freqüentemente em falas e relatos dos envolvidos com o ensino, evidenciando que a aceitação ou não daquelas atividades se faz em função da identificação das mesmas com pacotes pedagógicos, antes que pelo papel real desempenhado por estas na aprendizagem (Kramer & André, 1986).

Estes equívocos acontecem não só no que se refere às atividades sugeridas, mas também com relação à atuação do professor. Nos últimos anos, aulas expositivas, ensino dirigido<sup>1</sup> e outras práticas correlatas, foram tomadas como um bloco único, representando uma forma de ensino denominado 'tradicional' e autoritário, em oposição ao ensino construtivista<sup>2</sup>, considerado, agora, como a única forma democraticamente aceita de ensino.

<sup>1</sup> Não no sentido Skinneriano de ensino programado, mas de um planejamento explícito, verificação dos objetivos propostos, elaboração de roteiros e exercícios etc.

<sup>2</sup> Em muitos casos o termo "construtivismo" funciona como mero rótulo, desprovido de qualquer conteúdo teórico relevante.

Entre os elementos que são identificados com a prática 'tradicional' de ensino e, portanto, também rejeitados, estão as ações explícitas de ensino, instrução, transmissão de conhecimento, fornecimento de modelos, desenvolvimento de exercícios e aperfeiçoamento de habilidades. Entretanto, minha experiência como professora pré-escolar da rede pública me leva a crer que estes são elementos essenciais na educação de cidadãos que deverão ser capazes de compreender relações em um mundo dinâmico como é o nosso, tomar decisões e resolver problemas de maneira eficiente e responsável.

Que estes procedimentos educacionais foram e tem sido usados de forma inadequada, autoritária, rígida, ou outros qualificativos negativos, não significa que em si sejam negativos. De forma similar, procedimentos designados no espectro geral da orientação construtivistas, por si mesmos, nem sempre produzem bons resultados. Na verdade, os substantivos que lhes são atribuídos pouco dizem sobre suas reais características.

No que diz respeito à instrução, esta teve uma grande ênfase no período em que se valorizou um ensino tecnicista, especialmente voltado para o treino de grande número de indivíduos de forma rápida e pouco crítica. A aplicação de tais técnicas muitas vezes desconsiderava a qualidade da aprendizagem que desta decorria, principalmente no que se referia a significação, abstração, generalização e aplicação do que era aprendido a situações de vida. A instrução ficou associada a uma educação acrítica, individualista, descontextualizada, voltada para suprir necessidades imediatas e mínimas do mercado de trabalho.

Em oposição a estas características, passou-se a valorizar a educação contextualizada, cooperativa, significativa, crítica, que valoriza a atitude reflexiva e autônoma. Enfim, onde antes se encontravam descrições de procedimentos, hoje se encontram adjetivos e qualidades desejáveis no cidadão de uma sociedade democrática. Parece-me inquestionável o valor de tais qualidades, o problema é que tais adjetivos não especificam, em si, como desenvolver tais qualidades.

Num primeiro momento tomou-se técnicas como sinônimo de intenções, agora parece que as intenções tomam o lugar das técnicas. Porém, a lacuna é a mesma. O ensino continua ruim. Cursos de formação de professores enfatizam aspectos políticos e sociais da educação, o que sem dúvida são importantes, porém, não são suficientes. Não é suficiente para conseguir bons resultados de aprendizagem o professor não ter atitudes preconceituosas, valorizar atitudes críticas e autônomas, incentivar a cooperação e comportamentos correlatos. Estes são apenas pré-requisitos para um trabalho docente sério. Valorizar atitudes críticas, por exemplo, é básico, visto que a formação de atitudes é uma das funções fundamentais da escola. A escola tem um importante papel na formação do cidadão. Porém, em um ser humano não se pode isolar a formação de atitudes da formação geral da qual faz parte habilidades como interpretação, capacidade de estabelecer relações, de resolver problemas. Estas habilidades, por sua vez, não são independentes do que o sujeito dominou do conhecimento básico desenvolvido pela sua sociedade. Não há dúvida de que quem tem noções básicas

de biologia pode, por exemplo, compreender o que vem a ser uma epidemia, pode interpretar e compreender informações veiculadas em épocas de campanha, pode contribuir para o controle da epidemia não expondo a si ou aos seus a situações de risco, pode criticar a forma de controle adotada pelos órgãos responsáveis. Enfim, não há dúvida de que cidadãos não se fazem só de atitudes sociais, mas também de atitudes frente ao conhecimento e do próprio conhecimento.

Contudo, sem desconsiderar a importância de todo o movimento de democratização da escola, fundamentalmente da escola pública, da valorização e preocupação na formação de atitudes sociais na escola, somos obrigados a reconhecer que não é factível a formação de cidadãos críticos sem uma educação voltada para o desenvolvimento de processos de pensamento e domínio do conhecimento. Porém, o como desenvolver o pensamento e implementar o conhecimento não é de todo claro. Professores tem agido intuitivamente, conseguindo em alguns casos bons resultados, e resultados desfavoráveis em outros. É quando identificamos estas falhas que a necessidade de isolar formalmente certos elementos, e verificar de modo controlado o que pode estar intervindo, se faz presente.

Assim, me parece relevante para a educação investigar como o professor pode favorecer o processo de aprendizagem de modo formal e sistemático. Para tanto, torna-se necessário destacar das situações concretas o que foi, de fato, relevante para o seu sucesso ou malogro. Essa pode ser uma forma de evitarmos os extremismos verificados até agora com relação à adoção ou rejeição de programas educacionais.

No caso específico de se compreender o efeito da instrução, vários trabalhos vêm tratando de instrução em contextos pedagógicos a partir de abordagens diversas (King, 1991, 1992; Samaras, 1991; Pressley & Woloshyn, 1995), não só buscando conhecer melhor esse fenômeno, como também desenvolver e avaliar metodologias mais adequadas à sua abordagem. Estes estudos tem enfocado, sobretudo, situações educacionais no primeiro e segundo graus.

Sobre instrução em nível pré-escolar não foi encontrado nenhuma pesquisa, justificando-se, portanto, o presente trabalho. Se, de fato, a instrução pode contribuir com o desenvolvimento de estratégias metacognitivas em crianças pré-escolares, estas certamente terão mais chances de se desenvolver no ambiente escolar exercendo maior controle sobre seu processo de aprendizagem.

Portanto, este trabalho justifica-se, de modo amplo, pela necessidade de compreender melhor os processos cognitivos envolvidos na resolução de problemas geométricos, e, em sentido mais específico, o papel que o monitoramento cognitivo, via instrução, desempenha na aquisição das capacidades de resolução de tais problemas por crianças pré-escolares.

### III. PROPOSIÇÃO DO PROBLEMA

Verificar se instruções de estratégias metacognitivas melhoram o desempenho de crianças pré-escolares em atividades de resolução de problemas geométricos

### IV. DEFINIÇÃO DOS TERMOS

- 1- **Melhora do desempenho:** aumento nos escores obtidos no pré-teste e pós teste.
- 2- **Instruções de estratégias metacognitivas:** intervenção verbal e procedural do pesquisador, visando despertar no aprendiz atenção seletiva e dirigida, e consciência de seu processo de raciocínio e aprendizagem. Serão consideradas instruções de estratégias metacognitivas instruções específicas visando:
  - definir objetivos e metas para as atividades;
  - verificar o conhecimento anterior sobre o assunto;
  - verbalização, por parte dos alunos, os objetivos da atividade;
  - chamar atenção aos aspectos relevantes do fenômeno para o objetivo em questão;
  - monitoramento da aprendizagem pelo próprio aprendiz;
  - avaliação da aprendizagem.

## V. HIPÓTESE

Instruções de estratégias metacognitivas melhoram o desempenho de crianças pré-escolares em tarefas de resolução de problemas geométricos.

## VI. VARIÁVEIS

**Variável independente:** instruções de estratégias metacognitivas

**Variável dependente:** desempenho em tarefas de resolução de problemas geométricos

## VII. OBJETIVOS

1. Verificação da hipótese formulada acima.
2. Compreender os processos cognitivos, sobretudo aqueles responsáveis pela cognição espacial utilizada em tarefas de resolução de problemas geométricos.
3. Discutir implicações pedagógicas destes fenômenos.

## PARTE B. ARCABOUÇO TEÓRICO

### I. CONCEITO DE PROBLEMA

“Problema” foi definido por Mayer como tendo as seguintes características:

- "Dados: o problema começa num certo estado, com certas condições, objetos, peças de informação, e assim por diante, estando presentes no início do trabalho no problema.
- Metas: o estado desejado ou terminal do problema é o estado final, sendo necessário pensamento para transformar o problema do dado para o estado final.
- Obstáculos: o pensador tem à sua disposição certos caminhos para mudar o estado dado ou o estado final do problema. O pensador, contudo, não sabe ainda a resposta correta; isto é, a sequência correta de comportamentos que resolverão o problema não está patente de imediato." (Mayer, 1981, p 11).

Colocando de outra forma, uma situação problema origina-se quando o sujeito se encontra frente a uma situação na qual:

- compreende a natureza da situação,
- quer ou precisa encontrar a solução,
- não tem procedimento ou solução imediatamente disponível para alterar a situação,
- faz tentativas para achar a solução.

A ausência de qualquer destas características contextuais descaracteriza uma determinada situação como uma situação “problema”.

Assim, a situação problema não pode ser definida em si, mas pelo que representa para o sujeito que se vê frente a ela. Se o indivíduo frente a uma situação não vê necessidade de modificá-la, ou para fazê-lo tem todos os recursos e procedimentos disponíveis, esta situação não é, para este sujeito, uma situação problema. Para que seja um problema, é necessário que o caminho em direção à solução esteja, de alguma forma, bloqueado para o sujeito. Ou seja, os padrões de comportamentos estabelecidos pelo indivíduo como respostas habituais, não são adequados e suficientes para remover o bloqueio.

A essência do problema é a necessidade. É a necessidade que leva o sujeito a agir na tentativa de superar o obstáculo encontrado.

Quando o indivíduo se encontra frente a um problema ele é levado a pensar em possíveis soluções para este. O pensamento nasce de um estado de

dúvida ou dificuldade mental. É uma tentativa de encontrar meios de superar esta dificuldade, e livrar-se da dúvida.

Alguns autores, como se verá mais adiante, diferenciam os tipos de problemas na medida que envolvem tipos específicos de conhecimentos ou formas de pensamento. É o caso de problemas matemáticos, problemas de lógica formal e outros. Um problema de lógica formal, por exemplo, é aquele que exige conhecimentos de lógica e da maneira lógica de pensar. Assim, o que se apresenta como um problema de lógica formal para um indivíduo pode não o ser para outro, porque (1) este segundo não tem necessidade de resolvê-lo, (2) não dispõe de conhecimentos que lhe possibilitem compreender o problema (onde se quer chegar e, portanto, qual o obstáculo a ser superado), (3) já conhece a solução.

Mayer (1981) apresenta quatro categorias de problemas:

- a) estado dado bem definido e estado final bem definido;
- b) estado dado bem definido e estado final insuficientemente definido;
- c) estado dado insuficientemente definido e estado final bem definido;
- d) estado dado e estado final insuficientemente definidos.

Podemos supor que estas categorias implicam em dificuldades diferentes na atividade de identificação, seleção de estratégias, e resolução dos problemas. Deve haver diferenças individuais, relacionadas à idade e às habilidades cognitivas, que acarretam diferenças de performances das pessoas ao lidarem com problemas de diferentes categorias.

Frente a isto, pergunta-se: é possível ensinar as crianças a identificarem categorias de problemas e selecionar estratégias que as permitam manipulá-los de forma a atingirem sua meta?

## II. COGNIÇÃO: POSSÍVEIS ABORDAGENS

Discutir o nosso problema específico, ou seja, instruções de processos metacognitivos em situações de resolução de problemas geométricos por crianças pré-escolares, implica, necessariamente, em uma compreensão das bases teóricas da psicologia do desenvolvimento e psicologia da aprendizagem que possam nos situar com relação aos elementos básicos desta investigação: o que é chamado aqui de instrução? O que estamos chamando de processos metacognitivos? resolução de problemas? resolução de problema geométrico? E, além disto, qual a relação entre instrução, processos metacognitivos e os processos de resolução de problemas?

Certamente, neste trabalho, terei que me limitar aos aspectos mais relevantes de cada um destes itens, embora sejam muito mais complexos do que serão tratados aqui. Também, não há possibilidade de discutir todas as abordagens que se ocuparam destes e suas contribuições específicas. Entretanto, sempre que parecer adequado faremos referência as abordagens que trataram do tema, desde que de uma forma relevante a este estudo.

Evidências empíricas, sobretudo as surgidas dentro da própria psicologia científica<sup>3</sup>, levaram os psicólogos a crer que a mente deve possuir algum tipo de organização interna, que não pode ser explicada apenas pelo princípio da associação (Jalles-Filho, 1996). Tudo indica que os seres humanos apresentam uma tendência a organizar as informações e armazená-las através de estruturas cognitivas, e não simplesmente tomá-las conforme são apresentadas. É necessário, portanto, desenvolver metodologias e modelos que possam explicar como se formam essas estruturas, como se inter-relacionam e como funcionam, levando em conta, por um lado, a necessidade de métodos que assegurem um caráter científico, e, por outro, a complexidade dos fenômenos cognitivos.

Várias teorias tem tratado o pensamento como estruturas internas organizadas. Reconhecemos, entre estas, diferentes abordagens metodológicas, e, por vezes, de paradigmas científico. De certo modo, todas tem acrescentado contribuições ao conhecimento na área. Para os fins deste trabalho, podemos destacar as contribuições de Vygotsky (1979, 1984); Piaget (1977, 1979, 1982); Berlyne (1973); Ausubel (1980); Gagné (1974); Brunner (1976, 1984, 1987); Flavell (1979); Sternberg (1992); Newell e Simon (1972); Gardner (1985, 1987); Anderson (1990). Embora não seja o caso de apresentar cada uma delas, gostaria de tecer algumas considerações sobre alguns pontos específicos que tem sido apontados como características convergentes ou divergentes entre estas (Mayer,

---

<sup>3</sup> Destacando-se os trabalhos de Tolman (1932; in Hill, 1981; Eysenck, 1994; Hilgard, 1966; Davey, 1981) sobre representação interna, ou "mapas cognitivos" como os denominou. Bindra (1976) sobre o papel da motivação na aprendizagem. Hull (in Hill, 1981; Hilgard, 1966) com os conceitos de resposta fracionária antecipatória de meta, hierarquia da família de hábitos e da motivação de incentivo. Bandura (Bandura e Wates, 1963) com a teoria da aprendizagem social e o conceito de modelagem. Lorenz (1971) com o conceito de imprinting.

1981; Rosser, 1994 e Eysenck & Keane, 1994). Tais considerações tornarão mais clara a minha própria opção, tanto metodológica quanto conceitual.

## 1. CONVERGÊNCIAS

Todas estas teorias concebem, a seu modo, o sujeito que aprende como ativo frente ao objeto de conhecimento, e o ato de conhecer como um processo cognitivo que manipula a informação. O pensamento é um processo decorrente da aprendizagem que, fundamentalmente, manipula informações percebidas, aprendidas e lembradas. Assim, a aprendizagem e o pensamento estão diretamente relacionados a outros processos básicos como sensação e percepção, aprendizagem e memória. As diferentes teorias atribuem, contudo, diferentes papéis e níveis de consciência a estes processos (Mayer, 1981).

Podemos ainda colocar como pontos convergentes a concepção da cognição estruturada, formada por elementos integrados, em relações complexas. A relação entre estes elementos segue regras ou princípios. Tais princípios unificam comportamentos cognitivos aparentemente distintos (Rosser, 1994).

## 2. DIVERGÊNCIAS

Enquanto, por um lado, encontramos algumas similaridades entre as teorias da cognição, encontramos, por outro, muitos pontos onde não há consenso. Os pontos polêmicos referem-se tanto a aspectos metodológicos quanto conceituais. Embora a metodologia adotada quase sempre esteja intrinsecamente relacionada aos aspectos conceituais, e vice-versa, por razões de análise considero que estamos justificados a fazer tal distinção inicial.

### 2.1. Divergências metodológicas

Duas classes de divergências metodológicas gerais podem ser encontradas entre as teorias cognitivas. A primeira é se o pensamento deve ser abordado por procedimentos teóricos experimentais ou formais. A segunda divergência é se o conhecimento deve ser focado de forma analítico-sintético ou sob o enfoque holístico. Vejamos cada um.

### 2.1.1. Teórico experimental x Teórico formal

Quanto ao problema de se o pensamento deve ser abordado por procedimentos científicos ou lógico-formais, encontramos aqueles que buscam conhecer a realidade cognitiva através da experimentação e observação de recortes desta realidade (Berlyne, 1973). E aqueles que concebem que o conhecimento da cognição pode advir da construção de sistemas formais e simulações computacionais (Piaget, 1977, 1979, 1982; Newell e Simon, 1972; Sternberg, 1988, 1992; Gardner, 1987; Anderson, 1990).

### 2.1.2. Enfoque analítico-sintético x Enfoque holístico

Esta segunda divergência refere-se a distinção entre abordagem analítico-sintética do fenômeno e uma abordagem holística. No primeiro caso, a idéia é que é possível particionar o fenômeno em componentes mínimos e, então, procurar compreender de que forma a interação entre estes componentes produz o fenômeno total. No segundo caso, abordagem holística, o fenômeno é concebido como distinto de suas partes, isto é, a interação dos componentes faz com que os mesmos percam suas propriedades individuais e, assim, o todo se torna qualitativamente distinto de suas partes.

Esta controvérsia é, de certa forma, uma decorrência da primeira. A divergência básica é, na verdade, de perspectiva filosófica, referente ao que vem a ser a ciência e, principalmente, as ciências humanas. Para uns, só é possível conhecer com certa clareza um dado fenômeno investigando a manifestação de suas partes, e, com o resultado destas investigações, construir modelos explicativos (Rosser, 1994; Baldwin, 1980). Outros, ao contrário, consideram que para a compreensão do comportamento e cognição humana, os processos básicos não contribuem para a compreensão do todo, visto que as características dos elementos se transformam quando em relação com outros elementos na formação do todo (Vygotsky, 1979).

Se pensarmos na compreensão dos processos de aprendizagem escolar, por exemplo, que é o que nos interessa aqui, me parece óbvio que uma situação de sala de aula (tudo que se aprende implícita ou explicitamente; as interações positivas e negativas etc) será muito mais complexa do que qualquer possível descrição de elementos isolados possa capturar, ou qualquer modelo explicativo possa esgotar. Porém, o limite que a compreensão das partes componentes determina na compreensão do todo não é imediatamente resolvido simplesmente pela adoção da posição de desconsiderar estas partes individuais, como se isso, por si mesmo, já garantisse a apreensão do todo. Ao meu ver, não há, ainda, técnica metodológica que possa apreender a realidade humana na sua complexidade, assim, é melhor que a opção do recorte seja feita de modo consciente pelo pesquisador, do que deixar que consequências casuais o façam. Definir primariamente elementos específicos para análise é o único modo do

pesquisador ter suas hipóteses confirmadas ou, o que é mais importante, refutadas. Caso contrário, inevitavelmente, tomar-se-á da realidade os elementos que confirmarão a hipótese.

Contudo, não é o caso de defender um reducionismo a elementos mínimos, mas a busca da complementaridade de diferentes áreas e abordagens sobre o mesmo fenômeno. Se um fenômeno comportamental que se supõe explicado pela pesquisa em laboratório não encontra correlato no ambiente natural, significa que ele não está suficientemente explicado, que outros elementos tem que ser levados em conta. Contudo, se juntarmos aos resultados desta pesquisa resultados de pesquisas ou descrições de outras áreas, certamente um grande passo seria dado.

Além das divergências metodológicas, encontramos controvérsias de ordem conceitual.

## 2.2. Divergências conceituais

### 2.2.1. Cognição inata x Cognição construída

Esta discussão foi muito acirrada na psicologia no início do século, depois, foi praticamente esquecida, com a convicção de que não há elementos inatos no pensamento além das bases biológicas iniciais de comportamento reflexo e físico, e um sistema perceptual rudimentar. O representante mais extremo desta concepção foi Skinner (1974). Outros autores, como Piaget (1982) e Vygotsky<sup>4</sup>(1979), assumiram o que chamaram de interacionismo, ou seja, conceberam uma base inicial reflexa que em interação com o ambiente se desenvolve, atingindo níveis progressivos de complexidade, até atingir o estágio final adulto. Porém, não acreditaram que houvesse representações iniciais, nem formas complexas iniciais, que pudessem elaborar primariamente a experiência. Para a pergunta: o que controla a direção do desenvolvimento, a experiência ou a hereditariedade? A resposta clara era: a experiência em interação com determinadas condições prévias presentes no organismo.

No entanto, com o desenvolvimento das neurociências comportamentais, é cada vez mais evidente a existência de certas capacidades cognitivas prévias, independentes da experiência. Neste sentido, descobriu-se a existência de certos fenômenos chamados de ‘aprendizagem privilegiada’, que referem-se a certas classes de aprendizagens para as quais o organismo parece estar inclinado, predisposto (cf. Davey, 1981, 1989). Muitos fenômenos que eram atribuídos exclusivamente ao desenvolvimento do pensamento revelaram-se como

---

<sup>4</sup> Vygotsky priorizou a interação com o ambiente social.

decorrentes do desenvolvimento do sistema nervoso (Diamont, 1985, 1988; Johnson e Aslin, 1995; Landau e Spelke, 1988, Landau et al, 1984).

Esta concepção ganha força quando percebemos que certos aspectos do desenvolvimento apresentam uma regularidade que não poderia ser explicada apenas pela experiência, visto que as experiências são muito distintas (Diamont, 1985, 1988; Johnson e Aslin, 1995). Segundo esta concepção, os bebês organizam certas experiências iniciais a partir de determinados 'conceitos' prévios (Landau e Spelke, 1988, Landau et al, 1984). Assim, o recém-nascido teria uma propensão a distinguir dados perceptivos, o que implica em estruturas iniciais que, frente a certos estímulos ambientais, tem a tendência de organizá-los de uma ou outra maneira.

A discussão desta questão por alguns autores (Piaget, 1973; Leontiev, 1978) parece estar muito mais relacionada a tendências ideológicas do que racionais e faz-se necessário, dentro da psicologia, revisitá-la com uma abordagem mais objetiva. Parecem pensar que o fato da construção tenha, em si, um valor e, assim, liberta o homem da sina de compartilhar processos psicológicos com qualquer outro animal. Toleram-se, neste caso, uma predisposição biológica inicial, mas que logo sucumbe frente a uma mente superior que sobrepuja tendências biológicas! Não é o caso de reinventarmos o determinismo biológico. Sabemos hoje que nenhuma característica genética, nem mesmo as mais básicas, tem um caráter determinista, mas de predisposição. Tais características podem se manifestar ou ser inibidas em determinadas situações e condições ambientais (Lewontin in Jalles-Filho, 1996). Mais particularmente, as predisposições de cunho cognitivo são fortemente sensíveis aos aspectos sociais. O fato de negligenciar as tendências biológicas, contudo, nos impede de procurar conhecê-las adequadamente. O fato de omiti-los como fator interveniente de um processo complexo nos impede de compreender exatamente como ocorre tal interação, e, como consequência, impossibilita-nos de atuar pedagogicamente nos casos em que esta intervenção se faz necessário.

Assim, é necessário rever esta suposta dicotomia. Ao meu ver, é necessário conhecer melhor o que nos é dado geneticamente como fruto da evolução e adaptação biológica, e, ainda, como esta bagagem interage com o ambiente. Quais os elementos ambientais que podem dar expressão ou inibir traços genéticos. Não significa conceber o desenvolvimento como pré-programado, mas como fruto de interações entre a herança genética, fatores ambientais e sociais. Certamente, a cognição humana, pela sua própria complexidade, não será toda explicada por um único mecanismo, mas por múltiplos elementos, com origens, funções e desenvolvimento diversos. O ser humano é um organismo biológico que se desenvolve em um ambiente físico e social, dos quais sofrerá inúmeras influências, fundamentalmente do ambiente social.

### 2.2.2. Processos básicos x Processos complexos

O pensamento compartilha características de processos básicos ou é um fenômeno complexo com características específicas diferentes dos elementos que o compõe <sup>5</sup>? Como vimos, para alguns autores o conhecimento das partes pouco esclarece sobre o funcionamento do todo, como é o caso de Vygotsky que tem uma concepção dialética (holística). Por outro lado, há aqueles que afirmam que só podemos chegar a conhecer o todo se conhecermos com clareza como funcionam os elementos mínimos (Anderson, 1990).

Habilidades básicas como sensação, percepção e memória são processos de manipulação ativa da informação, e, portanto, relacionam-se com o pensamento. Não é possível compreender façanhas intelectuais complexas sem compreender estas formas mais simples de comportamento, mesmo porque há uma continuidade entre estes e aquelas. As diferenças entre suas manifestações resultam justamente de obedecerem às mesmas leis, que devem ser por nós conhecidas (Peterson, 1975).

Além das habilidades básicas também compõe o pensamento os fatores motivacionais, desde os mais simples e observáveis aos mais complexos (Bandura, 1979).

### 2.2.3. Mecanismo x Programa

De certo modo a questão anterior se liga a discussão mais recente referente a distinção entre análise do programa (software) ou análise do mecanismo (hardware). Alguns aderentes ao chamado funcionalismo epistemológico (Newell e Simon, 1972; Johnson-Laird, 1983) afirmam que como a mesma base material instancia múltiplos programas, o que é necessário é buscar conhecer os programas, isto é, as relações estabelecidas entre os elementos do pensamento e suas transformações, independentemente da natureza da matéria constituinte dos mesmos. Essa posição não é universal entre os estudiosos do assunto. Os conexionistas, por exemplo, defendem a necessidade de olhar para o sistema nervoso e compreender seu funcionamento e a interrelação entre suas partes e funções como uma das formas de compreender o processo de pensamento..

### 2.2.4. Desenvolvimento contínuo x Desenvolvimento descontínuo

Embora ninguém negue que existam diferenças no pensamento entre diferentes idades, a compreensão da natureza de tal diferença pode variar. Para Piaget (1982), crianças e adultos tem pensamentos qualitativamente diferentes. No

---

<sup>5</sup> conferir a discussão na seção IV .2. "divergências metodológicas"

curso do desenvolvimento há profundas mudanças na forma das estruturas mentais. As estruturas são as bases da competência cognitiva. O estágio representa o nível de organização nas estruturas cognitivas e a mudança de estágio é uma reorganização global destas estruturas. Nesta concepção, a regra é um equilíbrio dinâmico, isto é, períodos de estabilidade em que o acúmulo de experiências e os esforços de adaptação acabam conduzindo a uma mudança drástica. Por exemplo, quando a criança passa do estágio pré-operatório para o estágio operatório-concreto.

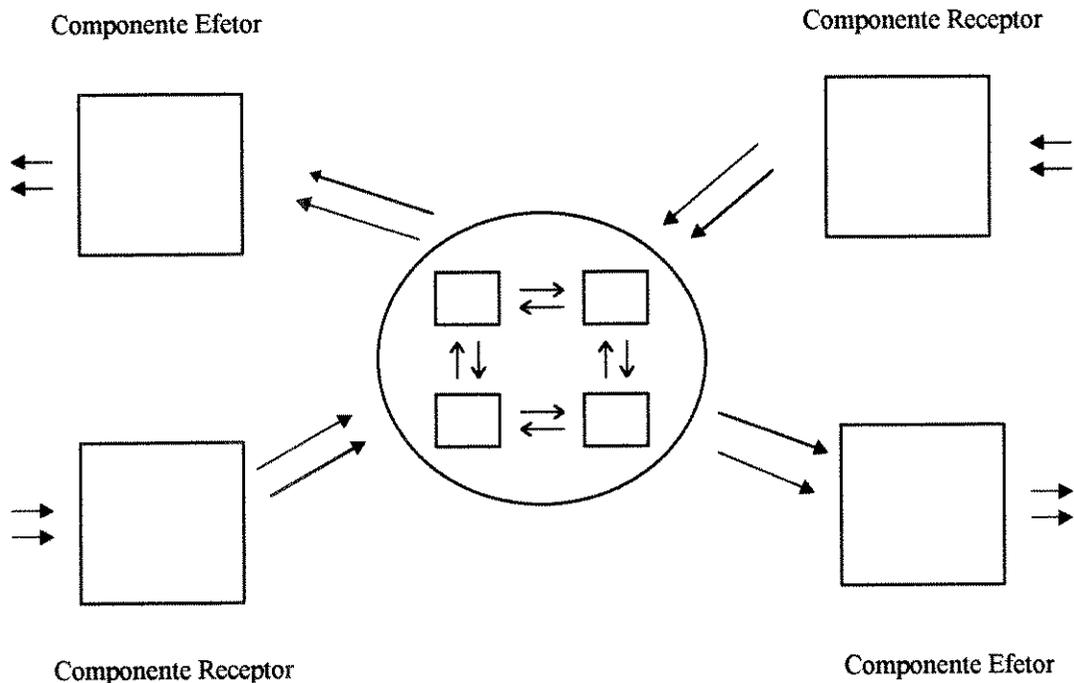
Outros autores entendem o desenvolvimento do pensamento como contínuo, ou seja, há similaridades entre funções cognitivas de crianças e adultos, porém, não há o mesmo conteúdo mental, nem a capacidade de processamento é tão eficaz (rápida e capaz de lidar com múltiplos elementos) quanto a dos adultos. Neste modelo, o crescimento e desenvolvimento é gradual e cumulativo. Esse acúmulo é fruto da quantidade de conquistas no que se refere a procedimentos e informações (Rosser, 1994b; Jonson-Laird, 1983).

#### 2.2.5. Função geral de regulação x funções específicas

Não há consenso sobre se a cognição é regulada de forma central por uma função geral reguladora, ou de domínio geral. Ou, ainda, se a cognição é formada por sistemas especializados que processam localmente a informação e só então a informação é transferida a um sistema central integrador.

A teoria da função geral concebe a mente como dotada de um único mecanismo geral regulador de todo o sistema, que pode ser aplicado a qualquer contexto, independentemente do conteúdo e do domínio. Neste caso, o pensamento do sujeito é sempre consistente e independente da situação. Os sistemas receptores recebem a informação e a encaminham ao sistema central para ser organizada e processada, feito isso, a informação é devolvida sob forma de resposta aos sistemas efetores. Neste modelo, o que ocorre em nível de sistema central é a atividade cognitiva intencional e deliberada. O indivíduo tem acesso a esta atividade e pode refletir sobre ela. Tal concepção não é incompatível com a idéia de que há distintos sistemas para a visão, audição, etc. Contudo, a cognição de nível superior envolve um sistema único com princípios gerais.

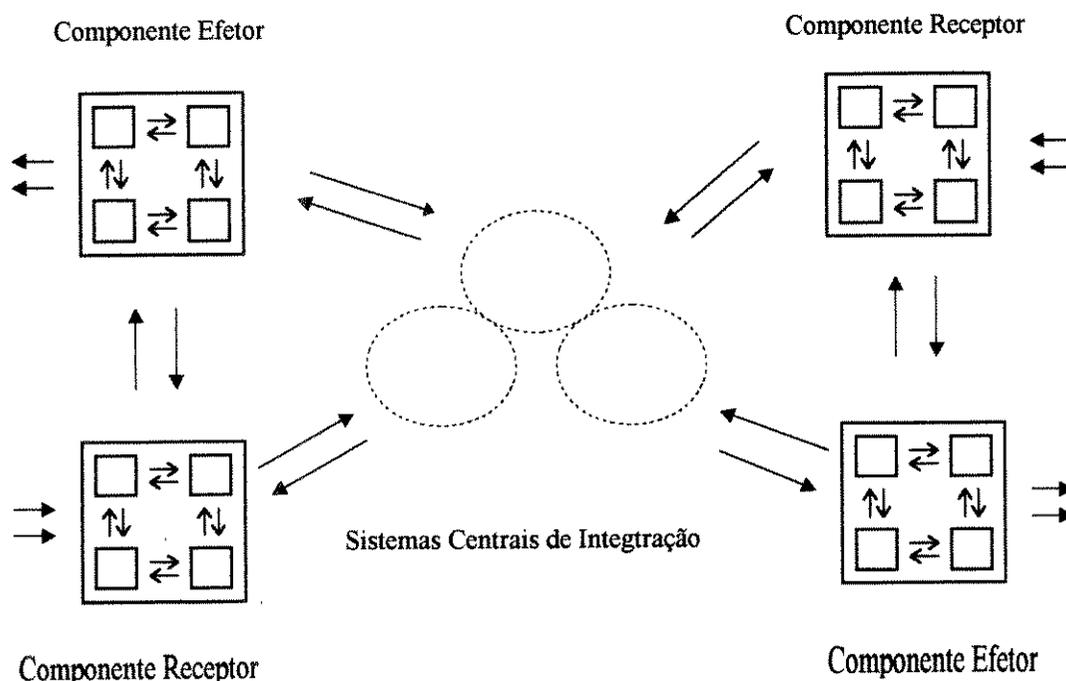
Graficamente, podemos ilustrar tal modelo da forma seguinte:



**Figura 1.** Na teoria de domínio geral a informação é recebida pelos componentes de recepção (incluindo os sistemas sensoriais) e transmitida para o componente central de processamento. Este último elabora, armazena e integra aquela informação com informações prévias. Depois, a informação processada nesta unidade central é enviada para os componentes efetores, ganhando expressão comportamental.

Para os teóricos que adotam a teoria de que há funções específicas, denominada por alguns de teoria do domínio específico (Rosser, 1994b, 1994c; Eysenck e Keane, 1994), a mente funciona como um conjunto de sistemas especializados em aspectos particulares do conhecimento, com princípios únicos, não transferíveis a outros domínios (fig. 2). A ênfase é colocada em estruturas locais que recebem e processam um tipo particular de informação, e, então, a encaminha de forma digerível ao sistema central onde é integrada a outros domínios. Nesta teoria, o conteúdo é fundamental, e determina o nível de raciocínio. A cognição se compõe, assim, de conceitos e habilidades que podem desenvolver-se de forma independente, produzindo diferenças intra-individuais em atitudes e competências. Assim, o mesmo indivíduo pode apresentar performances diferentes conforme o domínio em que esteja envolvido, podendo o sujeito apresentar alta capacidade em problemas espaciais e baixa em problemas analógicos, por exemplo.

Neste caso, a cognição é entendida como modular, composta de módulos quase independentes, estruturas locais ou sistemas de conhecimento de domínios específicos. Um domínio é aqui entendido como uma classe de informações. Embora reconheçam algum aspecto de domínio geral da cognição, a maior parte da atividade mental é realizada de forma modular pelos diferentes componentes ligados a faculdades específicas.



**Figura 2.** Na teoria de domínios específicos a informação é processada e elaborada pelos componentes de recepção (incluindo os sistemas sensoriais) e pelos componentes efetores (incluindo os motores), que interagem entre si, e com os sistemas centrais de processamento. Estes últimos funcionam como componentes integradores daquela informação com informações previamente armazenadas. Informações de diferentes conteúdos ativam rotas de processamento distintas, bem como diferentes sistemas de integração (módulos cognitivos).

Pela relevância desta questão para este trabalho, acredito que vale a pena nos determos mais nela. Ao meu ver, tomar o desenvolvimento cognitivo como uma função de domínio geral ou específico traz implicações bem diferentes para a análise das características psicológicas do pensamento.

#### 2.2.5.1. Função geral

Para teorias que tomam a atividade cognitiva como regulada por um mecanismo geral, as regras de pensamento são relativamente livres de conteúdo, e gerais. A atividade cognitiva é descrita, nesta perspectiva, como algoritmos, estratégias ou programas, aplicáveis em grande variedade de situações.

Nestas teorias, de um modo geral, por considerarem a função cognitiva superior dirigida a metas deliberadas (em contraste com a atividade periférica que é automática e rápida), o indivíduo a emprega quando tem um certo grau de consciência do seu uso. É, assim, possível para o indivíduo reportar-se à atividade mental desenvolvida. Muito embora o relato verbal do indivíduo possa não ser exato, oferece bons insights sobre o processo de raciocínio, possibilitando por parte dos pesquisadores, o levantamento de hipóteses a serem testadas.

Uma vez que o algoritmo de resolução do problema seja abstrato, pode ser usado para resolver qualquer problema. Ou seja, o que se leva em conta

aqui é a forma e não o conteúdo. O que interessa não é que o sujeito consiga êxito em uma situação particular, mas que ele desenvolva uma habilidade generalizável que o torne apto a resolver problemas similares em qualquer contexto.

Para a perspectiva do domínio geral da mente, um modo de abordar a resolução de problemas e o raciocínio é pensando sobre o problema como uma representação da relação entre variáveis. Resolver dado problema depende, assim, da construção da fórmula para computar suas variáveis.

A solução do problema vem a ser conhecida como função das variáveis do problema. Mudanças desenvolvimentais são conceitualizadas como diferenças de idade relacionadas à eficácia com que estes componentes são coordenados. Muitas vezes, a falha no raciocínio infantil é causada pela codificação inadequada das variáveis do problema.

Para ser generalizável, as estratégias não podem estar ligadas ao contexto no qual foram inicialmente aplicadas. Generalizar significa extrair a regra do contexto no qual foi adquirido e transferi-la para formas mais aplicáveis. A regra ou algoritmo é tanto mais aplicável quanto mais abstrata for (Inhelder, Sinclair e Bovet, 1975; Piaget e Inhelder, 1993).

Em geral, as crianças adquirem estratégias em situações específicas e as regras são, quase sempre, absolutamente concretas. Gradualmente, as regras são transferidas a outros contextos e as crianças aprendem a usá-las mais amplamente, mas a transferência pode ser limitada pelo tempo, experiência e oportunidade (Bruner, 1984).

A formação de regras mais poderosas e gerais ocorre mais tarde no desenvolvimento do que a formação de regras restritas. A aplicação e generalização de regras e estratégias estão associadas com crescimento (idade).

Muitas pesquisas sobre raciocínio, dentro da concepção da mente unitária, comparam performance humana com prescrições lógicas. Nesta concepção, a lógica pode prover a forma da resolução de problemas e a teoria do pensamento. O modelo lógico é usado como modelo explicativo do funcionamento mental.

O estudo da indução e da dedução é considerado de grande interesse para o estudo da cognição. Cada um destes processos tem implicado em uma opinião sobre o pensamento humano. Para os autores que estudam o pensamento através da indução, este implica na procura de regras. Para os que o estudam a partir da dedução, o pensamento é o processo de combinação de informações pelo uso de um conjunto de operações psicológicas de cunho matemático. De todo modo, estas duas formas de raciocínio são de grande interesse ao psicólogo, por representarem uma competência humana que mostra o pensamento destacado do contexto imediato.

O raciocínio é entendido como o processo deliberado pelo qual o pensamento chega a derivar novas informações a partir das velhas. A característica distintiva do raciocínio é que é baseado em princípios sistemáticos e relações específicas estáveis entre premissas. Dependendo da natureza das premissas a

conclusão é necessária, provável ou possível. A lógica é o que garante que o argumento seja formalmente válido. O propósito dos princípios lógicos é, através de certas regras, garantir a validade dos argumentos. A aderência a esses princípios, como estratégia para derivar soluções de problemas (reais ou hipotéticos), é examinada no estudo do raciocínio humano. A inferência dedutiva é estritamente lógica e não requer verificação empírica. O que importa é a forma do argumento como critério de validade, e não seu conteúdo empírico.

Para os autores que estudam o pensamento através da dedução, esta é considerada de interesse na medida em que pode revelar algo sobre a sintaxe do raciocínio, e esta sintaxe pode ser qualificada como um formalismo abstrato, central para o modelo unitário da mente.

Tendo o pensamento dedutivo como foco, um modo de explicar o raciocínio humano é descrever a lógica mental contida nas regras que dirigem o processo inferencial. Aqueles teóricos que tomam este ponto de partida, supõem que em situações de resolução de problemas o sujeito acessa o sistema formal. Sendo assim, é necessário formular o modelo deste sistema e descrever como este influencia as pessoas em situações reais de resolução de problemas. Uma segunda suposição é que, de algum modo, no curso do desenvolvimento, as crianças desenvolvem a capacidade de acessar este sistema de lógica mental. A lógica mental é tomada como a base da solução de problemas, sendo sua eficácia relativa à idade. Assim sendo, é necessário explicar a ontogênese, isto é, responder a duas questões: (1) qual a origem desta forma de raciocínio e como se desenvolve?, (2) qual é o mecanismo que o acessa?

Do ponto de vista desenvolvimental, a teoria do domínio geral prediz descontinuidade entre a capacidade de resolver problemas da criança e do adulto, e espera encontrar correspondência entre performances intelectuais governadas por regras similares. Supõe haver similaridade entre os sucessos e limites da capacidade do indivíduo em diferentes situações, e estes corresponderiam à performance da pessoa entre tarefas. Quando a criança adquire uma técnica, que facilita o seu raciocínio, espera-se encontrar evidências de aplicação desta técnica em situações similares. Se a criança adquiriu uma técnica central, esta deve ser pervasiva.

Se a estratégia é um reflexo do princípio geral de funcionamento cognitivo, seguem-se várias implicações:

- a criança pode acessar a estratégia frente a um conjunto de circunstâncias;
- o uso de estratégia parece ser confiável e estável para o estilo de performance individual, diferenciando aqueles que adquiriram o procedimento dos que não o adquiriram;
- o uso da estratégia pode ser generalizado entre tarefas diferentes, porém relacionadas.

A implicação para o desenvolvimento é que, se o aparato geral muda seu status com a maturação, então a eficiência do funcionamento cognitivo altera-se com a idade.

Com efeito, tem sido encontrada relação entre curva de crescimento e desempenho de raciocínio (Rosser, 1994c). Porém, curvas de crescimento são ambíguas e sujeitas a múltiplas interpretações. Dados de crescimento, em si, não trazem soluções definitivas para os problemas sobre a natureza do desenvolvimento cognitivo.

Descrever as mudanças do pensamento, relacionadas ao desenvolvimento, implica em descrever os esquemas ou estruturas mentais, e as operações ou ações internas, usadas por quem está resolvendo problemas. Este foi um desafio assumido por Piaget (1970, 1982). Tentou, justamente, descrever como o pensamento se desenvolve, e como se generalizam as rotinas cognitivas entre contextos e situações diferentes. Para ele, a explicação da natureza do pensamento lógico está nas operações mentais, entendidas como ações que, no decorrer do desenvolvimento, se internalizam e se coordenam, atingindo a reversibilidade. Com o desenvolvimento, o sujeito se mune de um poderoso sistema lógico que pode ser aplicado a qualquer problema empírico ou abstrato.

Assim, na base de sua vida mental, a criança está condicionada, restrita à realidade física. Não pode raciocinar sobre a validade lógica de um argumento independentemente da validade empírica do conteúdo das premissas. Para a criança, a semântica (conteúdo) precede a sintaxe (forma). Segundo Piaget, o desenvolvimento envolve a construção de um poderoso sistema lógico (aplicável a qualquer problema, não importa quão abstrato seja).

Muitas avaliações da teoria piagetiana (Baldwin, 1973; Mayer, 1981, Flavell, 1975) examinam se a performance de pessoas reais ocorre como a teoria prediz, questionando se a teoria é psicologicamente válida. Avaliando a mudança do pré-operatório para o operatório, os críticos dizem que as crianças pequenas não são tão incompetentes quanto se prediz, e, por outro lado, avaliando a mudança do concreto para o operatório formal, os sujeitos mais velhos não evidenciam a competência esperada teoricamente. Adultos que estariam no operatório formal de fato demonstram essa capacidade em tarefas de raciocínio?

Há muitas divergências entre os estudos sobre a capacidade de raciocínio de adultos e crianças. Alguns estudos mostram que a capacidade dos sujeitos está de acordo com o que a teoria prediz; outros, pelo contrário, não verificam as previsões da teoria (Rosser, 1994).

Estudos visando avaliar capacidade de lógica formal tem demonstrado que adultos, que supostamente estariam no operatório formal, cometem falhas constantes e sistemáticas. Os dados têm demonstrado que pessoas que não foram introduzidas aos princípios da lógica não raciocinam desta forma. Geralmente, cometem erros relacionados ao conteúdo, ou seja, raciocinam de acordo com a semântica e não com a forma estritamente sintática do argumento (Johnson-Laird, 1983).

Desenvolver um modelo mental é um empreendimento complexo, na medida em que este deve descrever como se dá o desenvolvimento do raciocínio, quais alterações vão se dando no decorrer do desenvolvimento e porque. O modelo, além de ser coerente internamente, deve ser verificado empiricamente, ou seja, deve descrever como pessoas reais pensam em situações reais.

Piaget descreveu a estrutura das operações mentais como abstrações idealizadas, representando a performance de uma adaptação mental perfeita. As estruturas descritas por ele são sincrônicas com a experiência e internamente consistentes entre si. Pelo seu modelo, o que move o desenvolvimento das estruturas, das mais simples às mais complexas, é a pressão do ambiente, sentida pelo sujeito como necessidade de adaptação.

Porém, o pensamento formal não vem a ser uma exigência de sobrevivência imposta pelo meio. Não há, no meio no qual as pessoas vivem, relações arbitrárias entre termos que exijam a aplicação de regras da lógica formal para testar sua validade. Por outro lado, quando o conteúdo das declarações tem sentido real para os sujeitos, estes podem raciocinar de acordo com regras da lógica desde antes da adolescência.

Para Mayer (1981), Flavell (1975; 1982), Baldwin (1980), muitas das hipóteses de Piaget são por demais vagas, não permitindo ao pesquisador estabelecer exatamente critérios para testá-las ou verificá-las empiricamente. E, por outro lado, algumas hipóteses que são testáveis nem sempre são confirmadas. Três evidências empíricas põem algumas destas teorias em dúvida.

Primeiramente, o fato do sujeito conhecer o conteúdo afeta sua forma de raciocínio, portanto, o uso das regras lógicas não é independente do contexto. Em segundo lugar, vê-se que a performance de crianças pré-escolares em tarefas de inferência assemelham-se muito com a que adultos teriam. E, finalmente, a falta de formalismo de muitos adultos põe em dúvida o suposto segundo o qual a lógica operatória evolui de uma lógica pré-operatória.

Além destas evidências, também faltam elementos que possam confirmar que em uma mesma idade se manifesta a capacidade de resolver problemas diferentes, e que há correlação positiva entre tarefas que abordem diferentes dimensões (cf Rosser, 1994.b; Borke, 1978). Embora possa haver exceções à regra que não afetam a confiabilidade da teoria, funções desenvolvimentais entre tarefas mediatizadas pelas mesmas estruturas conceituais subjacentes são esperadas em modelos de domínio geral, como o de Piaget. Contudo, quando (1) performances diferentes são encontradas em tarefas que espera-se que sejam similares, (2) o desempenho ocorre em épocas diferentes conforme o contexto e os conceitos envolvidos, e (3) os desempenhos não são correlacionados entre tarefas similares, então temos evidências contrárias a concepção unidirecional de habilidade.

Isto nos leva ao segundo grande grupo de teorias acerca do funcionamento cognitivo.

### 2.2.5.2. Teoria do domínio específico

Segundo Mayer (1981), Baldwin (1980), Johnson-Laird, (1983) a quantidade de erros cometidos em problemas de dedução e de lógica nos levam a crer que a lógica formal e a lógica psicológica não são a mesma coisa. O que nos leva a perguntar, como bem colocou Rosser (1994c, p 237), se a “tática de empregar algum formalismo lógico como teoria de pensamento é razoável”. Aparentemente, a lógica do raciocínio humano em situações empíricas é mais influenciada pela intenção do sujeito, ou da necessidade de concordância deste com a conclusão, do que pela forma do argumento.

Comumente, em solução de problemas lógicos, aparecem duas qualidades de erros: erros de conteúdo e de forma. Erros de conteúdo tem lugar quando a verdade ou desejabilidade das premissas influenciam as deduções do sujeito, pouco importando neste caso, a lógica. Aparentemente há uma forte tendência nos indivíduos para julgarem as conclusões de acordo com suas opiniões e crenças pessoais. Parece haver necessidade de coesão cognitiva entre as conclusões e as informações que o indivíduo possui na memória. Assim, os silogismos, por exemplo, são assimilados e se adaptam a estrutura cognitiva geral do sujeito que pensa sobre ele.

O segundo tipo de erro é de forma, que pode ocorrer quando os sujeitos supergeneralizam a amplitude dos termos médios, ou quando os sujeitos supergeneralizam a amplitude de certos quantificadores, por exemplo, "alguns" para exprimir "todos". Os erros de forma podem ocorrer como efeito de "atmosfera", ou seja, o sujeito é levado a aceitar certas conclusões de acordo com a forma estabelecida pelas premissas anteriores. Por exemplo, premissas universais favorecem a aceitação de conclusões universais. Há ainda, como erro de forma, o erro por conversão inválida, onde o sujeito tende a aceitar que se “todos os A são B”, então “todos os B são A”. Esses dois tipos de erros podem ser combinados, aumentando a tendência ao erro.

Coerentemente com estes achados, autores como Johnson-Laird (1983) tem posto em dúvida a existência de princípios de domínio geral da mente, uma vez que o raciocínio aparenta estar mais ligado ao conteúdo pragmático do que à sua sintaxe. Sugere, assim, que a performance não é função do desenvolvimento cognitivo geral em si, mas é uma função da semântica do problema. Observa que efeitos do contexto produzem irregularidades e inconsistência na performance, não havendo consistência e correlação entre as tarefas independentemente dos contextos.

Para Johnson-Laird, não há evidências empíricas suficientes que sustentem a idéia de que há uma lógica mental com regras formais para manipulação simbólica. Para ele, a representação semântica do argumento e das premissas é que capacitam o indivíduo a raciocinar com base no conteúdo. Este modelo encontra sustentação em observações de que:

- a) O conteúdo das premissas tem um efeito decisivo nas conclusões tomadas;
- b) As pessoas concentram-se na verdade ou falsidade do argumento e não sobre sua validade e invalidade;
- c) As pessoas tendem a verificar hipóteses;
- d) As pessoas são influenciadas, nas suas conclusões, pelas suas crenças e juízos, e pela avaliação das conclusões já tomadas.

Segundo sua teoria, o indivíduo constrói um modelo mental do que é proposto no argumento e manipula este modelo, tentando ser consistente com a conclusão tomada pelo argumento. O argumento é considerado válido ou inválido, na medida em que puder ser transformado de forma a concordar com as conclusões. Para que o sujeito possa fazer isso, será preciso compreender o sentido das palavras, particularmente dos quantificadores, conectivos e termos relacionais. É preciso poder reter, na memória, os exemplos e contra-exemplos, para estabelecer comparações, e, finalmente, o sujeito precisa ter habilidade para buscar contra-exemplos.

Em termos de desenvolvimento, as teorias de domínios específicos implicam que o raciocínio está relacionado ao conteúdo do problema, a própria vivência da pessoa está continuamente a enriquecer a possibilidade de operar com novos problemas, na medida em que adquire novos conhecimentos. Os conteúdos de situações específicas de aprendizagem são importantes formas de instrumentalizar o indivíduo para lidar com diferentes tipos de problemas, inclusive os de ordem lógico-formal.

Entre crianças pequenas é esperada uma competência restrita, limitada a situações específicas com conteúdo familiar. Na medida em que seu conhecimento, vocabulário e experiência vão se ampliando, sua competência vai se incrementando, e têm sucessos mais amplos.

A consistência da performance, entre tarefas variando em conteúdo, é relacionada à idade. Crianças mais novas tem sucesso em tarefas específicas e, com a idade, passam a apresentar consistência de sucesso entre tarefas. Assim, o acesso ao formalismo lógico pode ser tomado como fruto da experiência, aprendizagem e aquisição de vocabulários mais ricos.

A capacidade de raciocínio estaria relacionada à idade. Porém, tal modelo depende de estudos sobre como se desencadeiam e se transformam os mecanismos de memória, linguagem, inferências lógicas, e como o sujeito busca e identifica exemplos e contra-exemplos (Rosser, 1994).

A observação de como se dá o desenvolvimento do raciocínio analógico traz importantes contribuições à compreensão do desenvolvimento do raciocínio, e parece apontar implicações tanto à teoria do domínio específico quanto a teoria de domínio geral. Raciocinar analogicamente significa raciocinar sobre relações similares entre elementos **a:b**; **c:d**. Assim, no pensamento analógico, o sujeito deve compreender o sentido dos termos dados, inferir a relação

existente entre **a** e **b**, mapear a relação entre os termos **a** e **c**, e aplicar a relação análoga. O sujeito deve, então, abstrair a relação entre os dois primeiros termos, ou pares de termos, e transferir ou generalizar esta abstração para outra relação. Faz-se assim uma relação entre relações, ou seja, uma relação de ordem superior.

O raciocínio analógico é difícil para crianças muito jovens. Algumas das falhas que aparecem no raciocínio de crianças podem ser relacionadas ao domínio geral e outras ao domínio específico. Quando a falha é devida ao fato de a criança não ter compreendido a relação inicial **a:b**, ou quando a criança não consegue preencher o termo **d**, as dificuldades parecem relacionar-se a limitações de conhecimento, ou seja, ao domínio específico. Por outro lado, falhas por não desmembrar a relação do contexto inicial, fixando-se em **a**, parecem estar relacionadas a dificuldades no domínio geral.

Quando a distinção ontológica de termos é bem estabelecida, a criança é capaz de transferir a relação e solucionar problemas analógicos. Um exemplo disto é a compreensão de metáforas. Entretanto, a criança mais nova não é capaz de generalizar o raciocínio analógico para termos e relações não familiares. O raciocínio analógico em crianças é, portanto, limitado ao domínio específico, e, assim, implícito, não passível de verbalização e não generalizável. Ao passo que o raciocínio analógico em crianças mais velhas é parte do processo cognitivo de domínio geral, sendo acessível, deliberado, passível de verbalização e amplamente generalizável.

No primeiro caso, das crianças mais jovens, o desempenho é limitado pela extensão do seu conhecimento, sendo muitas vezes essa extensão confundida com nível de desenvolvimento. O que, de fato, não parece simples de resolver, pois envolve distinguir no raciocínio seus componentes semânticos e sintáticos.

Resumindo, hipotetizar um domínio multidimensional, como função da forma da representação mental que mediatiza o desempenho espacial, conduz a certas predições desenvolvimentais diferentes das tradicionais (Rosser, 1994):

- a) a sincronia no desenvolvimento não é antecipada. O desempenho do sujeito nas tarefas dependerá da forma como representa características espaciais, e o que acontecerá a estas características após transformações no espaço. Duas tarefas aparentemente similares podem divergir na forma de representação, na demanda de representação.
- b) a forma da função desenvolvimental associada com cada tarefa pode variar dependendo de quando, no curso da maturação, as representações de apoio se tornam acessíveis
- c) a idade em que começa a se manifestar a capacidade de ter bom desempenho em uma tarefa pode variar com uma inconstância de sucesso e não sucesso ocorrendo em momentos diferentes.

Na verdade, cada uma destas questões se referem de alguma forma às demais, e opções em uma refletem-se nas outras. Nem todas as questões levam a

opções excludentes ou definitivas. Alguns autores se apegam a estas questões como dicotômicas, discutindo, principalmente, suas raízes filosóficas e possíveis consequências ideológicas. Outros relativizam as divergências assumindo que, talvez, a cada problema deve ser buscado o método mais adequado para sua abordagem, e cada método (e teoria) teria assim sua contribuição a dar ao corpo teórico geral da área. Certas teorias podem abordar um determinado fenômeno, enquanto outras não podem.

Concordo com estes últimos. Ao meu ver, tomar aqueles aspectos divergentes como dicotômicos é, muitas vezes, uma atitude pouco sólida e não justificável cientificamente, sobretudo na área educacional que é, em última análise, um campo fundamentalmente interdisciplinar. Acredito que os fenômenos devam ser abordados nas suas diferentes manifestações, das mais simples as mais complexas, das menos conscientes as mais conscientes. Aspectos afetivos, sociais e motivacionais devem ser considerados como integrantes do processo de aprendizagem e pensamento, e não como aspectos puramente complementares.

### III. DEFININDO PONTOS DE PARTIDA TEÓRICOS-METODOLÓGICOS.

Geralmente, as pessoas seguem dois caminhos ao desenvolver pesquisa em psicologia educacional: (1) inicialmente, definem uma abordagem, e a partir desta formulam o problema, reúnem os conceitos pertinentes, estabelecem o método e a análise que serão realizados. Neste caso, ao meu ver, corre-se o risco de que a abordagem do problema fique restrita ou até enviesada pela opção antecipada da teoria adotada. (2) Uma outra possibilidade é, a partir da definição de um problema, buscar como diferentes teorias o abordaram, com que métodos, e quais aqueles que conduziram a resultados mais satisfatórios.

Implícita nestas opções estão as seguintes pressuposições, correspondendo a ordem anterior: **(a)** é possível desenvolver um modelo explicativo geral para toda a aprendizagem e desenvolvimento humano. Sendo possível a partir de um arcabouço teórico geral abordar problemas diversos.

A questão, neste caso, é encontrar um arcabouço amplo e forte o suficiente para permitir focar um fenômeno nas suas múltiplas possibilidades sem contradizer-se internamente, e, ao mesmo tempo, manter a correspondência necessária com os dados empíricos. Neste caso, em que se procura um modelo amplo o bastante para abrigar em seu interior diferentes aspectos de múltiplos fenômenos, a dificuldade é que o eixo condutor do desenvolvimento tem que ser um processo tão geral e amplo que: primeiro, é quase impossível operacionalizá-lo, e, na medida em que procura explicar tudo, não explica nada. Segundo, não possibilita sua verificação empírica, correndo-se o risco de gerar um modelo

internamente lógico e poderoso, mas que não diz respeito a realidade. Ainda, a impossibilidade de verificação empírica inviabiliza, em contrapartida, a falsificação. Assim, um modelo desse tipo pode persistir não por explicar a realidade, mas por não haver como refutá-lo, já que na sua amplitude e imprecisão tudo cabe.

“É claro que a eliminação de abordagens errôneas não é a mesma coisa que descobrir uma abordagem correta, mas a história da ciência nos revela que isto normalmente é um passo importante ao longo do caminho” (Eysenck e Keane, 1995, p 438)

**(b)** não é o caso de buscar um modelo explicativo único, a aprendizagem pode apresentar diferentes formas segundo conteúdos e situações diferentes, e, assim, para cada conteúdo a ser aprendido é necessário verificar qual o possível modelo que pode explicá-lo mais adequadamente. Modelos mais modestos, que buscam explicar fenômenos específicos em condições específicas, me parecem mais adequados a abordagem de eventos empíricos. A educação e, especificamente, a instrução, por serem fenômenos muito complexos, com múltiplas implicações, não podem ser explicadas satisfatoriamente como um todo, por uma teoria única de aprendizagem ou desenvolvimento. Antes, o fenômeno deve ser abordado de modo interdisciplinar, no sentido de buscar para tais eventos contribuições da psicologia, das ciências sociais e das áreas biológicas. Os resultados destes diferentes enfoques só podem ser considerados satisfatórios se se sustentarem no conjunto. Ou seja, explicações dadas para o comportamento dentro de laboratório, por exemplo, só serão suficientemente satisfatórias se explicarem o comportamento no ambiente natural, considerando todas as variáveis previstas na teoria.

Ao meu ver, a psicologia da educação, enquanto um ramo que busca explicar fenômenos relacionados a aprendizagem e desenvolvimento, só pode pretender maiores logros na explicação dos fenômenos pertencentes ao seu domínio de estudo, se adotar esta última forma descrita. Com modelos específicos passíveis de verificação empírica e falsificação. Só é possível a uma ciência evoluir se considerar seus tópicos problemáticos como legítimos, antes que verdades dogmáticas a serem defendidas de forma cega; encará-los como explicações incompletas a serem especificadas, ou falsas a serem abandonadas. Eysenck e Keane bem expressaram este problema lembrando que não é incomum entre pesquisadores o mau hábito de lidar com tópicos problemáticos dentro de uma teoria simplesmente omitindo-os (Eysenck & Keane, 1995, p 13). Certamente, tal conduta pouco acrescenta ao conhecimento de como ocorre a aprendizagem, e, portanto, como pode o professor intervir.

Tendo estas questões em mente, assumirei neste trabalho alguns pontos básicos:

- a)- O pensamento é um fenômeno interno recebendo influência fundamental do ambiente social.
- b)- O conhecimento sobre o que vem a ser pensamento deve ser buscado nos seus diferentes aspectos, desde as habilidades mais básicas e primárias até aspectos muito complexos, e ainda, na intersecção de diferentes áreas. Embora o pensamento apresente características específicas e muito complexas, compartilha de características com, e depende de, processos e habilidades básicas, como sensação e percepção, aprendizagem e memória.
- c)- Não creio que hoje tenhamos um modelo único que possa explicar satisfatoriamente todos os aspectos do pensamento. Assim, acredito ser mais frutífero colocar a ênfase em problemas bem definidos que se pretenda responder e não em modelos gerais.
- d)- No desenvolvimento do pensamento, certos elementos são geneticamente predispostos, outros são de cunho desenvolvimental e outros, certamente a grande parte do pensamento adulto, fruto do ambiente social e da aprendizagem, em interação com os primeiros elementos.
- e)- Não é possível isolar influências motivacionais e emocionais do funcionamento cognitivo;
- f)- Não é possível ignorar diferenças individuais no funcionamento cognitivo.

A partir destes pontos, examinando o problema da instrução de procedimentos metacognitivos em resolução de problemas geométricos em crianças pré-escolares, a psicologia cognitiva tem me parecido um referencial especialmente promissor pela sua clareza teórica-metodológica, conciliação entre formulação de modelos e trabalho experimental e aplicabilidade educacional. Assim, sem deixar de levar em conta contribuições de outras abordagens e áreas para a compreensão do problema, examinarei rapidamente alguns aspectos gerais da psicologia cognitiva que serão relevantes para a posterior discussão sobre procedimentos metacognitivos e cognição espacial.

## 1. PSICOLOGIA COGNITIVA

Enquanto no associacionismo a aprendizagem é conceituada como mudança na conduta, na psicologia cognitiva a aprendizagem, além de mudança na conduta, envolve, fundamentalmente, mudança no conhecimento. Para esta última, aprendizagem é mudança no conteúdo e na forma de organização do conhecimento.

A psicologia cognitiva tem sido reconhecida como uma ciência que busca compreender o processamento de informação. Tem como objeto de estudo a cognição, ou seja, processos envolvidos na aquisição, retenção e uso de informação

e, por outro lado, as relações entre o levantamento de metas, o planejamento da ação, a forma da conduta, e a avaliação dos resultados por parte do sujeito pensante. De um modo geral, postula que o procedimento adotado na resolução de problemas utiliza o conhecimento anterior, armazenado na memória, para interpretar novas informações. Assim, deve buscar conhecer qual a natureza da aquisição destes procedimentos, o que é, e como funciona, a memória; como o sujeito define metas e as mantém constantes no decorrer da resolução de problemas, entre outras questões.

Certamente, para definir uma abordagem teórica não basta especificar seu campo de estudo, mas também é necessário compreender seus pressupostos e métodos (Wessells, 1982). Dentro da teoria cognitiva encontramos uma certa diversidade de métodos e modelos. As diversidades dos métodos abrange o emprego de métodos experimentais, não experimentais e analogias com o computador, muito embora não haja uma dicotomia necessária entre estes (Eysenck & Keane, 1994).

Entre seus pressupostos básicos, figura o reconhecimento de estruturas internas, de princípios múltiplos de operação e de leis de operações mentais.

O reconhecimento das estruturas internas é o ponto chave na psicologia cognitiva. Neste aspecto, segundo Eysenck & Keane (op cit.), um dos precursores da psicologia cognitiva é Tolman. Embora com frequência o trabalho de Tolman esteja relacionado entre os psicólogos behavioristas, o fato de ter percebido que é impossível compreender certos aspectos da aprendizagem sem focar processos e estruturas internas, pode ser considerado como um passo em direção ao que posteriormente veio a se configurar como psicologia cognitiva.

Embora a psicologia cognitiva esteja em estreita relação com as neurociências, não se limita aos achados daquelas. Reconhece que os fenômenos cognitivos estão ancorados em processos básicos produzidos no sistema nervoso, contudo, admite que muitos dos processos cognitivos são mais complexos do que a descrição do funcionamento neural possa abarcar.

Outro ponto de partida é o pressuposto de que os processos cognitivos possuem ordenação e regras passíveis de serem descobertos e descritos. Supõe, ainda, que a descrição dos processos cognitivos devem ser naturalisticamente válidas, ou seja, devem ajudar a compreender o pensamento humano em situações cotidianas. Princípios derivados de pesquisa em laboratório devem ser passíveis de extensão a situações naturais.

Esta forma de conceitualizar a atividade cognitiva favoreceu, entre alguns estudiosos, a comparação entre a mente humana e o computador (Sierra e Carretero, 1996), o que deu origem a Ciência Cognitiva, ou Teoria do Processamento da Informação. Para Newell e Simon (1972), a operação mental é basicamente processamento de informações e resolução de problemas com base em algoritmos.

Também propiciou a Teoria dos Esquemas (Anderson, 1990), segundo a qual, a cognição baseia-se em esquemas. A interpretação de novas informações

se dá pela relação estabelecida entre esta e esquemas prévios armazenados na memória de longo prazo. Novas informações podem ser adquiridas alocando-as em esquemas novos ou modificando os anteriores.

O que há de comum entre essas abordagens é a aceitação tácita de que se trata de um comportamento deliberado de seleção de rotinas de conduta a serem aplicadas em diferentes contextos, servindo a metas intelectuais. Concordam que o pensamento, embora seja uma forma de comportamento (comportamento cognitivo), difere de outros comportamentos pelas suas características de:

a) dirigir-se a uma meta. Intencionalidade e deliberação são as características fundamentais que distinguem o pensamento e a resolução de problema de outros processos mentais (Peterson, 1975; Rosser, 1994). Pode-se tomar, assim, como a unidade funcional da conduta humana as intenções por parte do organismo de produzir modificações na situação em que se encontra (Bruner, 1984). A introdução da intenção como fator explicativo da conduta acarreta, do ponto de vista teórico, um destaque da percepção e da ação, acentuando o aspecto cognitivo da conduta, e uma necessidade de compreender o que ocorre entre uma situação perceptiva e a conduta propriamente dita.

Na atividade de resolução de problema, cabe ao indivíduo perceber e compreender a natureza da situação problema, real ou simbólica, e agir, cognitiva ou fisicamente, para conseguir modificá-la. Tal ação pode recair sobre a manipulação do conhecimento armazenado no sistema cognitivo ou num conjunto de operações neste sistema (Mayer, 1981)

b) atividade representativa. Ou seja, o pensamento não se limita a um tempo e espaço específico. Pode rever e analisar situações passadas, bem como antecipar situações futuras. Em outras palavras, o sujeito não tem que lidar, necessariamente, com a realidade, mas com a representação desta realidade. Assim, na resolução de problemas, o indivíduo é liberado das ações unidirecionais, podendo agir simbolicamente através de operações lógicas e lingüísticas que lhe permitem maior flexibilidade, economia de tempo e adaptação a novas situações.

Mayer emprega os termos pensamento, resolução de problemas e cognição de forma intercambiável, com base em definições gerais comuns aos três, quais sejam:

“O pensamento é cognitivo, mas é deduzido do comportamento. Ele ocorre internamente, na mente ou sistema cognitivo, e precisa ser deduzido indiretamente.

O pensamento é um processo que abrange certa manipulação de conhecimento no sistema cognitivo, ou um conjunto de operações nesse mesmo sistema.

O pensamento é dirigido e resulta num comportamento que "resolve" um problema ou se dirige em busca de uma solução.

Noutras palavras, pensamento é o que acontece quando uma pessoa resolve um problema, i.e., produz comportamento que faz uma pessoa mover-se de um dado estado para um estado final” (Mayer, 1981, p.13)

Para os fins deste trabalho, o que importa é o pensamento enquanto relacionado à resolução de problemas. Diferentemente das habilidades, nas quais o que está em jogo é a transformação imediata do ambiente (transformação delimitada por limites espaço-temporais), na resolução de problemas esta transformação, que pode nem mesmo vir a ocorrer, é mediada pelas representações.

## IV. DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO ESPACIAL

A área sobre a qual incidiram os problemas propostos às crianças foi de manipulação mental de transformações espaciais. Assim, uma clara compreensão do papel da instrução neste contexto não pode ser feita sem uma compreensão do que vem a ser cognição espacial e as características de seu processo de desenvolvimento, sobretudo se assumimos que o desempenho nas tarefas não é independente dos contextos nos quais estas se apresentam. Uma vez que ainda não há consenso sobre pontos básicos referentes à cognição espacial, como sua origem e as características de seu desenvolvimento, a própria proposição do problema poderia ser questionada, conforme o referencial que se assumir. Portanto, neste capítulo, a intenção é esclarecer tal processo e mostrar como o problema proposto se insere no quadro mais amplo do desenvolvimento de crianças pré-escolares. Minha fundamentação, coerente com o exposto no capítulo anterior, encontra suas bases na psicologia cognitiva e nas contribuições que a neurociência trouxe para a mesma.

A cognição espacial tem sido entendida como a capacidade de representar, transformar, gerar, lembrar, e manipular informações e relações espaciais. Embora haja controvérsias quanto ao grau de similaridade entre as capacidades cognitivas dos homens e dos animais, a grosso modo, hoje todos reconhecem que algum nível de cognição espacial pode ser reconhecida em comportamentos básicos de deslocamento sistemático. É graças a esta capacidade que é possível a muitas espécies se locomoverem, buscarem alimentos e escaparem de predadores de forma sistemática e não ao acaso, sendo, sem dúvida, um dos elementos básicos para a sobrevivência de muitas espécies animais. Capacidades mais complexas da cognição espacial permitem raciocinar com material figural e resolver problemas geométricos abstratos que exijam a antecipação de transformações entre relações. Assim, a cognição espacial tem sido considerada como um importante componente intelectual, e seu estudo pode ser uma poderosa fonte de informações sobre as capacidades intelectuais de um modo geral.

Do ponto de vista desenvolvimental, é inegável que o desenvolvimento da cognição espacial é uma grande realização da ontogênese, porém, não há acordo quanto a sua origem, as bases de seu desenvolvimento, os processos que o compõe, suas medidas e relações com outros aspectos da cognição. Questões como: a criança apresenta tais capacidades? a partir de que idade? sob que circunstâncias e sobre quais conteúdos? encontram respostas distintas de acordo com o referencial teórico e metodológico adotado.

Neste capítulo apresentarei os principais pontos de divergência entre as teorias da cognição espacial, sendo que, num plano geral, estes se dividem em: divergências conceituais e divergências metodológicas.

## **1. DIVERGÊNCIAS CONCEITUAIS**

Quatro pontos básicos de divergências conceituais aparecem nas teorias sobre o desenvolvimento espacial, conforme a revisão feita por Rosser (1994a):

- 1.1. Isomorfismo entre o espaço físico e mental.
- 1.2. O espaço mental é relativo ou absoluto.
- 1.3. O espaço mental é euclidiano ou não.
- 1.4. Bases do conhecimento e mecanismos de desenvolvimento.
- 1.5. Domínio geral e domínio específico em cognição espacial

Vejamos cada um destes pontos.

### **1.1. O isomorfismo entre o espaço físico e mental**

Ainda não está de todo resolvida na psicologia a discussão acerca de se o espaço mental mantém uma relação isomórfica com o espaço físico ou, diferentemente, se a representação que o sujeito tem do espaço tem características específicas, não encontradas no espaço físico. O espaço psicológico (ou mental) refere-se a esfera cognitiva e representacional. O espaço externo, contudo, refere-se a instâncias independentes da mente, das representações do mesmo, e pode ser descrito e definido pelos princípios da física. A grosso modo, considerando que é o espaço psicológico que permite que o sujeito se desloque pelo espaço físico de modo sistemático, se tal representação não mantiver uma relação de similitude com o espaço físico a sobrevivência do sujeito no meio ambiente fica comprometida. Colocando a questão nestes termos, parece sensato supor uma correspondência entre estes dois sistemas. Contudo, as coisas não são tão simples. Embora possamos reconhecer sem maiores problemas algumas características similares entre os dois, é sabido que o espaço psicológico apresenta outras características que, aparentemente, não encontram correspondência no espaço físico. Ainda, se de alguma forma o espaço externo tem implicações sobre as propriedades do espaço psicológico, este último poderia ser representado matematicamente tal como aquele, o que não é universalmente aceito entre as teorias.

### 1.3. O espaço mental é euclidiano ou topológico

O problema das características das descrições geométricas mentais não aparece só na divergência com relação ao espaço absoluto ou relativo, mas também nas discussões sobre se o espaço mental é euclidiano ou não. A forma como são psicologicamente descritas as relações entre os objetos pode ser do tipo descrita pela geometria euclidiana ou da forma descrita pelas geometrias não euclidianas. Assim, soma-se ao problema da métrica e escala, o problema de qual as características geométricas básicas da concepção psicológica do espaço.

Quando falamos em espaço euclidiano nos referimos a um espaço tridimensional, com uma métrica fixa, especificada por unidades de medidas escalonadas. Tal escala indica um valor específico que pode ser comparado com outros valores desta mesma escala ou outras, feitas as corretas adaptações. Assim, a localização, distância, tamanho, volume e forma de objetos, conforme descritas por uma geometria euclidiana, é fixa. A geometria euclidiana é caracterizada como as classes de transformações possíveis em um espaço tridimensional, preservando as características essenciais dos objetos. Nesta geometria são possíveis as chamadas transformações rígidas que englobam a rotação, translação e a reflexão. A grosso modo, podemos dizer que a rotação é o movimento que se imprime ao objeto sob o mesmo eixo; a translação é o movimento ao longo de um plano; e a reflexão é o movimento no qual o objeto é espelhado (fig. 1). Propriedades da geometria euclidiana são: angularidade, paralelismo e distância.

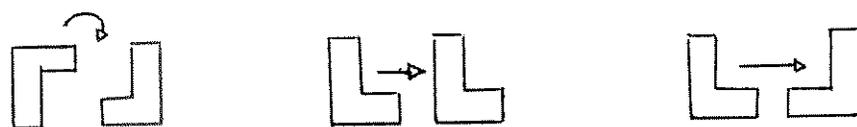
**Figura 3.** Representação esquemática dos movimentos de rotação, translação e reflexão.

O espaço não euclidiano prevê transformações não rígidas e uma geometria compatível com invariâncias. O espaço pode ser definido com mais de três dimensões. A métrica utilizada não é escalar. Entre as geometrias não euclidianas encontramos a topológicas e as projetivas. A geometria topológica abrange propriedades como: proximidade ou vizinhança, ordem, fechamento e continuidade. É chamada de geometria elástica por permitir manipulações não rígidas que não são permitidas na geometria euclidiana. As geometrias projetivas abrangem as propriedades da geometria topológica e acrescentam a esta propriedades como a retilinearidade, através da qual há invariâncias em certas propriedades de objetos geométricos projetados no espaço.

Embora na psicologia hoje, haja consenso acerca do fato de que as representações espaciais adultas refletem uma geometria euclidiana, não há consenso no que se refere ao pensamento espacial inicial da criança.

euclidianas. Assim, soma-se ao problema da métrica e escala, o problema de qual as características geométricas básicas da concepção psicológica do espaço.

Quando falamos em espaço euclidiano nos referimos a um espaço tridimensional, com uma métrica fixa, especificada por unidades de medidas escalonadas. Tal escala indica um valor específico que pode ser comparado com outros valores desta mesma escala ou outras, feitas as corretas adaptações. Assim, a localização, distância, tamanho, volume e forma de objetos, conforme descritas por uma geometria euclidiana, é fixa. A geometria euclidiana é caracterizada como as classes de transformações possíveis em um espaço tridimensional, preservando as características essenciais dos objetos. Nesta geometria são possíveis as chamadas transformações rígidas que englobam a rotação, translação e a reflexão. A grosso modo, podemos dizer que a rotação é o movimento que se imprime ao objeto sob o mesmo eixo; a translação é o movimento ao longo de um plano; e a reflexão é o movimento no qual o objeto é espelhado (fig. 1). Propriedades da geometria euclidiana são: angularidade, paralelismo e distância.



**Figura 3.** Representação esquemática dos movimentos de rotação; translação e reflexão.

O espaço não euclidiano prevê transformações não rígidas e uma geometria compatível com invariâncias. O espaço pode ser definido com mais de três dimensões. A métrica utilizada não é escalar. Entre as geometrias não euclidianas encontramos a topológica e as projetivas. A geometria topológica abrange propriedades como: proximidade ou vizinhança, ordem, fechamento e continuidade. É chamada de geometria elástica por permitir manipulações não rígidas que não são permitidas na geometria euclidiana. As geometrias projetivas abrangem as propriedades da geometria topológica e acrescentam a esta propriedades como a retilinearidade, através da qual há invariâncias em certas propriedades de objetos geométricos projetados no espaço.

Embora na psicologia hoje, haja consenso acerca do fato de que as representações espaciais adultas refletem uma geometria euclidiana, não há consenso no que se refere ao pensamento espacial inicial da criança.

Existem os estudos que afirmam que nas crianças a representação psicológica do espaço não poderia ser descrita por uma geometria euclidiana, ao contrário, a forma como as crianças descrevem o espaço seria melhor descrita pelas geometrias topológicas e projetivas. Dois fortes representantes desta posição são Piaget e Inhelder (1993; Piaget, 1975,1979). Para eles, o espaço inicial da criança é relativo, egocêntrico, e a geometria compreendida é a topológica. As operações topológicas constituem a base sobre a qual se desenvolverão as operações projetivas e euclidianas.

Inicialmente, as relações de comprimento e distância são tomadas como relações entre pontos finais de dois objetos, os critérios são de ordem hierarquizada, ou de relações de proximidade. Na discriminação de figuras considera características topológicas como aberta e fechada; dentro e fora; objeto furado ou não. Porém, não serão capazes, ainda, de levar em conta ângulos e retas, falhando, então, na discriminação entre um círculo e um quadrado, pois ambas as figuras serão entendidas como figuras fechadas. O espaço só é entendido com referência aos elementos em seu interior, e as comparações são feitas com relação ao próprio corpo.

Só bem mais tarde (por volta de 9 anos) é que a criança compreenderá, graças a coordenação de relações de um conjunto dentro do sistema de coordenadas, que os pontos no espaço podem ser definidos simultaneamente com respeito a dois (ou mais) sistemas de eixos. Assim, chegar a entender o espaço como uma rede de coordenadas, com locais ocupados por objetos que se movem de um ponto para outro, que tais movimentos não alteram o espaço ocupado por tal objeto e que este espaço é passível de medição, envolve um longo percurso desenvolvimental.

Outros autores discordam da concepção de Piaget e Inhelder de que o espaço inicial é topológico. Para Landau et al (1984; Landau & Spelke, 1988), a criança desde muito cedo representa a distância entre dois pontos e seus ângulos em um sistema de coordenadas tridimensional, o que só é possível se estiver operando mentalmente com referência a um sistema euclidiano. Em Landau et al (1984), é apresentada uma seqüência de oito experimentos muito bem controlados cujos resultados mostram que uma criança cega (portanto sem o auxílio da visão) de dois anos pode, a partir de certas informações sobre a localização de objetos em uma sala, encontrar rotas novas entre tais pontos. Com 4 anos, a criança cega pode compreender que um mapa (cartão com figuras salientes representando a si própria e objetos na sala) é uma representação do espaço, e a partir deste consegue localizar a si e aos objetos na sala. Considerando que nestes experimentos outras pistas como cheiro, sons, interferência do experimentador, luminosidade, textura do piso, entre outros, foram cuidadosamente controlados, podemos admitir que, claramente, mesmo com pouca idade a criança faz inferências sobre ângulos, retas e distâncias entre pontos.

A partir destas pesquisas os autores identificaram três características do conhecimento espacial (Landau et al, 1984; p. 256):

- a) que o conhecimento espacial é uma forma de conhecimento gerativo, ou seja, a partir de algumas rotas conhecidas entre dois pontos a criança é capaz de gerar uma infinidade de outras rotas nunca antes vistas.
- b) o conhecimento espacial origina-se de informações abstraídas. As informações espaciais processadas transcendem as particularidades dos sistemas perceptuais através dos quais são obtidos, não podendo ser atribuídas a informações sensoriais (inputs modais).

- c) o conhecimento espacial segue uma geometria euclidiana. As inferências feitas pela criança para criar novas rotas entre os objetos segue exatamente os princípios da geometria euclidiana de pontos, linhas e ângulos. As premissas utilizadas pela criança para executar sua tarefa de navegação são incompatíveis com a geometria topológica.

Os achados de Landau, apresentados acima, são incompatíveis com a teoria de Piaget e Inhelder, segundo a qual, a criança pequena tem uma compreensão 'primitiva' do espaço, que a impede de representar propriedades euclidianas. A compreensão da criança, compatível com percepções topológicas rudimentares, leva-a a cometer erros ao prever rotas em atividades que requerem concepção representacional e manipulação de informação sobre área, comprimento, distância, perspectiva e orientação. O sucesso neste tipo de atividade, para Piaget, não é esperado até que a criança atinja níveis estruturais mais complexos. Embora certos piagetianos continuem sustentando as afirmações de que o espaço inicial é topológico, tal afirmação é cada vez menos convincente frente a quantidade de dados que trabalhos bem delineados estão produzindo. As evidências apresentadas por Piaget e Inhelder muitas vezes apresentam interpretações dúbias, bem como técnicas de pesquisa que com o avanço da ciência já foram superadas, conforme serão discutidas mais a frente no item referente às divergências metodológicas.

#### **1.4. Bases do conhecimento espacial e mecanismos de desenvolvimento**

Há ainda falta de consenso sobre se o conhecimento espacial é de alguma forma a priori ou fruto da construção pela experiência, e qual seu mecanismo de desenvolvimento.

Duas posições básicas são assumidas:

##### **1.4.1. Decorrente da experiência**

O conhecimento espacial é necessariamente decorrente da experiência do indivíduo sobre o ambiente. Os que assim entendem o desenvolvimento espacial, compartilham a idéia de que nós habitamos um espaço euclidiano e que, portanto, esta é a estrutura mental resultante, uma vez que é a estrutura experienciada. Neste caso, mais de uma explicação sobre o desenvolvimento espacial na ontogênese é possível.

- a. Existem os que concebem o desenvolvimento a partir de inputs sensoriais. A construção do espaço, neste caso, é uma decorrência da percepção, e o espaço representado corresponderia, necessariamente, àquele percebido. Neste trabalho, não trataremos destes estudos.

- b. Outros, como Piaget (1975, 1979, 1993b; Piaget e Inhelder 1993), embora também concebam o espaço como uma construção, não aceitam que esta construção seja uma decorrência pura da percepção. Para eles, o grande eixo condutor do desenvolvimento é a ação do sujeito sobre o ambiente.

Piaget postula um único mecanismo de desenvolvimento geral que é desencadeado pelas ações exploratórias do sujeito cognoscente, ações estas que, no início, são fundamentalmente motoras, e que, gradativamente, coordenam-se e desenvolvem-se, tornando-se ações interiorizadas e, por fim, transformam-se em sistemas operacionais. A coordenação das ações do sujeito sobre o meio, através do sistema de equilibração progressiva das estruturas lógicas gerais, garantem coerência ao desenvolvimento como um todo. Assim, a representação espacial, como parte de um todo, tem a mesma natureza que outros fenômenos cognitivos, tais como o conhecimento lógico ou matemático.

Para estes autores, o espaço inicial da criança é “formado de quadros suscetíveis de reconhecimentos, mas sem permanência substancial nem organização espacial” (Piaget, 1979, p. 12). Não existe, inicialmente, nenhuma operação exata, pois trata-se de percepções puras, não sendo possível distinguir mudanças de estado de mudanças de posição. E como discutido mais acima, concebem o espaço psicológico da criança pré-operacional relativo, egocêntrico, e incluindo uma geometria topológica.

Embora a criança nesta fase possa desempenhar ações práticas, não possui, ainda, o conceito de espaço. A transição do espaço prático para o conceitual, do espaço relativo para o absoluto e do espaço topológico para o euclidiano, é uma realização possível graças a coordenação das ações. Através desta, a criança organiza e constrói progressivamente um mundo composto de objetos permanentes, que se situam em um espaço e tempo objetivos, e que obedecem às leis da causalidade. O universo se torna “ao mesmo tempo estável e exterior, relativamente distinto do mundo interior e no qual o sujeito se situa como um termo particular entre muitos outros, formando um conjunto” (Piaget, 1979; p 11)

Para Piaget, quatro categorias básicas são responsáveis pela aquisição do conceito de universo objetivo: objeto, tempo, espaço e causalidade. Tais conceitos, uma vez construídos, funcionarão, no decorrer do desenvolvimento mental, como invariantes no desenvolvimento do conhecimento de uma realidade objetiva e logicamente coerente.

Esta descrição fornecida por Piaget, para a emergência do universo objetivo, tem sido criticada. Dois pontos principais são discutidos.

- a descrição e interpretação do desenvolvimento de categorias específicas, como por exemplo, o conceito de objeto.

- a uniformidade lógica das operações no interior dos estágios, as quais são entendidas como independentes de contextos.

Retomaremos estes dois pontos logo mais abaixo. Antes, porém, é importante discutirmos as teorias alternativas que tem sido propostas para o desenvolvimento espacial.

#### 1.4.2. Predisposições

Os que não aceitam a idéia de pura construção, durante a ontogênese, perguntam-se como determinados aspectos da cognição espacial podem ser tão uniforme entre os indivíduos, independente de gênero e ambiente, se as experiências são tão diversas. Ainda, como é possível explicar construções coerentes a partir de experiências por vezes contraditórias (como é o caso da experiência física e da experiência sensorial) que podem ser, em certos casos, totalmente divergentes entre si?

Dentre os que assim pensam, duas posições devem ser destacadas: (1) o inatismo, e (2) uma interação entre predisposições genéticas e ambiente<sup>6</sup>.

De um modo muito geral, quase filosófico, a visão inatista tem sua origem nas idéias de Kant, para quem o espaço é uma condição a priori do sujeito, 'uma condição do perceber antes que uma coisa percebida' e é, necessariamente, absoluto e euclidiano. O conhecimento espacial é, assim, imposto pelo sujeito sobre a experiência. Há uma predisposição do indivíduo para impor estruturas espaciais que especificam e organizam o espaço percebido. Independentemente de como vem a ser o espaço, a configuração que dele temos é, em si, uma forma de interpretá-lo e codificá-lo que, não necessariamente, deve corresponder ao que ele é em si. Neste caso, para o desenvolvimento individual, a natureza do espaço físico, ou as experiências individuais nele vividas, seriam indiferentes. Estas idéias estão de acordo, também, com certas idéias evolucionárias de que o espaço físico euclidiano é uma função da espécie. Para esta, o indivíduo é provido de uma geometria que lhe possibilita e garante a sobrevivência no espaço. Para os que assim pensam, cabe o desafio de explicar como os postulados iniciais são atualizados no decorrer das experiências dos indivíduos, já que o conhecimento dado a priori deve corresponder ao espaço físico realmente ocupado pelo indivíduo para garantir a sobrevivência (Rosser, 1994).

Atualmente, não existem mais sérios defensores desta classe de posição inatista, assim, não perderemos tempo com ela.

O que muitos autores modernos tem sugerido, com base nas evidências surgidas, é que certos conceitos são frutos de uma forte predisposição genética em interação com o meio. Para estes autores, tais predisposições não são gerais, e não podem ser tomadas com o mesmo peso para todos os conceitos

<sup>6</sup> Não da forma tomada por Piaget.

espaciais que encontramos no conhecimento adulto. É importante que isto esteja claro, pois, diferentemente da teoria piagetiana, não há a proposta de uma teoria que possa abarcar todos os fenômenos. Antes, estes últimos são tratados de forma quase independente. Assume-se que certos conceitos são fundamentais para a sobrevivência da espécie e possivelmente existem condições genéticas predispondo sua emergência (ex. desenvolvimento da capacidade de representação e localização espacial). Outros são inerentes a cultura social na qual o sujeito se desenvolve e são, portanto, desenvolvidos na interação social (ex. estratégias de quantificar ou classificar), e, ainda outros, só se desenvolverão em situações educacionais sistemáticas específicas (ex. conhecimento lógico formal).

Ilustraremos as distinções anteriores (4.1 e 4.2) através da discussão do conceito específico de objeto e do desenvolvimento em tarefas envolvendo conceitos geométricos. Tomemos agora a discussão de um conceito estudado e interpretado como coordenação lógica de ações por Piaget e como complexas relações de desenvolvimento neuro-anatômicas, coordenações neuronais e experiência por outros autores.

#### 1.4.3. Conceito de objeto: um exemplo

Um dos elementos básicos do desenvolvimento, em geral, e do desenvolvimento espacial, em particular, é o conceito de objeto, e das formas como o objeto deve se comportar no espaço. Tal conceito possibilita aos sujeitos representarem os objetos mesmo quando estes não se encontram no seu campo visual. Ter conhecimento do objeto enquanto tal, significa reconhecer que ele tem limites, substância, forma e existência no tempo e espaço, independentemente da percepção e ação do sujeito, ou seja, os objetos obedecem a leis físicas e, portanto, o comportamento destes no espaço é previsível. Se a forma como o sujeito chega a conhecer o objeto enquanto tal é decorrente de sua ação, da maturação, da percepção, ou de outros processos, é o que cabe a psicologia identificar.

Piaget (1979) afirma que o desenvolvimento da permanência do objeto obedece às mesmas leis do desenvolvimento sensoriomotor, seguindo os mesmos seis estágios que descreve para este no que se refere a construção das categorias de tempo, espaço e causalidade. Estes estágios vão de uma total falta de representação mental do objeto por parte do bebê, manifestada pela inexistência de qualquer comportamento de busca (0-4 meses); até o bebê (18-24 meses) poder representá-lo como um objeto com existência independente do próprio sujeito, obedecendo as mesmas leis de causalidade que a própria criança. O sujeito pode, agora, evocar representações internas dos objetos, movimentos, e acontecimentos ausentes.

A estratégia de investigação na pesquisa piagetiana deixa dúvidas quanto a adequação de suas interpretações, visto que, frequentemente, muitas habilidades estão envolvidas numa mesma atividade (Rosser, 1994; Landau e Spelk, 1988; Cornell, 1978). A atividade de busca, por exemplo, não envolve

apenas estruturas cognitivas, mas também motoras e de coordenação de diferentes funções. Assim, frente a criança que não encontra o objeto não é legítimo concluir, simplesmente, que não possui o conceito deste. Pois, isto pode estar relacionado a alguma falha na memória, ou ainda, a alguma insuficiência motora. Em casos que envolvem mais do que uma habilidade, quando a criança apresenta um bom desempenho, então é possível dizer que ela tem tais competências. Entretanto, quando há falha, não é possível concluir a que se refere exatamente, pois múltiplos fatores podem estar concorrendo para esta insuficiência. Este é um ponto que tem sido criticado nas conclusões de Piaget com relação à construção de diversas capacidades, e, também, fortemente questionado no que se refere ao conceito de objeto. Torna-se necessário, então, isolar habilidades, de tal modo que se possa verificar onde, exatamente, se encontra a falha.

Rosser (1994) refere-se a três aspectos da noção de objeto que tem sido alvo de muitas pesquisas:

- a-) Conhecimento do comportamento do objeto
- b-) Comportamento de erro 'AB'.
- c-) Inferência de movimentos não visíveis do objeto.

Vejamos com detalhes cada um destes:

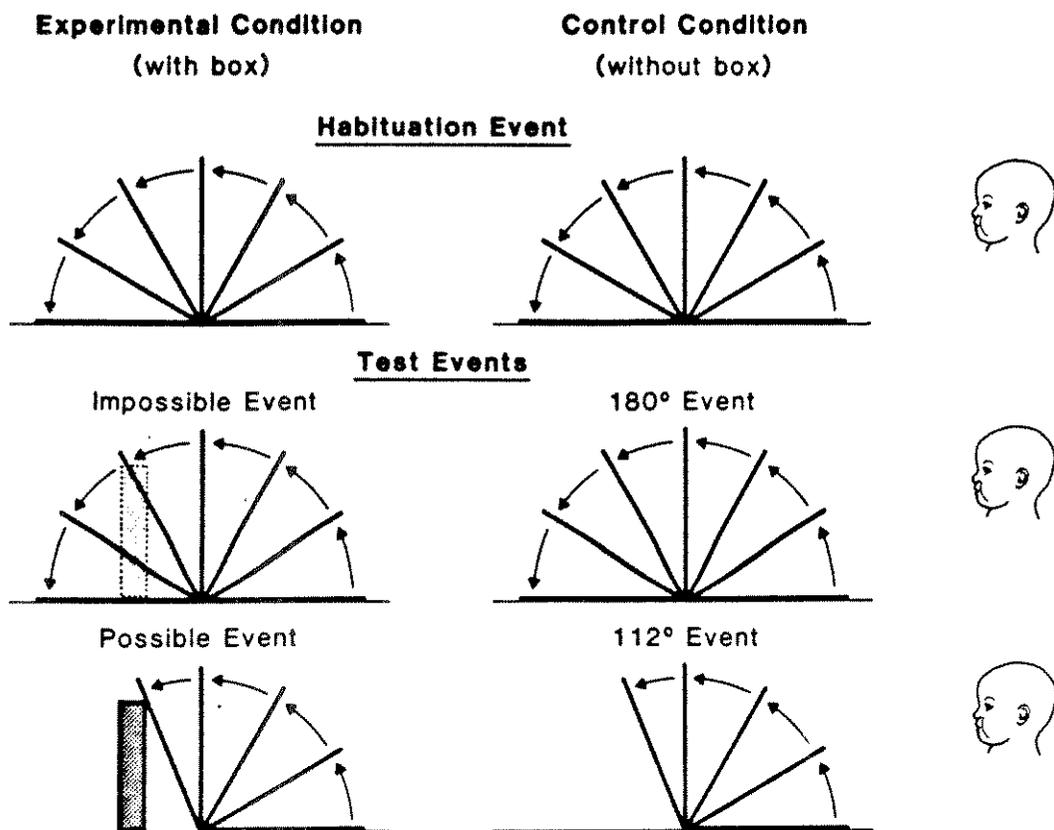
#### a-) Conhecimento do comportamento do objeto

Quanto ao primeiro aspecto, vários autores têm engenhosamente elaborado delineamentos experimentais que possam evidenciar representação mental do objeto e de suas características, isolando-as da necessidade de busca manual do objeto ou de recorrência à memória. Para isso utilizam: registro e avaliação da trajetória do olhar, ou índice de reação galvânica; e análise dos resultados em função do tempo entre a espera e a resposta.

Pesquisas que registram e analisam o olhar da criança que acompanha um objeto, têm mostrado que o olhar da criança continua seguindo a trajetória dos objetos ainda que estes se ocultem por trás de anteparos. No entanto, estes dados também parecem ser ambíguos: o olhar da criança pode estar simplesmente dando continuidade a um comportamento desencadeado anteriormente. Assim, por si mesmo, esse dado não permite uma conclusão final.

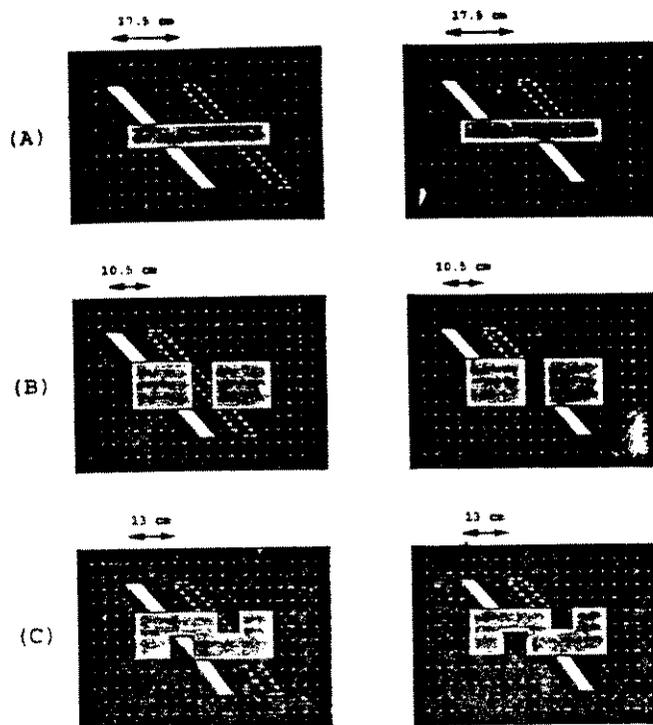
Um resultado mais preciso foi conseguido em uma pesquisa de habituação realizada por Baillargeon et al (1985) e Baillargeon (1987). Nestes trabalhos, foi medida a reação galvânica de crianças de 0;3(15) diante da projeção de uma tela que 'deita-se' sobre um sólido (veja figura 4). Ora, o espaço ocupado por um objeto sólido não pode ser simultaneamente ocupado por outro objeto. É esse comportamento insólito, desrespeitando um princípio físico, que a projeção simula. O interessante é que os bebês respondem a esta cena com reações de estranheza. Os resultados desta engenhosa pesquisa sugerem que os bebês tem

conhecimento do objeto enquanto um sólido que ocupa lugar no espaço, e que possui características como contornos e formas.



**Figura 4.** Representação esquemática do bebê frente a situação controle e experimental. In Baillageon (1987, p 656)

Johnson e Aislin (1995), investigando se os bebês demonstram ter concepção dos objetos enquanto unidades, mediram as reações de bebês frente ao movimento de duas extremidades visíveis de uma vara, com o meio encoberto por um anteparo. Estes movimentos são ora coerentes (as duas extremidades se movimentam como partes de uma unidade), ora são incoerentes (as extremidades se movimentam como objetos independentes) (veja fig. 5). As reações dos bebês a partir de 2 meses de idade, reagindo quando as partes se movem de modo incoerente, demonstram claramente que possuem a concepção de objeto enquanto unidade.



**Figura 5.** Representação do material usado no estudo sobre unidade dos objetos. In: Johnson e Aislin (1995, p 741)

A soma destas pesquisas certamente confirmam que o conceito de objeto, enquanto um sólido que obedece certas leis e que se comporta como uma unidade, tem origens anteriores as postuladas por Piaget. O importante aqui não é se acontece antes ou depois, mas o mecanismo de desenvolvimento. No caso, parece que estas reações não podem ser explicadas pelo mecanismo proposto por Piaget. Para ele, a noção do objeto implica na compreensão dos grupos de deslocamento. Tais necessidades lógicas, inerentes a teoria piagetiana geral, não se sustentam frente aos dados empíricos encontrados. Assim, podemos supor que o mecanismo de desenvolvimento proposto por Piaget não é suficiente para explicar o desenvolvimento do conceito de objeto.

Embora Johnson e Aislin (op cit) encontraram evidências de conhecimento em crianças muito jovens, explicitamente rejeitam a idéia de um conhecimento inato de objeto com características como permanência, contornos e formas, e sujeito as leis físicas, uma vez que evidências deste conhecimento não são encontrados em recém nascidos. Sugerem, então, que o desenvolvimento nestes primeiros 4 meses de vida é necessário para que a capacidade de perceber o objeto enquanto tal se constitua. No entanto, resta saber exatamente o que, neste desenvolvimento inicial (primeiros 4 meses), produz o conceito de objeto. Johnson e Aislin sugerem duas possíveis explicações a serem consideradas: (1) a primeira é que a maturação da camada externa do córtex, que ocorre no segundo mês, pode estar associada com o funcionamento emergente de várias redes neurais, e as mudanças no comportamento visual dos bebês podem ser, de algum modo, dependentes destas redes, uma vez que entre estas estão as do lobo temporal, cuja

função está relacionada a identificação de objetos. (2) Outra possibilidade, como propõe Mandler (1992; in Johnson e Aslin, 1995), é que a estrutura conceitual necessária ao conceito de objeto pode ser derivada da atividade perceptual através de um processo de análise perceptual. A atividade de análise perceptual envolve a habilidade cognitiva de fazer inferências a partir de inputs perceptuais. Tal capacidade não foi encontrada em crianças antes de 2 ou 3 meses de idade. Se tal hipótese se verificar, o desenvolvimento da habilidade de percepção está muito mais implicada na capacidade de reconhecimento do objeto enquanto tal do que supomos. A propósito, muitos avanços tem sido feitos na área de percepção nos últimos anos, e ela não pode mais ser entendida e tomada como uma habilidade secundária e dependente do desenvolvimento das estruturas cognitivas como proposto por Piaget.

#### b-) Interpretação do erro AB

A partir de 8 meses (mais ou menos) a criança apresenta um comportamento muito característico com relação ao objeto, comportamento este que foi observado e descrito por Piaget (1979), que o denominou erro AB. Se um objeto for escondido sob o olhar da criança atrás de um anteparo A, e a criança tiver sucesso ao buscá-lo, quando for escondido; ainda sob o olhar da criança, atrás de um anteparo B, a criança o buscará em A e não onde o viu desaparecer por último. O erro AB é interpretado por Piaget como uma falta de constância da imagem do objeto mantida pelo bebê de 8 meses. Embora nesta fase a criança demonstre um início de representação, esta última está ainda muito comprometida pelo egocentrismo infantil, no qual predomina o objeto ligado à ação do sujeito que, neste caso, mantém-se preso a última ação de busca que teve sucesso. Na análise de Piaget, a ação de buscar em A promoveu um quadro perceptivo interessante que o sujeito deseja repetir, assim, o que busca em A não é exatamente o objeto como nós o entendemos, mas um prolongamento de tal percepção.

Porém, outros dados interessantes têm sido encontrados, e que não podem ser explicados pela teoria piagetiana, por exemplo:

- a) algumas vezes a criança busca em A mesmo quando o objeto está visível em B, portanto, a busca em B não envolveria representação mental;
- b) a criança busca em A olhando para B;
- c) em casos em que o objeto é colocado em recipientes fundos, a criança muitas vezes se dirige a A, e, sem tentar alcançar o objeto dentro dele, volta-se para buscá-lo em B, desta vez esforçando-se para alcançar o fundo, e tendo sucesso.

Diamond (1985, 1988) buscando integrar o conhecimento derivado das neurociências, da psicologia comparativa e da psicologia do desenvolvimento, atacou este problema através de experimentos em que incluiu:

- o tempo de espera antes da busca;
- a idade da criança quando começa a apresentar o erro e quando já não erra mais;
- o objeto a ser buscado estar visível ou não;
- compara dados de crianças com dados de adultos com o lobo frontal lesionado;
- manipulação experimental em primatas.

Juntando os resultados conseguidos com revisões feitas a partir da literatura, Diamond (1985) postula que o sucesso em tarefas do tipo AB fundamenta-se no domínio de duas habilidades básicas:

- a) a habilidade de medir a separação temporal (memória) e
- b) a capacidade de inibir a resposta preponderante.

Com relação a implicação da memória no erro AB, Diamond observa que quando o tempo de espera antes de efetuar a busca é inferior a 2 segundos não ocorre o erro. O tempo de espera necessário para que o erro ocorra aumenta proporcionalmente ao aumento da idade. Bebês com 0:7(15) a 0:9 cometem este erro quando o tempo de resposta é de 2 à 5 segundos; enquanto com 1:00 só a partir de 10 segundos cometem tal erro.

No que se refere à capacidade de inibição de comportamentos preponderantes apresenta uma série de trabalhos comparativos com primatas e com adultos lesionados. Nos trabalhos com primatas observou que tarefas de respostas retardadas (delay-response) estão em estreita relação com a maturação do córtex no funcionamento do lobo frontal. Animais com o lobo frontal danificado, quer por ação mecânica, quer por drogas, tornavam-se incapazes de realizar tarefas de respostas retardadas, embora possam realizar outras atividades aparentemente semelhantes. O tipo de erro cometido pelos primatas com o lobo frontal lesionado, ou pelos muito jovens, assemelha-se aos erros cometidos por crianças nas tarefas de busca AB. O que leva a supor que mecanismos semelhantes estejam envolvidos.

Estudando adultos com lesões nesta mesma região, observou que estes, embora saibam resolver o problema e possam dar a resposta verbal correta, são incapazes de inibir um comportamento anteriormente executado, e que prevalece sobre o que seria, na nova situação, a resposta correta. Tudo indica que o córtex pré-frontal é responsável pela integração das informações sequenciais, por vezes contraditórias, como: onde o objeto foi encontrado por último e onde o objeto foi visto por último. A dificuldade está em processar estas informações e inibir a resposta motora reforçada anteriormente, que age aqui como comportamento preponderante. Será só com o funcionamento maduro do córtex pré-frontal, o que se dá entre 0:7(15) e 1:00 meses, que o sujeito poderá responder a tarefas do tipo AB ou de delay-response sem erros ou hesitações.

Tais achados demonstram que a falha da criança não se deve a estrutura do seu conhecimento, mas a falta de integração e coordenação de funções

que permitem à criança expressar o que sabe. O erro AB, explicado por Piaget como erro egocêntrico, ou seja, incapacidade da criança de dissociar o comportamento do objeto do seu próprio comportamento, na verdade parece ser imaturidade do córtex pré-frontal em processar informações da memória e, com base nestas informações, inibir o comportamento preponderante. Embora a criança saiba que o objeto encontra-se em B, não é capaz, ainda, de inibir seu comportamento de busca em A.

c-) Inferência de movimentos não visíveis dos objetos no espaço.

A última realização na consolidação do objeto permanente é a capacidade da criança inferir a localização de objetos através da representação de movimentos não observados. Por exemplo, o objeto é colocado em um recipiente X. Tal recipiente passa por trás de um anteparo e aparece sem o objeto. A localização do objeto precisa ser inferida a partir da reconstrução do movimento do recipiente. Tais comportamentos de busca envolvem múltiplas capacidades, e são complexos. O que tem sido levantado é que inferir movimentos e localizações não é uma propriedade de tudo ou nada, sendo que a complexidade das transposições, bem como outros fatores e informações, afetam a probabilidade de sucesso na busca (cf. Rosser, 1994).

Nas pesquisas com animais tem sido feita a distinção entre “aprendizagem de resposta” e “aprendizado de lugar”. A primeira se refere a aprendizagem de uma seqüência de respostas que mantém referência com o próprio corpo do sujeito, egocêntrica. O que é aprendido neste caso é uma seqüência definida de respostas, como a distância que deve percorrer e se deve voltar-se para a direita ou esquerda. Na segunda, ao contrário, a referência é allocêntrica, ou seja, os pontos de referência estão fora do corpo do sujeito, são pontos externos. Assim, independentemente do ponto de partida, o animal deve ser capaz de encontrar seu objetivo, visto que é capaz, a partir de referência externa, de adequar seu comportamento em função da localização do alvo.

A aprendizagem de lugar exige a formação de um mapa espacial, representado internamente, que orienta o comportamento de locomoção dos sujeitos. Estes achados baseiam-se em duas pesquisas básicas, a da plataforma submersa e o labirinto em T (cf. Davey, 1981). Na experiência da plataforma submersa, colocou-se um rato em um tanque cheio de água opaca (com leite) com uma plataforma em uma das extremidades. O rato era obrigado a nadar até a plataforma. Essa plataforma era encoberta de modo a não poder ser vista. Ainda assim o rato nadava diretamente em sua direção, não só quando seu ponto de partida era o mesmo, mas também quando seu ponto de partida era diferente. Uma vez que as bordas do tanque e a superfície da água não podia ser utilizada como referências sobre a localização da plataforma, como o rato podia nadar diretamente para a plataforma? A possibilidade de ser decorrente de uma aprendizagem de

resposta específica (distância e referência a seu próprio corpo) não é sustentada uma vez que os pontos de partida são alterados. A explicação mais plausível é a da formação de um **mapa espacial** a partir de referências do ambiente mais amplo, que permite ao rato localizar a si e a plataforma com relação ao tanque e, assim, encontrá-la.

Este achado confirmou-se em experiências nas quais um rato é colocado na extremidade inferior de um labirinto em T e deve encontrar uma saída na extremidade superior esquerda. Posteriormente, a haste inferior sofre um giro de 180°. Se o rato tivesse aprendido uma sequência de respostas específicas, cuja referência fosse seu próprio corpo, ou seja, seguir em frente, dobrar a esquerda, continuar em frente, ele cometeria um erro, agora que o ponto de saída se inverteu. Entretanto, o rato não comete esse erro, ele é capaz de reordenar seu deslocamento com relação a referências externas e substituir o giro para a esquerda pelo giro para a direita.

O'Keefe e Nadel (1978) identificaram a formação hipocampal como o componente cerebral responsável pela habilidade de usar estratégias de mapa espacial para locomover-se no ambiente. Induzindo lesões no hipocampo, os animais se tornam incapazes de encontrar a plataforma submersa, embora sua capacidade de encontrar a plataforma quando esta está visível permanece intacta.

Pesquisas com ratos verificaram que a maturação do hipocampo ocorre tarde no desenvolvimento destes, e, assim, estes não podem encontrar a plataforma submersa (aprendizagem de lugar) até que tal desenvolvimento ocorra, embora possam dirigir-se a plataforma quando ela está visível (aprendizagem de resposta). Tal achado mostra que os mecanismos cerebrais (neurais) subjacentes a estes dois comportamentos são dissociados, o primeiro envolve o que se pode denominar de representação, enquanto o segundo envolve coordenação de respostas motoras. Estudos tem sugerido que o desenvolvimento destas habilidades espaciais é similar entre humanos e alguns animais.

Em estudos com bebês, Landau e Spelke (1988) realizaram um experimento no qual bebês de 9 meses tem que buscar um objeto que observam sendo colocado em um de dois recipientes. Devem buscar o objeto depois de serem girados 90 ou 180 graus, executando movimentos de rotação, translação ou ambos simultaneamente. Os resultados confirmaram a hipótese das autoras de que os bebês podem encontrar o objeto quando o movimento sofrido pelo sujeito for do tipo simples - só rotação ou só translação - e não o encontrar quando o movimento é complexo - rotação e translação simultaneamente. Sugerem que a influência da complexidade geométrica pode afetar o desempenho de dois modos:

(a) as crianças tem grande dificuldade de representar mudanças na sua própria posição quando seu movimento combina rotação e translação. Já é conhecido o fato de que o sistema nervoso responde diferentemente a movimentos angulares e lineares, o que leva a uma certa dificuldade de registrá-los. O padrão

de procedimento óptico ativado na observação de movimentos de rotação ou translação também é diferente.

(b) as crianças têm dificuldade em reconhecer conjuntos depois de passarem por movimentos geometricamente complexos. O movimento de rotação implica que o sujeito mude sua própria orientação relativamente ao conjunto, e ele é capaz de fazê-lo. O movimento de translação implica que ele faça uma adaptação na congruência do arranjo inicial, ele também é capaz de fazê-lo. Porém, quando o sujeito é movido em ambos os sentidos, translação e rotação, tem que representar tanto a mudança de localização quanto de orientação relativa ao conjunto e a congruência entre o ponto inicial e final. Isso ele não é capaz de fazer. Nesta mesma pesquisa, os bebês não conseguem, em qualquer das situações anteriores, encontrar um objeto se este ficou atrás dele. Para as autoras está é uma falha no sistema de coordenação óculo-manual das crianças de 9 meses.

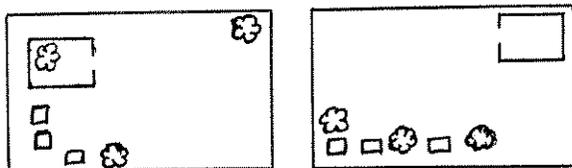
Todos estes fatos nos mostram que as concepções inatistas do conceito de objeto são incompatíveis com os dados experimentais atuais. Por outro lado, as teorias de desenvolvimento como a de Piaget, que postulam uma seqüência de estágios através dos quais tal conceito é paulatinamente construído, até atingir uma determinada forma final, também são errôneas. Na realidade, o conceito de objeto parece emergir a partir de interações complexas entre certas predisposições básicas de construção da arquitetura neural da integração e coordenação sistêmica desta estrutura, e a informação fornecida pela experiência.

### **1.5. Domínio geral ou domínio específico na cognição espacial.**

Com respeito à cognição espacial, o problema do conflito entre concepções de domínio geral e de domínio específico se manifesta de modo que, para os primeiros, a criança deveria apresentar desenvolvimento independentemente do contexto das tarefas. Para o segundo caso, isto não se verificaria.

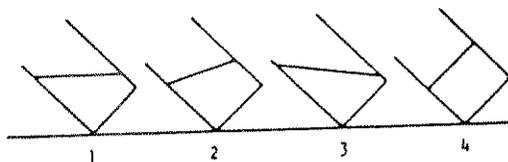
Como exemplo dos primeiros, Piaget e Inhelder (1993) estudaram o desempenho de crianças em tarefas de vários tipos e alegaram que o desempenho nas tarefas envolveriam as mesmas bases representacionais. Tal opinião foi contestada por Rosser (1994.b). Esta autora realizou um estudo comparando o desempenho nas tarefas de:

- a) conservação de área. Neste problema em que figuras são deslocadas em uma maquete, ora posicionando-se mais próximas, ora estando mais espaçadas, a criança deve demonstrar conservação da área entre transformações espaciais



**Figura 6.** Problema de conservação de área.

- b) nível da água. Neste tipo de problema a criança deve prever o que acontecerá com o nível de água contido em uma garrafa quando esta última for tombada. É similar ao problema das árvores que devem ser colocadas na encosta da montanha



**Figura 7.** Problema de nível de água. In: Linn e Petersen (1985, p 1479)

- c) tomada de perspectiva. Nesta tarefa a criança deve avaliar a aparência de uma cena tomada de uma perspectiva diferente.



**Figura 8.** Problema de tomada de perspectiva.

- d) rotação de figuras. Neste tipo de problema é necessário preservar a posição de um objeto após um dado movimento de deslocamento linear ou rotacional.



**Figura 9.** Problema de rotação de figura. In: Rosser et al (1984, p 2206)

Todas estas tarefas são consideradas de cognição espacial, uma vez que envolvem características espaciais. Todas foram estudadas por Piaget e Inhelder (1993) como envolvendo as mesmas bases representacionais e, portanto, tomaram como suposto que o desenvolvimento entre elas apresenta a mesma

função. Rosser (1994b), por outro lado, encontra correlação da performance apresentada pelas crianças entre as duas primeiras e as duas últimas, e não entre todas elas, como suporia uma teoria de domínio geral.

Para Rosser, os dois primeiros problemas, embora tenham características geométricas semelhantes aos demais, não exigem para sua solução que se analise elementos quantitativos, como tamanho ou distâncias (embora estas informações estejam dadas e possam ser utilizadas). Assim, para o primeiro problema, a criança pode aplicar a regra segundo a qual, independentemente da posição e ângulo do movimento das figuras, se nenhuma foi acrescentada e nenhuma figura foi retirada, a área ocupada por elas é a mesma. Neste caso, é irrelevante o grau de deslocamento da transformação, ou a exata localização resultante de um deslocamento para saber se a transformação alterará, ou não, características espaciais. O problema pode ser resolvido pela aplicação de proposições e princípios gerais.

Para o segundo problema, a regra é que a linha da água permaneça paralela ao chão (linha de base) independentemente da posição da garrafa. Para este tipo de proposição é irrelevante o ângulo exato de inclinação da garrafa. A resolução deste problema não exige a representação da garrafa e sua inclinação e, conseqüentemente, da relação que a água manterá com tal inclinação.

Piaget e Inhelder (1993) encontraram desvios nas funções previstas pela teoria no desempenho das crianças mais novas e mais velhas, porém, tentaram explicar esta diferença argumentando que as crianças mais novas resolvem tal problema recorrendo à memória — que para estes autores é a memória mecânica, que não envolve raciocínio — enquanto crianças mais velhas o vêm com uma relação entre variáveis.

Ou seja, nestes dois primeiros tipos de problemas o raciocínio proposicional (regra mental) pode ser aplicado com eficiência, não requerendo necessariamente manipulação de imagens mentais. Neste tipo de problema é possível aplicar proposições gerais. Nestas tarefas o raciocínio exigido envolve o uso de escala-nominal e variáveis categóricas. A aplicação de proposições não possibilita respostas mais ou menos corretas: ou o sujeito acerta ou erra.

Na tarefa de tomada de perspectiva, Piaget e Inhelder, coerentes com a teoria piagetiana geral, entendem que a criança deve ser capaz de compreender a relatividade das perspectivas, e coordenar as relações entre objetos de um conjunto dentro de um sistema de coordenadas. O sujeito pode chegar a tal raciocínio tanto através da coordenação lógica das relações projetivas envolvidas, quanto pela conversão direta destas relações ou, ainda, pela multiplicação de uma mesma relação com todas as outras. A correspondência entre o ponto de vista do objeto e as relações projetivas são biunívocas, ou seja, frutos de um esquema operatório no qual é possível antecipações e reversões. Um aspecto fundamental no curso deste desenvolvimento é que há diferenciação entre o ponto de vista próprio de outros possíveis e, para Piaget, tal diferenciação exige coordenação de conjunto. Daí que

não é possível falar em relações projetivas isoladas antes dos grupamentos, mesmo porque, a base do espaço projetivo é a coordenação operatória dos pontos de vista.

Rosser analisa de forma diferente as capacidades cognitivas envolvidas nestes quatro tipos de tarefas. Para ela, como mencionado acima, as estruturas mentais requeridas nas tarefas de rotação mental e tomada de perspectiva são distintas daquelas envolvidas nas tarefas de conservação da área e nível de água. Ser capaz de predizer a posição de um objeto que se desloca linearmente ou rotacionalmente é impossível sem a manipulação de variáveis quantitativas, como o ângulo de rotação e as distâncias percorridas. O mesmo pode ser dito para avaliar perspectivas distintas: é impossível fazê-lo sem levar em conta o ângulo. Nestes casos a criança deverá, necessariamente, imaginar o movimento de cada figura, e manipular tais imagens para resolver adequadamente o problema. Quando tais informações não são acessadas, manipuladas e mantidas, não é possível ao sujeito resolver problemas de rotação mental e tomada de perspectiva. Neste tipo de tarefa o raciocínio espacial exigido faz uso de uma escala intervalar. O procedimento requerido é quantitativo (fazer inferências de distâncias e ângulos, por exemplo) e a resposta da criança pode ter aproximações mais ou menos exatas. Geralmente, as crianças se saem melhor neste tipo de tarefas do que em tarefas que envolvam variáveis não quantitativas<sup>7</sup>.

Assim, os resultados dos estudos mostram que a performance pode variar entre as tarefas: em algumas tarefas o desempenho das crianças é precoce e, em outras, tardio. Diferentes tarefas podem revelar diferentes aspectos do desenvolvimento espacial, algumas tarefas podem ser respondidas por crianças muito jovens enquanto outras não. Ou ainda, a mesma criança que se sai bem em um tipo de tarefa fracassa em outro. Aparentemente, tarefas diferentes demandam consulta à representações mentais de tipos diferentes. Se representações diferentes são consultadas, o desempenho nas tarefas depende da natureza específica da informação apresentada ou requerida. Assumir estes pressupostos significa aceitar a evidência de que há fatos específicos envolvidos na cognição espacial. Portanto, não é esperada uniformidade de desempenho entre tarefas.

Quando padrões de desempenho entre tarefas não são uniformes, e é isto que se tem verificado quando está em jogo tarefas espaciais que comportam diferentes tipos de estratégias, não é possível sustentar uma teoria de domínio geral. Segundo Rosser,

“os achados têm sugerido um domínio multidimensional antes que unidimensional. A cognição espacial é, assim, um conjunto de capacidades cognitivas independentes, implicando em diferentes classes de representações mentais. Como capacidades cognitivas separadas, apresentam diferentes ritmos de desenvolvimento, de padrões de variações individuais e de interconexões entre elas. Aquelas cognições que

<sup>7</sup> Estudos sobre tomada de perspectiva e rotação mental serão retomados mais a frente no capítulo referente à imagem mental.

requerem representação de características quantitativas mostram um desenvolvimento contínuo, com interconexões fechadas e associadas com diferenças entre os sexos. Aquelas que dependem só de representações ao nível proposicional emergem cedo no desenvolvimento, mostram um padrão de desenvolvimento descontínuo, independência de outras tarefas espaciais e não apresenta diferenças entre sexos” (Rosser, 1994.b, p.277. Tradução livre da autora).

Finalmente, consideradas estas divergências conceituais, vemos que as teorias do desenvolvimento do espaço fundamentam-se em diferentes concepções da natureza deste último. Antes que discussões de caráter teórico-filosófico sobre tais concepções, acho que a psicologia deve buscar, e tem buscado, desenvolver teorias que encontrem suporte empírico.

Mas, não é só no campo conceitual que encontramos pontos polêmicos. No aspecto metodológico encontramos discussões sobre adequação de instrumentos e a significância dos dados. Este será o próximo item a ser analisado.

## **2. DIVERGÊNCIAS METODOLÓGICAS**

As pesquisas referentes a cognição espacial apresentam uma grande diversidade de técnicas, abrangendo desde modelos mais introspectivos, até os experimentais. Dentre estes últimos, que são os atualmente mais reconhecidos, encontramos uma variedade de procedimentos que abrangem: observação do comportamento; comparação entre resultados conseguidos com animais e humanos, crianças e adultos, normais e lesionados. As medidas tomadas para comparação também são variadas. Inevitavelmente, a perspectiva teórica do investigador leva-o a observar e considerar como dados viéses da realidade marcados pela sua concepção. Assim, aqueles que consideram certas competências como inatas, tendem a considerar qualquer comportamento mínimo como evidência de competência e procuram adaptar as tarefas às crianças pequenas. Ainda estes, em geral, por conceberem as bases do conhecimento como pré-formadas, buscam encontrar características essenciais semelhantes entre o pensamento adulto e infantil, com diferenças que se situam muito mais no âmbito quantitativo do que qualitativo. No outro extremo, aqueles que concebem o conhecimento como construído no decorrer da experiência, tendem a considerar evidências comportamentais como decisivas e, em geral, apresentam as tarefas às crianças como as apresentam aos adultos, sem ligá-las a contextos próximos a criança. Quando se considera o conhecimento como construído, postula-se que há diferenças na forma como pensam crianças e adultos, e o que se pretende conhecer é a gênese e transformação destas formas. Para isso, busca-se diferenças

qualitativas entre o conhecimento imaturo da criança e o conhecimento maduro do adulto.

Por se tratar de um comportamento complexo, e, principalmente, um comportamento que sofre transformações ao longo do desenvolvimento (mesmo que não haja um acordo sobre as bases de tal transformação), é muito difícil homogeneizar a escolha de tarefas através das quais espera-se ativar respostas cognitivas no sujeito. Quatro aspectos principais interferem nesta busca (Eysenck e Keane, 1994; Rosser, 1994)

- 2.1. Construção de tarefas equivalentes para diferentes idades.
- 2.2. Distinção entre capacidades cognitivas gerais e suas atualizações em diferentes contextos.
- 2.3. Distinção entre fazer espacial e conhecimento espacial
- 2.4. Medidas.

Vejamos com mais detalhes cada um destes aspectos.

### **2.1. Construção de tarefas equivalentes para diferentes idades**

Para comparar o conhecimento de jovens e adultos, não há dúvida de que esta comparação só pode ser feita se utilizarmos um instrumento equivalente para um e outro. Porém, como podemos criar tarefas equivalentes, que ativem os mesmos mecanismos para crianças e adultos, se não conhecemos ao certo qual é o curso do desenvolvimento? Este problema pode nos levar a enganos como comparar e interpretar como sendo o desenvolvimento de uma habilidade o que é, na verdade, dependente da idade (relacionadas a maturação, por exemplo).

### **2.2. Distinção entre capacidades cognitivas gerais e suas atualizações em diferentes contextos**

O segundo problema refere-se a dificuldade em distinguir o desempenho em um contexto específico da capacidade cognitiva geral. Como foi discutido com respeito à cognição, os indivíduos podem apresentar, e quase sempre apresentam, desempenhos diferentes frente a contextos diferentes.

### **2.3. Distinção entre fazer espacial e conhecimento espacial**

A dicotomia que alguns estabelecem entre ‘fazer espacial’ e ‘conhecimento espacial’, por vezes, provoca polêmicas e diferentes interpretações no que se refere a cognição espacial. Piaget e outros autores, (Inhelder et al, 1975; Legrand, 1974), diferenciam ‘fazer espacial’, entendido como conhecimento prático ou espaço vivido, de ‘conhecimento do espaço’ que seria a representação de tal espaço. Para estes autores, o primeiro é uma habilidade primária básica, que

pode ser aprendida por processos mais simples como, por exemplo, ensaio e erro. Esta habilidade possibilita a locomoção do sujeito no ambiente físico imediato, e a apreensão de suas características se dá pela percepção, supondo, assim, o contato sensorial entre o indivíduo e este ambiente. O conhecimento prático do espaço, assim entendido, não envolve processos cognitivos mais complexos.

O conhecimento espacial, por outro lado, refere-se a representação que se tem do ambiente, independentemente do contato físico. A representação do espaço é cognitiva, refere-se a manipulação de símbolos e sua transformação. Chegar a representar o espaço, na visão piagetiana, é um empreendimento que resulta de ações, inicialmente motoras e depois mentais, sobre tal espaço. A concepção de tal espaço, embora qualitativamente diferente e muito mais complexa, é construída em estreita relação com o espaço vivido. “O espaço concebido parece, por conseguinte, a um só tempo distinguir-se e alimentar-se do espaço vivido.” (Legrand, 1974;p 109). Para estes autores, estas duas instâncias - fazer espacial e conhecimento espacial - seguem ritmos de desenvolvimento diferentes, sendo que a primeira, o fazer espacial, é atingido antes que sua respectiva abstração. Assim, qualquer criança de 2 anos pode rolar uma bola em direção à mãe sem nada saber sobre trajetória. Discrepância semelhante, discutida por Piaget e referendada nos trabalhos de Dean (1971, 1979), ocorre entre a capacidade inicial de discriminação perceptiva e a habilidade de reprodução gráfica, que não são pareáveis no início do desenvolvimento. Crianças pré-escolares podem distinguir figuras geométricas, embora não sejam capazes de reproduzi-las graficamente.

Entretanto, tal distinção, na teoria piagetiana, é um tanto quanto difusa e inespecífica, uma vez que toda a inferência sobre o conhecimento espacial sensorio-motor, e do início do pré-operatório, está baseada em observações sobre o ‘fazer espacial’. Não é claro, então, a partir de que momento, exatamente, o ‘espaço vivido’ se distingue do ‘espaço conhecido’, não permitindo mais inferências de um, a partir da observação do outro <sup>8</sup>.

A distinção entre fazer espacial e conhecimento espacial remonta, em certos aspectos, a questão da dicotomia entre performance e competência. A performance refere-se àquilo que observamos no comportamento externalizado do sujeito, e, a competência, indica o conhecimento abstraído, a representação interna, cognitiva, que o indivíduo possui. Esta questão perpassa outros campos da psicologia cognitiva e não está ainda resolvida de forma satisfatória. Modelos explicativos do que é a cognição são criados a partir de comportamentos observados. O fato é que não basta a elaboração e criação do modelo, é necessário buscar evidências empíricas que sustentem tal modelo. O modelo gera hipóteses,

---

<sup>8</sup> Aliás, como aponta Baldwin (1980) e Flavell (1975), não é claro na metodologia piagetiana se suas observações foram delineadas experimentalmente para confirmar determinada hipótese ou se os dados observados deram origem a tal hipótese.

mas as hipóteses só podem se manter frente a testes empíricos. E o que é que pode ser tomado como medida capaz de testar empiricamente tais comportamentos cognitivos?

## 2.4. Medidas

Basicamente, as medidas usadas na cognição espacial, hoje, são: índices de reações galvânicas (Baillargeon et al, 1985; Johnson e Aslin, 1995); tempo de atenção ao estímulo e direção do olhar (Rochat e Morgan, 1995); tempo de reação em problemas (Shepard e Meltzer, 1971; Diamond, 1985, 1988); desempenho em resolução de problemas (Piaget e Inhelder, 1993b); análise dos artefatos (Dean, 1976, 1979; Dean & Harvey, 1979); exame das estratégias de procura e navegação (Landau et al, 1984; Landau & Spelke, 1978). Tais medidas, utilizadas de forma complementar, possibilitam maior objetividade na observação do comportamento.

Algumas medidas merecem ser analisadas com mais detalhes, principalmente porque serão utilizadas nesta investigação. São elas: a) desenhos, b) tempo de reação, e c) desempenho em resolução de problemas.

### 2.4.1. Análise de desenhos

A análise de desenhos sempre foi realizada como uma forma de saber o que as pessoas pensam sobre o tema desenhado. Este recurso baseia-se, de certo modo, no pressuposto comum de que o que os indivíduos desenharam tem uma relação isomórfica com o que eles sabem, ou seja, o sujeito desenha o que conhece a respeito daquilo desenhado.

Dentro desta mesma idéia comum, Piaget e Inhelder (1993b; Piaget, 1975) concebem o desenho como parte da função simbólica e, como tal, refletindo o que a criança concebe sobre o objeto e não o que vê. O desenho obedece, assim, às leis operativas e não perceptuais. No que se refere às concepções espaciais, o desenho reflete as diferentes fases desse desenvolvimento. Mesmo quando, por exemplo, a criança de 4 anos distingue formas circulares de retangulares, o fato de ela não possuir estruturas cognitivas que a capacitem a compreender tais formas e representá-las mentalmente, impede-a de representá-las em forma de desenho. Piaget e Inhelder (1993b) fizeram uso desta medida em muitos experimentos apresentados na “Representação do espaço na criança”.

Suponho que, contudo, a análise de desenhos é um recurso que oferece múltiplas interpretações, nem sempre consistentes entre si. Assim como o desenvolvimento do desenho parece estar diretamente relacionado ao desenvolvimento cognitivo, como defendido por Piaget, também se correlaciona de forma positiva com a idade, e esta última com habilidades motoras. Se é plausível supor que a evolução do desenho reflita evoluções cognitivas, não é

menos plausível supor que reflita melhora na habilidade motora. A questão é como distinguir tais influências (cf. Rosser, 1994).

A análise do desenho também apresenta outros problemas de interpretação. Quando a criança desenha uma figura com suas características definidoras bem claras, parece lógico concluir que ela tem tal conhecimento, porém, quando ela não desenha a figura com tais características, a interpretação não é tão clara. A criança pode conhecer, por exemplo, as características que distinguem um quadrado de um círculo, mas, contudo, não possuir a habilidade motora para reproduzir tais características. Um exemplo da impossibilidade de se chegar a conclusões definitivas sobre a capacidade de raciocínio a partir do desenho é fornecido por Lovell (in Flavell, 1975, p. 397). Ele verificou que as crianças podiam construir formas euclidianas, como quadrados e triângulos com palitos de fósforo, muito antes do que podiam desenhá-las. Ou seja, o que parece estar sendo medido neste caso não é o conhecimento da criança, mas a possibilidade que o veículo propicia para que a criança possa demonstrá-lo.

Um exemplo comumente citado a favor da idéia de que a criança desenha o que sabe, e não o que percebe, são os quadros nos quais ao representar um homem montando um cavalo, a segunda perna do cavaleiro aparece por traz do cavalo "transparente". Argumenta-se que a criança desenha a perna que visualmente está oculta porque sabe que ela está lá. Porém, tal exemplo não é conclusivo se considerarmos estes outros fatos: (1) a criança, algumas vezes, utiliza-se do recurso da transparência em um detalhe do desenho, mas não o faz em outros, por exemplo, como quando em um mesmo desenho a criança faz a segunda perna do cavaleiro mas não faz o segundo olho. No entanto, é improvável que ela pense que o cavaleiro só tem um olho. (2) nesta mesma fase, a criança desenha coisas como, por exemplo, a porta da casa menor do que o menino que está ao seu lado, sendo que nesta fase todas as crianças demonstram saber que a porta é maior do que um menino. Talvez a transparência apareça como uma técnica para representar determinados aspectos que para a criança seja importante garantir, como por exemplo, que o cavaleiro está firme no cavalo.

Suponho que, o desenvolvimento do desenho, enquanto uma linguagem, é um ponto que ainda não está suficientemente estudado na psicologia, o que torna o desenho sujeito a múltiplas interpretações. Não sabemos ao certo se o desenho é sempre representacional ou se, em alguns casos, é um mero exercício. Quando o desenho é representacional, não sabemos ao certo o que representa: pode representar conhecimento, desejos, curiosidades, ou ser, simplesmente, resultado de experiências gráficas. Assim, embora o desenho feito pela criança possa, em alguns casos, ser um recurso interessante, não pode ser tomado como conclusivo. É necessário somar-se a estes outros dados.

Também são utilizados desenhos prontos que os sujeitos devem analisar. Nesta técnica, elimina-se o problema da habilidade motora do sujeito ou outros possíveis vieses do desenho (Piaget e Inhelder, 1993b; Rosser, 1983, 1994b).

Piaget e Inhelder (1993) fazem a seguinte ressalva quanto a esta técnica:

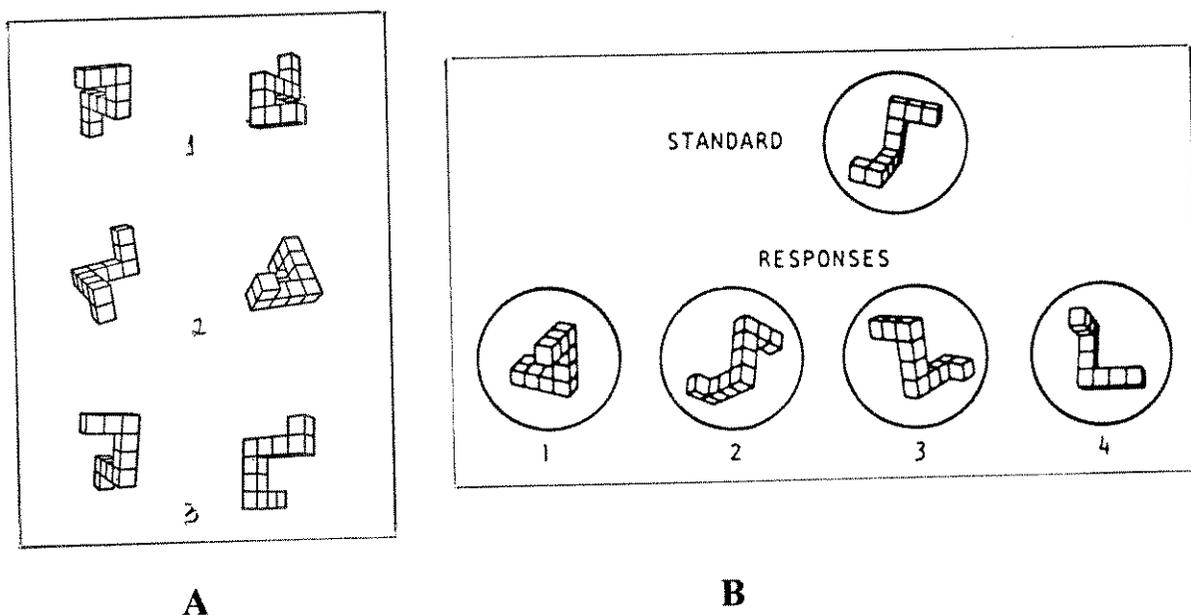
“tal técnica não poderia ser empregada a título independente, como tentamos fazê-lo no início. Com efeito, é certo que o sujeito reconhece muito facilmente o bom desenho, não por compreensão raciocinada, mas adivinhando segundo certos detalhes; bem mais, a escolha assim feita é instável e muda conforme nova sugestão, ao passo que as intenções de representar de um certo modo o desdobramento, reveladas pelo desenho da criança são mais claras e melhor motivadas” (Piaget e Inhelder, 1993b, p. 288).

Fica claro, pela discussão mais acima, que tal ressalva é infundada.

Assim, podemos dizer que o desenho feito pela criança é ainda uma forma de representação, ainda desconhecida, exigindo cuidados na interpretação.

#### 2.4.2. Tempo de reação

O tempo de reação tem sido outra medida utilizada para realizar inferências sobre cognição espacial. O tempo de reação que, conforme modelo de Shepard e Metzler (1971), indica o tempo que o indivíduo leva para efetuar a rotação de uma imagem sobre um eixo (fig. 10), tem sido utilizado para comparar o tempo que o indivíduo leva para resolver problemas espaciais. Shepard trabalhou com adultos e, neste caso, o tempo de reação tem sido considerado uma medida adequada, visto que os adultos apresentam um índice de acertos alto. Contudo, tem sido considerada uma medida ambígua quando aparecem erros.



**Figura 10.** Problemas de rotação mental utilizado com adultos. Tipo A: o sujeito deve dizer se as duas posições correspondem a mesma figura. Tipo B: o sujeito deve dizer qual, dentre as figuras abaixo, corresponde ao modelo.

No caso de crianças, onde o número de erros é alto e não há um padrão de acertos identificável, este tipo de medida não traz informação confiável, pois não é possível relacioná-la a um processo mental específico, como faz Shepard com o processo de rotação de imagens em adultos. O tempo de reação das crianças pode tanto estar refletindo diferenças individuais e de desenvolvimento, no desempenho, como também de competência. Assim, o tempo de reação também não pode ser tomado como medida conclusiva. No entanto, se encontramos regularidades, pode-se suspeitar de alguma relação à ser investigada.

#### 2.4.3. Desempenho em resolução de problemas

Resolução de problemas, incluindo discriminação e emparelhamento de figuras é também utilizada. Este recurso pode identificar a capacidade da criança de prever o estado final de figuras em movimento. Geralmente, utiliza-se um entre dois tipos de teste de discriminação: (1) frente a uma figura a criança diz se corresponde ou não ao estado final do modelo após um movimento especificado (resposta 'sim' ou 'não'); (2) a criança deve escolher entre alguns exemplos aquele que corresponde ao estado final de tal figura após o movimento.

A primeira forma de teste, decidir se corresponde ou não, pode nos informar sobre a capacidade da criança de resolver o problema envolvendo imagem cinética, porém, não nos permite conhecer padrões de erros e sobre eles formular inferências de como é tal processo. O segundo tipo de teste, escolher entre alguns exemplos aquele que corresponde ao estado final da figura, pode fornecer informações acerca do tipo de erro. Se for possível distinguir um padrão de erro, pode-se fazer inferências mais precisas acerca dos processos mentais envolvidos.

Divergências na escolha das tarefas, dos contextos, do que será tomado como medida e a forma de interpretar a relação entre desempenho e competência tem levado, muitas vezes, a divergências nas conclusões (Flavell, 1975; Rosser, 1994a, 1994b; Eysenck e Keane, 1994). Embora não haja consenso sobre certos pontos referentes à cognição espacial, existe um corpo bem delineado de trabalhos que vem apontando para uma direção identificável e, aparentemente, promissora.

## V. IMAGEM MENTAL

Para alguns autores, é através da imagem mental que o espaço é representado psicologicamente, para outros, a imagem mental é só uma das possíveis maneiras de representá-lo (cf. Vega, 1992; Kosslyn, 1992).

A imagem mental foi um dos grandes temas desenvolvidos por Piaget (1975; Piaget e Inhelder, 1993a). Para ele, a capacidade de criar imagens mentais não pode ser entendida como um prolongamento da percepção, dada: (1) sua aparição tardia no desenvolvimento, e, (2) a imagem mental não mantém uma analogia direta com o que é percebido. Para ele, a imagem mental afilia-se mais aos conceitos cognitivos da criança do que da percepção direta, muito embora não possa ser colocada no mesmo nível que o pensamento, uma vez que refere-se a existência de pensamento sem imagens. Embora Piaget admita que a imagem pode ser um auxiliar do pensamento, é sempre este último, ou seja, os fatores operatórios, que exercem influência sobre a imagem.

Piaget distingue duas categorias de imagens: imagens reprodutivas e imagens antecipadoras. As imagens reprodutivas aparecem, primeiro, no curso do desenvolvimento, e se limitam a evocar situações já observadas e conhecidas. As imagens antecipadoras, que aparecem depois de 7-8 anos, possibilitam ao sujeito antecipar situações (ainda que nunca as tenha presenciado), imaginar, e prever movimentos e transformações. No estágio pré-operatório, as imagens são quase que exclusivamente reprodutivas, dadas as dificuldades da criança de operar sobre estas. Será só a partir das operações concretas que a criança poderá aplicar suas capacidades operatórias a transformações de imagens.

Piaget distingue, ainda, imagens-cópias de imagens-cinéticas ou de transformação. Imagens-cópias seriam uma imitação gráfica, ou por gesto, de um modelo que está no campo perceptual do sujeito, ou acaba de ser percebido. As imagens-cinéticas, ou de transformação, são as imagens propriamente ditas. Estas só ocorrem a partir dos 7 anos. Intermediariamente a estas duas formas, temos as imagens-cópias cinéticas, nos quais são reproduzidos gestos e situações em movimento de forma mais limitada. Assim, a representação em imagem mental de um objeto que sofre transformações no espaço, depende do desenvolvimento prévio do pensamento operatório, que fornecerá as bases para que o indivíduo possa situar o objeto que se move em um sistema de coordenadas euclidianas.

O estudo do desenvolvimento de operações com imagens foi mais detalhado por Piaget e Inhelder (1993b). Hipotetizaram uma progressão desenvolvimental em etapas, nas quais avanços nas operações lógicas possibilitam melhora da imagem, e esta, por sua vez, é seguida de melhora nas operações. No estágio pré-operacional, pensamento e imagens tem certas características em comum, que tendem a reforçar umas as outras. Nesta fase, as crianças

superestimam estados e negligenciam transformações. Depois dos 7, 8 anos, graças as estruturas operatórias, a criança começa a pensar em termos de transformações, e é então capaz de representar diferentes posições de um mesmo objeto rotacionado diferentes graus.

Na concepção piagetiana a representação de mudança de posição dos objetos e a construção de um sistema de referência de coordenadas são processos interdependentes. A representação da mudança de posição depende de um sistema de coordenadas, onde esta mudança possa estar representada, e a construção de um sistema de coordenada, por sua vez, depende da possibilidade de representação da mudança de posição dos objetos, como uma base para definir distâncias entre as partes do sistema. Assim, a construção de um sistema de coordenadas possibilita, e ao mesmo tempo se alimenta, do desenvolvimento da representação da mudança de posição. Segundo Piaget, tal capacidade é devida ao desenvolvimento do pensamento operatório, que permite ao sujeito compreender eixos em uma rede de coordenadas

Atualmente, os estudos referente à imagem mental são principalmente realizados pelos psicólogos cognitivistas e do processamento de informações. A imagem mental tem sido tratada com diferentes enfoques e abordagens. Uma destas abordagens toma a imagem mental como um fenômeno relacionado à percepção. A imagem mental corresponderia a representação do objeto que é percebido, porém, em ausência deste objeto, quer na forma visual, tátil ou auditiva. Na imagem mental, a representação mental não é formada pela percepção, mas pela memória. Alguns estudos tem demonstrado que a percepção e imagem mental correspondem a processos cerebrais similares, assim, estímulos imaginados produzem processos cerebrais semelhantes aos do estímulo percebido. Outras pesquisas apontam que a imagem mental só corresponde a representação do objeto percebido quando é produzida nas partes centrais do cérebro, nestes casos pode induzir efeitos semelhantes aos perceptivos.

Outro foco de interesse no estudo da imagem mental é a busca de suas propriedades, características e comportamento. Representantes desta abordagem são Shepard e Metzler (1971). Seus experimentos tem mostrado que as imagens mentais comportam-se como se fossem objetos rígidos no espaço, obedecendo, na mente, as mesmas leis de transformações e manipulações que os objetos reais. Assim, por exemplo, uma imagem tridimensional, ao ser rotacionada, passa por todas as posições intermediárias correspondentes àquelas pelas quais passaria uma figura real. Voltaremos a esta discussão mais adiante.

Kosslyn (1992), trabalhou nesta mesma linha, e verificou que as características pictoriais das imagens também parecem corresponder as características físicas do objeto. As imagens reproduzem os mesmos elementos e informações que o objeto, ou seja, as partes do objeto correspondem às partes da imagem, mantendo as mesmas proporções e distâncias. Assim, o tempo necessário para vasculhar uma imagem, encontrar determinada informação, ou ir de um

extremo ao outro, por exemplo, corresponde a distância entre estas partes, processo semelhante ao que ocorre com a busca em figuras concretas.

O meio no qual a imagem mental ocorre possui determinadas características que afetam a qualidade da imagem. Assim, imagens menores podem ser mais nítidas, embora seus detalhes sejam mais difíceis de serem vistos. Há ainda um limite para o tamanho da imagem produzida no cérebro. É possível imaginar uma figura e fazê-la pouco a pouco maior, porém, em determinado ponto, ela não mais “caberá”, o que indica limites no meio de representação semelhantes a limites físicos em uma tela (cf. Kosslyn, op cit).

Vasculhar uma imagem mental é um processo diferente daquele de vasculhar listas de associações verbais. Isso pode ser verificado quando se pede às pessoas que digam se um objeto possui determinada característica, a partir de uma imagem deste objeto, ou sem tal imagem. Nas listas de associações verbais, propriedades mais marcantes ocupam posições superiores, e podem ser mais rapidamente encontradas através de associação do que de imagens.

Segundo Kosslyn, as imagens mentais podem desempenhar diferentes papéis no pensamento. Agem como auxiliares de memória (forma de armazenar informações), como instrumento de raciocínio, ou como substituta de uma atividade concreta. As imagens, como instrumento de raciocínio, é o que mais nos interessa aqui, visto que nosso problema envolve a manipulação e transformação de imagens por parte da criança.

O uso de imagens como auxiliares do raciocínio aparece quando há necessidade de raciocinar sobre relações espaciais que não estão explícitas no objeto em si, porém podem ser inferidas a partir deste. Assim, as imagens mentais também podem ser usadas como auxiliares em problemas de relações espaciais e de dedução ( $A > B > C$ ; então  $A \dots C$ ).

Aparentemente, as pessoas utilizam imagens mentais de tipos diferentes para resolverem situações diferentes, e com diferentes graus de eficiência. Isso pode ser verificado tanto em relatos sobre imagens quanto em testes objetivos. É interessante notar que a imagem como auxiliar do raciocínio aparece em situações nas quais o conteúdo é menos familiar. Quando o conteúdo é muito familiar, ou refere-se a informações verbais suficientemente aprendidas, os sujeitos não lançam mão deste recurso. Como visto anteriormente, listas de associações verbais podem solucionar certos problemas de modo mais rápido.

Ainda, segundo Kosslyn, a capacidade no uso, e o tipo usado de imagem mental difere entre as pessoas. Tal capacidade tem sido medida através de introspecção ou do desempenho em testes objetivos, como por exemplo, comparar figuras em diferentes orientações (rotação mental), montagem de figura através de partes, antecipar a aparência que um papel dobrado perfurado viria a ter. Kosslyn, contudo, adverte que não sabemos ao certo se o que estes testes medem é a capacidade de lidar com imagens ou outras capacidades espaciais.

O interessante é que não há uma capacidade geral de emprego de imagens mentais. “Na verdade, o que ocorre é que a capacidade de utilizar imagens

mentais não é uma capacidade isolada. Em vez disso, é uma coleção de capacidades distintas, tais como a capacidade para girar imagens, a capacidade para inspecioná-las, a capacidade para manter em mente muitas partes de uma imagem de uma vez só, e assim por diante. Além disso, as pessoas podem ser relativamente ‘boas’ em uma ou mais capacidades, e fracas em outras” (Kosslyn, 1992, p. 189).

Vejam alguns tipos de problemas que podem envolver imagem:

### 1. Visualização espacial.

Estas tarefas envolvem a manipulação complexa de informações espaciais. Podem envolver processos requeridos na percepção espacial (ex. nível da água); da rotação mental; ou ainda, podem ser resolvidos por outras estratégias analíticas. O sucesso na solução da tarefa depende da flexibilidade do sujeito em selecionar a estratégia mais adequada para cada item.

São exemplos de tarefas de visualização espacial:

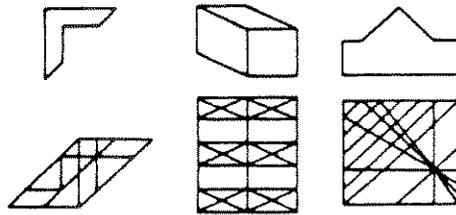


Figura 11. Problema de visualização espacial

### 2. Rotação mental

Retomaremos este tipo de tarefa para discutir algumas particularidades visto que esta tarefa envolve processos básicos muito semelhantes aos exigidos na resolução do problema utilizado nesta pesquisa. Rotação mental, como foi visto, é a capacidade de rotacionar figuras bi ou tri-dimensionais. Em tarefas como esta leva-se em conta o quão acurado é o desempenho dos sujeitos e o tempo que levam para executar os giros. Shepard e Meltzler (1971) encontraram que o processo de rotação mental de uma figura mantém correspondência de um a um com rotações externas (material) de objetos. Para verificação deste processo, mais do que o índice de acerto ou erro, é tomado o tempo de reação. Contudo, estudos mostram que quando a tarefa faz parte de tarefas mais complexas, os sujeitos podem utilizar-se de estratégias de processos analíticos ao invés do processo de representação do todo. Assim, processos diferentes poderiam ser usados conforme o tipo e complexidade da tarefa.

Alguns autores haviam sugerido que rotação de objetos bi-dimensionais seriam mais fáceis que de objetos tri-dimensionais, e envolveriam processos diferentes, porém, tal afirmação não se sustentou (cf. Kosslyn, 1992). O que se verifica é que quando o sujeito se depara com estímulos mais complexos as estratégias de que se utiliza em casos mais simples podem não ser tão eficientes.

Em estudos sobre rotação de figuras, Piaget e Inhelder (1993b) propuseram que a capacidade de gerar e manipular imagens cinéticas indicam o domínio de operações geométricas euclidianas nas quais é necessário a compreensão de um duplo sistema de referências. Em um experimento pedem as crianças que desenhem estados de rotação de um quadrado girando ao redor de um quadrado estático. Crianças abaixo de 9 anos falham em conservar a forma ou a posição do quadrado principal em seus desenhos. Com isso, segundo os autores, comprovam a falta de coordenação na operação com dois eixos simultaneamente: direita-esquerda, em cima-embaixo.

Marmor (1975), procurando verificar esta capacidade de rotacionar um objeto operando com dois eixos simultaneamente, pede às crianças que julguem a equivalência de dois objetos em diferentes orientações. Para isso, utiliza-se da figura de um urso panda com um braço erguido. Duas figuras são apresentadas representando o urso em diferentes ângulos. A criança deve julgar se nas duas figuras o urso tem o braço erguido do mesmo lado. Seus resultados mostram que crianças de 4 e 5 anos podem imaginar este movimento e julgar acertadamente os pares. Além disso, o tempo requerido para a rotação mental estava diretamente relacionado ao ângulo do movimento, o que corresponde aos resultados encontrados em adultos por Shepard e Meltzer (1971), sugerindo que o processo de rotação das crianças é similar ao dos adultos, ou seja, o processo de rotação mental segue estratégias análogas a rotação física. Com estes resultados, Marmor discute a afirmação de Piaget e Inhelder de que as crianças só podem operar com rotações mentais a partir dos 9 anos, e que o desenvolvimento desta competência esteja relacionada ao desenvolvimento das operações concretas. As diferenças dos resultados encontrados entre o experimento de Piaget e Marmor, segundo este último, podem se dever ao fato que, nos experimentos de Piaget, a competência da criança é avaliada pelo seu desenho (o que, como vimos, envolve outros fatores), e, ademais, ao fato das instruções serem por demais vagas sobre o que deve ser feito.

Nos estudos desenvolvimentais com tarefas de rotação mental, diferenças entre as idades e nas interpretações das capacidades requeridas para solução das tarefas são encontradas. Rosser (1994b) sugere que diferenças entre estímulos usados e o que é tomado como medida, são os prováveis responsáveis pelos resultados divergentes conseguidos pelos pesquisadores. Quanto aos estímulos, utilizam tanto estímulos concretos quanto abstratos. Tem se verificado que o tempo de reação e o padrão de acerto varia conforme o tipo de estímulo (Kail et al, 1979).

Rosser et al (1984) distinguiram duas características do estímulo que podem afetar o sucesso em tarefas de rotação de figuras:

- 1) o número de pistas de orientação contidas no estímulo;
- 2) a localização de tais pistas (internas ou externas).

Tem-se verificado que se para o adulto basta um número de pistas de orientação  $x$ , para a criança será necessário um número maior de pistas. As pistas extras, que seriam redundantes para uma adulto, exercem papel funcional no pensamento da criança. Existe, entretanto, um número ótimo, a partir do qual o aumento do número de informações passa a ser irrelevante. A localização destas também é importante. Pistas localizadas internamente ao estímulo, não exercem função no raciocínio de crianças pequenas, para estas crianças as pistas relevantes são as localizadas nas bordas externas do estímulo. Se o estímulo apresentado apresenta tal característica a criança tem um bom desempenho. Tal característica não é fundamental no raciocínio de adultos, que são capazes de resolver problemas de rotação, com sucesso, utilizando pistas internas. Embora tenham encontrado que a localização das pistas é determinante no sucesso das crianças, não é claro o porque de tal fenômeno. Também ainda não está de todo claro quando é que a criança começa a utilizar pistas internas, e que fatores influenciam este desenvolvimento.

Quanto às medidas, podemos encontrar nos estudos os seguintes índices:

- (a) o tempo de reação (RT) como empregado por Shepard e Metzler (1971);
- (b) desenhos como empregados por Piaget e Inhelder (1993), Dean e Harvey (1979);
- (c) discriminação entre figuras, como Marmor (1975) e Rosser et al (1984, 1989).

Na discriminação entre figuras são utilizados, principalmente, dois tipos de testes:

- 1) exemplos que devem ser identificados com um original, porém, em diferentes posições (com diferentes graus de rotação).
- 2) exemplos que têm que ser identificados com um original, porém, com a imagem da rotação anterior refletida.

No segundo tipo, as crianças apresentam um padrão de desempenho mais baixo que no primeiro. Pode-se identificar neste segundo, dois processos distintos, que devem ser efetuados e coordenados: a mudança de posição do estímulo e, sobre esta, a reflexão deste estado final.

Pelos resultados de Rosser et al (1984), as crianças, a partir de 4 anos, são capazes de predizer rotação de estímulos em contextos específicos, quando existe pelo menos uma pista na borda externa do estímulo, e não é exigida a reflexão de tal movimento. Em tarefas de reflexão um maior número de pistas

melhora a performance. O ângulo de rotação das figuras não tem relação com o padrão de sucesso.

No estudo com crianças uma única forma de medida não pode esclarecer todo o processo, assim, os vários procedimentos e medidas são utilizados, e os resultados encontrados são cruzados entre si, buscando-se formar um quadro coerente.

Enfim, achados empíricos tem demonstrado que o desempenho das crianças é condicionado pelas exigências do processamento de informações. Quando as informações necessárias para resolver o problema são reduzidas ou simplificadas, maior grau de competência é conseguido, mesmo em idades menores. Com a idade, o desempenho das crianças passa a ser menos afetado pela quantidade de informações exigidas.

### 3. Tomada de perspectiva

Segundo a teoria piagetiana a construção das perspectivas aparece tarde no curso do desenvolvimento, só se manifestando quando a criança elabora um domínio elementar do sistema de coordenadas. Isso porque a tomada de perspectiva depende da construção operatória de conjunto.

No entanto, Piaget e Inhelder (1993b) não distinguiram tarefas em que a criança deve compreender que seu próprio ponto de vista (Vp) não é equivalente ao ponto de vista de outro (Vo), daquelas que exigem que a criança saiba como é o Vo, ou seja, como o outro vê. Essa falta de controle levou-os a resultados discutíveis.

Quando essas capacidades são distinguidas, pode-se mostrar que (Rosser et al, 1993):

- a) o sujeito aos três anos compreende que seu ponto de vista não é equivalente ao de outro;
- b) quando para descrever a perspectiva do outro a tarefa permite que a criança recorra a estratégia de rotação, porém não é necessário manter a relação interna entre os estímulos, são encontrados resultados positivos a partir de 4 e 5 anos (observe-se que, nesse caso, a criança não tem que computar mudanças na relação interna entre os estímulos).
- c) Finalmente, uma capacidade maior é exigida em tarefas que envolvam cenas com múltiplos componentes, nas quais a estrutura interna e a relação entre os componentes deve ser preservada. Nesse tipo de tarefa é necessário especificar a geometria interna de componentes entre si e, portanto, é necessário que o sujeito tenha condições de computar mais informações. Em tarefas como essas as crianças só terão sucesso com 10 anos.

Assim, é possível mostrar que o sucesso em tarefas de linha de base (nível da água) e tomada de perspectiva, não depende de descrições estruturais

como as relações internas. Nessas tarefas o sujeito tem que: (1) representar a relação entre um componente ou a estrutura da cena e si mesmo, (2) representar a relação entre o componente e o outro, (3) a relação entre ele e o outro. Tal informação é suficiente para orientar a cena como um todo no espaço, sem referência a qualquer relação geométrica interna a cena.

Porém, tarefas em que o sujeito tem que reconstruir uma cena com múltiplos objetos, de forma a corresponder com a perspectiva do outro, são mais complexas. Nesse caso, não basta a capacidade de descrever localizações no espaço. Nesse tipo de tarefa a criança tem que representar, além das informações anteriores, ainda mais, (4) a relação entre os objetos internos a cena (Rosser, 1983, 1994; Rosser et al, 1984b, 1989; Borke, 1978).

#### **4. Rebatimentos**

Piaget e Inhelder consideram que a tarefa de rebatimento, tal como as demais analisadas, trata-se de:

“movimentos imprimidos ao objeto ou de movimentos descritos pelo sujeito em volta do objeto, isto é, de operações euclidianas, cuja coordenação supõe a construção de um sistema de ‘coordenadas’. Mas, por outro lado, e em conexão estreita com este primeiro aspecto, trata-se de ‘pontos de vista’ ligados à disposição do observador ou às posições dos objetos, em relação aos planos considerados, e é a coordenação desses pontos de vista que constitui as operações projetivas” (1993b, p. 312).

Seus estudos constaram de solicitar às crianças que desenhassem volumes (cubo, cilindro, cone, pirâmide) desdobrados. Também ofereciam, àquelas, desenhos para que escolhessem aquele que melhor representasse o desdobramento das figuras.

Segundo seus resultados, para a maioria dos sujeitos é difícil imaginar o rebatimento das superfícies laterais antes dos 8 - 9 anos.

Esta é exatamente a tarefa que usaremos com os nossos sujeitos. Ou seja, distinguir figuras que representam o cubo rebatido.

## VI. METACOGNIÇÃO

Segundo White (1990), o aparecimento do termo metacognição é relativamente novo na psicologia. Começou a ser usado a partir década de 70 e só passou a figurar no Educacional Resources Information Center (ERIC) em 1980. Entretanto, encontra-se, na história da psicologia, conceitos muito próximos ou similares ao que vem sendo definido como metacognição. Tais conceitos são encontrados principalmente nas teorias psicológicas anteriores ao prevalecimento do behaviorismo. Contudo, só mais recentemente, com o desenvolvimento de métodos mais precisos, e a verificação teórica e empírica da impossibilidade de compreender comportamentos complexos sem recorrer a estruturas internas, que a metacognição reapareceu como objeto de estudo da psicologia científica.

Tem havido um certo entusiasmo, por parte dos que trabalham com a psicologia cognitiva, no estudo da metacognição, e este tem sido um termo que mais e mais se populariza na psicologia, teorias da instrução e educação. De certo modo, tem substituído em popularidade o espaço anteriormente ocupado pelas pesquisas sobre QI e dos estágios de pensamento de Piaget. Segundo White (op cit), as teorias de QI não despertam mais grande interesse entre os psicólogos devido as controvérsias que geraram referentes a comparação entre grupos sociais, bem como as acusações de falsificação de dados a elas imputadas. A teoria de Piaget, por sua vez, revelou-se empiricamente frágil quando teve o resultado de suas observações verificadas e comparadas (cf. Siegler e Brainerd, 1978; Baillargeon, 1985).

Ainda, segundo White, outro fator que tem influenciado a implementação de pesquisas em metacognição é a possibilidade, bastante concreta, de ensinar às pessoas estratégias metacognitivas, desenvolver nelas a consciência de seus processos cognitivos, e, com isso, levá-las a aprenderem melhor. Enquanto as duas teorias anteriores entendiam as habilidades cognitivas como não acessíveis a treino (relativamente fixas, no caso do QI; e dependente de equilíbrio interna, na caso da psicologia genética), a metacognição trouxe esta promessa. Entretanto, as pesquisas tem mostrado que a hipótese de ensinar habilidades metacognitivas não é algo tão fácil e direto. Envolve muita pesquisa, tanto das características de processos básicos, quanto do desenvolvimento e permeabilidade a treinamento destes.

O estudo da metacognição tem se deparado com dois problemas: um de ordem conceitual, e outro metodológico. Conceitual porque o termo não está definitivamente esclarecido. Sendo um termo relativamente novo, até agora não lhe foi dada uma definição que permita uma completa operacionalização, e que abranja tudo que tem sido designado como metacognição. As dificuldades metodológicas decorrem, por um lado, da falta de definição operacional, por outro,

do fato de ser um fenômeno com manifestações comportamentais ambíguas (White, 1990). Os métodos e estilos de pesquisa que têm sido usados são os mais variados. Se por um lado isso dificulta uma síntese dos princípios envolvidos, por outro lado, dada a amplitude de análise que possibilita, pode ter o efeito de revelar diferentes facetas do problema. Os dois principais pontos que têm sido investigados são o conceito de metacognição e a relação entre o treino metacognitivo e a qualidade da aprendizagem.

## 1. Conceito de Metacognição

Flavell (1976, pg 232) foi um dos primeiros a procurar definir o termo metacognição. A primeira definição dada por ele foi: “knowledge concerning one’s own cognitive processes and products or anything related to them”.

Posteriormente, Flavell (1979) sugeriu a necessidade de ampliação desta definição de modo a incluir quatro classes de fenômenos, implicados no monitoramento dos processos cognitivos:

- a) conhecimento metacognitivo: saber que as pessoas pensam, que através de suas experiências podem aprender coisas e saber sobre um ou outro assunto. Saber que há vários graus de conhecimento, que a atenção é um dos fatores da compreensão, que pode-se entender algo de forma incompleta ou entender algo de forma errada.
- b) experiência metacognitiva: refere-se a qualquer experiência afetiva ou cognitiva consciente que possibilita uma tarefa intelectual.
- c) metas ou tarefas: é aquilo a qual a atividade intelectual se dirige, seu objetivo.
- d) ações ou estratégias: são as ações ou estratégias referentes às ações físicas ou cognitivas empregadas para resolver o problema.

Alguns processos tem sido apontados como fundamentais com relação às estratégias cognitivas:

- a) atenção: orientação para um estímulo e a adoção das condutas necessárias para extrair a informação.
- b) fixação: decifrar e codificar a informação para armazená-la na memória.
- c) resolução de problemas ou utilização da informação: recuperação de informações previamente aprendidas para responder adequadamente ao problema.

Flavell (1979) sugere que estes conhecimentos diferem de outros pelo seu conteúdo e função, e não pela sua forma ou qualidade. E, ainda, que tais aspectos exercem um importante papel em situações de aprendizagem e auto-controle como: resolução de problema, atenção, memória e cognição social.

Esse autor ainda destacou três categorias sobre as quais estas variáveis podem atuar: pessoais, da tarefa e das estratégias.

- a) fatores pessoais - Há diferenças intra-individuais: as pessoas podem sair-se bem ou gostar de certo domínio e não de outro, aprender melhor de uma forma e não de outra; e diferenças interindividuais, ou seja, certas pessoas saem-se bem em atividades lógicas, outras em atividades comunicativas, algumas pessoas tem mais facilidade para perceber qualidades diferentes entre sons do que outras.
- b) características da tarefa - A atividade cognitiva sofre influência da tarefa sobre a qual se assenta. Pode variar conforme a tarefa for familiar ou não, for apresentada de forma organizada ou desorganizada, interessante para o sujeito ou não. O conhecimento metacognitivo se concretiza na compreensão que o sujeito tem da classe a qual a atividade pertence, se para ele tal atividade demandará mais ou menos esforço, e se poderá ter sucesso. Os sujeitos sabem que certas atividades demandam mais esforço do que outras e podem saber também que tipo de esforço.
- c) tipos de estratégias - Os sujeitos sabem que há estratégias diferentes que podem ser empregadas em situações de aprendizagem ou de resolução de problemas, e que podem ser vantajosas no sentido de levar a concretização das metas. Estratégias são regras de raciocínio que envolvem distinção explícita entre premissas e conclusões, tendo como propósito o uso da informação no pensamento. São exemplos de estratégias metacognitivas: generalizar, buscar contra-exemplos para conclusões e coordenar a construção de linhas de argumento.

Capacidades metacognitivas também têm sido associadas à inteligência (Allon et al, 1994). Valls (1996) considera que o aspecto principal da inteligência é poder auto-regular a própria aprendizagem, por exemplo: frente a um novo conceito ou problema, planejar que estratégias utilizar para tal aprendizagem, aplicá-la, controlar o processo de utilização, avaliá-lo e, se necessário, modificá-lo em função dos feedbacks fornecidos pelo processo. Pessoas inteligentes seriam, então, aquelas que frequentemente seguem estes passos em suas atividades.

Mais recentemente, o conhecimento metacognitivo tem sido utilizado basicamente a partir da conceitualização de Flavell (1979), com uma ou outra especificação conforme a ênfase dada pelo autor (Boruchovitch, 1993; Valls, 1996; Martín e Marchesi, 1995; Madruga e Lacasa, 1995). A ênfase maior tem sido dada a:

- a) a consciência que o sujeito tem dos componentes do raciocínio, de como o sistema funciona e, ainda, que seus próprios processos cognitivos podem ser objeto de reflexão e de conhecimento. É ainda discutível se esse tipo de consciência pode facilitar processos de aprendizagem ou a atividade intelectual.
- b) a capacidade de regulação e controle dos processos cognitivos durante atividades de aprendizagem. Manter ativadas capacidades como planejar, regular, avaliar. Tal capacidade depende da situação e da tarefa, podendo se manifestar em algumas e não em outras. Aparentemente, as atividades de controle executor têm influência em aprendizagens futuras das crianças.

Aspectos afetivos e motivacionais têm sido considerados como integrantes dos processos metacognitivos. Expectativa de êxito, auto-estima, sentimento de controle, funcionam como desencadeadores do processo, enquanto a persistência e tolerância a frustrações frente a erros, o auto-reforçamento e a capacidade de sustentar a atividade, são componentes fundamentais no decorrer da atividade em direção à meta.

### 1.1. Problemas conceituais

Flavell (1979) incluiu no conceito de metacognição a consciência dos processos de pensamento e o controle de tais processos. Por vezes, alguns autores tomam estes fenômenos (consciência e controle) como se um implicasse no outro. Outros consideram que ter consciência não é o mesmo que ter controle sobre o processo. Este é um ponto que ainda não está satisfatoriamente estabelecido.

Ainda é necessário definir se o fato de ter a habilidade de regular o pensamento garante que a pessoa aplique tal habilidade. Em outras palavras, se a aplicação de tais habilidades de regulação é espontânea ou deve ser estimulada. E ainda, se este dado deve ser incluído em uma definição de metacognição ou é só um aspecto complementar.

Se a definição de metacognição refere-se ao controle e consciência dos processos cognitivos, cabe introduzir na definição o conhecimento de tais processos? Que papel exerce no processo cognitivo o conhecimento proposicional sobre estes mesmos processos?

White (1990) afirma que um conceito mais claro de metacognição envolveria esclarecer a relação entre: consciência, controle, conhecimento sobre metacognição e aplicação de habilidades metacognitivas. Estes pontos não estão suficientemente esclarecidos. Ou seja: a relação entre consciência e controle é uma relação de necessidade ou de facilitação? Conhecer sobre metacognição aumenta a consciência que a pessoa chega a ter sobre o próprio processo? Ter habilidades

metacognitivas significa empregá-las? Quais as condições que podem promover ou inibir a aplicação de habilidades metacognitivas? Todas estas questões, na verdade, ficam pouco claras pela falta de uma definição precisa da natureza da cognição e como esta é regulada.

Em síntese, metacognição tem sido referida como auto-regulação do funcionamento cognitivo, com a intenção de conhecer, planejar e resolver problemas. É, por excelência, um processo consciente. A pessoa deve ser capaz não só de aprender sobre dado fenômeno ou de resolver certos problemas, mas ser capaz de refletir sobre seu processo de aprender, processar informações e resolver problemas. Em suma, é um processo de auto-regulação cognitiva e de conhecimento deste processo.

Para fins deste trabalho, estaremos nos referindo ao termo metacognição especificamente no sentido de auto regulação do funcionamento cognitivo, ou seja, de habilidades de planejamento, execução e avaliação de estratégias na resolução de problemas.

## 2. Aspectos metodológicos

Vários métodos e procedimentos têm sido empregados no estudo da metacognição, dependendo do que está sendo focado. Existem pesquisas que procuram verificar a consciência da necessidade de atenção em crianças (Miller e Zalenski, 1982), estratégias de memória (Cultice et al, 1983), entre outros. Nos centraremos nos estudos que procuram verificar se a metacognição pode ser deliberadamente ensinada aos sujeitos, e se essa aprendizagem melhora aprendizagens futuras. Segundo White (1990) tais investigações devem ter duas partes:

- a- verificar se a metacognição pode ser resultado de ensino intencional;
- b- se as técnicas pedagógicas de desenvolvimento da metacognição pode incidir favoravelmente em aprendizagens futuras.

Para White (op. cit.) a abordagem a estas duas questões deve diferir. No primeiro caso, a variável independente, o ensino, pode ser manipulada e controlada pelo experimentador. No segundo caso, o experimentador não tem controle sobre a variável que é a incidência favorável em aprendizagens futuras.

No primeiro caso, (a) é possível um dos delineamentos descritos por Campbell e Stanley (1979), no qual os sujeitos são designados randomicamente para o grupo experimental (recebe ensinamento) e controle (não recebe ensinamento). Depois do tratamento os grupos são comparados.

No segundo caso, (b), é necessário um delineamento que permita correlação. Um dos delineamentos possíveis é:

R	X1	O1	O3
R	X2	O2	O4

Onde R é a designação aleatória dos sujeitos em diferentes grupos. X são os grupos de tratamento. O1 e O2 são medidas das atividades metacognitivas. O3 e O4 medidas da qualidade da aprendizagem. A análise consiste em comparar O1 e O2, para comparar o efeito do ensino, e correlacionar O1 e O3 com O2 e O4, para ver se diferença na metacognição afetou a aprendizagem posterior (White, 1990).

O ensino de habilidades metacognitivas tem sido, fundamentalmente, baseado no treino de auto-questionamento. Supõe-se que aprender a se auto-questionar implementa a consciência de tais processos (King, 1991, 1992).

O auto-questionamento baseia-se tanto em questões referentes aos aspectos principais do conteúdo a ser aprendido (por exemplo: “O que isso significa?”), quanto referentes aos próprios processos (por exemplo: “Eu sei o que isso significa?”). Na verdade, a distinção entre estas duas é obscura, embora White (ob. cit) advirta que o questionamento que se volta para os próprios processos pode ter mais resultado sobre a metacognição.

As pesquisas tem variado em relação ao tempo de ensino (desde algumas horas até meses e ano); ao lugar (são feitas pesquisas em laboratório e em ambientes naturais de aula) e o conteúdo (são usados problemas artificiais ou da realidade dos sujeitos).

Um dos problemas para a pesquisa que procura verificar quais estratégias podem ser treinadas e qual o ganho em termos de aprendizagem a longo prazo da aquisição dessas estratégias, é o tempo que demandam. Toma longo tempo para que o sujeito abandone velhos hábitos e mude rotinas bem estabelecidas, mesmo que sejam ineficientes. Outro problema é a verificação posterior de quais estratégias treinadas se mantiveram e foram incorporadas nas atividades cotidianas do sujeito (Garner & Alexander, 1989).

As medidas tomadas envolvem necessariamente inferência, já que a metacognição é um fenômeno interno. Duas formas básicas tem sido usadas para colher tais medidas: perguntas e observação. As perguntas podem ser através de questionário ou entrevista, porém, não são aplicáveis a crianças mais novas. Mesmo em adultos há o problema do relato não ser acurado ou honesto.

Na observação, pode ser registrado comportamentos, como por exemplo, movimento dos olhos, para inferir que pontos exigem mais atenção; podemos também observar desempenho em resolução de problemas.

White (1990) aponta dois problemas que podemos enfrentar na observação:

- 1- podemos estar observando comportamentos decorrentes de outros fenômenos que não a metacognição;
- 2- os fenômenos podem tanto estar evidenciando a existência da metacognição quanto da relação entre esta e a qualidade da aprendizagem. O que nos levaria a uma circularidade entre performance e competência.

Contudo, embora muitas vezes não se tenha um método ótimo para abordar certos problemas, o uso de diversos métodos e procedimentos podem ajudar a construir um conhecimento relativamente sólido. Este tem sido o caso com o estudo de processos cognitivos em geral. Os conceitos teóricos nem sempre encontram sua realização concreta, mesmo por que, qualquer modelo de funcionamento cognitivo constitui uma abstração, o que não o exime de tentar descrever processos empíricos.

### **3. Desenvolvimento da metacognição**

Não há ainda clareza sobre como se desenvolvem os processos metacognitivos. Lúria (1979) e Vygotsky (1979, 1984) ao se referirem a auto-regulação, concebem-na como uma decorrência da internalização da regulação exercida inicialmente pelo adulto de forma inter-psicológica, depois pela linguagem egocêntrica, e, finalmente, de modo intra-psicológico pela linguagem interna. O processo de desenvolvimento da auto-regulação é, assim, de natureza eminentemente social. É através da interação entre os indivíduos, através do processo de mediação, que os mais experientes introduzem os mais jovens nas formas de pensar desenvolvidas culturalmente.

O conceito de transmissão cultural me parece muito frutífero, especialmente no que se refere aos processos de regulação cognitiva. Porém, a abordagem daqueles autores é insuficiente e inadequada para compreender tal domínio de fenômenos. Por um lado, porque condicionaram o processo de transmissão cultural necessariamente à linguagem, e, por outro, pela fragilidade metodológica da teoria, devida a sua vinculação ao materialismo dialético. Assim, embora tais processos pareçam estar inegavelmente ligados a fenômenos sociais, a teoria de Vygotsky não é um bom referencial a ser adotado para compreensão dos mesmos.

O modelo teórico da psicologia cognitiva, por incluir conceitos operacionais e clareza conceitual, leva grande vantagem com respeito àquelas

teorias anteriores. Além do mais, os fenômenos sociais implicados no desenvolvimento cognitivo são perfeitamente abarcados por esta última.

É também necessário, na construção de um modelo para o desenvolvimento da metacognição, que o mesmo acomode todos os achados empíricos. Os dados têm mostrado que o desenvolvimento da metacognição se relaciona positivamente com a idade e a experiência no domínio do pensamento. É observado também que algumas estratégias se desenvolvem espontaneamente, enquanto outras necessitam de instrução extensiva e muitas vezes não se mantêm, a menos que o aprendiz esteja motivado e se esforce por usá-las e desenvolvê-las.

Alguns autores afirmam que as capacidades metacognitivas não aparecem antes dos seis anos, outros afirmam que em atividades mais simples e familiares aparecem em crianças bem jovens. Cultice et al (1983) encontram evidências de monitoramento cognitivo em crianças de 4 e 5 anos, por exemplo.

Valls (1996), sugere que as mudanças principais que ocorrem ao longo do desenvolvimento referem-se a implementação dos elementos básicos das estruturas de controle, ou seja: representação do problema, representação da meta, e quais as representações que tem das operações necessárias para aproximar-se cada vez mais da meta representada. Na medida em que o sujeito pode manter e controlar a representação de uma quantidade maior de elementos, pode especificar melhor a meta, levantar uma maior quantidade de submetas e complexificá-las. No decorrer das operações pode elaborar outras estratégias, integrando-as, sem perder de vista o todo.

Para Valls, a capacidade de integrar um maior número de estruturas é possível graças a dois fatores:

- a) aos mecanismos que põe em marcha o desenvolvimento, particularmente a observação, a imitação, a regulação mútua, a tendência à exploração;
- b) do aumento da capacidade de atenção e de armazenamento na memória a curto prazo.

Com o desenvolvimento, certos processos se automatizam, o que possibilita a liberação da atenção. Conforme as operações se tornam mais automáticas, a execução destas exige uma porção menor de capacidade de atenção. Assim, quanto mais automatizadas se tornam as operações básicas utilizadas na resolução de problemas, mais espaço haverá para operações mais complexas como revisão, controle, levantamento de novas sub-metas e comparação com o todo, na memória a curto prazo. Também afetarão a capacidade de processamento, as estratégias de formação de unidades processuais.

Que tipo de problema o sujeito pode resolver ou o que pode aprender, não depende só da capacidade de operações lógicas que possui, mas, fundamentalmente, do controle da atenção requerida, do domínio e coordenação de certas estratégias, e do tipo de representação que faz da tarefa e do objetivo a ser alcançado.

## 4- O papel da metacognição na aprendizagem

A educação escolar tem como principal objetivo que os alunos aprendam a aprender, o que significa:

- reconhecer o que sabe e o que não sabe sobre certo evento;
- identificar a natureza do evento (componentes, necessidades);
- saber como e onde obter a informação necessária;
- saber a que prestar atenção;
- distinguir estratégias apropriadas para a interpretação e aprendizagem deste;
- monitorar a aprendizagem e
- avaliar se aprendeu ou não.

Às estratégias cognitivas de aprendizagem relacionam-se estratégias de cunho afetivo. São essas: auto motivar-se e manter a motivação; dirigir e manter atenção; controle da ansiedade no monitoramento do desempenho. Enfim, o aluno deve ser capaz de minimizar fatores que geram ansiedade na consecução de metas, ao mesmo tempo em que monitora e coordena seu desempenho.

Pelo que discutimos anteriormente, podemos supor que tais processos deveriam ser requisitos para qualquer aprendizagem futura. Assim, se a criança foi capaz de abstrair e dominar algumas estratégias básicas, independentemente de um ensino sistemático, ótimo, se não foi, ela deve ser ensinada de forma intencional. Principalmente alunos com necessidades especiais requerem intervenção de modo claro e direto, para que aprendam estratégias de controle de seus processos cognitivos.

O ensino pode basear-se, inicialmente, na utilização de regras e estratégias em experiências bastante concretas e específicas. O domínio destas pode conduzir, gradualmente, a elaboração de regras mais gerais, passíveis de aplicação a situações mais diversas. No decorrer deste processo, regras isoladas vão se interligando, ativando-se umas as outras, na medida em que são requeridas. A experiência e a prática garantem que sejam utilizadas de forma mais automática e espontânea, garantindo maior espaço para processos mais complexos, o que leva a uma maior flexibilidade cognitiva.

Pesquisas com alunos de 1º e 2º graus têm revelado que o treino de estratégias cognitivas e metacognitivas tem sido bem sucedido (King, 1991, 1992). Entretanto, como já foi apontado anteriormente, há a dificuldade em se verificar se esse aprendizado se mantém e se é generalizado a outras atividades. É necessário um longo tempo de treinamento para que um aluno ganhe segurança no uso de certa estratégia e a incorpore tal como um hábito de pensamento, de forma a substituir estratégias menos eficientes.

Uma alternativa pode ser procurar desenvolver estas estratégias antes que rotinas mal adaptadas se instalem, o que significa a preocupação com o ensino de estratégias desde o início da vida escolar.

Retomaremos a discussão sobre o ensino de estratégias metacognitivas no capítulo referente a instrução.

## VII. TEORIAS DA INSTRUÇÃO

Com o desenvolvimento das idéias cognitivistas (Piaget e Inhelder, 1993; Bruner, 1976); o advento da escola nova com a teoria de Dewey (1979), entre outros; o surgimento e desenvolvimento de uma tradição voltada a educação popular (Freire, 1978; Gadotti, 1985); críticas a educação tecnicista (Patto, 1993); despontou, no cenário nacional, uma bandeira a favor de uma educação diferente, que recebeu, entre outros, os seguintes qualificativos: educação crítica, aprender através da experiência, aprendizagem contextualizada, construção de sentidos, construção do conhecimento, aprendizagem significativa. Enfim, a grande ênfase era em uma aprendizagem mais concreta, significativa, e que valoriza o 'aprender a aprender'.

Estas denominações e adjetivos hoje podem ser encontrados em qualquer planejamento escolar e definição de objetivos educacionais. No entanto, embora muito apregoados, foram pouco explicitados. Em alguns autores o aprender a aprender aparece como uma atividade quase espontânea do aluno frente a situações de aprendizagem (Kammi, 1984), em outros, aparece como uma habilidade a ser adquirida através do ensino sistemático (Dewey, 1979; e mais recentemente Valls, 1996; Coll, 1994; Hedegaard, 1996; Moll e Greenberg, 1996).

Entretanto, muita confusão e mal entendidos ocorreram com teorias e conceitos. Tomemos os exemplos de aprendizagem significativa e atividade. Ausubel et al (1980) afirmaram que o resultado da aprendizagem é determinado tanto pelo novo material (pela sua potencialidade de significação) quanto pela estrutura a qual está sendo assimilado. Assim, conhecer tanto os conceitos que serão manipulados quanto o conhecimento que os alunos já possuem é fundamental para um planejamento que propicie aprendizagem significativa.

Os termos aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica foram distinguidos por Ausubel et al (1980) como sendo duas possibilidades de como o sujeito pode chegar a incorporar novas informações às estruturas cognitivas prévias. A aprendizagem significativa ocorre quando o sujeito que aprende busca relacionar e reter a nova informação, relacionando-a com a estrutura cognitiva que possui. Assim, o conhecimento significativo está relacionado a conceitos da experiência geral. Aprendizagem mecânica é quando o sujeito simplesmente tenta memorizar a nova informação sem relacioná-la a conteúdos já conhecidos.

Ausubel ainda distingue aprendizagem receptiva de aprendizagem por descoberta. Estas são formas pelas quais novas informações podem ser fornecidas. Aprendizagem por recepção ocorre quando as informações que devem ser aprendidas são apresentadas completas de uma só vez. Aprendizagem por descoberta é quando o professor fornece parte das informações, cabendo ao aluno

inferir ou deduzir o restante a partir de manipulação de materiais, experimentos ou leituras.

Embora a teoria de Ausubel et al (1980) seja clara, há uma enorme confusão, corrente na educação, entre formas de prover informações e formas de incorporação da informação à estrutura cognitiva. Muitas vezes, a aprendizagem por descoberta é tomada como sinônimo de aprendizagem significativa, e a aprendizagem receptiva como sinônimo de aprendizagem mecânica, quando, na verdade, referem-se a processos distintos. Segundo Ausubel, é possível haver aprendizagem receptiva-mecânica e aprendizagem receptiva-significativa; aprendizagem por descoberta-significativa e aprendizagem por descoberta-mecânica.

A atividade do sujeito ficou associada a aprendizagem por descoberta, e esta a aprendizagem significativa, e ganharam uma relevância por vezes injustificada. Se é certo que quando as pessoas trabalham ativamente na descoberta da solução de um problema elas estão tentando adequá-los às suas próprias estruturas cognitivas, também é sabido que a atividade, por si mesma, não garante tal descoberta, nem tal adequação a estrutura cognitiva. “Um aprendiz, por exemplo, que falha na resolução de um problema por descoberta, nada terá a acrescentar à memória, não importa quão ativamente ele ou ela esteve pensando” (Mayer, 1981, p 124).

Admite-se que certa atividade por parte do resolvidor pode resultar numa aprendizagem mais ampla, desde que:

- a) o sujeito possa traduzir o problema em termos familiares.
- b) interprete a situação problema de modo a relacioná-la a experiência passada.
- c) o sujeito possa descobrir que parte de sua experiência passada relaciona-se com o problema atual.
- d) selecionar esquemas anteriores adequados para interpretar e reestruturar a nova situação.
- e) descartar esquemas que não estejam se mostrando úteis a resolução do problema atual, de modo a evitar fenômenos semelhantes a chamada fixação funcional da Gestalt (cf Mayer, 1981), ou a rigidez funcional de Berlyne (1975). Embora estes conceitos não tenham exatamente as mesmas características, referem-se a situações em que a linha de raciocínio adotada deixa de ser adequada para a solução do problema específico.
- f) uma vez solucionado o problema, o sujeito deve ainda armazenar as novas relações ou informações de modo a facilitar o acesso posterior. Ou seja, organizar na memória.

Assim, para aprender de forma significativa, não basta a participação ativa do indivíduo ou um ensino por descoberta, é necessário que a informação

nova seja potencialmente significativa e que o sujeito tenha em sua estrutura cognitiva onde subsumí-la. A questão que se coloca é: como pode o professor propiciar que está integração se dê? Já que garantir não é possível, já que é um processo interno, o professor pode ensinar processos que facilitem tal integração, e estimular os alunos para que os usem. Isso exige um certo monitoramento na forma como o sujeito presta atenção a informações do ambiente ou aos elementos do problema, a que estratégias são empregadas e como são, para buscar referências no conhecimento anterior e para transferir as novas informações da memória de curto prazo à memória de longo prazo.

Nas últimas décadas tem aparecido, no âmbito da psicologia cognitiva, uma área denominada Teorias da Instrução, que são, de certo modo, a aplicação de princípios da teoria cognitiva ao ensino e aprendizagem. (Sierra e Carretero, 1995; Byrnes, 1996; Pressley e Woloshyn, 1995). Basicamente, as teorias desenvolvidas nesta área procuram saber se o conhecimento declarativo e o conhecimento procedural, conforme proposto pela teoria do processamento de informações (Anderson, 1990), são passíveis de instrução, e, além disto, que tipo de instrução é mais eficiente, para que conteúdos, e quais metodologias são mais adequadas para tal. Enfim, procura determinar se procedimentos instrucionais diferentes podem ativar diferentes aspectos da estrutura cognitiva existente. (Mayer, 1981)

Entre os trabalhos mais recentes que têm analisado formas de instrução, encontram-se trabalhos descritivos e experimentais. Há os relatos de casos e descrições de situações de aprendizagem (Au, 1996; Almeida, 1994) e experimentos que comparam formas instrucionais diferentes (Carpenter e Peterson, 1988; King, 1991, 1992)

O interesse abrange:

- a) domínio de estratégias (conhecimento procedural)— Tem-se desenvolvido, assim, estratégias para regular e promover o uso de outras estratégias como, por exemplo: alocar atenção para uma determinada tarefa, monitorar performance, buscar relações entre a tarefa atual e passadas; estratégias raramente são usadas de modo isolado, são, em geral, usadas de modo integrado. Integram-se dentro de sequências de ordem superior para conseguir metas cognitivas complexas.
- b) o conhecimento sobre tais estratégias e sobre o próprio processo de pensamento (metacognição)— estratégias mais gerais podem monitorar se as estratégias estão facilitando a performance na tarefa (metacognição), este conhecimento permite decidir se é melhor continuar usando a estratégia corrente ou se ela deve ser abandonada em favor de uma abordagem mais efetiva (Pressley e Woloshyn, 1995)
- c) conhecimento sobre o mundo, conteúdos literários, históricos, explicativos (conhecimento declarativo)— Muitas vezes, o conhecimento

básico diminui a necessidade de executar estratégias. Um conhecimento básico mais amplo possibilita um raciocínio mais eficiente. De forma que nas tarefas familiares, procedimentos estratégicos apropriados são automaticamente desencadeados. Quando a pessoa está face a um novo problema, se ela é um bom processador de informações, ela automaticamente tenta identificar entre problemas passados os que mais se assemelham com os de agora. Quando identifica similaridade, utiliza estratégia associada com a situação prévia. Um plano estratégico ordenado é então formado.

- d) auto-estima- uma auto-estima positiva pode também facilitar um pensamento competente. Um sujeito que se vê como bom processador de informações, sente-se apto a controlar sua própria performance e assim, está mais motivado a empregar esforços e atenção para processar estratégias.
- e) estilo cognitivo - estilos cognitivos particulares podem também beneficiar a performance.

É importante não perder de vista que estes componentes operam em interação. Todos afetam os resultados do pensamento (individualmente) e o funcionamento de sala de aula (coletivamente). Os modelos instrucionais centram-se sobre estes componentes básicos do pensamento, aplicando-os, fundamentalmente, em resolução de problemas, leitura, escrita. Cada componente é caracterizado como complexas interações entre muitos fatores potencialmente modificáveis pela instrução<sup>9</sup>.

Inicialmente, perde-se muito tempo e capacidade de memória com os processos de supervisão como, por exemplo, controle da atenção e do processamento. Com a prática, há mais possibilidade de empregar os esforços na atividade cognitiva em si (integrar o que está lendo com coisas passadas)

A prática torna as estratégias mais fáceis e mais efetivas. Com a prática, aumenta-se o domínio, permitindo distinguir e prestar mais atenção às partes mais relevantes.

A idéia de prática como algo mecânico não se ajusta a este contexto. Assim como a aprendizagem do uso de estratégias também não é entendida aqui como uma sequencia mecânica do processo, mas como, um processo flexível de buscar os caminhos mais adequados em cada problema. O caráter construtivista do ensino e aprendizagem não é negado no ensino de estratégias. As instruções do professor são aqui entendidas como um ponto de partida para o processo no qual os alunos integram tais instruções aos procedimentos que já dispõem, e constroem um arcabouço maior de estratégias a serem usadas quando forem adequadas.

---

<sup>9</sup> Componentes arquitetônicos como: órgãos sensoriais e elementos neurológicos da memória a longo e curto prazo, são considerados não modificáveis pela instrução (Pressley e Woloshyn, 1995; Byrnes, 1996)

As propostas de instrução tem destacado como pontos importantes no ensino: (Pressley e Woloshyn, 1995; Valls, 1996; Byrnes, 1996)

- a) enfatizar no ensino poucas estratégias por vez; uma vez que os alunos a dominem é possível introduzir outras.
- b) ensinar e estimular os alunos a monitorar o que estão fazendo, e a checar se sua performance o está ajudando a se aproximar da meta. Fundamental neste processo é ensiná-los e encorajá-los a remediar problemas que encontrarem e tomarem medidas de correção.
- c) verificar se o aluno sabe como e onde usar estratégias. Se o aluno não sabe, o professor deve lhe ensinar. Este ensino pode ser explícito ou implícito, isto é, o aluno é levado a abstraí-las quando exposto a situações nas quais as estratégias são exploradas. A forma explícita é preferível quando o aluno não é eficiente para descobrir a estratégia metacognitiva por si mesmo, mesmo aqueles que a descobrem independentemente, nem sempre a aplicam de forma eficiente e adequada.
- d) verificar se o aluno é capaz de generalizar e manter tais estratégias. Se não for, devem ser ensinados a assim proceder. Tal ensino geralmente é necessário com crianças que apresentam problemas de aprendizagem. (Martín e Marchesi, 1995)
- e) É motivador para o aluno saber para que servem as estratégias e qual a utilidade que têm em situações específicas.
- f) é importante que as crianças saibam que um funcionamento mais competente é frequentemente resultado do uso de estratégias apropriadas, e não necessariamente uma habilidade inata superiora. Assim, ela pode aprender (se for ensinada) a sair-se melhor na aprendizagem e no domínio do conhecimento.

Valls (1996), discute programas de inclusão de ‘procedimentos’ como parte do currículo. Há propostas de que haja uma disciplina escolar responsável pela aprendizagem de procedimentos. No entanto, é difícil (impossível, até) pensar no ensino de estratégias fora de contextos. Não faz sentido explorar formas de resolver problemas se tais problemas não estiverem voltados para situações contextuais. Da mesma forma, ao meu ver, nenhuma disciplina curricular faz sentido em si. Só faz sentido aprender a ler, por exemplo, se há coisas interessantes e necessárias<sup>10</sup> a serem lidas. As estratégias devem também ser ensinadas em contextos significativos e necessários. O professor deve descrever os passos de seu raciocínio para as crianças em situações cotidianas, onde tais estratégias sejam adequadas. O ‘pensar alto’ permite às crianças seguirem o raciocínio do professor.

<sup>10</sup> Não cabe aqui discutir a criação de necessidades, mas cabe resaltar que este me parece um dos pontos essenciais do sucesso do ensino-aprendizagem.

Quanto mais as situações são cotidianas e previsíveis, mais claro podem ser tais descrições.

Uma vez que as crianças tenham exemplos de procedimentos possíveis, esta atividade pode ser compartilhada entre professor e crianças pensando juntos. Porém, é importante para o professor não deixar seu papel de monitor. Como crianças pequenas não tem ainda desenvolvidas as capacidades metacognitivas capazes de supervisionar a aplicação das estratégias, caberá ao professor fornecer este feedback corretivo de forma quase que individual, além do encorajamento constante.

O encorajamento é importante como feedback inibidor da frustração. Percorrer um raciocínio que depois se descobre inútil é altamente frustrante, assim, cabe ao professor descobrir o momento mais propício para intervir. Tal intervenção deve levar em conta a motivação do aluno, a dificuldade da tarefa, a auto-estima, e o estilo cognitivo. Intervir rapidamente no raciocínio de alunos muito impulsivos pode ser ineficiente, pelo fato do aluno ignorar a intervenção enquanto não testar suas estratégias e hipóteses principais; demorar para intervir em alunos com baixa auto-estima pode intensificar o sentimento de fracasso e incapacidade do aluno. Assim, quanto mais o professor conhecer do aluno, dos componentes envolvidos e do conteúdo a ser dominado, mais eficaz poderá ser sua intervenção.

Sem dúvida, o domínio de procedimentos estratégicos não tem um tempo específico para começar ou terminar, acompanham todo o período de escolarização. Não são também exclusivos à escola. Aprende-se modos de proceder cognitivamente em todas as situações de vida. Porém, nem todos os procedimentos são adequados em situações de resolução de problemas requeridos pela escola, e nem de manipulação de conhecimentos declarativos escolares (relacionar fatos históricos, por exemplo).

Estes podem ser considerados pontos essenciais que tem sido discutidos dentro das teorias da instrução. Diferentes autores têm focado instruções em áreas diferentes, idades diferentes, alunos normais ou com baixo rendimento (Valls, 1996; Coll, 1994; Hedegaard, 1996; Moll e Greenberg, 1996). Vejamos um exemplo de investigação da relação entre estratégias de monitoramento e aprendizagem de leitura compreensiva em alunos de primeiro grau.

King (1992), utiliza-se de experimentos para verificar a efetividade da instrução em atividades de leitura compreensiva, na qual é necessário a elaboração de novas informações. Considera que a ativação de conhecimentos anteriores para relacioná-los com as informações novas é uma capacidade a ser aprendida e desenvolvida. O ensino que tem como objetivo a aprendizagem significativa deve ter claro que esta é uma capacidade a ser aprendida e envolve o desenvolvimento das seguintes habilidades:

- adicionar detalhes à informação recebida;
- clarear idéias;

- explicar a relação entre dois ou mais conceitos novos;
- fazer inferências;
- visualizar a imagem para algum aspecto do material;
- aplicar analogias relativas a novas idéias para coisas familiares;
- associar o novo material com informações já conhecidas ou com experiências passadas.

Tais operações tornam o material mais significativo para aquele que aprende, e, portanto, mais fácil de compreender e lembrar.

Com base nestas idéias, King propõe um modelo de treinamento para leitura compreensiva no qual o estudante recebe como suporte um guia de questões genéricas, cujo objetivo é promover um alto nível de atividade cognitiva por parte dos estudantes. O objetivo é ajudar o aluno a focalizar suas questões nos aspectos relevantes do material a ser aprendido, induzindo, no aluno, processos de inferência e generalização. Espera-se, assim, promover a compreensão, e levar o aluno a construir relações novas a partir dos novos materiais apresentados, favorecendo que este estabeleça redes cognitivas extensas.

O guia de questões tem como fundamento os seguintes níveis da taxonomia de Bloom (cf. Bloom et al, 1983): aplicação, análise e avaliação. E, através dele, espera-se que o estudante possa gerar aplicações, desenvolver exemplos, analisar relações, expor conceitos, ativar e usar conhecimentos e experiências anteriores, fazer predições, sintetizar idéias, comparar, constatar e avaliar.

Comparando pares que recebem treinamento para utilizar o guia de questões com pares que não o recebem, King encontrou que:

- estudantes que usaram o guia melhoraram significativamente sua compreensão em comparação com os que não usaram;
- a comparação em relação ao número de questões formuladas não apresenta diferença, contudo a complexidade das questões formuladas é superior no grupo que usa o guia.

As pesquisas de King (1991, 1992), têm confirmado a efetividade da instrução de procedimentos metacognitivos na qualidade da elaboração conceitual dos alunos sujeitos a estas instruções. E, mais importante, King (1992) verificou que os alunos não se engajam em atividades elaborativas, a menos que sejam estimulados a fazê-lo, ou seja, parece que a interação que envolve uma maior elaboração não é um processo imediato e natural, é uma atitude a ser aprendida e desenvolvida.

King desenvolveu suas pesquisas em 1º e 2º graus. Com crianças pré-escolares não encontramos este tipo de pesquisa. Contudo, as pesquisas com crianças maiores levam a crer que, se for possível implementar o desenvolvimento da consciência de seus processos de aprendizagem, na fase inicial escolar, pode ser

que tal implemento reflita positivamente em aquisições futuras, embora a verificação disto envolva um estudo a longo prazo.

As aplicações educacionais de tais considerações podem ser resumidas em:

- a- favorecer a construção de um amplo repertório de conhecimento declarativo e procedural que possam ser facilmente acessado. Tal repertório requer exposição constante e prática.
- b- estimular a passagem do monitoramento externo para o auto-monitoramento através da demonstração de modelos e de explícita instrução de estratégias.
- c- considerar que há diferenças individuais entre os indivíduos, mas que estas diferenças não sejam determinantes de seu desenvolvimento. São predisposições que em interação com o meio podem ou não se manifestar, intensificar ou serem superadas, o que implica que devam ser buscados meios de fornecer instruções que sejam mais apropriadas a cada sujeito.

Pressley e Woloshyn (1995) sugerem que a instrução de estratégias deve ser intensiva, extensiva e explícita. A meta última é que o aluno tenha autonomia, habilidade, use de forma apropriada e criativa as estratégias aprendidas.

# PARTE C. METODOLOGIA, RESULTADOS, ANÁLISE E DISCUSSÃO

## VII. METODOLOGIA

Foi desenvolvido um estudo de intervenção ou um procedimento quase-experimental, segundo Campbell e Stanley (1979) uma vez que era o modelo mais adequado para verificação das hipóteses retro-referidas. Tal modelo permite comparar o desempenho de dois grupos através de pré e pós testes, sendo que um grupo recebe o tratamento experimental e o outro serve como controle.

Este tipo de delineamento é chamado de quase-experimental por não haver controle estrito das possíveis variáveis intervenientes. A decisão metodológica de priorizar o ambiente em detrimento do controle estrito das variáveis, se fez em função do problema a ser investigado, que refere-se fundamentalmente a aplicação e verificação em situações escolares de construtos teóricos. A falta de controle justifica-se, assim, pelo ganho em manter o ambiente mais próximo do natural. Contudo, a falta de controle das demais variáveis envolvidas é, até certo modo, controlada pela aleatoriedade na formação dos grupos controle e experimental.

Certamente este modelo metodológico limita a generalização dos resultados.

### 1. ESTUDO PILOTO

Este estudo foi realizado na mesma escola e nas mesmas classes do estudo principal. Foram sorteadas 3 crianças de cada uma das classes selecionadas (total de 6). O objetivo foi aprimorar os instrumentos e o procedimento experimental, principalmente nos seguintes pontos:

- do tempo a ser considerado para cada atividade;
- a adequação dos problemas a serem propostos àquela faixa etária;
- a adequação e viabilidade das atividades a serem propostas;
- a forma das instruções a serem dadas pela pesquisadora.

Os sujeitos que participaram do estudo piloto não se constituíram em sujeitos do experimento.

A análise dos resultados deste estudo piloto permitiu fazer os ajustes necessários nos materiais e procedimentos a serem adotados no experimento.

## 2. SUJEITOS

2.1. População de referência: crianças pré-escolares.

2.2. População de estudo: crianças pré-escolares da Escola Municipal de Educação Infantil “Agostinho Páttaro”, localizada em um sub-distrito de Campinas, Barão Geraldo.

A escola acima citada atende, fundamentalmente, crianças de classe baixa e média-baixa que residem em algum dos bairros de Barão Geraldo. A escolha desta escola se deu por critérios de conveniência, quais sejam:

- por facilidade de contato com as professoras e diretora, visto que fui professora dessa escola;
- pela flexibilidade e boa vontade dos professores e diretora em receber pesquisadores;
- porquê os professores desta escola desenvolvem trabalhos diversificados, o que possibilita incluir atividades com pequenos grupos na classe, sem provocar uma ruptura rígida com a rotina com a qual as crianças estão acostumadas;
- pelo fato da escola estar aberta a estagiários de magistério e universidade, as crianças estão bem acostumadas a ter estranhos em sala interagindo e compartilhando das atividades.

O critério de seleção das classes de nível pré (5 a 7 anos):

- dentre aquelas em que o professor trabalhava de forma diversificada;
- pela disponibilidade e concordância dos professores, uma vez que o experimento envolvia atividades diferentes daquelas às quais as crianças estavam realizando na época;
- as duas salas deveriam funcionar em horários diferentes (manhã e tarde).

Cabe ressaltar, antes da apresentação dos critérios de inclusão e exclusão, que para não haver discriminação entre sujeitos e não sujeitos da pesquisa, todas as crianças puderam participar de todas as atividades e tinham seus resultados anotados da mesma forma. Porém, só os sujeitos experimentais tiveram seus escores considerados para efeito de análise. O que aconteceu algumas vezes foi a pesquisadora pedir para a criança não desenvolver a atividade naquele momento, porém, em outros momentos puderam desenvolvê-la.

Foram considerados sujeitos experimentais aqueles que, fazendo parte das duas classes selecionadas:

- aceitaram participar das atividades propostas juntamente com o experimentador;
- não apresentavam características especiais como síndromes, deficiência auditiva ou visual (neste caso foi excluído como sujeito experimental um aluno da classe da manhã).
- não apresentavam desvio marcante do comportamento (neste caso foi excluído como sujeito experimental uma aluna da classe da tarde).
- não tiveram, na época da pesquisa, faltas consecutivas por mais de três dias.

Os sujeitos que satisfaziam estes critérios foram, através de sorteio, reunidos em dois grupos: em grupo experimental e em grupo controle.

A fim de controlar os efeitos de possíveis variáveis concorrentes como a metodologia específica de trabalho da professora, sua forma de interação com as crianças, e o período do dia, as crianças das duas classes (P1 e P2) foram distribuídas nos dois grupos.

As idades das crianças, na época da pesquisa (abril) variava entre 5,5 a 6,9. Ver tabela 3 e 4.

### 2.2.1. Grupo experimental

Este grupo começou com 10 meninos e 10 meninas (tabela 1). Ao final da pesquisa restaram 7 meninos e 7 meninas, em um total de 14 sujeitos experimentais (mortalidade = 6).

Todos foram submetidos ao pré-teste, tratamento e pós-teste (que estão descritos a seguir), e tiveram seus escores medidos no pré e pós-teste. Entre o pré e o pós teste este grupo recebeu instruções de estratégias metacognitivas.

Na tabela 1 é apresentada a distribuição final dos sujeitos do grupo experimental de acordo com gênero e a classe.

**Tabela 1.** Composição final do grupo experimental por gênero e classe a qual pertence.

Gênero	Classes		Total
	P1	P2	
Masculino	5	2	7
Feminino	5	2	7
Total	10	4	14

### 2.2.2. Grupo controle:

O grupo começou com 9 meninos e 10 meninas. Ao final da pesquisa restaram 6 meninos e 10 meninas, em um total de 16 sujeitos (mortalidade = 4). Ver tabela 2.

**Tabela 2.** Composição final do grupo controle por gênero e classe de a qual pertence.

Gênero	Classes		Total
	P1	P2	
Masculino	4	2	6
Feminino	5	5	10
Total	9	7	16

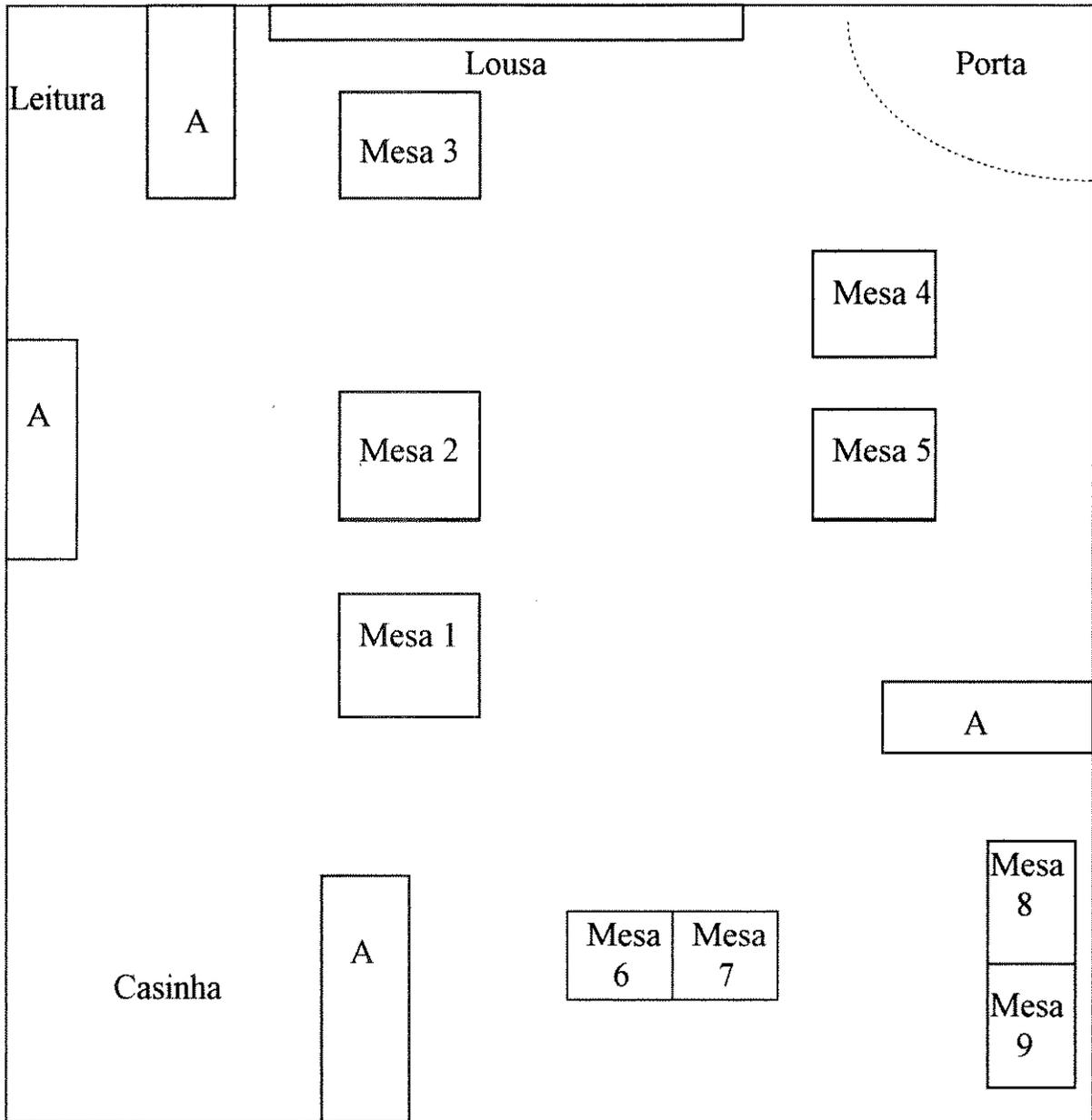
O grupo controle foi submetido ao pré e pós-teste e teve seus escores medidos, contudo, na fase de tratamento, embora tenham desenvolvido as mesmas atividades que o grupo experimental, não receberam instruções.

## 3. MATERIAIS

A partir do estudo piloto, foram feitas as adaptações necessárias aos materiais, resultando no seguinte:

### 3.1. Pré e Pós-teste

- a) 1 mesa e 2 cadeiras dentro de sala de aula, porém, em uma posição isolada conforme a planta (página seguinte).
- b) 12 cartões de 27,5 cm X 30 cm com figuras cujas unidades mediam 4x4 cm com as seguintes figuras (pag. 91).
- c) papéis A4 para desenho
- d) lápis preto nº 2 e borracha
- e) cronômetro
- f) roteiro para anotação do pesquisador
- g) 1 cubo de cartolina medindo 4 cm<sup>3</sup>
- h) cartão com instruções a serem seguidas pela pesquisadora.



Representação esquemática da sala de aula.

A - Armário

Mesa 1 - Modelagem

Mesa 2 - Jogos

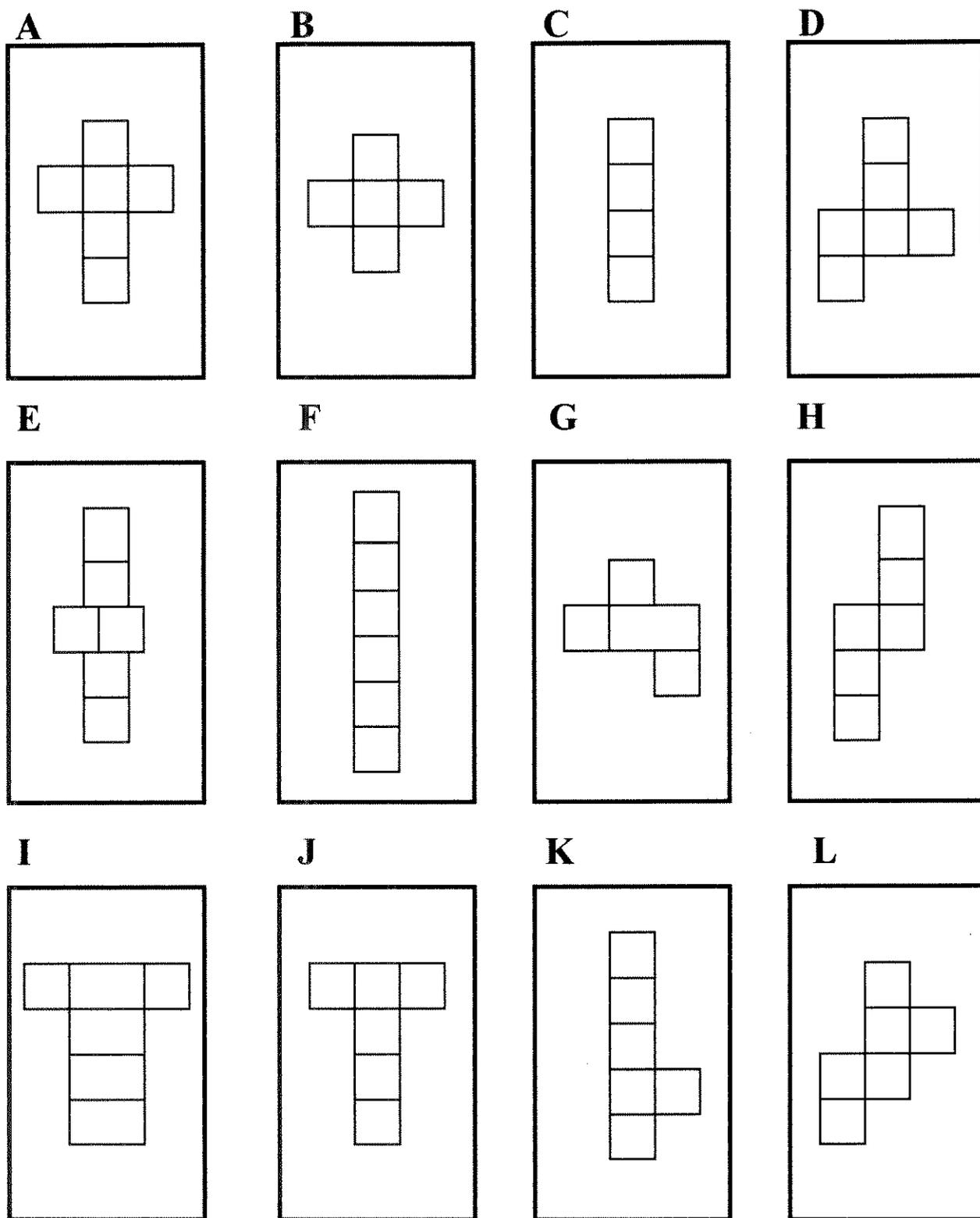
Mesa 3 - Extra

Mesa 4 - Pintura

Mesa 5 - colagem

Mesa 6 e 7 - desenho e escrita

Mesa 8 e 9 - lugar reservado ao computador, onde foi realizado e pré e pós-teste.



**Figura 12.** Cartões usados no pré e pós-teste. Medida: 27,5 cm X 30 cm. A unidade das figuras media 4x4 cm.

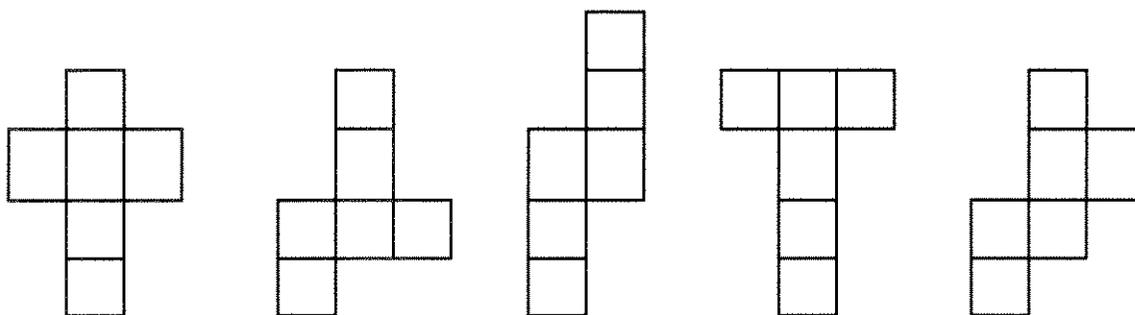
## 3.2. Atividades intermediárias

### 3.2.1. Atividade 1

- Quebra cabeça com 20 cubos (4,5 cm<sup>3</sup>). “Jak” da Toyster Brinquedos Ltda.

### 3.2.2. Atividade 2

- Papel A4 com figuras divididas em quatro partes iguais de 3x3 cm.  
- Recortes em papel ‘color 7’, em três cores diferentes (azul, abóbora e amarelo), com 5 formas possíveis:



**Figura 13.** Formas utilizadas na atividade intermediária 2.

### 3.2.2. Atividade 3

- Um saco de 35x20 cm em material flexível não transparente. Figuras tridimensionais em cartolina:

1 cubo de 4 cm<sup>3</sup>

1 cubo de 1,5 cm<sup>3</sup>

1 pirâmide de base quadrada com base de 3 cm<sup>3</sup> e altura de 4 cm

1 pirâmide de base triangular com 3 cm de lado .

1 paralelepípedo com 3x4 cm

1 cilindro com 3 cm de altura e diâmetro de 1,5 cm

### 3.2.3. Atividade 4 e 5

Jogo Polydron

75 triângulos equiláteros

24 triângulos isósceles

4 quadrados com furo em forma de círculo

12 quadrados com furo em forma de quadrado

4 esferas de ligação

10 canos de ligação

20 triângulos equiláteros com encaixe

40 quadrados

### 3.2.4. Atividade 6

- Jogo Polydron com 36 quadrados
- figuras recortadas em cartolina com 6 possíveis disposições.

## 4. PROCEDIMENTOS

A pesquisadora, inicialmente, visitou as classes e procurou entrar em contato com as crianças de modo informal, de tal modo que quando a pesquisa propriamente dita começou, crianças e pesquisadora já estavam integradas.

Como as professoras das classes nas quais se realizou a pesquisa já desenvolvem uma metodologia de trabalhos diversificados com pequenos grupos, a pesquisa se inseriu nestes momentos como uma atividade a mais a ser desenvolvida. Portanto, procurou se ajustar aos horários destinados a atividades diversificadas de rotina de cada sala de aula.

Embora algumas crianças foram excluídas como sujeitos experimentais (conforme definido anteriormente), não foram impedidas de participar das atividades quando quiseram, porém, estas crianças não tiveram seus escores medidos e analisados com os demais.

### 4.1. Pré e pós-teste

O pré e o pós-teste foram aplicados individualmente pela pesquisadora, e os erros e tempo de resposta a cada figura foram anotados pela mesma.

O pré teste foi aplicado para verificar a equivalência inicial dos grupos e como medida de comparação do desempenho inicial dos sujeitos com o desempenho no pós-teste, após o tratamento.

Cada sujeito, individualmente, foi chamado a uma mesa isolada na sala de aula. Esta mesa é reservada para o trabalho em duplas no computador, porém, não estava sendo utilizado computador nestas classes, assim, o espaço estava liberado. Este local foi escolhido por ficar parcialmente isolado do resto da sala, porém, dentro desta. As crianças e o pesquisador sentavam-se lado a lado, de frente para a parede, o que evitava muita interferência (ver mapa na pág. 90).

Cada criança, individualmente, era convidada a “trabalhar” com a pesquisadora. A pesquisadora, então, lhe mostrava um cubo montado (4 cm<sup>3</sup>) e dava as instruções do teste (Quadro 1). Embora as instruções não fossem explicitamente lidas, a pesquisadora manteve o papel com as instruções sobre a mesa para não esquecer o que dizer, mas procurava fazê-lo de um modo informal, permitindo que a criança respondesse a vontade ou a interrompesse com comentários.

- 1- *Isto é uma figura geométrica. Você já viu objetos com esta forma? (tempo para resposta) O quê?*
- 2- *Você sabe o nome desta forma geométrica?*
- 3- *Onde e com quem você aprendeu?*
- 4- *Essa forma chama cubo. Se eu desmontar esta figura e deixar aberta, retinha na mesa, como você imagina que vai ficar? Olhe bem para esse cubo, cada lado e tente imaginar ele desmontado. (tempo) Você conseguiu?*
- 5- *Desenhe como ficaria este cubo desmontado. Pode desenhar com calma, se precisar pode apagar ou começar de novo, está bem? Me avise quando terminar (tempo para desenho).*
- 6- *Agora eu vou mostrar várias figuras desmontadas, abertas. Tente imaginar em cada uma, se eu recortar, dobrar e montar, consigo formar um cubo como este ou não? Eu vou usar o cronômetro, mas não é um jogo de corrida, pode demorar o quanto precisar para pensar, certo? Entendeu? O que mesmo você tem que me dizer? Então vamos lá?*
- 7- *Se eu recortar e montar consigo formar um cubo? (foi dito antes das figuras 1, 4, 7 e 10).*

**Quadro 1.** Instruções gerais dadas aos sujeitos no pré e pós-teste.

Cada figura foi mostrada para a criança e o tempo cronometrado do momento em que os cartões eram colocados sobre a mesa até a resposta da criança. A ordem de apresentação das figuras foi definida por sorteio e mantida igual para todos os sujeitos. No pré-teste foram apresentadas na ordem de A a L na vertical (conforme desenho em materiais) e no pós-teste de L a A na horizontal com o topo à esquerda.

No pós-teste foram repetidas todos os passos do pré-teste exceto o item 1.

Anotou-se de cada sujeito as respostas para os itens 2, 3, 5 (tempo do desenho) e 7 (resposta sim ou não e tempo). No item 5 o tempo foi anotado a partir do momento em que foi dado papel e lápis para a criança até que ela dissesse “acabei” ou algo semelhante. No item 7 o tempo foi anotado do momento em que o cartão era depositado em frente à criança até a sua resposta.

#### **4.2. Procedimentos nas atividades intermediárias desenvolvidas com os dois grupos:**

Aqui serão descritas as instruções gerais dadas a cada atividade para o grupo controle e grupo experimental.

Quase todas as atividades intermediárias foram desenvolvidas em sala de aula, só a atividade do quebra cabeça foi realizada fora de sala por motivo de espaço e do alvoroço que causava entre as outras crianças (todas queriam fazer ao mesmo tempo). Eram desenvolvidas enquanto a classe realizava atividades diversificadas e as crianças eram convidadas a participar. A criança que estava ocupada com outra atividade, ou simplesmente não queria participar, era convidada novamente em outro momento, até que todas as crianças tivessem passado por aquela atividade. Conforme a atividade, levava vários dias até que todos participassem. As que não participavam de alguma atividade, embora pudessem participar das seguintes, não eram mais consideradas sujeito experimental. Nenhuma criança sabia quem estava tendo seus escores medidos para serem analisados.

#### 4.2.1. Atividade 1 (quebra-cabeça de cubos)

Esta atividade foi desenvolvida em duplas do mesmo grupo. Cada dupla podia brincar de 20 a 30 minutos nesta atividade, tempo suficiente para montar de 2 a 6 quadros. Quando as crianças não conseguiam chegar a um acordo sobre qual cena montar primeiro a pesquisadora procurava mediar tal acordo e contribuía com estas quando apresentavam dificuldade para localizar as peças. As instruções dadas na execução desta atividade foram:

*“Esse é um quebra cabeça formado por cubos. Com cada lado do cubo vocês podem montar um quebra-cabeça diferente. Quantos lados tem o cubo? (tempo para resposta) O cubo tem 6 lados, então vocês pode montar 6 figuras diferentes que são estas aqui (mostrando as figuras na caixa do brinquedo). Vamos montar? Qual vocês querem montar primeiro?”*

**Quadro 2.** Instruções gerais para a atividade 1.

#### 4.2.2. Atividade 2 (confeção de um quebra-cabeça de cubos)

A pesquisadora levou os cubos recortados (sem bordas) de formas diferentes, todas as formas correspondiam ao cubo. Dois modelos de cada forma, com cores diferentes, eram colocadas sobre a mesa. As crianças eram convidadas aos pares para a atividade. Ver quadro 3.

*“Para fazer um quebra-cabeça como este, de cubos, nos vamos precisar construir os cubos. Temos 4 pedaços de cada figura, então, serão necessários 4 cubos. Com estes 4 cubos nos montaremos 6 figuras diferentes, você sabe como?” Tempo. “Um cubo tem 6 lados, cada lado monta uma figura, como no quebra-cabeça do Donald.”*

*“Entre estas figuras (formas diferentes sobre a mesa), qual forma cubo, vamos procurar e montar?”*

**Quadro 3.** Instruções gerais para a atividade 2.

Como a colagem dos cubos exige grande coordenação e tomava muito tempo, além de ser um passo totalmente irrelevante para o nosso problema, era feito com as crianças apenas a atividade decorrente da instrução acima. A colagem era feita pela própria pesquisadora (algumas vezes) após a atividade, e entregue o cubo pronto para que as crianças colassem os pedacinhos das gravuras. A pintura das gravuras, o recorte e a colagem, como não eram relevantes para o nosso trabalho, não receberam nenhuma atenção especial, sendo por vezes realizadas sem a presença da pesquisadora.

4.2.3. Atividade 3 (procura do cubo no saco)

Esta atividade foi desenvolvida individualmente. Com algumas crianças foi realizada no horário das brincadeiras externas. (Ver quadro 4)

Mostrando um cubo.

— *O que é isso?* Tempo.

— *É um cubo. Eu quero que você ache outros cubos aqui dentro. Podem ser de outros tamanhos, mas tem que ser cubo.*

Quando a criança errava era dito o nome da figura e pedido que tentasse novamente. Após pegar o primeiro era dito:

— *Será que tem outro cubo aí? Quer tentar achar?*

**Quadro 4.** Instruções gerais para atividade 3.

4.2.4. Atividade 4 (montagem livre com Polydron).

Todas as peças do Polydron eram deixadas em uma caixa sobre a mesa e as crianças em duplas podiam brincar livremente com elas. Cada dupla brincou entre 20 e 30 minutos.

#### 4.2.5. Atividade 5 (montagens de cubos com Polydron)

Esta atividade foi desenvolvida individualmente. E repetida até que todas as formas possíveis do cubo aberto tivessem sido explorada. A pesquisadora abria o cubo de modo a obter uma figura diferente. (Ver quadro 5)

*“Monte um cubo para mim. Quando estava pronto. Vamos abrir e ver como ele fica aberto. A pesquisadora abria cada vez de uma forma: Olha como ficou! Se eu montar forma o cubo outra vez? Vamos montar e tentar desmanchar de outro modo?”*

**Quadro 5.** Instruções gerais para atividade 5.

#### 4.2.6. Atividade 6 (montagens de cubos a partir de modelos)

Esta atividade também foi desenvolvida individualmente. Apresentava-se 5 figuras recortadas em cartolina, em três cores possíveis, as cinco correspondiam ao cubo. As crianças deviam reproduzir estas figuras com o Polydron. (Ver quadro 6).

*“Escolha uma figura que monte um cubo”, em geral a criança montava o cubo como resposta. “Você acha que consegue com essas peças fazer uma figura igual para depois montar o cubo? Tempo. Ficou igual? Dá para montar o cubo?”*

**Quadro 6.** Instruções gerais para atividade 6.

### **4.3. Instruções para monitoramento cognitivo específicas ao grupo experimental (tratamento)**

Além das instruções gerais descritas acima, o grupo experimental recebeu as seguintes instruções voltadas a estratégias metacognitivas no decorrer das atividades:

*“Você lembra o que é um cubo? Lembra que já brincamos com o cubo fazendo (nome atividade anterior). Esta brincadeira também é com (sobre) cubos. Vamos fazer esta brincadeira para que você possa conhecer melhor o cubo. Enquanto nós brincamos, tente perceber como ele é formado, quantos lados tem e como estes lados se juntam. Tente perceber se você está aprendendo mais sobre o cubo.” (quantos lados têm; como ele fica aberto; quais as formas que montam um cubo)*

**Quadro 7.** Instruções de monitoramento cognitivo. Antes.

Durante as atividades:

*“Você se lembra por que nós estamos fazendo isso? Você acha que esta brincadeira (material) está te ajudando a conhecer melhor o cubo? (aspecto específico) Por quê? O que do cubo você acha que ainda não tinha reparado antes e está percebendo agora?”*

**Quadro 8.** Instruções de monitoramento. Durante.

*“O objetivo desta brincadeira (jogo) era saber como é formado um cubo (aspecto específico), você acha que conseguiu aprender? Como você acha que aprendeu?”*

**Quadro 9.** Instruções de monitoramento. Após.

A estas perguntas não era esperado que a criança necessariamente desse uma resposta verbal, uma vez que a dificuldade de verbalização por parte das crianças era plenamente reconhecida. Contudo, pretendíamos que as questões dirigissem a atenção das crianças para estes aspectos.

Nas atividades específicas as instruções para monitoramento cognitivo foram:

#### 4.3.1. Atividade 1 (quebra-cabeça de cubos)

*“Nosso objetivo nesta atividade é que você perceba que o cubo tem 6 lados e como estes lados estão. Veja bem, cada lado está grudado com quantos outros? Resposta. Como você sabe isso?”*

**Quadro 10.** Instruções de monitoramento na atividade 1.

#### 4.3.2. Atividade 2 (confeção de um quebra cabeça)

*Eu gostaria que você prestasse atenção nestas formas desmontadas e tentasse imaginar cada lado se encontrando. Você acha que consegue? Como você vai imaginar isso? Como você vai fazer para não esquecer que lado você já dobrou? Depois de algumas tentativas. O seu modo de lembrar está dando certo? Será que você não está dobrando o mesmo lado duas vezes? Como você tem certeza?*

**Quadro 11.** Instruções de monitoramento na atividade 2.

#### 4.3.3. Atividade 3 (procura do cubo)

*Como você vai saber que é um cubo sem vê-lo? Que pistas vai usar para ter certeza? Discutia-se em cima da resposta da criança. Antes de você tirar do saco me avise que achou. Quando a criança avisava que tinha encontrado: você tem certeza que procurou todas as pistas? Repetia-se as pistas que a criança havia dito que buscaria.*

**Quadro 12.** Instruções de monitoramento na atividade 3

#### 4.3.4. Atividade 4 (montagem livre com Polydron)

*“Tente imaginar algo antes de fazer. Separe as peças que você vai precisar para fazer o que imaginou, veja bem quantos lados tem, que tipo de peça vai precisar.”*

**Quadro 13.** Instruções de monitoramento na atividade 4.

#### 4.3.5. Atividade 5 (montagem de cubos com Polydron)

*“Antes de fazer, você vai separar as peças que vai precisar, está bem? Como você vai saber quais as peças que vai precisar?”*

**Quadro 14.** Instruções de monitoramento na atividade 5.

#### 4.3.6. Atividade 6 (montagem de cubos a partir de modelos)

*“Antes de montar cada modelo, como você pode saber se ele formará um cubo ou não? Como você tem certeza? Para não errar ao que é que você presta atenção? Dá certo?”*

**Quadro 15.** Instruções de monitoramento na atividade 6.

## II. RESULTADO E ANÁLISE DOS DADOS

### 1. Equivalência das amostras

Inicialmente foi feito um teste para verificar a equivalência inicial dos dois grupos quanto a idade.

A idade dos grupos pode ser vista nas tabelas 3 e 4.

**Tabela 3.** Idade dos sujeitos do grupo controle. N = 16; X = 6,26; DP = 0,08.

Grupo Controle	
Sujeitos	Idade
c8	5,11
c13	5,11
c16	5,11
c3	6
c9	6
c11	6,1
c14	6,1
c15	6,3
c1	6,4
c2	6,4
c10	6,4
c16	6,5
c7	6,7
c5	6,7
c4	6,8
c6	6,9

**Tabela 4.** Idades dos sujeitos do grupo experimental. N = 14; X = 6,25; DP = 0,13.

Grupo Experimental	
Sujeitos	Idade
e1	5,5
e2	5,7
e14	6,1
e7	6,2
e8	6,2
e4	6,4
e6	6,4
e13	6,4
e10	6,5
e11	6,5
e5	6,6
e9	6,6
e3	6,8
312	6,8

Para testar a equivalência das idades usou-se o teste t de Student (Sokal e Rohlf, 1981). O teste t de Student é apropriado neste caso, uma vez que a amostra apresenta normalidade, é randômica e intervalar.

O resultado do teste t foi que o grupo controle e o grupo experimental não apresentam nas idades uma diferença estatisticamente significativa ( $t = 0,03015$ ;  $P = 0,97616$ ).

Procurando refinar a análise, separamos as idades do grupo masculino e feminino (Tab. 5, 6, 7 e 8).

**Tabela 5.** Idades dos sujeitos do grupo controle feminino. N = 10; X = 6,34; DP = 0,08.

Feminino Controle	
Sujeitos	Idade
c8	5,11
c3	6
c9	6
c1	6,4
c2	6,4
c10	6,4
c7	6,7
c5	6,7
c4	6,8
c6	6,9

**Tabela 6.** Idades dos sujeitos do grupo experimental feminino. N = 7; X = 6,14; DP = 0,21.

Feminino Experimental	
Sujeitos	Idade
e1	5,5
e2	5,7
e7	6,2
e4	6,4
e6	6,4
e5	6,6
e3	6,8

Para o grupo feminino, as diferenças não foram estatisticamente significantes ( $t = 1,11404$ ;  $P = 0,2828$ ). O que mostra que as amostras femininas são equivalentes entre si.

**Tabela 7.** Idades dos sujeitos do grupo controle masculino. N = 6; X = 6,11; DP = 0,03.

Masculino Controle	
Sujeitos	Idades
c13	5,11
c16	5,11
c11	6,1
c14	6,1
c15	6,3
c16	6,5

**Tabela 8.** Idades dos sujeitos do grupo experimental masculino. N = 7; X = 6,37; DP = 0,03

Masculino Experimental	
Sujeitos	Idades
e14	6,1
e8	6,2
e13	6,4
e10	6,5
e11	6,5
e9	6,6
e12	6,8

Porém, para os grupos masculinos, encontramos uma diferença estatisticamente significativa ( $P < 0,05$ ) para idade entre as amostras ( $t = -2,35598$ ;  $P = 0,03808$ ). Isso significa que os grupos masculinos controle e experimental não são equivalentes com relação às idades, sendo que o primeiro apresenta média de idade menor.

Embora o teste de idade geral resultou em equivalência de amostras, o que significa que a idade não foi uma variável que interferiu na performance das crianças em geral, por outro lado, o fato dos testes mais detalhados terem resultado em diferença nos grupos masculinos nos obrigará a considerar com cuidado esta variável. Voltaremos a analisá-la mais a frente.

## **2. Comparação do número de erro do pós-teste entre grupo controle e grupo experimental**

Na análise destes dados efetuamos dois procedimentos, ao nosso ver complementares: uma parte quantitativa, com testes estatísticos buscando verificar se houve diferenças estatisticamente significantes, e uma parte qualitativa, comparando os escores entre pré e pós-teste.

### **2.1. Análise geral**

#### **2.1.1. Análise estatística geral**

A comparação entre os escores do pré-teste com o do pós-teste foi feita utilizando o Teste do Sinal (Sign test, in Lindgren e McElrath, 1966, p. 224-228). A escolha deste teste se deu por adequar-se as características da amostra colhida que não cumpre com o requisito de normalidade.

Aplicando-se o teste do sinal encontramos que o grupo experimental apresenta uma diminuição dos erros estatisticamente significativa ( $Z = 2,774$ ;  $P = 0,006$ ) (tab. 10); enquanto o grupo controle não apresenta diferença nos resultados entre pré e pós-teste ( $Z = 0,55$ ;  $P = 0,579$ ) (tab. 9). -

Este resultado conduziria a confirmação da efetividade das instruções de estratégias metacognitivas na atividade de resolução de problemas geométricos. Contudo, é preciso levar em conta a não equivalência inicial dos grupos masculinos.

Assim, devemos refinar nossa análise. Examinaremos cada grupo em separado um pouco mais adiante. Antes, vejamos como esta análise se completa pela análise qualitativa.

**Tabela 9.** Número de erros no pré e pós-teste para o grupo controle. N = 16

Grupo Controle		
Sujeitos	Número de erros	
	Pré-teste	Pós-teste
c1	5	5
c2	6	6
c3	2	3
c4	3	5
c5	4	4
c6	4	1
c7	6	7
c8	5	2
c9	6	4
c10	4	1
c11	2	1
c12	5	7
c13	3	2
c14	1	0
c15	5	1
c16	1	4

**Tabela 10.** Número de erros no pré e pós-teste para o grupo experimental. N = 14

Grupo Experimental		
Sujeitos	Número de erros	
	Pré-teste	Pós-teste
e1	2	0
e2	3	4
e3	3	0
e4	5	1
e5	6	2
e6	4	4
e7	6	0
e8	3	1
e9	6	1
e10	5	1
e11	4	1
e12	4	0
e13	6	0
e14	5	2

### 2.1.2. Análise qualitativa geral

De uma forma qualitativa, podemos visualizar as diferenças de performance para os sujeitos entre o pré e pós-teste, tanto para os que receberam tratamento (experimental), quanto para os que não receberam (controle), fazendo uso dos seguintes diagramas de mudança de categoria nos escores (cf. Takahata, 1982, 1991; Brenelli, 1993, 1994)

Erros	Controle		Experimental	
	Pré	Pós	Pré	Pós
0		c14		e1 e3 e7 e12 e13
1	c14 c16	c6 c10 c11 c15		e4 e8 e9 e10 e11
2	c3 c11	c8 c13	e1	e5 e14
3	c4 c13	c3	e2 e3 e8	
4	c5 c6 c10	c5 c9 c16	e11 e12 e6	e2 e6
5	c1 c8 c12 c15	c1 c4	e4 e10 e14	
6	c2 c9 c7	c2	e5 e7 e9 e13	
7		c7 c12		

**Diagrama 1** - Comparação entre grupo controle (N = 16) e grupo experimental (N = 14) quanto ao número de erros no pré e pós-teste.

**Tabela 11** - Resumo dos dados do Diagrama 1

Direção	N° de Sujeitos		%	
	Contr.	Exp.	Contr.	Exp.
↖ Diminui	8	12	50	85,8
→ mantém	3	1	18,8	7,1
↘ aumenta	5	1	31,2	7,1
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>14</b>		

Este quadro possibilita uma visualização da diferença dos números de erros entre pré-teste e pós-teste. Comparando o grupo experimental com o grupo controle, podemos constatar, coerentemente com a análise estatística, que o primeiro apresenta uma diminuição mais acentuada do número de erros no pré-teste. Enquanto no grupo controle a diminuição foi de 50%, no grupo experimental foi de 85,8%.

## 2.2. Análise por gênero

### 2.2.1. Análise estatística por gênero

Realizei uma análise mais detalhada da diferença entre números de erros do pré e pós-teste por gênero.

O número de erros do grupo controle feminino no pré e pós teste aparece na tabela 12.

O teste do sinal mostrou não haver diferença estatisticamente significativa entre o número de erros do pré e pós teste do grupo controle feminino ( $Z = -0,408$ ;  $P = 0,683$ ) (tab. 12).

**Tabela 12** - Número de erros no pré e pós-teste e idade do grupo controle feminino. N = 10.

Sujeitos	Número de Erros		Idade
	Pré-teste	Pós-teste	
c1	5	5	6,4
c2	6	6	6,4
c3	2	3	6
c4	3	5	6,8
c5	4	4	6,7
c6	4	1	6,9
c7	6	7	6,7
c8	5	2	5,11
c9	6	4	6
c10	4	1	6,4

A tabela 13 mostra o número de erros do grupo controle masculino.

**Tabela 13** - Número de erros no pré e pós-teste e idade do grupo controle masculino. N = 6.

Sujeitos	Número de Erros		Idade
	Pré-teste	Pós-teste	
c11	2	1	6,1
c12	5	7	6,5
c13	3	2	5,11
c14	1	0	6,1
c15	5	1	6,3
c16	1	4	5,11

Também não houve diferença estatisticamente significativa para o grupo controle masculino ( $Z = 0,408$ ;  $P = 0,683$ ) (ver tab. 13)

O grupo experimental, que apresentou na análise geral diferença significativa entre número de erros do pré-teste e do pós-teste, quando foi examinado mais de perto mostrou diferença entre o grupo feminino e masculino. Ver tabela 14 e 15.

**Tabela 14** - Número de erros no pré e pós-teste e idade do grupo experimental feminino. N = 7.

Sujeitos	Número de Erros		Idade
	Pré-teste	Pós-teste	
e1	2	0	5,5
e2	3	4	5,7
e3	3	0	6,8
e4	5	1	6,4
e5	6	2	6,6
e6	4	4	6,4
e7	6	0	6,2

Diferentemente do resultado geral, não houve diferença estatisticamente significativa entre número de erros do pré-teste e pós-teste para o grupo experimental feminino ( $Z = 1,225$ ;  $P = 0,221$ ) (tab. 14).

**Tabela 15** - Número de erros no pré e pós-teste para o grupo experimental masculino. N = 7.

Sujeitos	Número de Erros		Idade
	Pré-teste	Pós-teste	
e8	3	1	6,2
e9	6	1	6,6
e10	5	1	6,5
e11	4	1	6,5
e12	4	0	6,8
e13	6	0	6,4
e14	5	2	6,1

A diferença entre o número de erros do pré-teste e do pós-teste do grupo experimental masculino, por outro lado, é estatisticamente significativa ( $Z = 2,267$ ;  $P=0,023$ ) (tab. 15). Logo, este grupo é o principal responsável pela diferença refletida na análise geral (pag.103, tab. 9 e 10).

Ora, o grupo masculino não apresentou equivalência de amostras entre idades para o grupo controle e experimental (tab. 7 e 8)

Supusemos, então, que a diferença poderia não ser resultado das instruções metacognitivas simplesmente, mas da relação desta com a idade dos sujeitos. Se verificarmos a tabela 7 veremos que os meninos do grupo experimental

têm idades entre 6,1 e 6,8 , enquanto os do grupo controle têm idades entre 5,11 e 6,5.

Uma vez que o grupo controle não apresentou diferença significativa para o número de erros, repetimos então o teste do sinal comparando os erros do pré-teste com os erros do pós-teste no grupo controle, excluindo agora, da amostra, os dois sujeitos com idades abaixo de 6,1 (c13 e c16) (tab. 13). Se o resultado apresentasse diferença estatisticamente significativa poderíamos suspeitar que a idade poderia estar causando tais resultados. Contudo, mesmo excluindo as crianças mais novas, o grupo controle continuou não apresentando diferença estatisticamente significativa entre resultado de pré-teste e pós-teste ( $Z = 0,50$ ;  $P = 0,617$ ).

O mesmo poderia estar ocorrendo para o grupo feminino. Foi realizado o mesmo procedimento de excluir deste grupo as mais novas (e1 e e2) (tab. 14). Porém, não houve alteração do resultado, a diferença entre os erros do pré-teste e do pós-teste continuaram não apresentando diferença estatisticamente significativa ( $Z = 1,50$ ;  $P = 0,133$ ).

Verificamos, ainda, se o grupo masculino experimental e o grupo feminino experimental apresentavam diferenças de idade. O teste t (para amostras independentes) não mostrou diferença estatisticamente significativa ( $t = 1,181$ ;  $P = 0,260$ ) (tabs. 14 e 15)

Assim, podemos excluir qualquer possibilidade da interferência da idade, nestes grupos, como responsável pela diferença entre o número de erros do pré para o pós-teste masculino experimental. Estes resultados evidenciam a relação entre instrução e gênero, no desempenho, favorecendo o grupo masculino.

Tendo aparecido esta diferença por gênero, comparou-se a diferença dos erros no pré-teste entre os grupos feminino e masculino. Para realizar tal comparação, dado que as amostras são independentes, e não seguem uma distribuição normal, optou-se pelo teste não paramétrico de Mann-Whitney (Sokal e Rohlf, 1981). Os resultados não mostraram diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos ( $U = 93$ ;  $Z = -0,746$ ;  $P = 0,455$ ).

### **2.2.2. Análise qualitativa por gênero**

Comparando separadamente o grupo masculino do feminino temos os seguintes diagramas:

Masculino				
Erros	Controle		Experimental	
	Pré	Pós	Pré	Pós
0		c14		e12 e13
1	c14 c16	c11 c15		e8 e9 e10 e11
2	c11	c13		e14
3	c13		e8	
4		c16	e11 e12	
5	c12 c15		e10 e14	
6			e9 e13	
7		c12		

**Diagrama 2** - Comparação entre grupo controle (N = 6) e experimental (N = 7) masculino quanto ao número de erros no pré e pós-teste.

**Tabela 16** - Resumo dos dados do Diagrama 2

Direção	N° de Sujeitos		%	
	Contr.	Exp.	Contr.	Exp.
↗ Diminui	4	7	66,7	100
→ mantém	0	0	0	0
↘ aumenta	2	0	33,3	0
Total	6	7		

Feminino				
Erros	Controle		Experimental	
	Pré	Pós	Pré	Pós
0				e1 e3 e7
1		c6 c1 c10		e4
2	c3	c8	e1	e5
3	c4	c3	e2 e3	
4	c5 c6 c10	c5 c9	e6	e2 e6
5	c1 c8	c1 c4	e4	
6	c2 c7 c9	c2	e5 e7	
7		c7		

**Diagrama 3** - Comparação do número de erros entre grupo controle (N = 10) e experimental (N = 7) feminino.

Direção	N° de Sujeitos		%	
	Contr.	Exp.	Contr.	Exp.
↖	4	5	40	71,4
→	3	1	30	14,3
↘	3	1	30	14,3
Total	10	7		

**Tabela 17** - Resumo dos dados do Diagrama 3

Tanto para o grupo masculino quanto para o feminino, há menos erros no pós-teste no grupo experimental do que no grupo controle. Porém, no grupo masculino a diminuição dos erros é de 100 %, enquanto no grupo feminino é de 71,4 %. Assim, de modo qualitativo, vemos que a instrução favoreceu aos dois grupos, sendo que teve mais efetividade no grupo masculino.

### 2.3. Análise do número de erros por figura.

Procurou-se investigar se havia alguma diferença significativa para o número de erros no pré-teste para diferentes figuras. A função esperada seria que todas as figuras tivessem o mesmo número de erros. Para tanto, realizou-se um teste de ajustamento das funções (goodness of fit) o qual mostrou que tais diferenças são estatisticamente significantes ( $\chi^2 = 58,922; p < 0,0001$ ) (tab. 18).

**Tabela 18.** Número de erros por figura no pré e pós-teste do grupo controle (N = 16) e experimental (N = 14).

Figuras	Número de erros			
	Controle		Experimental	
	pré-teste	pós-teste	pré-teste	pós-teste
A	3	1	2	0
B	9	8	10	2
C	1	3	1	0
D	12	5	8	3
E	5	7	4	2
F	2	2	2	1
G	1	1	1	0
H	10	6	9	1
I	2	5	2	2
J	7	4	8	2
K	1	3	5	1
L	9	9	10	3
Total	62	54	62	17

Realizando a mesma análise para os diferentes gêneros e grupos, encontrou-se que o grupo controle masculino não apresenta diferenças estatisticamente significantes para o número de erros entre as figuras individuais no

pré-teste ( $\chi^2 = 7,687; p < 0,74$ ) (tab. 19), por outro lado o grupo controle feminino apresentou resultado estatisticamente significativo ( $\chi^2 = 35,266; p < 0,0002$ ) (tab. 19).

O grupo experimental masculino apresentou resultado estatisticamente significativo neste mesmo teste ( $\chi^2 = 29,181; p < 0,002$ ) (tab. 19), finalmente o grupo experimental feminino não apresentou resultado estatisticamente significativo ( $\chi^2 = 8,653; p < 0,653$ ) (tab. 19).

**Tabela 19.** Número de erros por figura no pré e pós-testes para grupo controle masculino (N = 6) e feminino (N = 10) e grupo experimental masculino (N = 7) e feminino (N = 7), considerados separadamente.

Figuras	Número de Erros							
	Controle				Experimental			
	Masculino		Feminino		Masculino		Feminino	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
A	0	0	3	1	1	0	1	0
B	2	2	7	6	4	0	6	2
C	0	2	1	1	0	0	1	0
D	2	0	10	5	6	2	2	1
E	3	2	2	5	2	0	2	2
F	1	2	1	0	0	1	2	0
G	1	1	0	0	0	0	1	0
H	2	0	8	6	6	1	3	0
I	1	3	1	2	0	0	2	2
J	1	0	6	4	5	2	3	0
K	1	2	0	1	2	0	3	1
L	3	1	6	8	7	0	3	3
Total	17	15	45	39	33	6	29	11

Aplicando-se o teste do sinal para a diferença de número de erros entre o pré e pós-teste para as figuras individualmente consideradas (tabs. 20 a 23), foi encontrado um resultado estatisticamente significativo apenas para o grupo experimental masculino para a figura L ( $Z = 2,65; P = 0,02$ ) (tab. 23).

**Tabela 20.** Erros no pré e pós-teste por figura para o grupo controle feminino (N = 10). Erro = 1; Acerto, 0

**Figs** **Sujeitos**

	c1		c2		c3		c4		c5		c6		c7		c8		c9		c10		Total		
	Pré	Pós																					
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	1
B	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	7	6
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
D	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	10	5
E	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5
F	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	8	6
I	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
J	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	6	4
K	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
L	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	6	8
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>45</b>	<b>39</b>

**Tabela 21.** Erros no pré e pós-teste por figura para o grupo controle masculino (N = 6). Erro = 1; Acerto = 0

Figs.	Sujeitos																	
	c11		c12		c13		c14		c15		c16		Total					
	Pré	Pós																
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	2	
C	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	0	
D	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	
E	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	2	2	0	
F	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	2	0	
G	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
H	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	
I	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	3	3	0	
J	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
K	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	0	
L	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	3	1	1	1	
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	

**Tabela 22.** Erros no pré e pós-teste por figura para o grupo experimental feminino (N = 7). Erro = 1; Acerto = 0

Figs.	Sujeitos														Total		
	e1		e2		e3		e4		e5		e6		e7				
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
B	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	6	2
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
D	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	2	1
E	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	2	2	2
F	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
H	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	3	0	0
I	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	2	2	2
J	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0
K	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3	1	1
L	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	3	3	3
<b>Total</b>	2	0	3	4	3	0	5	1	6	2	4	4	4	6	29	11	11

**Tabela 23.** Erros no pré e pós-teste por figura para o grupo experimental masculino (N = 7). Erro = 1; Acerto = 0

Figs.	Sujeitos														Total		
	e8		e9		e10		e11		e12		e13		e14				
	Pré	Pós															
A	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
B	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	4	0
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	6	2
E	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	6	1	0
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
J	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	5	2	0
K	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0
L	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	7	0	0
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>33</b>	<b>6</b>

## 2.4. Análise por classe (pré 1 e pré 2)

Embora já tenha tido o cuidado de controlar a possível interferência do trabalho dos dois professores distribuindo as crianças igualmente entre grupo controle e experimental, verifiquei se as duas classes apresentam diferenças quanto ao número de erros no pré-teste. Os dados estão apresentados nas tabelas 24 e 25.

**Tabela 24.** Número de erros nos pré e pós-testes dos sujeitos pertencentes a classe Pré 1. N = 19

Sujeitos	Número de Erros	
	Pré-teste	Pós-teste
c1	5	5
c2	6	6
c3	2	3
c4	3	5
c5	4	4
c11	2	1
c12	5	7
c13	3	2
c14	1	0
e1	2	0
e2	3	4
e3	3	0
e4	5	1
e5	6	2
e8	3	1
e9	6	1
e10	5	1
e11	4	1
e12	4	0

**Tabela 25.** Número de erros nos pré e pós-testes dos sujeitos pertencentes a classe Pré 2. N = 11

Sujeitos	Número de Erros	
	Pré-teste	Pós-teste
c6	4	1
c7	6	7
c8	5	2
c9	6	4
c10	4	1
c15	5	1
c16	1	4
e6	4	4
e7	6	0
e13	6	0
e14	5	2

O teste de Mann-Whitney mostrou que a diferença no número de erros entre as duas classes não apresenta diferença estatisticamente significativa no pré-teste ( $U = 65$ ;  $Z$  ajustado =  $-1.733$ ;  $P = 0,08$ .)

### 3. Análise do tempo

#### 3.1. Análise da diferença do tempo entre pré e pós-teste

Os resultados do tempo gasto no pré e pós-teste encontram-se nas tabelas 26 a 33.

**Tabela 26.** Tempo gasto por figura no pré-teste grupo controle masculino.  $N = 6$ .

SUJEITOS	FIGURAS												TOTAL
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
C11	00:04,0	00:01,8	00:03,5	00:02,1	00:02,3	00:04,0	00:03,8	00:02,2	00:01,8	00:02,5	00:02,1	00:02,4	00:32,5
C12	00:02,7	00:03,3	00:01,8	00:04,0	00:02,6	00:04,6	00:02,3	00:03,7	00:02,0	00:02,1	00:02,8	00:02,4	00:34,3
C13	00:09,6	00:01,6	00:01,7	00:02,0	00:03,6	00:05,5	00:03,7	00:03,0	00:03,5	00:02,5	00:01,9	00:01,8	00:40,4
C14	00:02,1	00:06,0	00:01,9	00:03,5	00:01,6	00:00,9	00:00,7	00:03,2	00:01,3	00:01,3	00:00,6	00:01,8	00:24,9
C15	00:02,2	00:03,2	00:02,1	00:01,7	00:01,7	00:03,0	00:01,2	00:01,8	00:02,3	00:02,0	00:01,6	00:01,9	00:24,7
C16	00:04,8	00:02,5	00:08,6	00:08,1	00:11,5	00:04,4	00:08,0	00:10,0	00:13,1	00:05,5	00:07,5	00:12,0	01:36,0
TOTAL	00:25,4	00:18,4	00:19,6	00:21,4	00:23,3	00:22,4	00:19,7	00:23,9	00:24,0	00:15,9	00:16,5	00:22,3	04:12,8

**Tabela 27.** Tempo gasto por figura no pós-teste do grupo controle-masculino.  $N = 6$

SUJEITOS	FIGURAS												TOTAL
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
C11	0:01,8	0:04,1	0:02,2	0:02,2	0:06,7	0:03,6	0:04,7	0:02,4	0:02,4	0:02,4	0:02,2	0:04,7	0:39,4
C12	0:03,8	0:01,4	0:04,3	0:01,9	0:08,4	0:03,9	0:05,4	0:10,8	0:03,1	0:02,5	0:08,0	0:19,5	1:13,0
C13	0:02,9	0:02,2	0:01,2	0:01,2	0:02,9	0:03,6	0:02,6	0:02,2	0:03,3	0:02,0	0:02,7	0:06,4	0:33,2
C14	0:02,3	0:02,6	0:01,0	0:02,8	0:01,2	0:01,5	0:00,7	0:02,0	0:01,7	0:08,4	0:01,7	0:07,1	0:33,0
C15	0:03,0	0:01,7	0:01,2	0:01,7	0:01,6	0:01,8	0:01,2	0:01,4	0:01,9	0:02,2	0:03,0	0:05,6	0:26,3
C16	0:04,7	0:03,9	0:07,4	0:07,1	0:09,5	0:04,7	0:05,5	0:13,2	0:09,8	0:06,3	0:11,7	0:40,0	2:03,8
TOTAL	0:18,5	0:15,9	0:17,3	0:16,9	0:30,3	0:19,1	0:20,1	0:32,0	0:22,2	0:23,8	0:29,3	1:23,3	5:28,7

**Tabela 28.** Tempo gasto por figura no pré-teste do grupo experimental masculino.

SUJEITOS	FIGURAS												TOTAL
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
E8	00:13,2	00:04,9	00:10,2	00:03,8	00:02,7	00:27,1	00:02,9	00:02,0	00:03,2	00:02,7	00:01,1	00:03,2	01:17,0
E9	00:01,3	00:02,4	00:01,8	00:01,9	00:03,6	00:02,6	00:02,1	00:01,7	00:02,3	00:01,8	00:02,1	00:02,1	00:25,7
E10	00:08,4	00:07,0	00:03,4	00:05,6	00:05,0	00:04,8	00:03,6	00:05,2	00:10,5	00:11,5	00:02,5	00:14,3	01:21,8
E11	00:05,9	00:03,0	00:04,4	00:05,0	00:04,0	00:02,6	00:03,4	00:06,3	00:03,6	00:03,0	00:05,2	00:03,9	00:50,3
E12	00:05,0	00:02,2	00:02,2	00:04,1	00:03,2	00:03,1	00:02,2	00:01,7	00:02,8	00:09,7	00:03,8	00:03,7	00:43,7
E13	00:05,6	00:05,6	00:08,1	00:07,6	00:03,3	00:02,0	00:01,2	00:01,7	00:04,1	00:03,3	00:04,1	00:03,2	00:49,8
E14	00:11,1	00:02,9	00:00,8	00:02,2	00:01,8	00:01,4	00:01,0	00:01,6	00:01,6	00:01,1	00:01,0	00:01,5	00:28,0
<b>TOTAL</b>	<b>00:50,5</b>	<b>00:28,0</b>	<b>00:30,9</b>	<b>00:30,2</b>	<b>00:23,6</b>	<b>00:43,6</b>	<b>00:16,4</b>	<b>00:20,2</b>	<b>00:28,1</b>	<b>00:33,1</b>	<b>00:19,8</b>	<b>00:31,9</b>	<b>05:56,3</b>

**Tabela 29.** Tempo gasto por figura no pós-teste do grupo experimental masculino.

SUJEITO	FIGURAS												TOTAL
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
E8	00:03,1	00:02,7	00:04,8	00:07,3	00:03,8	00:06,9	00:01,7	00:04,3	00:02,3	00:03,9	00:05,2	00:06,3	00:52,3
E9	00:01,8	00:02,5	00:00,8	00:04,6	00:02,6	00:01,6	00:01,9	00:06,4	00:02,6	00:08,1	00:02,9	00:10,1	00:45,9
E10	00:06,3	00:03,4	00:02,4	00:07,9	00:10,7	00:04,4	00:02,0	00:01,8	00:02,5	00:17,7	00:07,1	00:27,5	01:33,7
E11	00:14,5	00:03,4	00:02,5	00:15,5	00:06,5	00:04,6	00:02,0	00:03,9	00:19,9	00:20,4	00:05,8	00:07,3	01:46,3
E12	00:02,0	00:07,1	00:02,7	00:02,9	00:03,5	00:03,3	00:01,3	00:00,7	00:01,6	00:01,8	00:13,7	00:02,0	00:42,6
E13	00:01,5	00:01,8	00:01,0	00:02,0	00:03,7	00:01,2	00:01,0	00:01,6	00:00,9	00:00,6	00:03,8	00:22,3	00:41,4
E14	00:03,5	00:00,8	00:01,3	00:04,2	00:00,9	00:03,1	00:02,4	00:02,7	00:02,4	00:01,3	00:01,4	00:03,9	00:27,9
<b>TOTAL</b>	<b>00:32,7</b>	<b>00:21,7</b>	<b>00:15,5</b>	<b>00:44,4</b>	<b>00:31,7</b>	<b>00:25,1</b>	<b>00:12,3</b>	<b>00:21,4</b>	<b>00:32,2</b>	<b>00:53,8</b>	<b>00:39,9</b>	<b>01:19,4</b>	<b>06:50,1</b>

**Tabela 30.** Tempo gasto por figura no pré-teste do grupo controle feminino

SUJEITOS	FIGURAS												TOTAL
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
C1	00:07,3	00:07,0	00:05,7	00:09,2	00:07,4	00:00,9	00:03,6	00:01,5	00:00,8	00:04,0	00:01,6	00:01,0	00:50,0
C2	00:06,3	00:04,0	00:02,0	00:02,6	00:05,9	00:03,1	00:09,4	00:02,9	00:03,9	00:01,7	00:01,6	00:02,0	00:45,4
C3	00:06,9	00:03,5	00:01,6	00:03,3	00:02,1	00:01,0	00:00,9	00:03,3	00:02,1	00:01,8	00:02,4	00:03,4	00:32,3
C4	00:07,0	00:05,1	00:02,1	00:01,0	00:02,1	00:01,5	00:01,2	00:01,8	00:03,2	00:01,3	00:02,3	00:01,0	00:29,6
C5	00:06,3	00:19,1	00:03,5	00:05,1	00:03,0	00:01,6	00:02,4	00:01,1	00:01,3	00:02,5	00:01,0	00:02,5	00:49,4
C6	00:03,2	00:01,7	00:01,3	00:02,0	00:01,7	00:01,6	00:01,7	00:02,0	00:02,9	00:02,7	00:02,1	00:06,1	00:29,0
C7	00:04,2	00:06,2	00:03,1	00:01,6	00:12,2	00:02,0	00:08,2	00:01,6	00:02,2	00:05,6	00:03,3	00:01,9	00:52,1
C8	00:27,3	00:08,6	00:08,2	00:03,2	00:02,5	00:04,3	00:03,4	00:03,5	00:03,3	00:05,2	00:03,4	00:02,1	01:15,0
C9	00:03,5	00:01,4	00:02,0	00:01,4	00:03,7	00:01,1	00:01,1	00:00,9	00:01,0	00:02,3	00:01,9	00:00,8	00:21,1
C10	00:01,9	00:03,2	00:04,0	00:02,9	00:02,0	00:01,5	00:01,2	00:02,8	00:01,8	00:02,0	00:01,7	00:04,6	00:29,6
<b>TOTAL</b>	<b>01:13,9</b>	<b>00:59,8</b>	<b>00:33,5</b>	<b>00:32,3</b>	<b>00:42,6</b>	<b>00:18,6</b>	<b>00:33,1</b>	<b>00:21,4</b>	<b>00:22,5</b>	<b>00:29,1</b>	<b>00:21,3</b>	<b>00:25,4</b>	<b>06:53,5</b>

**Tabela 31.** Tempo gasto por figura no pós-teste do grupo controle feminino.

SUJEITOS	FIGURAS												TOTAL
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
C1	00:01,5	00:02,4	00:01,3	00:01,5	00:04,2	00:01,0	00:00,8	00:01,7	00:01,6	00:02,3	00:02,7	00:02,8	00:23,8
C2	00:01,5	00:02,3	00:02,2	00:20,3	00:04,2	00:06,0	00:01,8	00:01,3	00:04,1	00:04,5	00:02,8	00:17,8	01:08,8
C3	00:02,8	00:08,5	00:01,3	00:01,5	00:00,9	00:01,0	00:02,5	00:02,6	00:01,5	00:01,5	00:00,9	00:01,6	00:26,6
C4	00:02,0	00:03,2	00:01,4	00:02,0	00:03,5	00:02,0	00:00,9	00:03,3	00:06,8	00:02,4	00:03,2	00:07,7	00:38,4
C5	00:07,5	00:01,2	00:01,3	00:03,1	00:02,8	00:04,0	00:03,2	00:03,1	00:06,3	00:01,6	00:07,0	00:07,8	00:48,9
C6	00:06,9	00:01,6	00:00,9	00:02,2	00:02,0	00:01,8	00:01,7	00:02,0	00:02,0	00:06,4	00:02,3	00:11,8	00:41,6
C7	00:22,2	00:04,5	00:13,5	00:06,4	00:02,8	00:03,0	00:05,1	00:14,3	00:03,7	00:34,4	00:11,1	00:11,7	02:12,7
C8	00:01,7	00:02,7	00:01,2	00:02,0	00:01,8	00:01,9	00:01,9	00:02,3	00:02,5	00:03,4	00:02,0	00:05,5	00:28,9
C9	00:03,4	00:02,8	00:00,9	00:02,6	00:02,6	00:01,0	00:01,4	00:14,1	00:02,5	00:04,2	00:02,3	00:07,1	00:44,9
C10	00:07,0	00:02,3	00:01,3	00:04,4	00:01,7	00:02,9	00:01,4	00:06,8	00:01,2	00:02,7	00:03,1	00:14,2	00:49,0
<b>TOTAL</b>	<b>00:56,5</b>	<b>00:31,5</b>	<b>00:25,3</b>	<b>00:46,0</b>	<b>00:26,5</b>	<b>00:24,6</b>	<b>00:20,7</b>	<b>00:51,5</b>	<b>00:32,2</b>	<b>01:03,4</b>	<b>00:37,4</b>	<b>01:28,0</b>	<b>08:23,6</b>

**Tabela 32.** Tempo gasto por figura no pré-teste pelo grupo experimental feminino.

FIGURAS	FIGURAS												TOTAL
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
E1	00:03,3	00:05,6	00:02,2	00:06,1	00:06,2	00:05,7	00:02,5	00:03,7	00:06,8	00:04,4	00:04,3	00:03,5	00:54,3
E2	00:01,6	00:03,0	00:02,2	00:04,8	00:01,7	00:03,0	00:02,0	00:01,4	00:02,3	00:01,9	00:01,8	00:02,2	00:27,9
E3	00:04,5	00:01,9	00:01,4	00:03,0	00:03,3	00:06,0	00:01,2	00:06,1	00:01,5	00:04,1	00:03,3	00:03,7	00:40,0
E4	00:02,9	00:03,4	00:01,1	00:01,6	00:01,4	00:03,3	00:01,0	00:01,9	00:00,8	00:01,1	00:00,9	00:02,1	00:21,5
E5	00:19,6	00:01,7	00:07,9	00:03,7	00:05,2	00:02,3	00:02,7	00:01,9	00:04,3	00:02,2	00:01,8	00:01,7	00:55,0
E6	00:01,5	00:01,3	00:02,3	00:03,5	00:02,9	00:01,2	00:01,2	00:01,9	00:03,6	00:01,2	00:02,1	00:06,5	00:29,2
E7	00:03,0	00:07,4	00:11,3	00:08,7	00:15,8	00:12,9	00:07,0	00:03,2	00:05,8	00:15,4	00:15,2	00:19,8	02:05,5
<b>TOTAL</b>	<b>00:36,4</b>	<b>00:24,3</b>	<b>00:28,4</b>	<b>00:31,4</b>	<b>00:36,5</b>	<b>00:34,4</b>	<b>00:17,6</b>	<b>00:20,1</b>	<b>00:25,1</b>	<b>00:30,3</b>	<b>00:29,4</b>	<b>00:39,5</b>	<b>05:53,4</b>

**Tabela 33.** Tempo gasto por figura no pós-teste pelo grupo experimental feminino.

SUJEITOS	FIGURAS												TOTAL
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
E1	00:07,2	00:06,2	00:02,2	00:05,3	00:03,6	00:03,4	00:02,5	00:02,4	00:19,8	00:05,2	00:10,6	00:09,3	01:17,7
E2	00:03,3	00:04,7	00:03,7	00:02,0	00:01,2	00:02,3	00:02,8	00:00,5	00:02,2	00:01,5	00:01,8	00:02,6	00:28,6
E3	00:02,2	00:02,5	00:01,0	00:01,4	00:02,1	00:01,8	00:02,6	00:00,9	00:01,8	00:01,5	00:07,5	00:03,9	00:29,2
E4	00:10,5	00:09,7	00:01,2	00:09,5	00:07,2	00:06,8	00:06,0	00:03,9	00:03,9	00:12,6	00:10,5	00:16,0	01:37,8
E5	00:03,2	00:03,2	00:02,3	00:11,1	00:08,4	00:05,0	00:11,8	00:07,6	00:03,3	00:04,3	00:06,4	00:05,3	01:11,9
E6	00:01,1	00:01,5	00:01,9	00:01,7	00:03,7	00:05,0	00:01,8	00:02,6	00:04,5	00:02,5	00:04,6	00:02,1	00:33,0
E7	00:03,1	00:03,2	00:02,2	00:08,3	00:05,2	00:02,9	00:01,9	00:04,7	00:01,7	00:01,6	00:01,6	00:08,4	00:44,8
<b>TOTAL</b>	<b>00:30,6</b>	<b>00:31,0</b>	<b>00:14,5</b>	<b>00:39,3</b>	<b>00:31,4</b>	<b>00:27,2</b>	<b>00:29,4</b>	<b>00:22,6</b>	<b>00:37,2</b>	<b>00:29,2</b>	<b>00:43,0</b>	<b>00:47,6</b>	<b>06:23,0</b>

As médias para o tempo gasto por figura estão resumidos na tabela abaixo:

**Tabela 34.** Sumário da utilização de tempo por figura individual durante o pré-teste, considerando todos os sujeitos conjuntamente (N = 30)

Figuras	Tempo Total	Média	Variância	Desvio Padrão
A	186,2	6,2	31,33	5,59
B	130,5	4,4	11,87	3,44
C	112,4	3,7	6,65	2,94
D	115,3	3,8	5,02	2,24
E	126	4,2	11,77	3,43
F	118,9	3,9	24,73	4,97
G	86,8	2,9	5,41	2,33
H	85,6	2,8	3,65	1,91
I	99,7	3,3	7,34	2,75
J	108,4	3,6	10,64	3,26
K	87	2,9	7,47	2,73
L	119,1	3,9	17,81	4,22

Esperava encontrar uma diferença entre os tempos do pré e pós-teste para os grupos experimentais e controle em decorrência do tratamento. Esta possível diferença no grupo experimental poderia assumir as seguintes formas:

- a) diminuição do tempo e diminuição de erros: poderíamos supor que a criança aprendeu tão bem que a resposta seria quase automática;
- b) diminuição do tempo e aumento dos erros: a criança adquiriu rapidez neste tipo de tarefa, porém, está considerando características inadequadas das figuras ou fazendo generalizações mal adaptadas.
- c) aumento do tempo e aumento do erro: a criança está refletindo melhor antes de responder, porém, nesta reflexão leva em conta fatores irrelevantes;
- d) aumento do tempo e diminuição dos erros: a criança está refletindo melhor antes de responder e, nesta reflexão, está levando em conta fatores relevantes.

Porém, não foi encontrada diferença significativa entre o tempo gasto no pré-teste e no pós-teste usando o teste t de Student para amostras correlacionadas, nem para o grupo controle ( $t = -1,50349$ ;  $P = 0,15347$ ), nem para o grupo experimental ( $t = -0,6264$ ;  $P = 0,5419$ ) (ver tabs. 26 a 33)

Considerando os gêneros separadamente vemos que ambos apresentam uma tendência a diminuição do tempo, porém, esta não é estatisticamente significativa ( $\alpha = 0,05$ ). Com efeito, não foi encontrado diferença estatisticamente significativa entre o tempo total gasto no pré-teste e pós-teste para o grupo masculino experimental ( $t = -0,79212$ ;  $P = 0,45846$ ) (tabs. 28 e 29) nem para o feminino experimental ( $t = -0,23876$ ;  $P = 0,81924$ ) (tabs. 32 e 33). Da mesma forma não há diferença estatisticamente significativa entre o tempo total gasto no pré e pós-teste para o grupo masculino controle ( $t = -1,79936$ ;  $P = 0,131$ ) (tabs. 26 e 27) nem para o grupo feminino controle ( $t = -0,86813$ ;  $P = 0,407$ ) (tabs. 30 e 31) Contudo, pode-se perceber em ambos a tendência a diminuição do tempo.

Aplicando o teste t de Student para amostras correlacionadas para as diferenças de tempo entre o pré e o pós-teste para figuras individuais (tabs. 26 a 33), só foi encontrada diferença estatisticamente significativa ( $\alpha < 0,05$ ) na figura L para o grupo controle feminino ( $t = -4,10631$ ;  $P = 0,00265$ ) (tabs. 30 e 31) e para o grupo experimental masculino ( $t = -2,4732$ ;  $P = 0,04825$ ) (tabs. 28 e 29).

### 3.2. Diferença entre as figuras

#### 3.2.1. Diferença de tempo entre as figuras.

Como vimos na parte teórica, figuras diferentes, quanto ao número e complexidade dos movimentos, interferem no tempo de resposta. Para verificar se havia diferença inicial (pré-teste) entre os tempos gastos com cada figura (dados retirados das tabelas 26, 28, 30 e 32), realizou-se uma análise de variância para medidas repetidas. Como em todas as análises de variância (ANOVA), este teste inclui um certo número de pressuposições, sendo as mais importantes a pressuposição da normalidade das populações subjacentes as amostras, e a homogeneidade de variâncias entre as amostras. Conforme discutido por Glass, Peckham e Sanders (1972), a análise de variância é suficientemente robusta para tolerar severos desvios com respeito a estas pressuposições, e, ainda assim, operar satisfatoriamente, principalmente quando as amostras são razoavelmente largas e o número de sujeitos é o mesmo para todas as amostras (cf. Box and Anderson, 1955; Tiku, 1971). Contudo, em delineamentos experimentais de medida repetida temos também de pressupor que existe igual correlação entre pares de grupos de dados. Esta característica, denominada de simetria composta, combinada com a pressuposição da homogeneidade de variâncias, leva ao que os estatísticos conhecem como propriedade de esfericidade dos dados, e é uma pressuposição fundamental da ANOVA de medidas repetidas, o não cumprimento da mesma levando a uma alta probabilidade de erro de Tipo I (Lindman, 1974). Uma vez que as amostras a serem aqui testadas não apresentam a propriedade de esfericidade (teste de esfericidade de Mauchly  $w = 0,0002$ ;  $\chi^2 = 205,36$ ;  $p < 0,00001$ ), optou-se por uma análise de variância multivariada (MANOVA), que não inclui tal

pressuposição. O resultado foi estatisticamente significativo ( $\lambda = 0,344$ ;  $R = 3,803$ ;  $p = 0,005$ ). As amostras apresentavam, também, ligeiros desvios com relação às pressuposições de normalidade e homogeneidade de variâncias, mas não tão acentuados de forma a comprometer o resultado do teste. Mesmo assim, para maior segurança, realizou-se também um teste não-paramétrico de variância ( $\chi^2$  de Friedman), de forma a comparar os dois resultados. Este segundo teste confirmou o resultado do primeiro ( $\chi^2 = 34,43$ ;  $p < 0,001$ ).

Uma vez que a análise foi significativa, procurou-se determinar quais as médias responsáveis por tal diferença. Para tal, utilizou-se o teste de Tukey, que mostrou que as diferenças significativas encontram-se entre a amostra 1 e 7 ( $P < 0,001$ ); 1 e 8 ( $P < 0,001$ ); 1 e 9 ( $P < 0,01$ ); 1 e 10 ( $0,01 < P < 0,05$ ) e, 1 e 11 ( $P < 0,001$ ). Isto nos indica, portanto, que as diferenças principais no tempo gasto encontram-se entre as figuras A (amostra 1) (onde se gastou um tempo médio maior) e G, H, I, J e K (amostras 7,8,9,10 e 11, respectivamente) (cf. tabela 34 das médias dos tempos).

### 3.2.2. Diferença de tempo e erro conjuntamente

Observando os dados percebemos um fato curioso. Embora não tenha havido diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, os tempos não deixam de ser inquietantes quanto as suas diferenças. Parece haver diferença entre as figuras. Aparentemente, a resposta a determinadas figuras apresenta uma coerência de aumento ou diminuição do tempo nos dois grupos. É o caso das figuras C, J, K e L (ver tab. 26 a 33). Percebemos que as figuras que apresentam grande diferença entre os tempos preservam uma similaridade entre os dois grupos: ou o tempo diminui nos dois grupos (figura C), ou aumenta para ambos (figuras J, K e L). Porém, se considerarmos os números de erros não há similaridade entre o grupo controle e experimental (Ver tab. 20 a 23).

No grupo experimental há uma queda no número de erros em todas as figuras, tanto para aqueles sujeitos cujo tempo de resposta diminui, quanto para aqueles que o tempo de resposta aumenta. Enquanto que para o grupo controle:

- a) na figura C o tempo de resposta diminui e o número de erros aumenta;
- b) na figuras J o tempo de resposta aumenta sendo que o erro diminui;
- c) na figura K o tempo de resposta aumenta e o erro aumenta;
- d) na figura L o tempo de resposta aumenta e o erro permanece.

Tal diferença não pode ser atribuída as instrução específicas, uma vez que o grupo controle não foi submetido às mesmas. Só nos resta supor que a exposição mesma ao problema e o contato com o objeto através das atividades intermediárias intensificaram certezas (indicadas pela diminuição do tempo) ou dúvidas (indicadas pelo aumento do tempo).

Entretanto, no grupo experimental, o aumento ou diminuição do tempo está sempre seguido de uma diminuição dos erros, o que nos indica que, em seu raciocínio, a criança está levando em conta aspectos relevantes do problema, de forma a contribuir para sua resolução. Por outro lado, os sujeitos pertencentes ao grupo controle parecem levar em conta aspectos que nem sempre contribuem para a resolução correta.

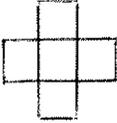
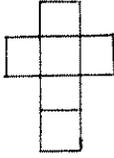
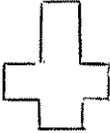
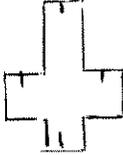
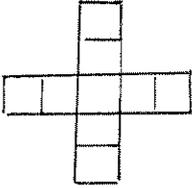
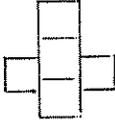
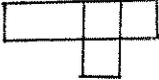
#### **4. Análise dos desenhos**

Os desenhos foram colhidos conforme descrição nos procedimentos (quadro 1). A reprodução destes desenhos, para efeito de comparação, estão abaixo nas tabelas 35 a 38 (originais no anexo 1).

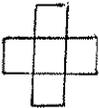
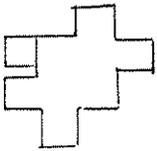
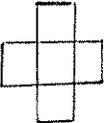
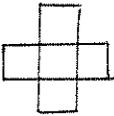
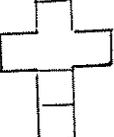
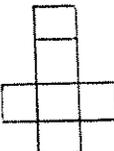
Como discuti no item sobre medidas em cognição espacial, a análise de desenhos é ambígua, de difícil análise objetiva. Como este não era meu propósito, não cheguei a elaborar um delineamento adequado de coleta de desenhos, que permitisse uma análise mais cuidadosa. Assim, este trabalho me permite levantar alguns aspectos interessantes que mereceriam estudos mais cuidadosos, mas não nos permite criar categorias precisas de análise.

Vê-se que os desenhos que representam o cubo de forma adequada aparecem com maior frequência relacionado a baixo número de erros, porém, também aparecem com um alto número de erros (c1, pós-teste; e e9, pré-teste).

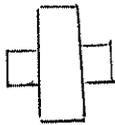
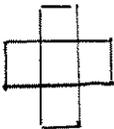
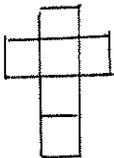
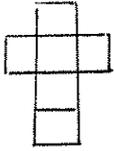
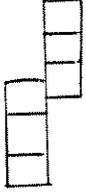
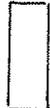
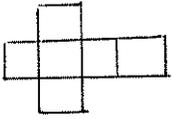
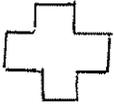
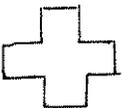
**Tabela 35.** Desenhos esquemáticos, baseados nos desenhos dos sujeitos (anexo2), tempo para desenho (em minuto, segundo e décimo de segundo) e número de erro do grupo controle feminino. N = 10

SUJEITOS	Pré-Teste			Pós-Teste		
	desenho	tempo para desenho	erros	desenho	tempo para desenho	erros
c1		1:55:9	5		1:21:0	5
c2		0:40:1	6		1:31:9	6
c3		0:51:2	2		0:35:9	3
c4		0:37:5	3		0:38:9	5
c5		0:44:6	4		0:20:3	4

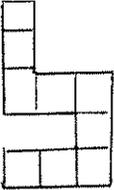
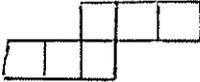
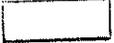
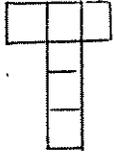
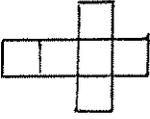
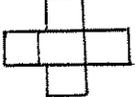
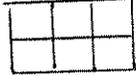
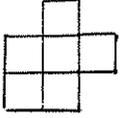
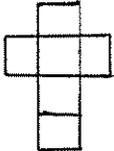
Continua na página seguinte.

c6		0:35:2	4		2:05:1	1
c7		0:41:3	6		0:35:3	7
c8		0:16:3	5		0:13:1	2
c9		0:07:1	6		0:31:3	4
c10		0:12:5	4		0:42:1	1

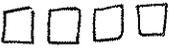
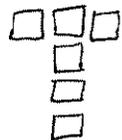
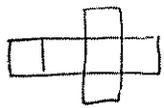
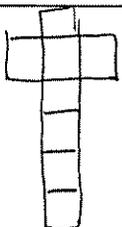
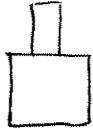
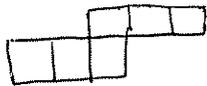
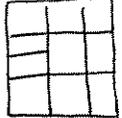
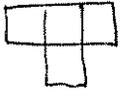
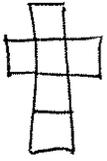
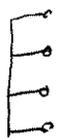
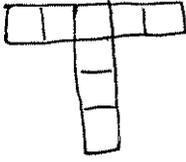
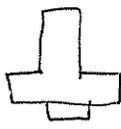
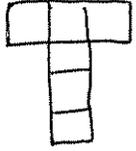
**Tabela 36.** Desenhos esquemáticos, baseados nos desenhos dos sujeitos (anexo2) tempo para desenho e número de erros para o grupo controle masculino. N = 6.

Sujeitos	Pré-Teste			Pós-Teste		
	desenho	tempo para desenho	erros	desenho	tempo para desenho	erros
c11		0:18:8	2		1:28:3	1
c12		0:16:2	5		0:39:3	7
c13		0:13:3	3		0:20:2	2
c14		0:17:4	1		0:33:8	0
c15		0:04:9	5		0:50:9	1
c16		0:21:0	1		0:12:6	4

**Tabela 37.** Desenhos esquemáticos, baseados nos desenhos dos sujeitos (anexo 2), tempo para desenho e número de erros para grupo experimental feminino. N = 7.

Sujeitos	PRÉ-Teste			PÓS-Teste		
	desenho	tempo para desenho	erros	desenho	tempo para desenho	erros
e1		9:86:3	2		0:49:9	0
e2		1:30:4	3		0:27:2	4
e3		0:13:9	3		0:28:3	0
e4		0:31:2	5		2:23:9	1
e5		0:24:7	6		1:27:5	2
e6		0:23:8	4		0:38:7	4
e7		0:13:5	6		0:31:2	0

**Tabela 38.** Desenhos esquemáticos, baseados nos desenhos dos sujeitos (anexo 2), tempo para desenho e número de erros do grupo experimental masculino. N = 7

Sujeitos	PRÉ-Teste			PÓS-Teste		
	desenho	tempo para desenho	erros	desenho	tempo para desenho	erros
e8		1:02:4	3		0:33:8	1
e9		2:49:6	6		2:17:1	1
e10		0:05:2	5		1:38:9	1
e11		1:07:9	4		0:20:5	1
e12		0:45:2	4		0:52:0	0
e13		5:08:4	6		1:52:1	0
e14		0:40:6	5		0:59:0	2

## 5. Sobre o nome da forma geométrica

Não tinha como objetivo explícito que as crianças nomeassem adequadamente o cubo. A intenção era que a criança formasse o conceito do cubo, entendendo que parte deste conceito é a própria imagem mental. Esta, por sua vez, deveria ser flexível o suficiente para que pudesse ser desmembrada e recomposta em suas partes componentes sob diferentes ângulos. Porém, embora um conceito não se resuma a um nome, o nome é parte do conceito, assim, a aquisição do nome, embora não seja objetivo explícito, está implicitamente associada a aquisição do conceito de cubo.

Revedo os protocolos do pré-teste, constata-se que foi dito o nome “cubo” 5 vezes (quadro 1). Nas orientações gerais durante as atividades intermediárias encontramos mais 19 vezes (quadros 2 a 6). Assim, no pós-teste, cada criança do grupo controle já tinha ouvido, pelo menos 24 vezes, a palavra “cubo” associada ao objeto. Digo “pelo menos” porque, como foi dito anteriormente, embora as instruções dos testes e atividades seguiram um mesmo padrão e ordem de seqüência, as conversas foram conduzidas de um modo mais informal, permitindo que as crianças interrompessem com comentários ou perguntas. Isso implicou que, nas retomadas, alguma frase pode ter sido repetida. Durante as atividades intermediárias só houve controle quanto as instruções para desenvolvimento da atividade, porém, no decorrer destas, a conversa entre as crianças, e destas com o pesquisador, não foram controladas e nem registradas.

As crianças do grupo experimental, além destas 24 vezes ouviram mais 10 vezes o nome “cubo” nas instruções específicas de estratégias metacognitivas (quadro 7 a 15).

Verificando as tabelas 39 e 40 constatamos que, embora não haja grande diferença nas respostas do pré-teste para grupo controle e experimental, no pós-teste encontramos uma diferença grande. Do grupo controle (N=16) apenas 7 dão o nome correto à figura, o que representa 43,8%, contra 14 do grupo experimental (N=14), o que representa 100%.

Encontramos, pois, uma diferença em favor do Grupo Experimental.

**Tabela 39.** Nome atribuído ao cubo pelo grupo controle. Classe do Pré 1 e Pré 2. N = 16.

Nome atribuído	Controle							
	Pré-teste				Pós-teste			
	P1	P2	Total	%	P1	P2	Total	%
dado	2	2	4	25%	3	1	4	25%
dado-quadrado	-	-	-	-	1	-	1	6,5%
quadrado	3	2	5	31,2%	2	3	5	31,2%
retângulo	-	1	1	6,5 %	-	-	-	-
retangular	-	-	-	-	-	-	-	-
caixa	-	1	1	6,5 %	-	-	-	-
caixa quadrada	1	-	1	6,5 %	-	-	-	-
não sei	1	-	1	6,5 %	-	-	-	-
cubo	2	1	3	18,7%	3	3	6	37,5%

**Tabela 40.** Nome atribuído ao cubo pelo grupo experimental. Classe do pré 1 e pré 2. N = 14.

Nome atribuído	Experimental							
	Pré-teste				Pós-teste			
	P1	P2	Total	%	P1	P2	Total	%
dado	4	1	5	35,7%	-	-	-	-
dado-quadrado	-	-	-	-	-	-	-	-
quadrado	3	1	4	28,6%	-	-	-	-
retângulo	-	1	1	7,1 %	-	-	-	-
retangular	1	-	1	7,1 %	-	-	-	-
caixa	-	-	-	-	-	-	-	-
caixa-quadrada	-	-	-	-	-	-	-	-
não sei	1	-	1	7,1 %	-	-	-	-
cubo	1	1	2	14,3%	7	7	14	100%

## 6. Sobre consciência de aprendizagem

Procurei, com esta questão, ver até que ponto as crianças tinham consciência do seu processo de aprendizagem, pelo menos neste aspecto específico do local da aprendizagem, o que, de certo modo, reflete a questão do momento — um momento anterior em que não se sabe e um posterior onde há o saber — expresso, claramente, pelas afirmações: “eu sei” ou “eu já sabia”, o que pode ser entendido como um saber sem origem ou processo, algo que existe por essência na pessoa.

Os resultados foram os seguintes:

**Tabela 41.** Respostas ao item 3, quadro 1 grupo controle. N = 16

Respostas dadas	Controle					
	Pré-teste			Pós-teste		
	Masc.	Fem.	Total	Masc.	Fem.	Total
já sabia	2	3	5	4	4	8
eu aprendi sozinho	2	1	3	-	2	2
eu sei	1	-	1	1	-	1
mãe/ irmão	-	2	2	-	-	-
não sei	1	3	4	-	-	-
no jogo/ jogando	-	-	-	-	1	1
aqui	-	-	-	1	1	2
professor	-	1	1	-	2	2
jogo/ pesquisador	-	-	-	-	-	-
pesquisador ensinou	-	-	-	-	-	-

**Tabela 42.** Respostas ao item 3, quadro 1. Grupo experimental. N = 14

Respostas dadas	Experimental					
	Pré-teste			Pós-teste		
	Masc.	Fem.	Total	Masc.	Fem.	Total
já sabia	3	2	5	1	-	1
eu aprendi sozinho	-	1	1	-	-	-
eu sei	1	-	1	-	-	-
mãe/ irmão	-	-	-	-	-	-
não sei	2	2	4	-	-	-
no jogo/ jogando	-	-	-	-	1	1
aqui	-	-	-	2	2	4
professor	1	2	3	-	-	-
jogo/ pesquisador	-	-	-	1	1	2
pesquisador ensinou	-	-	-	3	3	6

No pré-teste a predominância para os dois grupos é das resposta “já sabia”, “eu sei” ou “não sei”. No pós-teste do grupo controle a predominância continua no “já sabia” ou “eu sei”. No grupo experimental, contudo, as respostas se atém a situação escolar e mais especificamente as atividades desenvolvidas com a pesquisadora, ou seja, atividades intencionais de ensino o que aparece nas respostas: “aqui” (escola), “com você” (pesquisadora).

### III. DISCUSSÃO GERAL

Os resultados das análises comparativas entre o número de erros do pré e do pós-teste, mostraram diferenças estatisticamente significativas para o grupo experimental, o que apoia nossa hipótese de que instruções de estratégias metacognitivas melhoram a performance em tarefa de resolução de problema geométrico.

Procurando detalhar estes resultados encontramos de forma qualitativa uma melhora tanto para o grupo experimental feminino quanto para o masculino e, para este último, a diferença foi, também, estatisticamente significativa. Tal achado me levou a considerar a diferença entre gêneros com mais cuidado. Embora não fizesse parte de minha intenção inicial o estudo da cognição espacial relacionada ao gênero, este resultado me obrigou a buscar na literatura este tipo de relação

Estudos enfocando diferenças entre os sexos nem sempre são bem aceitos no cenário atual dos trabalhos acadêmicos de educação no Brasil. Há uma forte tendência a considerar-se este tipo de estudo como justificadores de preconceitos e falta de igualdade social. Ao meu ver, contudo, embora comportamentos preconceituosos envolvam outros fatores além do conhecimento (atitudes, crenças, religiosidade, etc), a única maneira de lidar objetivamente com eles é buscando conhecer os fenômenos aos quais se referem<sup>11</sup>.

Nos trabalhos de psicologia cognitiva, ao mesmo tempo em que um crescente número de indicadores confirma que homens e mulheres apresentam os mesmos níveis de inteligência geral, vem-se conhecendo cada vez mais e melhor as diferenças existentes entre os gêneros. Uma das diferenças que tem sido encontrada é na capacidade em tarefas espaciais.

Sherman (1967), hipotetizou que muitas diferenças encontradas em tarefas cognitivas entre homens e mulheres se deviam a diferenças na percepção espacial entre os dois gêneros. Desde então diferenças na percepção espacial e resolução de problemas espaciais tem sido investigadas e confirmadas. Embora a literatura sobre diferenças de gênero na habilidade espacial seja extensa, não há consenso sobre a partir de quando, durante o desenvolvimento, as diferenças de gênero se manifestam. Linn e Peterson (1985) sintetizaram resultado de diversos estudos sobre o assunto até a data e encontraram que as diferenças entre os sexos na cognição espacial aparece aos 7 anos e se intensifica na adolescência.

Kimura (1992), mais recentemente, afirmou que diferenças em resolução de problemas já podem ser encontradas aos três anos. Kimura ainda especifica as tarefas onde as diferenças são encontradas. Os homens apresentam

---

<sup>11</sup> Não estou dizendo que basta conhecer os fenômenos para resolver problemas de preconceitos. O que estou afirmando é que, do ponto de vista acadêmico, a maneira mais objetiva de contribuir é buscando conhecer precisamente tais fenômenos. E, certamente, a única maneira de conhecer é investigando.

uma melhor performance em tarefas espaciais que requerem rotação ou manipulação mental de objetos, em testes de raciocínio matemático, navegação e maior habilidade motora de lançar e interceptar projéteis. As mulheres, por sua vez, apresentam melhor performance em atividades que exijam habilidade de percepção rápida, fluência verbal, cálculos aritméticos, reconhecimento de pistas e atividades que envolvam precisão manual.

Para Kimura, esta diferença em habilidades intelectuais entre homens e mulheres reflete a influência de diferenças hormonais no desenvolvimento do cérebro. A ação dos hormônios não se nota só nas características genitais, mas também em todo comportamento dos indivíduos, mesmo comportamentos bem precoces. A ação dos hormônios sexuais em períodos críticos organiza o funcionamento mental, tanto no que se refere a comportamentos reprodutivos como em comportamentos de resolução de problemas, agressão e jogos de ataque e defesa, estes últimos comuns em mamíferos machos jovens.

A forma de resolução de problemas em machos e fêmeas também apresenta diferenças. Já está bem documentada a tendência entre ratas fêmeas de usar pistas (como marcas no chão) para resolver problemas de aprendizagem espacial, antes que aspectos geométricos como ângulos, formas e distâncias. As fêmeas só usam a geometria quando não podem recorrer a pistas. Os machos, por outro lado, utilizam-se quase que só exclusivamente de aspectos geométricos. A manipulação hormonal (administração de estrógeno) nestes animais, durante períodos críticos, altera o comportamento, levando as fêmeas a apresentarem estratégias masculinas na vida adulta e os machos a apresentarem estratégias femininas.

Assim, para Kimura, o cérebro de homens e mulheres é organizado no decorrer do desenvolvimento, e sofre influência hormonal, o que diferencia resultados em homens e mulheres. Variações nos níveis hormonais, tanto em homens quanto em mulheres, no decorrer da vida adulta, também provocam variações no desempenho em diferentes padrões cognitivos.

Para ela, essas diferenças têm raízes evolutivas. As bases para a compreensão das funções intelectuais humanas devem ser buscadas na compreensão das vantagens evolucionárias que tais funções tiveram no decorrer da evolução humana.

Porém, embora haja evidências de correlação entre nível hormonal e desempenho em resolução de problemas, não são bem conhecidas as bases de tal mecanismo e suas relações. Nem exatamente a idade em que se manifestam. Young e Wilson (1994), comparando habilidade de emparelhamento, memória espacial e fluência ideacional, não encontraram as diferenças entre gênero hipotetizadas por Kimura em pré-adolescentes. Por outro lado, em trabalhos de rotação mental de figuras, Rosser et al (1984) encontraram diferenças entre o desempenho de meninos e meninas de 4 e 5 anos, favorecendo os meninos. Em outro trabalho, ela sugere que as variações entre gêneros em diferentes tarefas parece ser uma função das estratégias utilizadas. Em tarefas em que é necessário o uso de estratégias

quantitativas — representações analógicas, rotação mental — os homens se saem melhor, porém, quando tais estratégias não são necessárias para a solução do problema, as diferenças de gênero desaparecem (Rosser, 1994b).

Tomando como base apenas este estudo, não é possível sustentar uma discussão sobre diferenças de gênero neste tipo de tarefa. Embora, aparentemente, nossos dados estejam de acordo com os resultados de Rosser et al (1984) de que a diferença entre os gêneros pode aparecer a partir de 4-5 anos, este resultado pode não ser decorrente de diferenças entre os gêneros com relação a cognição espacial, mas com relação à instrução

Este resultado nos leva a perguntar se a instrução de monitoramento cognitivo não produz maior efeito em tarefas que exijam capacidades para as quais o sujeito já está predisposto. Talvez, se usássemos instruções em tarefas em que as diferenças entre gêneros favoreça a mulher, poderíamos ter melhores resultados da instrução no grupo feminino. Como, por exemplo, se instruções de monitoramento fossem usadas em tarefas de identificação de pares, veja exemplo:



**Figura 16.** Exemplo de tarefa de emparelhamento (Kimura, 1992, p 82)

De qualquer forma, estas possibilidades não podem ser mais largamente exploradas aqui, pelos limites deste trabalho, ficando como um ponto a ser desenvolvido em trabalhos futuros.

### **Diferenças entre as figuras**

No nosso problema em questão, ou seja, de rebatimento de um cubo no plano, o sujeito deve imaginar um cubo, e rebater cada um de seus lados. Ao mesmo tempo em que manipula um dos lados, deve manter a imagem dos demais lados de tal modo que possa ter o todo no plano bidimensional. Pela teoria, figuras diferentes podem exigir procedimentos com maior ou menor complexidade, com diferentes números de passos e de estratégias de manutenção na área de trabalho.

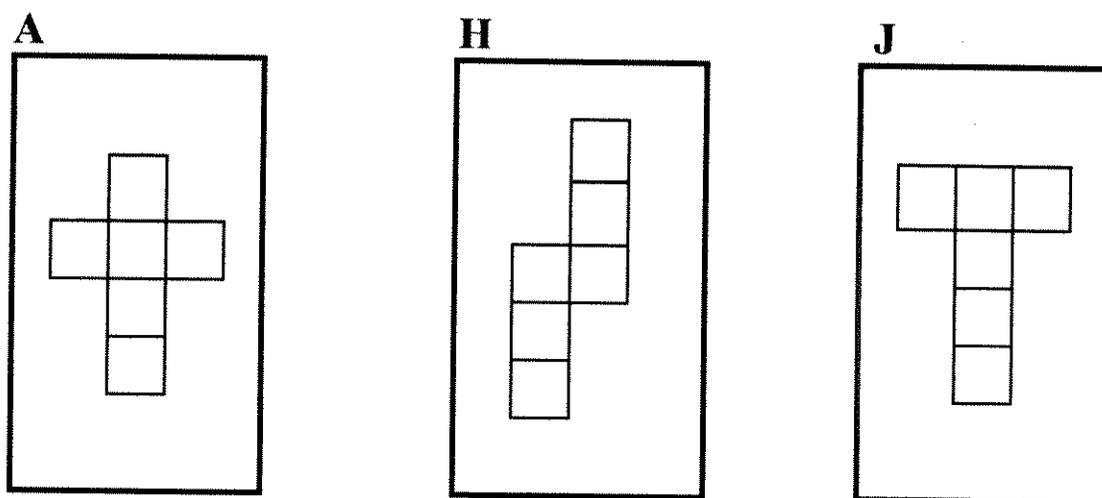
A diferença entre as figuras pode ser inferida pelo número de erros cometido pelos sujeitos e pelo tempo de reação.

A diferença entre as figuras pelo número de erros foi confirmada. Conforme discutido na análise dos dados, a diferença estatisticamente significativa pelo número de erros aparece na figura L (para o grupo controle feminino e grupo experimental masculino).

Quanto ao tempo, os teste estatísticos na análise dos dados revelam diferenças estatisticamente significante das médias de tempo gasto entre as figuras A e H, I, J, K e L. Sendo que a figura A é a que apresenta maior média de tempo gasto.

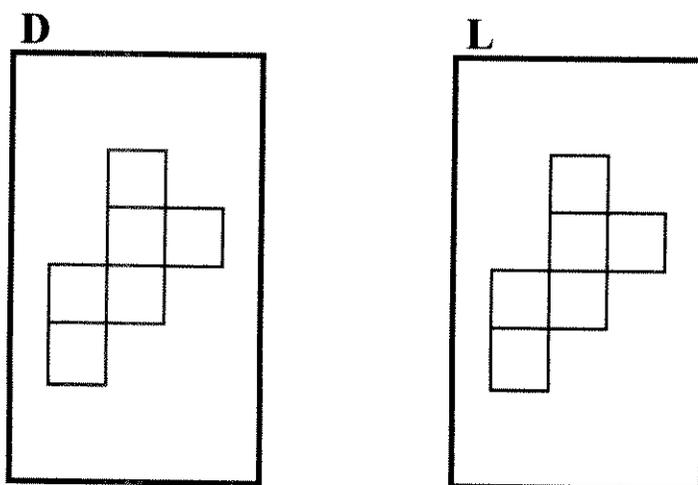
Estes resultados nos sugerem algumas possibilidades de interpretação dos processos de raciocínio envolvidos na tarefa de decomposição do cubo.

Certas configurações, como, por exemplo, a figura A, H e J permitem o estabelecimento de padrões, permitindo sua rápida identificação por um sujeito com certa familiaridade neste tipo de tarefa.



**Figura 17.** Figuras que propiciam o estabelecimento de padrões.

Enquanto outras, como D, e L, exigem a manipulação de cada dobra para verificar se de fato é possível a partir dela formar o cubo.



**Figura 18.** Figuras que não propiciam o estabelecimento de padrões.

Aquelas figuras (A, H e J) tem configurações que favorecem a criação de padrões. É interessante observar que a figura A é a mais representada nos desenhos do pré-teste e pós-teste, e, no pós-teste, também aparecem as representações de J e H.

Configurações como em D e L, por outro lado, não favorecem o estabelecimento de regularidades, exigindo, frequentemente, a manipulação mental para redobrar cada parte.

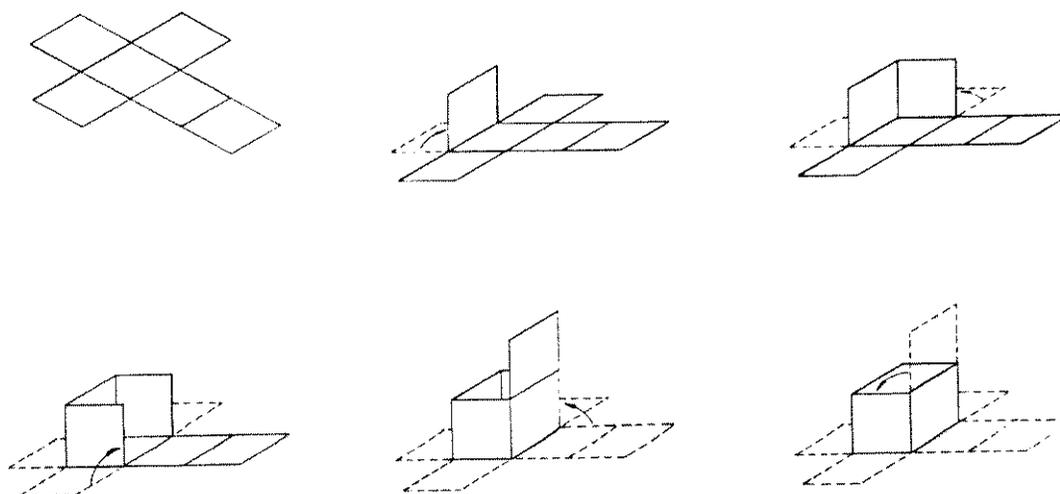
Antes de tentarmos explicar o estabelecimento de regularidades entre as figuras, vejamos como a tarefa em questão é resolvida, ou seja, quais os processos cognitivos envolvidos e como a instrução pode ter atuado.

### Processos cognitivos

Embora este estudo não teve como objetivo a identificação precisa e detalhada do processo de raciocínio envolvido na representação mental da montagem ou rebatimento do cubo, o desempenho diferencial através das várias figuras, bem como a frequência dos gestos e falas dos sujeitos durante o pré-teste, atividades intermediárias e pós-teste, nos permite, de forma tentativa, identificar similaridades que sugerem que duas estratégias básicas foram usadas nas tarefas. Uma das estratégias consiste em compor o cubo e outra em decompor.

**a. Compor.** A partir da figura rebatida, dobrar mentalmente cada um de seus lados até formar o cubo. Alguns exemplos:

1.1. Figura A



**Figura 19.** Montagem 1 da figura A.

## 1.2. Figura A

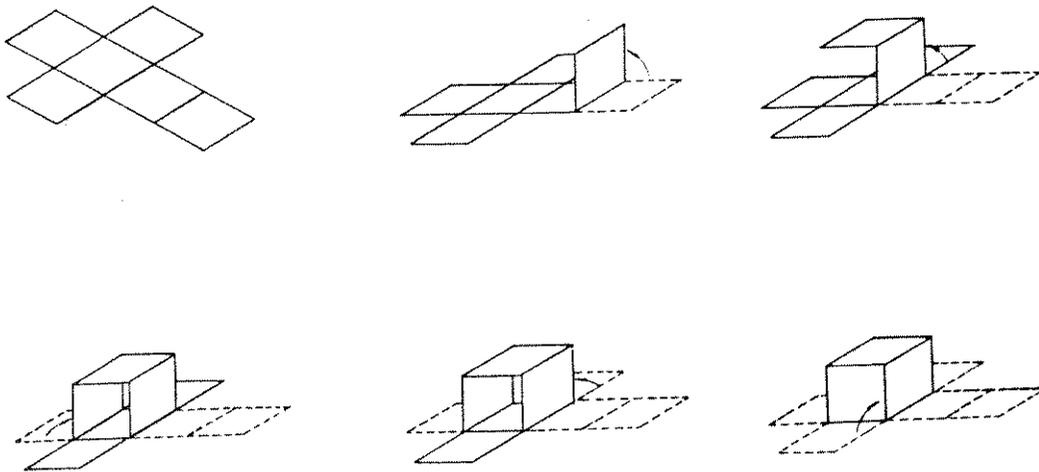


Figura 20. Montagem 2 da figura A.

**2. Decompor.** Representar um cubo posicionando-o sobre a figura rebatida e abrir cada um de seus lados sobre a figura e comparar.

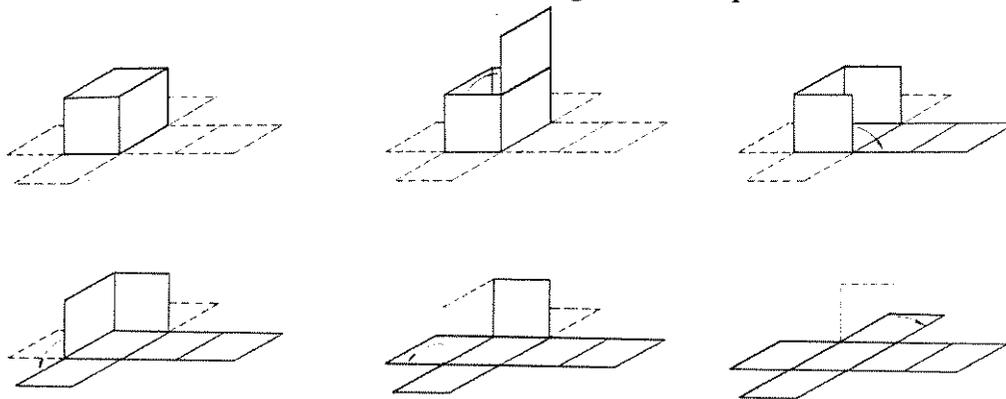


Figura 21. Decomposição do cubo na figura A.

A estratégia 1 parece ter sido a mais utilizada.

Quase sempre os sujeitos executavam os gestos, referentes aos movimentos representados, como uma mímica. A posição das mãos, aparentemente, exercem um papel de auxiliar da memória, na medida em que retém externamente uma determinada configuração, enquanto a memória operacional fica liberada para outras operações (no caso, dobrar os lados restantes). Por exemplo, efetuado até o passo 3 do exemplo acima, 1.1., os sujeitos mantinham a mão em concha, voltada para baixo, verbalizando que haviam feito um túnel, enquanto a outra mão movia-se como que dobrando os outros dois lados.

A necessidade de recorrer ao auxílio de gestos como auxiliares da representação é um recurso muito utilizado pelas crianças e, também, por adultos em diversas atividades como, por exemplo, atividades com a linguagem computacional Logo. Seria interessante um estudo desenvolvimental sobre tal

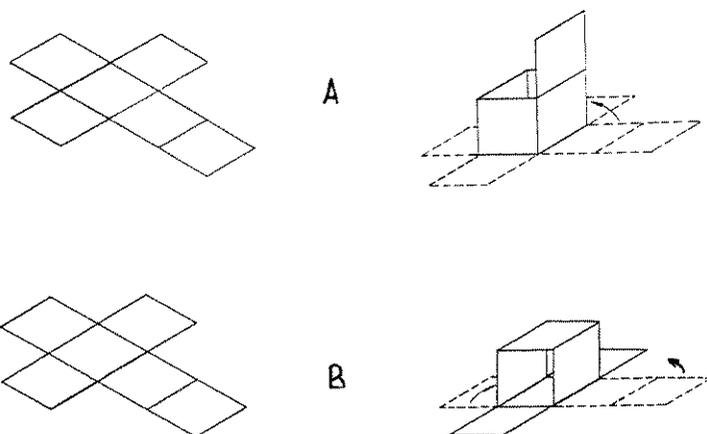
comportamento no tipo de atividade proposta neste trabalho. Poder-se-ia perguntar se o uso do gesto ajuda a diminuir o tempo de resposta e/ou o número de erros.

Bem, uma vez identificado tais processos, o que tornaria algumas figuras mais fáceis que outras? Este fenômeno talvez possa ser explicado por dois processos diferentes:

(a) reconhecimento figural, ou seja, estabelece-se uma relação figural entre, por exemplo, a figura A é 'cruz', H é 'escadinha', J é 'poste' — como era verbalizado pelos sujeitos. A frequência com que estas configurações aparecem podem levá-las a não se constituir mais em um problema de manipulação de imagem, mas de representação mnemônica de uma figura. Ou seja, a familiaridade com certa figura pode fazer com que não seja mais necessário recompô-la para verificar que se trata de um cubo rebatido. Neste caso, a pessoa resolve o problema como de reconhecimento de uma figura. O que não é o mesmo que falar em aprendizagem mecânica, visto que a pessoa só é capaz de estabelecer tal relação porque já manipulou diversas vezes a figura, e é capaz de manipular tais transformações quando assim é necessário, por exemplo, para fazer verificações.

(b) aglutinação de passos. Com o decorrer das atividades e uma maior experiência por parte dos sujeitos com a tarefa, certas configurações permitiam reduzir o número de passos nas dobras. Aparentemente, frente a certas configurações, os sujeitos consideravam como unidade um conjunto de passos. Ao invés de dobrar cada unidade de lado uma a uma, executavam um único passo em que três ou quatro lados eram dobrados a um só tempo.

Exemplo 1:



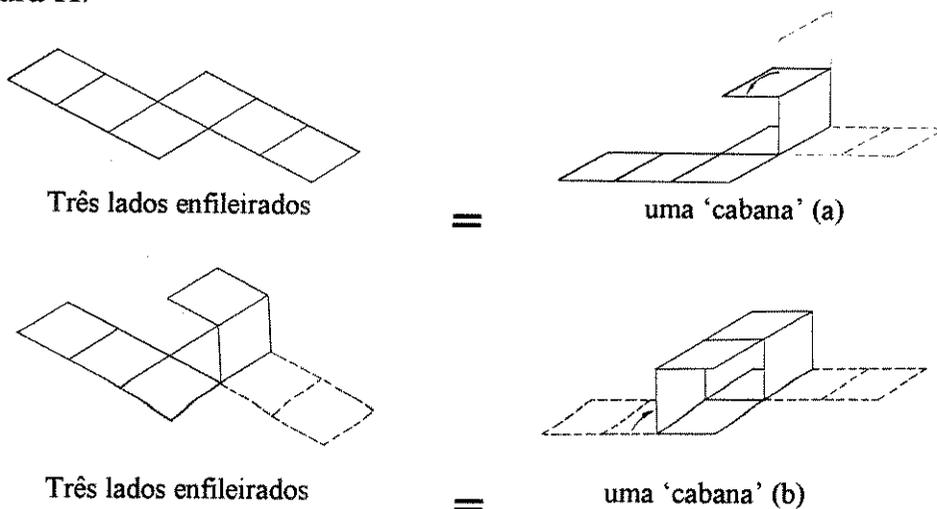
**Figura 22.** Diminuição do número de passos da figura A



**Figura 23.** Diminuição do número de passos da figura H.

Muitos processos são exigidos ao mesmo tempo em tarefas como a proposta neste experimento: representar a figura, dobrar cada lado, manter a representação do que já foi dobrado e do que ainda falta dobrar, comparar com a meta. Alguns destes passos são simultâneos. Se o sujeito tratar cada peça como uma unidade processual, pode sobrecarregar a memória operacional, falhando na tarefa. Se conseguir desenvolver estratégias de tratar cada bloco como unidade, pode liberar espaço na área de trabalho, podendo implementar o processamento. Se nos reportarmos ao arcabouço teórico vemos que, à medida em que certas tarefas são praticadas, é mais fácil ao sujeito desenvolver estratégias de aglutinação de certos passos. Esse processo tem a vantagem de requerer menos espaço na memória operacional, liberando, assim, espaço para outros processos cognitivos.

Porém, se a aglutinação oferece certas vantagens em alguns casos, também pode ser inadequada em outros. Por exemplo, na figura H, era freqüente acontecer o seguinte impasse, pela utilização do raciocínio ilustrado acima na figura H.



**Figura 24.** Estratégia de aglutinação. Ex. de adequação (a) e inadequação (b)

O caráter simétrico da figura pode levar o sujeito a tomar os dois lados da mesma forma, assim, a estratégia de aglutinação — eficaz nas primeiras unidades — quando repetida nas demais unidades se torna ineficiente. Tal raciocínio pode levar o sujeito a ficar com dois blocos paralelos sem conseguir integrá-los. Para alguns sujeitos esta configuração foi insolúvel.

A aglutinação de passos não é adaptativa se o sujeito não tiver capacidade de monitorar sua atividade a partir de feedback constante. Após a execução do passo (a) acima, o sujeito deve ter certa flexibilidade para executar uma dobra diferente da primeira, o que exige flexibilidade para avaliar se a estratégia que está sendo usada está contribuindo com a solução do problema e, caso contrário, buscar outras formas.

Neste experimento verificamos claramente que as instruções dadas ao grupo experimental contribuiu com a adequação da estratégia a ser utilizada, possibilitando ao sujeito a utilização de estratégias que minimizam a utilização de espaço na memória a curto prazo, liberando, assim, espaço para outros processos, como refinar a comparação com o modelo e verificação.

Com relação a diferença entre os tempos, encontramos que a figura A é a que apresentou uma maior média no pré-teste, porém, com baixo número de erros. Este dado é curioso. Se recuperarmos o que foi discutido acima sobre os possíveis processos envolvidos nesta tarefa e o que foi visto na discussão teórica, somos levados a supor que a configuração desta figura faz com que, na comparação do resultado das primeiras dobras com a meta, o sujeito tenha feedbacks positivos que o estimulem a continuar. Além disso, a configuração também possibilita que se mantenha na memória o que já foi dobrado como um bloco único ('uma caixa' ou 'uma casa'), sem sobrecarga. Assim, possivelmente, a alta média de tempo gasto é devido ao fato do sujeito, graças aos feedbacks positivos, prosseguir, e, o baixo número de erros, devido a facilidade de manter na memória o que já foi executado.

## **Desenhos**

Como discutimos no item referente a medidas em cognição espacial, a análise de desenhos é ambígua, de difícil análise objetiva. Como este não era meu propósito, não cheguei a elaborar um delineamento adequado de coleta de desenhos que permitissem uma análise mais cuidadosa. Assim, este trabalho nos permite apontar alguns aspectos interessantes que mereceriam estudos mais cuidadosos, mas não nos permite responder ao problema específico deste estudo.

Os casos em que o desenho não corresponde a nenhuma das possíveis figuras de um cubo desmontado, não nos permite dizer se a criança é capaz de fazer tal representação ou não, visto que o desenho não é necessariamente um

espelho da representação mental. Fatores como destreza motora e coordenação de processos cognitivos podem estar envolvidos e alterar o resultado gráfico.

Porém, nos casos em que o desenho corresponde à alguma das possíveis figuras de um cubo desmontado, podemos dizer que a criança possui tal representação. Enquanto não basta representar mentalmente para conseguir desenhar a figura representada, não é possível desenhar sem tal representação. Assim, estes casos positivos confirmam a capacidade da criança de 5-6 anos de realizar a operação mental de desmontar um cubo mentalmente, e representar a figura resultante sem perda de informação.

### **Nomear o cubo**

Quanto à diferença encontrada em favor do grupo experimental, não podemos descartar a possibilidade de ser uma decorrência da quantidade maior de vezes em que foi ouvida no decorrer das atividades, devido as instruções específicas. Contudo, na literatura sobre formação de conceitos, há plena concordância de que a formação de conceitos não é resultado de repetição, mas sim, de integração destes em estruturas significativas ao sujeito.

Temos, assim, elementos para suspeitar que a aprendizagem do nome tenha se dado pelo fato do grupo experimental ter, a cada sessão de instrução, ativada as estruturas de suporte a este conceito: Sabiam que as atividades estavam voltadas para uma aprendizagem específica da forma do cubo, de suas características e transformações. Enquanto as crianças do grupo experimental realizaram as atividades com uma meta específica definida — aprender sobre o cubo — as crianças do grupo controle realizaram as atividades como tarefas/brincadeiras independentes. Aparentemente, as instruções específicas geraram um contexto mais significativo para o nome “cubo”, o que se verifica com a diferença encontrada em favor do grupo experimental.

### **Consciência da aprendizagem**

Chegar a ter consciência do processo de aprendizagem, conseguir identificar o que se sabe e o que não se sabe, é um processo extremamente complexo. Em certos casos só é possível saber que não sabemos, quando se tem noções gerais do conceito em questão.

Os resultados deste trabalho, embora de forma bem exploratória, sugerem que os sujeitos pertencentes ao grupo experimental, na situação do pós-teste, chegaram a ter mais consciência de seu processo de aprendizagem. O fato das instruções específicas agirem como um guia de monitoramento cognitivo, fez com que os sujeitos permanecessem mais atentos a seu próprio processo.

## IV. IMPLICAÇÕES PEDAGÓGICAS

Este trabalho tem como objetivo amplo contribuir para a compreensão de fenômenos educacionais, sobretudo aqueles fenômenos relacionados ao ensino escolar. Como procuramos discutir, no decorrer deste trabalho, não me parece possível compreender o processo de ensino-aprendizagem sem compreender os processos básicos envolvidos. O que a psicologia cognitiva, em especial, a psicologia educacional cognitiva, vem apontando, é que a aprendizagem depende tanto dos **conhecimentos anteriores** do aprendiz, quanto das **estratégias de aprendizagem** que este dispõe. Inclui-se nas estratégias de aprendizagem fatores:

(1) **emocionais**: auto-motivar-se e manter a motivação, controle da ansiedade e frustração frente aos desafios e possíveis fracassos intermediários;

(2) **sociais**: capacidade de compreender intenções e direção da conduta do outro na solução de problemas; no que se refere ao ensino intencional, compreender a intenção de instrução e participar na dinâmica instrucional.

(3) **cognitivos**: frente a um problema, poder identificá-lo, estabelecer uma meta, selecionar e empregar estratégias cognitivas e auto-regular-se a partir de feedbacks.

Considero cada um destes fatores como igualmente fundamentais e descabida a atribuição a um ou outro um papel maior na aprendizagem. Da mesma forma, assumo que uma psicologia da aprendizagem só pode responder satisfatoriamente aos problemas empíricos se considerar estes fatores de forma integrada. Considerar de forma integrada não significa tentar, em um mesmo estudo, abarcar a todos.

Assim, neste trabalho, estabeleci como objetivo compreender parte dos fatores cognitivos, sobretudo aqueles referentes ao monitoramento da aprendizagem como aspecto da auto-regulação. Entre os aspectos referentes ao monitoramento cognitivo da aprendizagem, procurei verificar se este sofre efeito de instruções intencionais.

Os resultados nos mostraram que a instrução afeta a aprendizagem. Como os dois grupos estiveram sob efeito da variável sócio-afetiva de ter atenção individual, ou quase individual, da pesquisadora, e o efeito da variável motivacional de manusear materiais diferentes, podemos afirmar que a aprendizagem sofreu efeito da instrução no que se refere mais especificamente aos fatores metacognitivos, ou seja, de auto-regulação cognitiva.

Embora diferenças individuais nem sempre sejam tomadas em conta pela psicologia, sobretudo a psicologia cognitiva experimental, não é possível ignorar que há diferenças individuais. Nem todos os sujeitos reagem de forma idêntica frente a instruções ou frente a certa classe de problemas. No nosso trabalho, encontramos diferenças entre gêneros, diferença esta que já foi verificada

anteriormente por diversos estudos. Se tal diferença for melhor conhecida poderia vir a contribuir de forma positiva para o planejamento de ensino.

Por hora, posso sugerir o uso de instruções de monitoramento cognitivo como forma de implementar o ensino pré-escolar. Esta instrução deveria ser planejada e estruturada pelo professor, podendo assumir a forma direta, explícita, como foi neste trabalho, conjuntamente com a apresentação do modelo do professor. Aparentemente, os alunos aprendem a forma como o professor reage emocional e intelectualmente às tarefas; como cria condições de trabalho, como ordena informações e as relacionam com conhecimentos prévios, como lida com os erros ou falta de informações, como ajusta a própria conduta frente a feedbacks, que estratégias utiliza, como cria sub-metas e as avalia com relação a meta global, como transpassa obstáculos, como evita erros, que estratégias utiliza para recuperar informações ou armazená-las.

Certos alunos tem facilidade para compreender estes processos mesmo de forma implícita, não verbalizada ou demonstrada claramente. Contudo, outros alunos (em geral os que mais precisam da escola) não conseguem compreender estes processos se estes não forem verbalizados, demonstrados de forma explícita e clara. Assim, cabe ao professor planejar esta instrução, selecionar situações que possam ser exploradas com estratégias mais amplas, antes que aquelas que exijam estratégias muito específicas. Por exemplo, o trabalho com o tema 'animais', na pré-escola, possibilita explorar estratégias complexas e amplas, como formação de classes e sub-classes, de uma forma significativa para a criança. Contudo, pelos resultados deste trabalho, vemos que não basta que sejam propostas atividades de classificação e estabelecimento de relações entre características dos animais. É preciso que a intenção de classificar, como forma de estabelecer categorias mais amplas, que possam nos permitir armazenar e recuperar informações de forma mais eficiente, seja explicitada. A criança deve ser levada a monitorar sua aprendizagem através de instruções especificamente voltadas a este processo.

O papel do professor, neste processo, é:

- evitar que estratégias mal adaptadas ou inflexíveis se instalem, selecionando problemas e situações nas quais estas estratégias não são aplicáveis.

- selecionar problemas que desafiem o aluno sem serem insolúveis.

Os problemas não podem ser difíceis demais a ponto do aluno se sentir incapaz, nem óbvios demais de modo que o aluno não se sinta desafiado.

- evitar que o aluno perca muito tempo com estratégias inadequadas.

Nestes casos, mesmo que, ao final, o aluno consiga resolver o problema, pode não conseguir recuperar, do caminho traçado, os passos que conduziram ao sucesso, atribuindo este a aspectos irrelevantes.

- mostrar ao aluno que a capacidade de aprender está relacionada com a seleção adequada das estratégias de aprendizagem e não, estritamente, com uma capacidade individual previamente fixada.

- mostrar ao aluno, através de modelos e de exemplos, como é possível inserir estratégias de aprendizagens em contextos significativos.

- ajudar o aluno a não perder de vista o objetivo, monitorando a globalidade da conduta.

- descrever para o aluno seu próprio comportamento cognitivo de recuperar informações, evitar distrações, relacionar com o que já é conhecido, utilizar-se de feedbacks para controlar o processo cognitivo.

- incentivar o aluno a verbalizar seus processos como uma forma de manter a atenção em foco, corrigir rotas, estabelecer feedbacks, avaliar o processo.

O ensino de monitoramento cognitivo não é possível dissociado do conteúdo conceitual da aprendizagem. É pela necessidade de aprendizagem de conceitos e fatos novos que a aprendizagem do auto-monitoramento se torna significativa, e, ao mesmo tempo, atribui significância aos conceitos e fatos.

Apropriar-se da cultura de uma sociedade não se refere unicamente a adquirir conhecimento de fatos, conceitos e princípios dominados por esta, mas adquirir as estratégias cognitivas que garantam a aprendizagem daquelas, bem como a possibilidade de gerar novas informações. O que interessa para um cidadão é a capacidade de pensar, interpretar, analisar, inferir e resolver problemas pertinentes à sociedade a qual pertence de forma eficiente. Ou seja, as estratégias de memória desenvolvidas por indivíduos pertencentes a uma sociedade primitiva pode ser adequada a esta sociedade, mas não em uma sociedade industrial, onde o volume e fluxo de informações é muito maior. Ainda, estratégias adequadas para abordar uma disciplina podem não o ser para outras. Se estas aquisições são importantes, devem ser propositadamente ensinadas na escola de forma sistemática e organizada, de modo a atingir um maior número de alunos, e não apenas aqueles que podem aprendê-las por vias indiretas.

Um dos nossos resultados enfatiza a necessidade de reconhecer diferenças e buscar conhecê-las melhor para que possamos implementar a aprendizagem de todos os alunos, e não só daqueles cujas características prévias são beneficiadas pela forma de instrução (ou não instrução) utilizada.

Um dos problemas que emerge deste trabalho e merece um estudo detalhado é o aspecto social da instrução, ou seja, como o sujeito compreende e aprende a reagir frente a intenção de instrução, e que espero desenvolver em investigações futuras.

## V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLON, M., GUTKIN, T. B. e BRUNING, R. (1994) The relationship between metacognition and intelligence in normal adolescents: some tentative but surprising findings. *Psychology in the schools*. 31(april), 93-97
- ALMEIDA, L. S. & ROAZZI, A. (1988) Inteligência: a necessidade de uma definição e avaliação contextualizadas. *Psychology*.1, pp 93-104.
- ALMEIDA, N. V. F. (1994) Os modos de pensar do professor: buscando compreendê-los a partir de contextos interativos. Tese de Doutorado. Unicamp.
- ALVAREZ, A. e DEL RÍO, P. (1996) Educação e Desenvolvimento: a teoria de Vygotsky e a zona de desenvolvimento proximal. In: COLL, C.; PALACIOS, J. e MARCHESI, A. (Org.) *Desenvolvimento Psicológico e educação: psicologia da educação*. trad. Angélica Mello Alves - Porto Alegre: Artes Médicas.
- ANDERSON, J. R. (1990) *Cognitive psychology and its implications*. 3th.ed. N.Y.: W H. Freeman and Company, .
- AU, K. H. (1996) Mudanças do ponto de vista de uma professora sobre a instrução compreensiva interativa. In: MOLL, L.C. *Vygotsky e a educação: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica*. trad. Fani A. Tesseler. Porto Alegre: Artes Médicas.
- AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. (1980) *Psicologia educacional*. 2.ed. Tradução de Eva Nick e outros. Rio de Janeiro: Interamericana
- BALDWIN, A. (1980) *Teorias de desenvolvimento da criança*. Tradução de Dante Moreira Leite. São Paulo: Livraria Pioneira Editora.
- BALLARGEON, R.; SPELKE, E. e WASSERMAN, S. (1985) Object permanence in five-month-old infants. *Cognition*, 20; 191-208.
- BALLARGEON, R. (1987) Object permanence in 3 ½ and 4 ½ month-old infants. *Developmental Psychology*. 23 (5), 655-664.
- BANDURA, A. e WALTERS, R. H. (1963) *Social learning and personality development*. New York: Holt Rinehart and Winston.
- BANDURA, A. (1989) Regulation of cognitive process through perceived self-efficacy. *Developmental Psychology*. 25 (5), 729-735
- BASIL, C. e COLL, C. (1996) A construção de um modelo prescritivo da instrução: a teoria da aprendizagem cumulativa. In: COLL, C.; PALACIOS, J. e MARCHESI, A. (Org.) *Desenvolvimento Psicológico e educação: psicologia da educação*. trad. Angélica Mello Alves - Porto Alegre: Artes Médicas.

- BERLYNE, D. E. (1973) O pensamento: sua estrutura e direção. Tradução: José Arthur D'Incao. São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária Ltda e Ed. Universidade de São Paulo.
- \_\_\_\_\_. (1975) O raciocínio e o pensamento das crianças. In: MUSSEN, P. H. (Org.) *Carmichael. Manual de Psicologia da criança*. (vol 5); coordenador da ed. brasileira Samuel Pfromm Netto. São Paulo, EPU, Ed. da Universidade de São Paulo.
- BINDRA, D. (1976) A theory of intelligent behaviour. New York: Willey
- BLOOM, B., HASTINGS, J. T. e MADDAUS, G. (1983) Manual de avaliação formativa e somativa do aprendizado escolar. Trad. Lilian R. Quintão e outros. São paulo: Livraria pioneira Editora.
- BORKE, H. (1978) El punto de vista de Piaget sobre la interacción social y el constructo teórico de empatía. In: In: SIEGEL, L., BRAINERD, C. (Ed) *Alternativas a Piaget: ensayos críticos sobre la teoría*. Madrid: Pirámide
- BORUCHOVITCH, E.(1993) A psicologia cognitiva e a metacognição: novas perspectivas para o fracasso escolar brasileiro. *Tecnologia Educacional*. v 22 (110-111) jan./ abril.
- BOX, G. E. P. e ANDERSON, S. L. 1955. Permutation theory in the derivation of robust criteria and the study of departure from assumption. *Journal Royal Statistical. Soc.* B17: 1-34.
- BRENELLI, R.P. (1993) Intervenção pedagógica, via jogos quilles e cilada, para favorecer a construção de estruturas operatórias e noções aritméticas em crianças com dificuldades de aprendizagem. Tese de Doutorado. FE-UNICAMP.
- BRENELLI, R.P. (1994) A influência de atividades com os jogos “quilles” e “cilada” no desempenho operatório e na compreensão de noções aritméticas em crianças com dificuldades de aprendizagem. *Pró-posições*.5; 1 (13); março de 1994.
- BRITO, M.R. (1977) Estudo comparativo entre aprendizagem significativa e por tentativa e erro. Tese de Mestrado. FE-UNICAMP
- BRITO, M. R., FINI, L. D. e GARCIA, V. N. (1994) Um estudo exploratório sobre as relações entre o raciocínio verbal e o raciocínio matemático. *Pro-Posições*. v 5, 1 (13), p 37- 44.
- BRUNER, J. (1976) Uma nova teoria da aprendizagem. Trad. Norah Levy Ribeiro. R.J. : Bloch Ed. S.A.
- BRUNER, J. (1984) Acción, pensamiento y lenguaje. Trad. José Luis Linaza. Madrid: Alianza Editorial.
- BRUNER, J. (1987) O processo da educação. Trad. Lólio L. Oliveira. S.P.: Companhia Ed. Nacional.
- BYRNES, J. P. (1996) Cognitive development and learning in instructional contexts. Mass: Allyn & Bacon
- CAGLIARI, L. C. (1991) Ensino ou aprendizagem: eis a questão. Manuscrito. Em apontes do curso “Fonética e fonologia”. FE, PG, UNICAMP.

- CAMPBELL, D. & STANLEY, J. (1979) Delineamentos experimentais e quase-experimentais de pesquisa. Tradução Renato Di Dio. S.P.: EPU
- CAMPIONE; BROWN e BRYANT (1992) As diferenças individuais na aprendizagem e memória. In: STENBERG (org) (1992) *As capacidades intelectuais humanas. Uma abordagem em processamento de informações*. P.A.: Artes Médicas
- CARPENTER & PETERSON (1988) Learning through instruction: the study of students thinking during instruction in mathematics. *Educational Psychologist*, 23 (2), 79-85.
- COLL, C. (1975) Principios básicos del aprendizaje para la instrucción. trad. Paulina Diaz Cortés Ferrado. Ed. Diana, S.A.
- \_\_\_\_\_ (1983) As contribuições da psicologia para a educação: teoria genética e aprendizagem escolar. In: LEITE, L. B. *Piaget e a Escola de Genebra*. S. P.: Cortez Ed.
- \_\_\_\_\_ (1994) Aprendizagem escolar e construção do conhecimento. trad. Emilia de Oliveira Dihel. Porto Alegre: Artes Médicas.
- \_\_\_\_\_ (1996) Psicologia e Educação: a aproximação aos objetivos e conteúdos da psicologia da educação. In: COLL, C.; PALACIOS, J. e MARCHESI, A. (Org.) *Desenvolvimento Psicológico e educação: psicologia da educação*. trad. Angélica Mello Alves - Porto Alegre: Artes Médicas.
- CORNELL, E. H. (1978) Aprendiendo a encontrar cosas: una reinterpretación de los estudios sobre la permanencia del objeto. In: SIEGEL, L., BRAINERD, C. (Ed) *Alternativas a Piaget: ensayos críticos sobre la teoría*. Madrid: Pirámide
- COSTA, M. V. (1994) Pesquisa em educação: concepções de ciência, paradigmas teóricos e produção de conhecimentos. *Cadernos de pesquisa*, São Paulo, n 90, p 15-20, ago.
- CROWLEY, M. (1994) O modelo Van Hiele de desenvolvimento do pensamento geométrico. In LINDQUIST, M. e SHULTE, A. (Org.) *Aprendendo e ensinando geometria*. Trad. Hygino H. Domingues. S.P.: Atual.
- CULTICE, J.C.; SOMERVILLE, S. C. e WELLMAN (1983) Preschoolers' memory monitoring: feeling-of-knowing judgments. *Child Development*, 54, 1480-1486.
- DANTE, L.R. (1995) Didática da resolução de problemas de matemática. S.P.: Ática.
- DAVEY, G. (1981) Animal learning and conditioning. London: The Macmillan Press LTD.
- \_\_\_\_\_ (1989) Ecological learning theory. London: Routledge.
- DEAN, A. L. (1976) The structure of imagery. *Child Development*, 47, 949-958.
- \_\_\_\_\_ (1979) Patterns of change in relations between children's anticipatory imagery and operative thought. *Developmental Psychology*, 15 (2), 153-163.

- DEAN, A. L. e HARVEY, W. O. (1979) An information-processing analysis of a piagetian imagery task. *Developmental Psychology*, 15 (4), 474-475
- DeGUIRE, L. J. (1994) Geometria: um caminho para o ensino da resolução de problemas, do jardim-de-infância à nona série. In: LINDQUIST, M. e SHULTE, A. (Org.) *Aprendendo e ensinando geometria*. Trad. Hygino H. Domingues. S.P.: Atual.
- DELGRANDE, J. (1994) Percepção espacial e geometria primária. In LINDQUIST, M. e SHULTE, A. (Org.) *Aprendendo e ensinando geometria*. Trad. Hygino H. Domingues. S.P.: Atual.
- DEWEY, J. (1979) Como pensamos: como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo, uma reflexão. Trad. Haydée Camargo Campos. São Paulo: Companhia Editora Nacional. 4 ed.
- DIAMOND, A. (1985) Development of the ability to use recall to guide action, as indicated by infants' performance on AB. *Child Development*, 56, 868-883.
- \_\_\_\_\_ (1988) Abilities and neural mechanisms underlying AB performance. *Child Development*, 59, 523-527.
- EYSENCK, M. , KEANE, M. (1994) Psicologia cognitiva: um manual introdutório. Tradução: Wagner Gesser e Maria Helena F. Gesser. Porto Alegre, R. S.: Artes Médicas.
- FLAVELL, J.H. (1975) A psicologia do desenvolvimento de Jean Piaget. Trad. Maria Helena S. Patto. São Paulo: Pioneira.
- \_\_\_\_\_ (1976) Metacognitive aspects of problem solving. In: Resnick, L. (Ed) *The nature of intelligence*. Hillsdale, New Jersey: John Wiley & Sons.
- \_\_\_\_\_ (1979) Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*. 34 (10), 906-911.
- FORMAN, E. & CAZDEN, C. (1985) Exploring Vygotskian perspectives in education: the cognitive value of interaction. In: Wertsche (Ed) *Culture, communication and cognition. Vygotskian perspectives*. New York: Cambridge University Press
- FREIRE, P. (1978) *Pedagogia do oprimido*. R.J.: Paz e Terra.
- GADOTTI, M. (1985) *Educação e poder. Introdução à pedagogia do conflito*. S.P.: Cortez: Autores Associados.
- GAGNÉ, R. (1974) *Como se realiza a aprendizagem*. Trad. Therezinha Maria Ramos Tovar. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos; Brasília: INL.
- GAGNÉ, R. e BRIGGS. *La planificación de la enseñanza: sus principios*. Trad. Márcia Brito. Mimeografado. FE-UNICAMP
- GARDNER, H.T. (1985) *Frames of mind. The theory of multiple intelligences*. Basic Books- Harper Collins Publishers.
- \_\_\_\_\_ (1987) *The mind's new science. A history of the cognitive revolution*. Basic Books- Harper Collins Publishers.
- GARNER, R. & ALEXANDER, P. (1989) Metacognition: Answered and unanswered questions. *Educational Psychologist*, 24 (2), 143-158.

- GLASS, G. V., PECKHAM, P. D. e SANDERS, J. R. (1972). Consequences of failure to meet assumptions underlying the fixed effects analysis of variance and covariance. *Rev. of Educ. Res.* 42: 239-288.
- GEIRINGER, E. e HYDE, J. (1976) Sex differences on Piaget's water-level task: spatial ability in cognition. *Perceptual and Motor Skills*, 42, 1323-1328.
- GIBB, E. G. e CASTANEDA, A. (1975) Experiences for young children. *National Council of Teachers of Mathematics. Yearbook.*
- HALL, V. C. , KAYE, D. (1978) La necesidad de la necesidad lógica en la teoría de Piaget. In: SIEGEL, L., BRAINERD, C. (Ed) *Alternativas a Piaget: ensayos críticos sobre la teoría.* Madrid: Pirámide
- HEDEGAARD, M. (1996) A zona de desenvolvimento proximal como base para a instrução. In: MOLL, L.C. *Vygotsky e a educação: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica.* Trad. Fani A. Tesseler. Porto Alegre: Artes Médicas.
- HILGARD, E. R. (1966) Teorias da aprendizagem. 5.ed. Tradução de Nilce Pinheiro Meijas e outros. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária
- HILL, W. F. (1981) Aprendizagem. Tradução José Luiz Meurer. 3.ed. Rio de Janeiro, Editora Guanabara Dois S.A.
- HUTTENLOCHER, J.; NEWCOMBE, N. e SANDBERG, E. H. (1994) The coding of spatial location in young children. *Cognitive Psychology*, 27, 115-147.
- INHELDER, B., SINCLAIR, H. e BOVET, H. (1975) Aprendizaje y estructuras del conocimiento. Trad. Luis Echevaria Rivera. Madrid: Ediciones Morata
- JALLES-FILHO, E. (1994) A evolução da organização hierárquica e a emergência dos níveis funcionais no sistema nervoso central. Manuscrito. Instituto de Biociências. USP-SP.
- \_\_\_\_\_ (1996) Abordagem evolutiva dos processos cognitivos. Anotações de aula proferida na disciplina "Tópicos Educaionais em enfermagem" do Programa de Pós-graduação- Enfermagem Fundamental. EERP-USP.
- JOHNSON, S. P. e ASLIN, R. N. (1995) Perception of object unity in 2-month-old infants. *Developmental Psychology*, 31 (5), 739-745.
- JOHNSON-LAIRD, P.N. (1983) Mental Models. New York: University Press
- KAMMI, C. (1984) A criança e o número: implicações da teoria de Piaget para a atuação junto a escolares de 4 a 6 anos. Trad. Regina A. de Assis. Campinas: Papirus.
- KERLINGER, F. (1979) Metodologia da pesquisa em ciências sociais. Trad. Helena Mendes Rotundo. S.P.:EPU: EDUSP.
- KIMBLE, D. P. (1979) Hieroglyphics of the Hippocampus. *Contemporary Psychology*, 24 (9), 689-691
- KIMURA, D. (1992) Sex differences in the brain. *Scientific American*, 267 (3): 80-87.

- KING, A. (1991) Effects of training in strategic questioning on children's problem-solving performance. *Journal of Educational Psychology*, v. 3( 3), pp 307-317.
- KING, A. (1992) Facilitating elaborative learning through guided student-generated questioning. *Educational Psychologist*, 27 (1), 111-126
- KLAUSMEIER, H. (1977) Manual de Psicologia Educacional: Aprendizagem e Capacidades Humanas. Trad. Maria Célia T. A. de Abreu. São Paulo: Harbra
- KOLB, B. (1989) Brain development, plasticity, and behavior. *American Psychological Association*, 44 (9), 1203-1212.
- KOSSLYN, S. (1992) A capacidade para trabalhar mentalmente com imagens. In: STERNBERG, R. J. *As capacidades intelectuais humanas*. Trad. Dayse Batista. Porto Alegre: Artes Médicas.
- KRAMER, S. e ANDRÉ, M.E. (1986) Alfabetização: um estudo sobre professores das camadas populares. In: LÜDKE, M. e ANDRÉ, M. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. S.P.:EPU
- LANDAU, B. , SPELKE, E. e GLEITMAN, H. (1984) Spatial knowledge in a young blind child. *Cognition*, 16, 225-260
- LANDAU, B. e SPELKE, E. (1988) Geometric complexity and object search in infancy. *Developmental Psychology*, 24 (4), 512-521
- LAWTON, J., HOOPER, F. (1978) La teoría piagetiana y la educación en la primera infancia: un análisis crítico. In: SIEGEL, L., BRAINERD, C. (Ed) *Alternativas a Piaget: ensayos críticos sobre la teoría*. Madrid: Pirámide
- LEGRAND (1974) Psicologia aplicada à educação intelectual. Rio de Janeiro: Zahar Ed.
- LEONTIEV, A. (1978) O desenvolvimento do psiquismo. Trad. Manuel Dias Duarte. Lisboa: Livros Horizonte.
- LEVIN, J. (1987) Estatística aplicada a ciências humanas. 2º edição. trad. Sérgio Costa. S.P.: Habra
- LIMA, E. C. A.S. (1990) O conhecimento psicológico e suas relações com a educação. *Em Aberto*, Brasília, ano 9, n 48, out/dez.
- LINDMAN, L. S. (1974). The Analysis of complex experimental design. San Francisco: Freeman.
- LINN, M. C. e PETERSON, A. C. (1985) Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: a meta-análisis. *Child Development*, 56, 1479-1498.
- LORENZ, K. (1971) Studies in animal and human behaviour. London: Methuen. v 1 e 2.
- LUQUE, A. e PALACIOS, J. (1995) Inteligência sensório-motora. In: COLL, C., PALACIOS, J. e MARCHESI, A. (Org.) *Desenvolvimento psicológico e educação: psicologia evolutiva*. tradução: Francisco Franke Settineri e Marcos A. G. Domingues. Porto Alegre: Artes Médicas. (v. 1)

- LURIA, A.R. (1979) El cerebro humano y los procesos psíquicos: análisis neuropsicológico de la actividad consciente. Trad. Ricardo San Vicente. Barcelona: Editorial Fontanella. (Col. Conduta humana, 38)
- MADRUGA, J. A. e LACASA, P. (1995) Processos cognitivos básicos nos anos escolares. In: COLL, C.; PALACIOS, J. e MARCHESI, A. (Ed) *Desenvolvimento psicológico e educação: psicologia evolutiva*. trad. Marcos A. G. Domingues. Porto Alegre: Artes Médicas. (v. 1)
- MARTÍN, E. , MARCHESI, A. (1995) Desenvolvimento metacognitivo e problemas de aprendizagem. In: COLL, C. PALACIOS, J. e MARCHESI, A. (Org.) *Desenvolvimento psicológico e educação: necessidades educativas especiais e aprendizagem escolar*. Tradução: Marcos A. G. Domingues. Porto Alegre, R.S: Artes Médicas. (v. 3)
- MANIS, M. (1973) Processos Cognitivos. Trad. S.P.: Herder.
- MAYER, R. (1981) Cognição e aprendizagem humana. Trad. Luiz Roberto S. S. Malta. São Paulo: Cultrix, 1981
- MELLO, G.N. (1982) Pesquisa em educação: questões teóricas e questões de método. *Cadernos de pesquisa*, (40) fev.
- \_\_\_\_\_ (1988) Magistério de 1º grau: da competência técnica ao compromisso político. S.P.: Cortez: Autores Associados.
- MILLER,, P. H. e ZALENSKI, R. (1982) Preschoolers' knowledge about attention. *Developmental Psychology*. 18 (6), 871-875
- MOLL, L. C. e GREENBERG, J. B. (1996) A criação de zonas de possibilidades: combinando contextos sociais para instrução. In: MOLL, L.C. *Vygotsky e a educação: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica*. Trad. Fani A. Tesseler. Porto Alegre: Artes Médicas.
- NELSON, D. e KIRKPATRICK, J. (1975) Problem Solving. *National Council of Teachers of Mathematics*. Yearbook.
- NEWELL, A e SIMON, H. (1972) Human problem solving. London: Prentice-Hall International, Inc.
- O'KEEFE, J. e NADEL, L. (1978) The Hippocampus as a cognitive map. Clarendon Press; Oxford.
- OSGOOD, C. (1953) Método e teoria na psicologia experimental. Trad. Énio Ramalho. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- PALACIOS, J. (1995) Processos cognitivos básicos na primeira infância. In: COLL, C., PALACIOS, J. e MARCHESI, A. (Org.) *Desenvolvimento psicológico e educação: psicologia evolutiva*. tradução: Francisco Franke Settineri e Marcos A. G. Domingues. Porto Alegre: Artes Médicas. v.1.
- PATTO, M. H. S. (1986) O sistema escolar brasileiro: notas sobre a visão oficial. In: PATTO (Org) *Introdução à psicologia escolar*. 2 ed. São Paulo: T.A. Queiroz Editor. p. 25- 32
- PETERSON, L. (1975) Aprendizagem. Trad. Luiz Roberto Malta. S.P.; Cultrix.
- PIAGET, J. (1975) Psicologia e pedagogia. Trad. Dirceu A. Lindoso. Rio de Janeiro: Ed. Florense Universitária Ltda

- \_\_\_\_\_ (1975) A formação do símbolo. Trad. Alvaro Cabral e Christiano M. Oiticika. Rio de Janeiro: Zahar Ed.
- \_\_\_\_\_ (1975) Les mécanismes perceptifs: modèles probabilistes, analyse génétique, relations avec l'intelligence. Paris: Presses Universitaires. (Trad. Euphly Jalles Filho. Manuscrito)
- \_\_\_\_\_ (1977) A teoria de Piaget. In: MUSSEN, P. H. (Org.) Carmichael. Manual de Psicologia da criança. (vol 4); coordenador da ed. brasileira Samuel Pfromm Netto. São Paulo, EPU, Ed. da Universidade de São Paulo.
- \_\_\_\_\_ (1978) Para onde vai a educação. Trad. Ivete Braga. R.J.: Livraria José Olímpio Ed.
- \_\_\_\_\_ (1979) A construção do real na criança. Trad. Álvaro Cabral. Rio de Janeiro: Zahar Ed.
- \_\_\_\_\_ (1982) O nascimento da inteligência na criança. Trad. Álvaro Cabral. R. J.: Zahar.
- PIAGET, J. , INHELDER, B. (1993a) A psicologia da criança. Tradução de Octavio Mendes Cajado. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil S.A.
- \_\_\_\_\_ (1993) A representação do espaço na criança. Tradução de Bernardina M. de Albuquerque. Porto Alegre: Artes Médicas. 507p.
- PIROLA, N. A. (1995) Um estudo sobre a formação dos conceitos de triângulo e paralelogramo em alunos de 1º grau. Tese de mestrado, UNICAMP, Campinas.
- PRESSLEY, M. , WOLOSHYN, V. e assoc. (1995) Cognitive strategy instruction that really improves children's academic performance. Cambridge: Brookline Books. 2 ed.
- RIVIÈRE, A. (1995) Origem e desenvolvimento da função simbólica na criança. In: COLL, C., PALACIOS, J. e MARCHESE, A. (Org.) Desenvolvimento psicológico e educação: psicologia evolutiva. tradução: Francisco Franke Settineri e Marcos A. G. Domingues. Porto Alegre: Artes Médicas. v.1.
- RIVIÈRE, A. (1996) A teoria cognitiva social da aprendizagem: implicações educativas. In: COLL, C.; PALACIOS, J. e MARCHESE, A. (Org.) *Desenvolvimento Psicológico e educação: psicologia da educação*. trad. Angélica Mello Alves - Porto Alegre: Artes Médicas.
- ROBINSON, G. E. (1975) Geometry. *National Council of Teachers of Mathematics*. Yearbook.
- ROCHAT, P. e MORGAN, R. (1995) Spatial determinants in the perception of self-produced leg movements by 3 to 5 month old infants. *Developmental psychology*, 31 (4), 626-636
- ROSSER, R. (1983) The emergence of spatial perspective taking: an information-processing alternative to egocentrism. *Child Development*, 54, 660-668
- \_\_\_\_\_ (1994a) Children's solution strategies and mental rotation problems: the differential salience of stimulus components. *Child Study Journal*, 24 (2), 153-169

- \_\_\_\_\_ (1994b) The developmental courses of spatial cognition: evidence for domain multidimensionality. *Child Study Journal*, 24 (4), 255-281
- \_\_\_\_\_ (1994c) Cognitive Development: Psychological and Biological Perspectives. Needham Heights, Massachusetts: Allyn and Bacon.
- ROSSER, R., CHANDLER, K. e LANE, S. (1993) Children's computation of viewpoint from locational descriptions: initial steps in the coordination of perspectives. *Child Study Journal*, 23 (1), 1-16.
- ROSSER, R., ENSING, S., GLIDER, P. e LANE, S. (1984) An information-processing analysis of children's accuracy in predicting the appearance of stimuli. *Child Development*, 55, 2204-2211.
- ROSSER, R., ENSING, S., e MAZZEO, J. (1985) The role of stimulus salient in young children's ability to discriminate two-dimensional rotations: reflections on a paradigm. *Contemporary Educational Psychology*, 10, 95-103
- ROSSER, R. e HORAN, P. F. (1982) Acquisition of multiple classification and seriation from the observation of models: a social learning approach to horizontal décalage. *Child Development*, 53, 1229-1232.
- ROSSER, R., HORAN, P., MATTSON, S. e MAZZEO, J. (1984) Comprehension of euclidean space in young children: the early emergence of understanding and its limits. *Genetic psychology Monographs*, 110, 21-41.
- ROSSER, R., STEVENS, S., GLIDER, P., MAZZEO, J. e LANE, S. (1989) Children's solution strategies and mental rotation: evidence for a developmental shift. *Genetic, Social, and General Psychology Monographs*, 115(2), 183-204
- SAMARAS, A. (1991) Transitions to competence: an investigation of adult mediation in preschoolers' self-regulation with a microcomputer-based problem-solving task. *Early Education and Development*. 2(3): 181-196.
- SANFELICE, J.L. (1986) Sala de aula: invenção do real. In: Morais, R. (org) *Sala de aula-que espaço é esse?* Campinas, Papirus, pp. 83-93.
- SHEPARD, R. N. e METZLER, J. (1971) Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171 (19) february, 701-703.
- SIERRA, B. e CARRETERO, M. (1996) Aprendizagem, memória e processamento da informação: a psicologia cognitiva da instrução. In: COLL, C.; PALACIOS, J. e MARCHESI, A. (Org.) *Desenvolvimento Psicológico e educação: psicologia da educação*. trad. Angélica Mello Alves - Porto Alegre: Artes Médicas.
- SKINNER, B. (1974) *Ciencia y conducta humana*. Traducción Maria Josefa Gallofré. Barcelona: Editora Fontanella
- SKINNER, B. (1989) *Recent issues in the analysis of behavior*. Ohio: Merrill Publishing Company.
- SNOW, R. , YALOW, E. (1988) Education and intelligence. In: STERNBERG, R. (Ed) *Handbook of human intelligence*. 3.th. Cambridge, Mass: Cambridge University Press.

- SOKAL, R. R. e ROHLF, F. J. (1981). *Biometry: The principles and practice of statistics in biological research*. New York: Freeman. 2<sup>nd</sup> ed.
- STEMBERG, R. J. (1992) Introdução: O que é uma abordagem do processamento de informações. In: STEMBERG, R. J. (Org.) *As capacidades intelectuais humanas: uma abordagem em processamento de informações*. Tradução Dayse Batista. Porto Alegre: Artes Médicas
- STEMBERG, R. J. e SALTER, W. (1988). Conceptions of intelligence. In: STEMBERG, R. J. (Ed) *Handbook of human intelligence*. 3.th. Cambridge, Mass: Cambridge University Press.
- STEVENSON, H. W. (1975) Learning and cognition. *National Council of Teachers of Mathematics*. Yearbook.
- TAKAHATA, Y. (1982) Social relations between adult males and females of Japanese monkeys. *Primates*. 21: 303-29
- \_\_\_\_\_ (1991) Diacronic changes in the dominance relations of adult female Japanese monkeys of the Arashiyama B Group. In: FEDIGAN, L. M. & ASQUITH, P. J. (eds) *The monkeys of Arashiyama: thirty-five years of research in Japan and the West*. Albany: State University of New York Press.
- TIKU, M. L. (1971). Power function of F-test under non-normal situations. *Journal of American Statistic Association*. 67: 913-916.
- TODOROV, J.C. (1990) A psicologia como o estudo de interações. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, Brasília, v.5, n.3, pp 325-346.
- VALLS, E. (1996) Os procedimentos educacionais: aprendizagem, ensino e avaliação. Trad. Juan Acuña. Porto Alegre: Artes Médicas.
- VEGA, M. (1992) Introducción a la psicología cognitiva. Madrid: Alianza Editorial.
- VYGOTSKY, (1979) Pensamento e Linguagem. Trad. M. Resende. Lisboa: Antídoto.
- \_\_\_\_\_ (1984) A formação social da mente. Trad. José Cipolla Neto. São Paulo: Martins Fontes.
- WEINBERG, R. A. (1979) Early childhood education and intervention: establishing an american tradition. *American psychologist*. 34 (10), 912-916
- WESSELLS, M. G. (1982) *Cognitive psychology*. N. Y.; Harper & Row
- WHITE, S. (1977) A tradição da teoria da aprendizagem e a psicologia da criança. In: MUSSEN, P. H. (Org.) *Carmichael. Manual de Psicologia da criança*. (vol 4); coordenador da ed. brasileira Samuel Pfromm Netto. São Paulo, EPU, Ed. da Universidade de São Paulo.
- WHITE, R. T. (1990) Metacognition. In: KEEVES, J. P. (Ed) *Educational Research, Methodology, and Measurement: An International Handbook*. Série *Advances in Education*. Chicago: Pergamon Press
- YOUNG, G. D. e WILSON, J. (1994) Comparing matching ability, spatial memory, and ideational fluency in boys and girls. *Perceptual and Motor Skills*, 79, 1019-1024.

ZAR, J. H. (1996) Biostatistical analysis. New Jersey: Prentice Hall. 2<sup>nd</sup> ed.

## Anexo 1.

Tabelas contendo número de erros e tempo de resposta por sujeitos para os sujeitos individualmente considerados. Onde C = grupo controle; E = grupo experimental; F = feminino; M = masculino; P1 = classe de pré do período matinal; P2 = classe de pré do período vespertino. Numerais = identificação dos sujeitos.

FIGURA	C1-F-P1		PÓS-TESTE	
	ERRO	TEMPO	ERRO	TEMPO
A	0	00:07,3	0	00:01,5
B	1	00:07,0	0	00:02,4
C	0	00:05,7	0	00:01,3
D	1	00:09,2	1	00:01,5
E	0	00:07,4	1	00:04,2
F	0	00:00,9	0	00:01,0
G	0	00:03,6	0	00:00,8
H	1	00:01,5	1	00:01,7
I	0	00:00,8	0	00:01,6
J	1	00:04,0	1	00:02,3
K	0	00:01,6	0	00:02,7
L	1	00:01,0	1	00:02,8
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>00:50,0</b>	<b>5</b>	<b>00:23,7</b>

FIGURA	C2-F-P1		PÓS-TESTE	
	ERRO	TEMPO	ERRO	TEMPO
A	0	00:06,3	0	00:01,5
B	1	00:04,0	1	00:02,3
C	0	00:02,0	0	00:02,2
D	1	00:02,6	1	00:20,3
E	1	00:05,9	1	00:04,2
F	1	00:03,1	0	00:06,0
G	0	00:09,4	0	00:01,8
H	1	00:02,9	1	00:01,3
I	1	00:03,9	1	00:04,1
J	0	00:01,7	0	00:04,5
K	0	00:01,6	0	00:02,8
L	0	00:02,0	1	00:17,8
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>00:45,2</b>	<b>6</b>	<b>01:08,9</b>

FIGURA	C3-F-P1		PÓS-TESTE	
	ERRO	TEMPO	ERRO	TEMPO
A	0	00:06,9	0	00:02,8
B	1	00:03,5	1	00:08,5
C	0	00:01,6	0	00:01,3
D	1	00:03,3	0	00:01,5
E	0	00:02,1	1	00:00,9
F	0	00:01,0	0	00:01,0
G	0	00:00,9	0	00:02,5
H	0	00:03,3	0	00:02,6
I	0	00:02,1	0	00:01,5
J	0	00:01,8	0	00:01,5
K	0	00:02,4	0	00:00,9
L	0	00:03,4	1	00:01,6
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>00:32,2</b>	<b>3</b>	<b>00:26,6</b>

FIGURA	C4-F-P1		PÓS-TESTE	
	ERRO	TEMPO	ERRO	TEMPO
A	0	00:07,0	0	00:02,0
B	0	00:05,1	0	00:03,2
C	0	00:02,1	0	00:01,4
D	1	00:01,0	1	00:02,0
E	0	00:02,1	1	00:03,5
F	0	00:01,5	0	00:02,0
G	0	00:01,2	0	00:00,9
H	1	00:01,8	1	00:03,3
I	0	00:03,2	0	00:06,8
J	0	00:01,3	0	00:02,4
K	0	00:02,3	1	00:03,2
L	1	00:01,0	1	00:07,7
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>00:29,6</b>	<b>5</b>	<b>00:38,5</b>

C5-F-P1				
PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE		
FIGURA	ERRO	TEMPO	ERRO	TEMPO
		O		
A	0	00:06,3	0	00:07,5
B	1	00:19,1	1	00:01,2
C	0	00:03,5	0	00:01,3
D	1	00:03,1	0	00:03,1
E	1	00:03,0	1	00:02,8
F	0	00:01,6	0	00:04,0
G	0	00:02,4	0	00:03,2
H	0	00:01,1	0	00:03,1
I	0	00:01,3	1	00:06,3
J	1	00:02,5	0	00:01,6
K	0	00:01,0	0	00:07,0
L	0	00:02,5	1	00:07,8
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>00:47,4</b>	<b>4</b>	<b>00:48,8</b>

C6-F-P2				
PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE		
FIGURA	ERRO	TEMPO	ERRO	TEMPO
		O		
A	1	00:03,2	0	00:06,9
B	1	00:01,7	0	00:01,6
C	0	00:01,3	0	00:00,9
D	1	00:02,0	0	00:02,2
E	0	00:01,7	0	00:02,0
F	0	00:01,6	0	00:01,8
G	0	00:01,7	0	00:01,7
H	1	00:02,0	0	00:02,0
I	0	00:02,9	0	00:02,0
J	0	00:02,7	1	00:06,4
K	0	00:02,1	0	00:02,3
L	0	00:06,1	0	00:11,8
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>00:28,9</b>	<b>1</b>	<b>00:41,4</b>

C7-F-P2				
PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE		
FIGURA	ERRO	TEMPO	ERRO	TEMPO
		O		
A	1	00:04,2	1	00:22,2
B	0	00:06,2	1	00:04,5
C	1	00:03,1	1	00:13,5
D	1	00:01,6	1	00:06,4
E	0	00:12,2	0	00:02,8
F	0	00:02,0	0	00:03,0
G	0	00:08,2	0	00:05,1
H	1	00:01,6	1	00:14,3
I	0	00:02,2	0	00:03,7
J	1	00:05,6	1	00:34,4
K	0	00:03,3	0	00:11,1
L	1	00:01,9	1	00:11,7
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>00:52,0</b>	<b>7</b>	<b>02:12,6</b>

C8-F-P2				
PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE		
FIGURA	ERRO	TEMPO	ERRO	TEMPO
		O		
A	0	00:27,3	0	00:01,7
B	1	00:08,6	0	00:02,7
C	0	00:08,2	0	00:01,2
D	1	00:03,2	0	00:02,0
E	0	00:02,5	0	00:01,8
F	0	00:04,3	0	00:01,9
G	0	00:03,4	0	00:01,9
H	1	00:03,5	1	00:02,3
I	0	00:03,3	0	00:02,5
J	1	00:05,2	0	00:03,4
K	0	00:03,4	0	00:02,0
L	1	00:02,1	1	00:05,5
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>01:14,6</b>	<b>2</b>	<b>00:28,8</b>

C9-F-P2				
PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE		
FIGURA	ERRO	TEMPO	ERRO	TEMPO
		O		
A	1	00:03,5	0	00:03,4
B	1	00:01,4	1	00:02,8
C	0	00:02,0	0	00:00,9
D	1	00:01,4	1	00:02,6
E	0	00:03,7	0	00:02,6
F	0	00:01,1	0	00:01,0
G	0	00:01,1	0	00:01,4
H	1	00:00,9	1	00:14,1
I	0	00:01,0	0	00:02,5
J	1	00:02,3	1	00:04,2
K	0	00:01,9	0	00:02,3
L	1	00:00,8	0	00:07,1
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>00:21,1</b>	<b>4</b>	<b>00:44,7</b>

C10-F-P2				
PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE		
FIGUR	ERRO	TEMPO	ERRO	TEMPO
A		O		
A	0	00:01,9	0	00:07,0
B	0	00:03,2	0	00:02,3
C	0	00:04,0	0	00:01,3
D	1	00:02,9	0	00:04,4
E	0	00:02,0	0	00:01,7
F	0	00:01,5	0	00:02,9
G	0	00:01,2	0	00:01,4
H	1	00:02,8	0	00:06,8
I	0	00:01,8	0	00:01,2
J	1	00:02,0	0	00:02,7
K	0	00:01,7	0	00:03,1
L	1	00:04,6	1	00:14,2
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>00:29,4</b>	<b>1</b>	<b>00:48,8</b>

C11-M-P1				
PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE		
FIGURA	ERRO	TEMPO	ERRO	TEMPO
		O		
A	0	00:04,0	0	00:01,8
B	0	00:01,8	0	00:04,1
C	0	00:03,5	0	00:02,2
D	0	00:02,1	0	00:02,2
E	0	00:02,3	1	00:06,7
F	0	00:04,0	0	00:03,6
G	1	00:03,8	0	00:04,7
H	1	00:02,2	0	00:02,4
I	0	00:01,8	0	00:02,4
J	0	00:02,5	0	00:02,4
K	0	00:02,1	0	00:02,2
L	0	00:02,4	0	00:04,7
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>00:32,3</b>	<b>1</b>	<b>00:39,3</b>

C12-M-P1				
PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE		
FIGUR	ERRO	TEMPO	ERRO	TEMPO
A		O		
A	0	00:02,7	0	00:03,8
B	1	00:03,3	1	00:01,4
C	0	00:01,8	1	00:04,3
D	0	00:04,0	0	00:01,9
E	1	00:02,6	1	00:08,4
F	0	00:04,6	1	00:03,9
G	0	00:02,3	1	00:05,4
H	0	00:03,7	0	00:10,8
I	1	00:02,0	1	00:03,1
J	0	00:02,1	0	00:02,5
K	1	00:02,8	1	00:08,0
L	1	00:02,4	0	00:19,5
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>00:34,2</b>	<b>7</b>	<b>01:13,1</b>

C13-M-P1				
	PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE	
FIGUR	ERRO	TEMP	ERRO	TEMPO
A	O			
A	0	00:09,6	0	00:02,9
B	0	00:01,6	1	00:02,2
C	0	00:01,7	0	00:01,2
D	1	00:02,0	0	00:01,2
E	1	00:03,6	0	00:02,9
F	1	00:05,5	0	00:03,6
G	0	00:03,7	0	00:02,6
H	0	00:03,0	0	00:02,2
I	0	00:03,5	1	00:03,3
J	0	00:02,5	0	00:02,0
K	0	00:01,9	0	00:02,7
L	0	00:01,8	0	00:06,4
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>00:40,2</b>	<b>2</b>	<b>00:33,1</b>

C14-M-P1				
	PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE	
FIGUR	ERRO	TEMP	ERRO	TEMPO
A	O			
A	0	00:02,1	0	00:02,3
B	0	00:06,0	0	00:02,6
C	0	00:01,9	0	00:01,0
D	0	00:03,5	0	00:02,8
E	0	00:01,6	0	00:01,2
F	0	00:00,9	0	00:01,5
G	0	00:00,7	0	00:00,7
H	0	00:03,2	0	00:02,0
I	0	00:01,3	0	00:01,7
J	0	00:01,3	0	00:08,4
K	0	00:00,6	0	00:01,7
L	1	00:01,8	0	00:07,1
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>00:24,8</b>	<b>0</b>	<b>00:32,9</b>

C15-M-P2				
	PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE	
FIGUR	ERRO	TEMP	ERRO	TEMPO
A	O			
A	0	00:02,2	0	00:03,0
B	1	00:03,2	0	00:01,7
C	0	00:02,1	0	00:01,2
D	1	00:01,7	0	00:01,7
E	0	00:01,7	0	00:01,6
F	0	00:03,0	1	00:01,8
G	0	00:01,2	0	00:01,2
H	1	00:01,8	0	00:01,4
I	0	00:02,3	0	00:01,9
J	1	00:02,0	0	00:02,2
K	0	00:01,6	0	00:03,0
L	1	00:01,9	0	00:05,6
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>00:24,9</b>	<b>1</b>	<b>00:26,3</b>

C16-M-P2				
	PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE	
FIGUR	ERRO	TEMP	ERRO	TEMPO
A	O			
A	0	00:04,8	0	00:04,7
B	0	00:02,5	0	00:03,9
C	0	00:08,6	1	00:07,4
D	0	00:08,1	0	00:07,1
E	1	00:11,5	0	00:09,5
F	0	00:04,4	0	00:04,7
G	0	00:08,0	0	00:05,5
H	0	00:10,0	0	00:13,2
I	0	00:13,1	1	00:09,8
J	0	00:05,5	0	00:06,3
K	0	00:07,5	1	00:11,7
L	0	00:12,0	1	00:40,0
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>01:36,1</b>	<b>4</b>	<b>02:03,7</b>

E1-F-P1				
	PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE	
FIGURA	ERRO	TEMPO	ERRO	TEMPO
A	0	00:03,3	0	00:07,2
B	0	00:05,6	0	00:06,2
C	0	00:02,2	0	00:02,2
D	0	00:06,1	0	00:05,3
E	0	00:06,2	0	00:03,6
F	1	00:05,7	0	00:03,4
G	0	00:02,5	0	00:02,5
H	0	00:03,7	0	00:02,4
I	0	00:06,8	0	00:19,8
J	0	00:04,4	0	00:05,2
K	1	00:04,3	0	00:10,6
L	0	00:03,5	0	00:09,3
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>00:54,3</b>	<b>0</b>	<b>01:17,8</b>

E2-F-P1				
	PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE	
FIGURA	ERRO	TEMPO	ERRO	TEMPO
A	0	00:01,6	0	00:03,3
B	1	00:03,0	1	00:04,7
C	0	00:02,2	0	00:03,7
D	0	00:04,8	0	00:02,0
E	0	00:01,7	1	00:01,2
F	1	00:03,0	0	00:02,3
G	0	00:02,0	0	00:02,8
H	0	00:01,4	0	00:00,5
I	0	00:02,3	1	00:02,2
J	0	00:01,9	0	00:01,5
K	1	00:01,8	0	00:01,8
L	0	00:02,2	1	00:02,6
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>00:27,7</b>	<b>4</b>	<b>00:28,3</b>

E3-F-P1				
	PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE	
FIGURA	ERRO	TEMPO	ERRO	TEMPO
A	0	00:04,5	0	00:02,2
B	1	00:01,9	0	00:02,5
C	0	00:01,4	0	00:01,0
D	0	00:03,0	0	00:01,4
E	0	00:03,3	0	00:02,1
F	0	00:06,0	0	00:01,8
G	0	00:01,2	0	00:02,6
H	0	00:06,1	0	00:00,9
I	0	00:01,5	0	00:01,8
J	1	00:04,1	0	00:01,5
K	0	00:03,3	0	00:07,5
L	1	00:03,7	0	00:03,9
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>00:39,8</b>	<b>0</b>	<b>00:29,2</b>

E4-F-P1				
	PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE	
FIGURA	ERRO	TEMPO	ERRO	TEMPO
A	0	00:02,9	0	00:10,5
B	1	00:03,4	0	00:09,7
C	0	00:01,1	0	00:01,2
D	1	00:01,6	0	00:09,5
E	0	00:01,4	0	00:07,2
F	0	00:03,3	0	00:06,8
G	0	00:01,0	0	00:06,0
H	1	00:01,9	0	00:03,9
I	0	00:00,8	0	00:03,9
J	1	00:01,1	0	00:12,6
K	0	00:00,9	0	00:10,5
L	1	00:02,1	1	00:16,0
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>00:21,6</b>	<b>1</b>	<b>01:37,9</b>

**E5-F-P1**  
PRÉ-TESTE      PÓS-TESTE

FIGURA	ERRO	TEMPO	ERRO	TEMPO
A	1	00:19,6	0	00:03,2
B	1	00:01,7	0	00:03,2
C	0	00:07,9	0	00:02,3
D	1	00:03,7	0	00:11,1
E	0	00:05,2	0	00:08,4
F	0	00:02,3	0	00:05,0
G	0	00:02,7	0	00:11,8
H	1	00:01,9	0	00:07,6
I	0	00:04,3	0	00:03,3
J	1	00:02,2	0	00:04,3
K	0	00:01,8	1	00:06,4
L	1	00:01,7	1	00:05,3
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>00:54,9</b>	<b>2</b>	<b>01:11,8</b>

**E6-F-P2**  
PRÉ-TESTE      PÓS-TESTE

FIGURA	ERRO	TEMPO	ERRO	TEMPO
A	0	00:01,5	0	00:01,1
B	1	00:01,3	1	00:01,5
C	0	00:02,3	0	00:01,9
D	0	00:03,5	1	00:01,7
E	1	00:02,9	1	00:03,7
F	0	00:01,2	0	00:05,0
G	0	00:01,2	0	00:01,8
H	1	00:01,9	0	00:02,6
I	1	00:03,6	1	00:04,5
J	0	00:01,2	0	00:02,5
K	0	00:02,1	0	00:04,6
L	0	00:06,5	0	00:06,1
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>00:28,9</b>	<b>4</b>	<b>00:37,0</b>

**E7-F-P2**  
PRÉ-TESTE      PÓS-TESTE

FIGURA	ERRO	TEMPO	ERRO	TEMPO
A	0	00:03,0	0	00:03,1
B	1	00:07,4	0	00:03,2
C	1	00:11,3	0	00:02,2
D	0	00:08,7	0	00:08,3
E	1	00:15,8	0	00:05,2
F	0	00:12,9	0	00:02,9
G	1	00:07,0	0	00:01,9
H	0	00:03,2	0	00:04,7
I	1	00:05,8	0	00:01,7
J	0	00:15,4	0	00:01,6
K	1	00:15,2	0	00:01,6
L	0	00:19,8	0	00:08,4
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>02:05,5</b>	<b>0</b>	<b>00:44,8</b>

**E8-M-P1**  
PRÉ-TESTE      PÓS-TESTE

FIGURA	ERRO	TEMPO	ERRO	TEMPO
A	0	00:13,2	0	00:03,1
B	0	00:04,9	0	00:02,7
C	0	00:10,2	0	00:04,8
D	0	00:03,8	0	00:07,3
E	0	00:02,7	1	00:03,8
F	0	00:27,1	0	00:06,9
G	0	00:02,9	0	00:01,7
H	0	00:02,0	0	00:04,3
I	0	00:03,2	0	00:02,3
J	1	00:02,7	0	00:03,9
K	1	00:01,1	0	00:05,2
L	1	00:03,2	0	00:06,3
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>01:16,9</b>	<b>1</b>	<b>00:52,2</b>

E9-M-P1				
	PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE	
FIGURA	ERRO	TEMPO	ERRO	TEMPO
A	1	00:01,3	0	00:01,8
B	1	00:02,4	0	00:02,5
C	0	00:01,8	0	00:00,8
D	1	00:01,9	0	00:04,6
E	1	00:03,6	0	00:02,6
F	0	00:02,6	0	00:01,6
G	0	00:02,1	0	00:01,9
H	1	00:01,7	1	00:06,4
I	0	00:02,3	0	00:02,6
J	0	00:01,8	0	00:08,1
K	0	00:02,1	0	00:02,9
L	1	00:02,6	0	00:10,1
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>00:26,0</b>	<b>1</b>	<b>00:45,9</b>

E10-M-P1				
	PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE	
FIGURA	ERRO	TEMPO	ERRO	TEMPO
A	0	00:08,4	0	00:06,3
B	1	00:07,0	0	00:03,4
C	0	00:03,4	0	00:02,4
D	1	00:05,6	0	00:07,9
E	0	00:05,0	0	00:10,7
F	0	00:04,8	0	00:04,4
G	0	00:03,6	0	00:02,0
H	1	00:05,2	0	00:01,8
I	0	00:10,5	0	00:02,5
J	1	00:11,5	1	00:17,7
K	0	00:02,5	0	00:07,1
L	1	00:14,3	0	00:27,5
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>01:21,7</b>	<b>1</b>	<b>01:33,6</b>

E11-M-P1				
	PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE	
FIGURA	ERRO	TEMPO	ERRO	TEMPO
A	0	00:05,9	0	00:14,5
B	0	00:03,0	0	00:03,4
C	0	00:04,4	0	00:02,5
D	1	00:05,0	1	00:15,5
E	0	00:04,0	0	00:06,5
F	0	00:02,6	0	00:04,6
G	0	00:03,4	0	00:02,0
H	1	00:06,3	0	00:03,9
I	0	00:03,6	0	00:19,9
J	1	00:03,0	0	00:20,4
K	0	00:05,2	0	00:05,8
L	1	00:03,9	0	00:07,3
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>00:50,3</b>	<b>1</b>	<b>01:46,5</b>

E12-M-P1				
	PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE	
FIGURA	ERRO	TEMPO	ERRO	TEMPO
A	0	00:05,0	0	00:02,0
B	0	00:02,2	0	00:07,1
C	0	00:02,2	0	00:02,7
D	1	00:04,1	0	00:02,9
E	0	00:03,2	0	00:03,5
F	0	00:03,1	0	00:03,3
G	0	00:02,2	0	00:01,3
H	1	00:01,7	0	00:00,7
I	0	00:02,8	0	00:01,6
J	1	00:09,7	0	00:01,8
K	0	00:03,8	0	00:13,7
L	1	00:03,7	0	00:02,0
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>00:43,7</b>	<b>0</b>	<b>00:42,7</b>

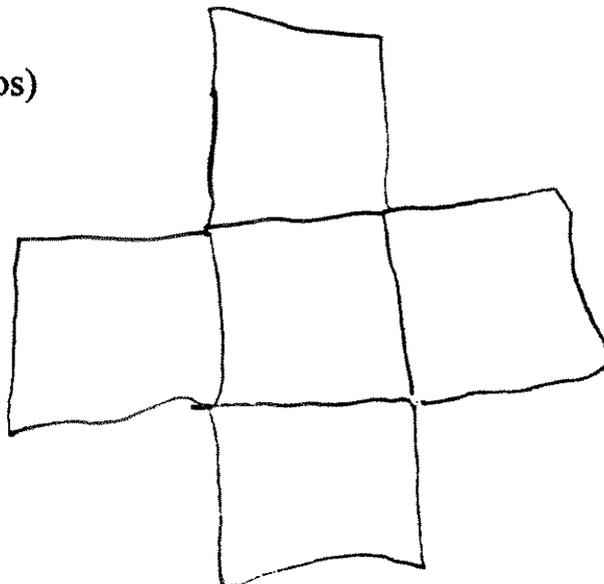
E13-M-P2				
	PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE	
FIGURA	ERRO	TEMPO	ERRO	TEMPO
A	0	00:05,6	0	00:01,5
B	1	00:05,6	0	00:01,8
C	0	00:08,1	0	00:01,0
D	1	00:07,6	0	00:02,0
E	1	00:03,3	0	00:03,7
F	0	00:02,0	0	00:01,2
G	0	00:01,2	0	00:01,0
H	1	00:01,7	0	00:01,6
I	0	00:04,1	0	00:00,9
J	0	00:03,3	0	00:00,6
K	1	00:04,1	0	00:03,8
L	1	00:03,2	0	00:22,3
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>00:49,8</b>	<b>0</b>	<b>00:41,4</b>

E14-M-P2				
	PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE	
FIGURA	ERRO	TEMPO	ERRO	TEMPO
A	0	00:11,1	0	00:03,5
B	1	00:02,9	0	00:00,8
C	0	00:00,8	0	00:01,3
D	1	00:02,2	1	00:04,2
E	0	00:01,8	0	00:00,9
F	0	00:01,4	0	00:03,1
G	0	00:01,0	0	00:02,4
H	1	00:01,6	0	00:02,7
I	0	00:01,6	1	00:02,4
J	1	00:01,1	0	00:01,3
K	0	00:01,0	0	00:01,4
L	1	00:01,5	0	00:03,9
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>00:27,9</b>	<b>2</b>	<b>00:27,7</b>

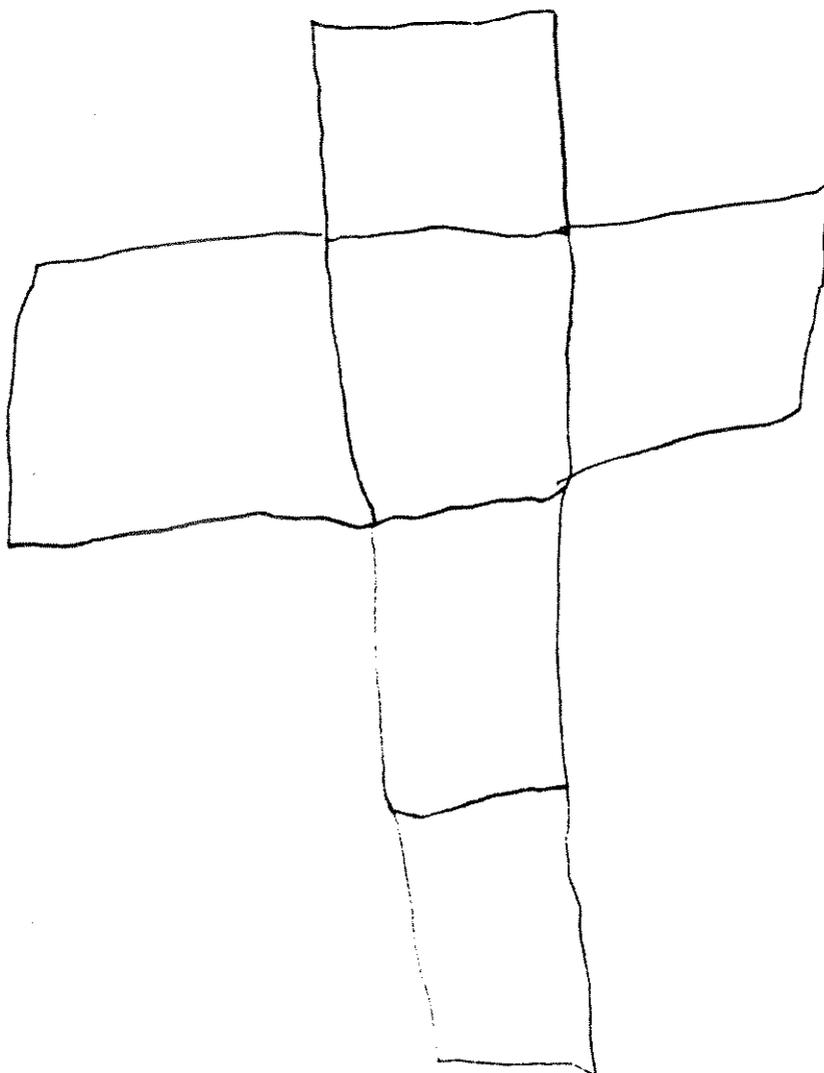
## Anexo 2

Cópia do desenho das crianças no tamanho original.

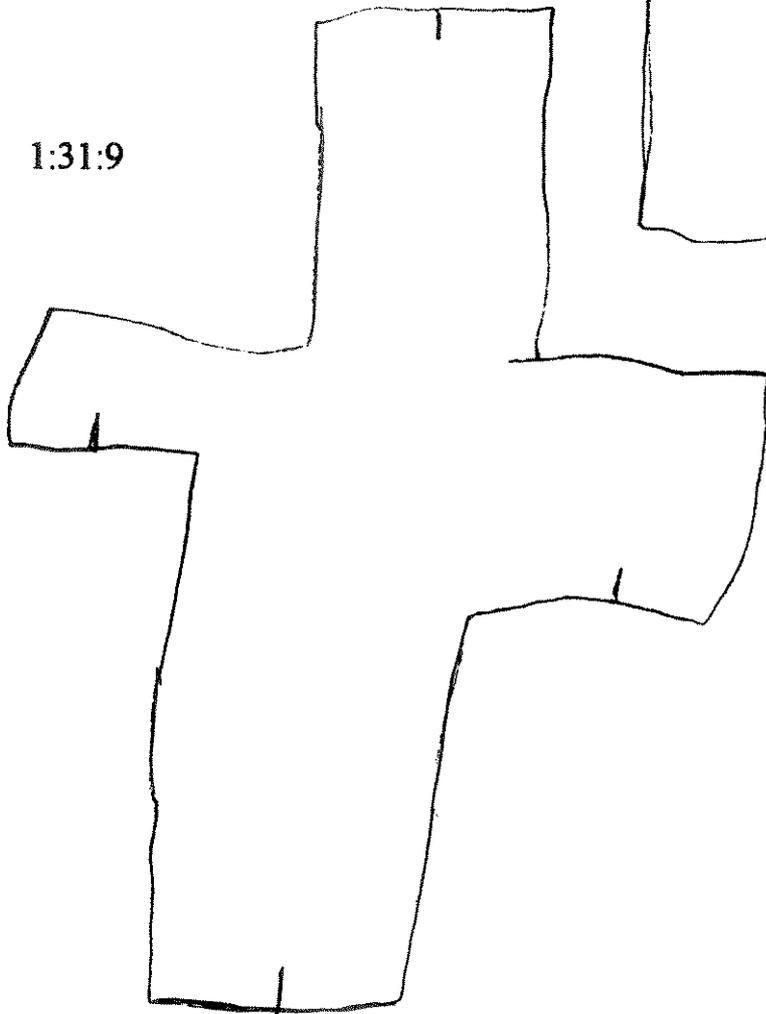
c1 (6,4 anos)  
1:55:9



1:21:0

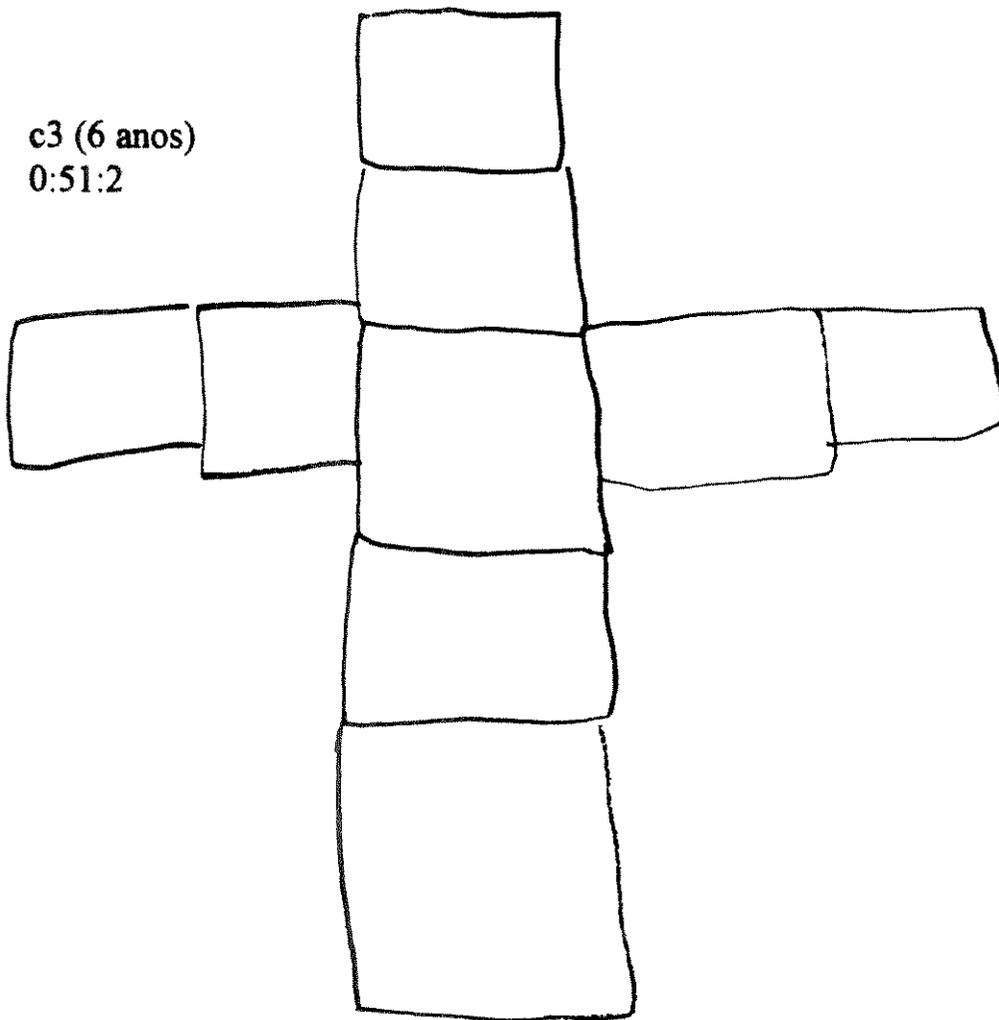


c2 (6,4 anos)  
0:40:1

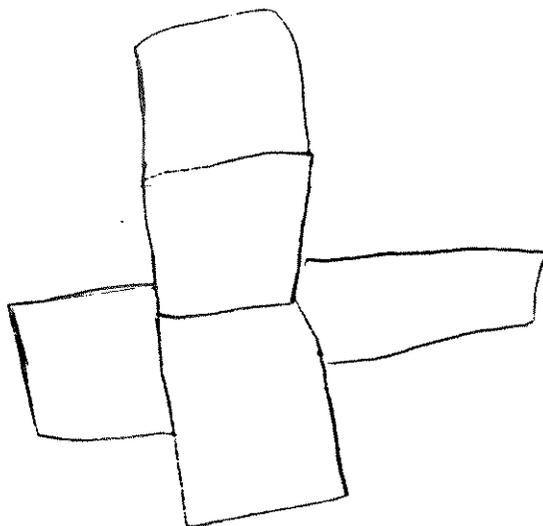


1:31:9

c3 (6 anos)  
0:51:2

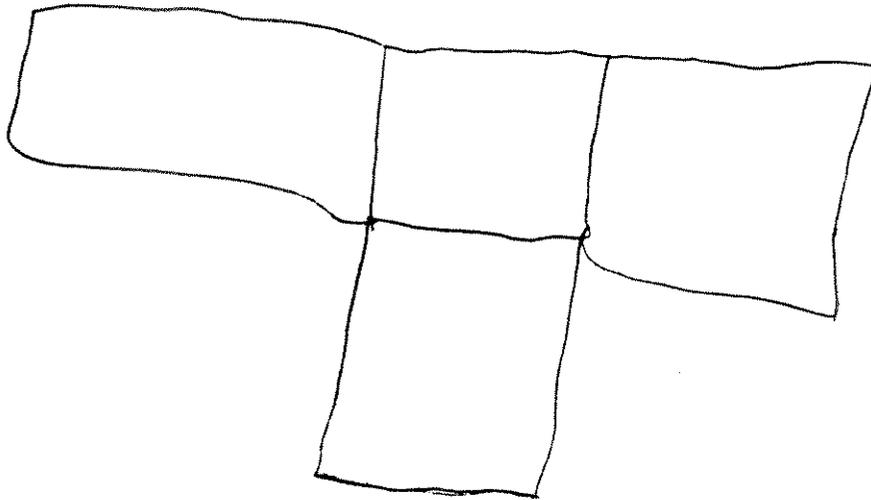


0:35:9

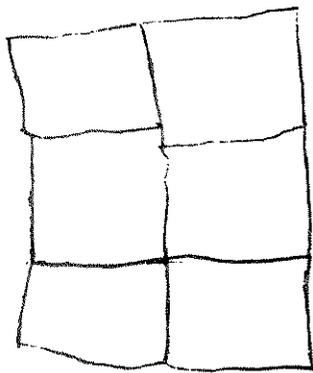


c4 (6,8 anos)

0:37:5

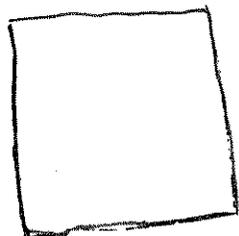


0:38:9

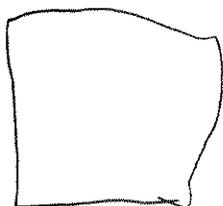


c5 (6,7 anos)

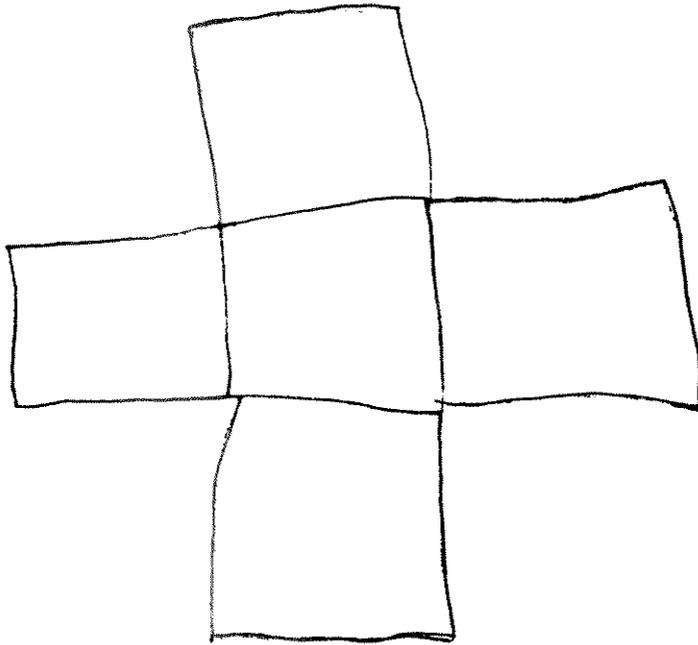
0:44:6



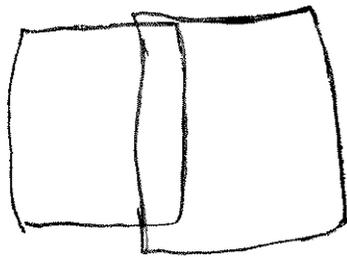
0:20:3



c6 (6,9 anos)  
0:35:2

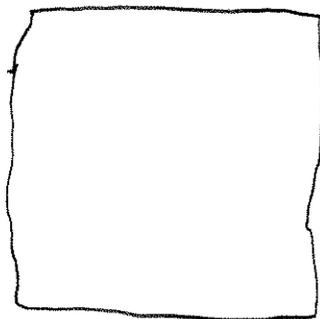


2:05:1

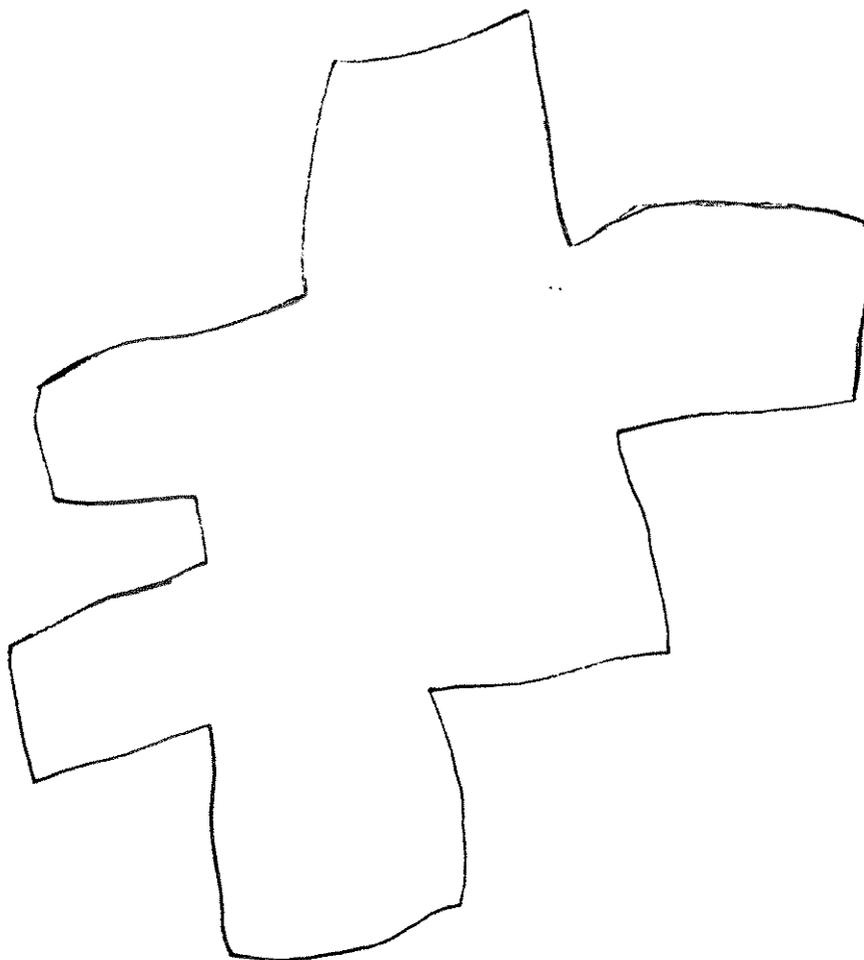


c7 (6,7 anos)

0:41:3

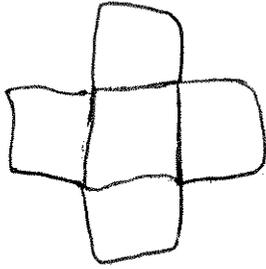


0:35:3

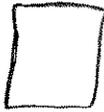


c8 (5,11 anos)

0:16:3

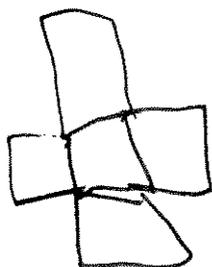


0:13:1

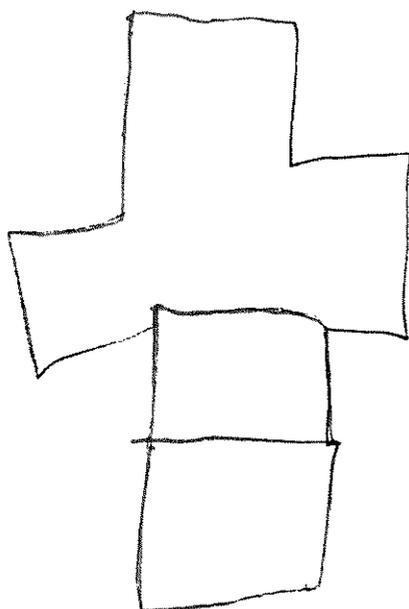


c9 (6 anos)

0:07:1

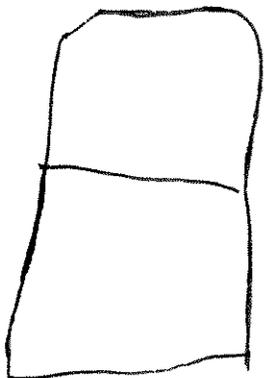


0:31:3

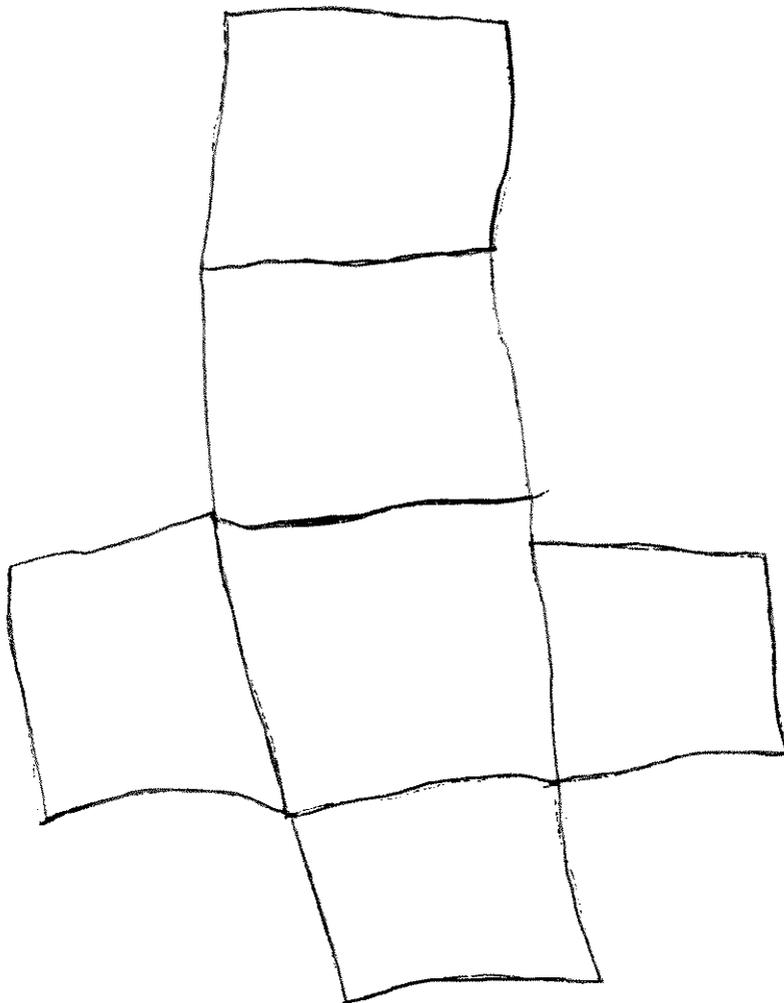


c10 (6,4 anos)

0:12:5

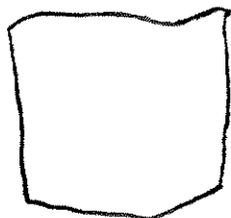


0:42:1

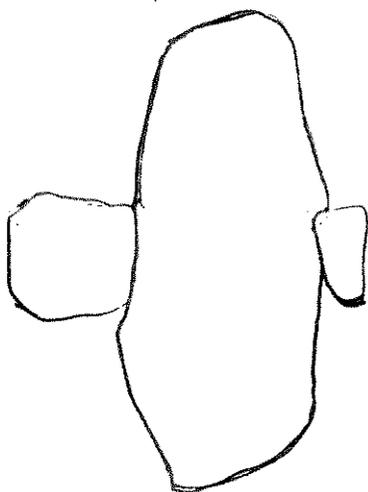


c11 (6,1 anos)

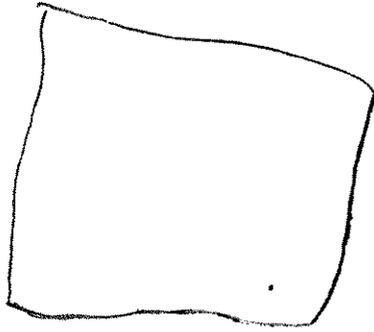
0:18:8



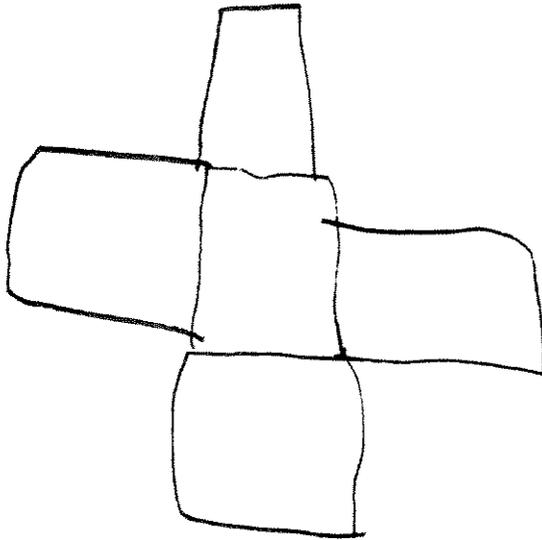
1:28:3



c12 (6,5 anos)  
0:16:2

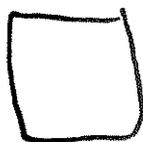


0:39:3

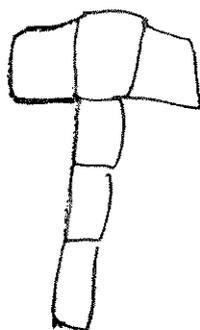


c13 (5,11 anos)

0:13:3

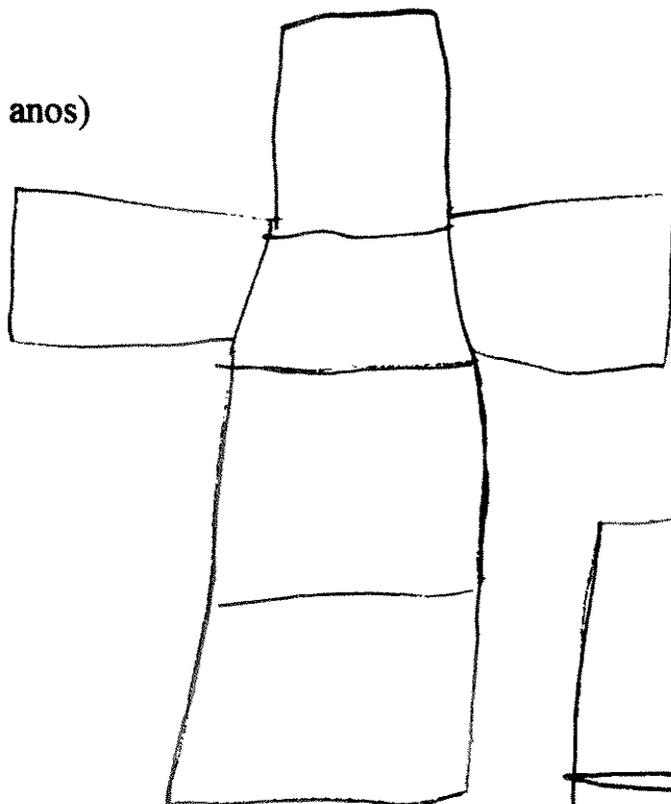


0:20:2

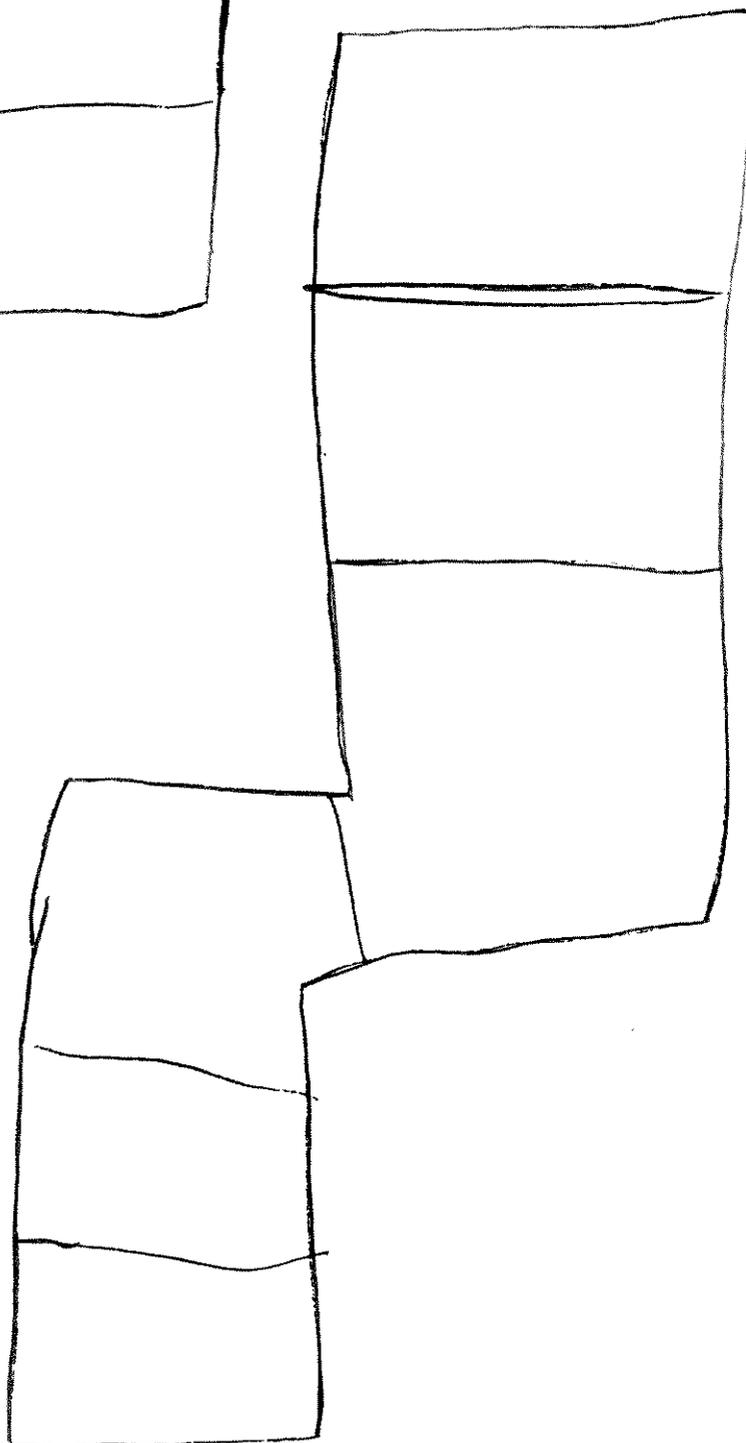


c14 (6,1 anos)

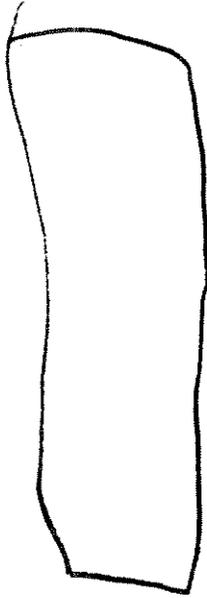
0:17:4



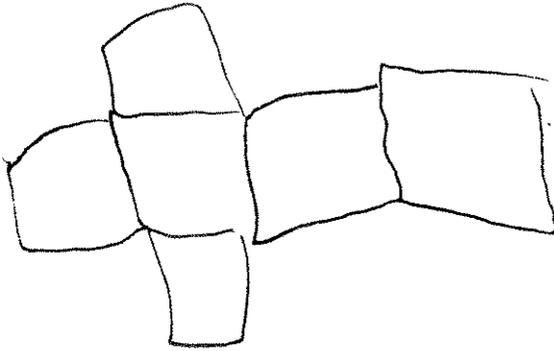
0:33:8



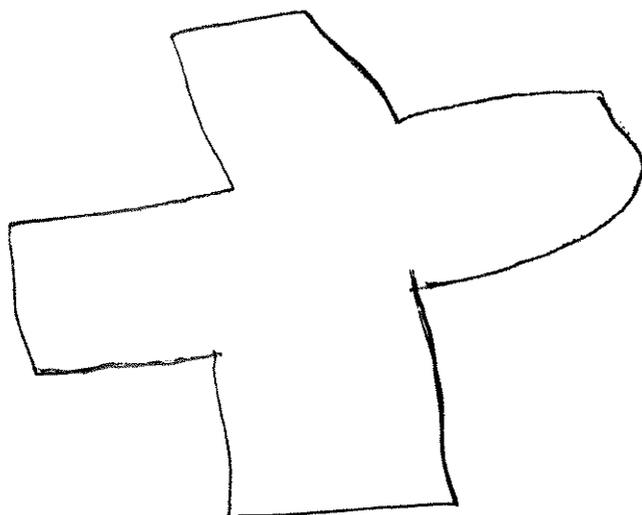
c15 (6,3 anos)  
0:04:9



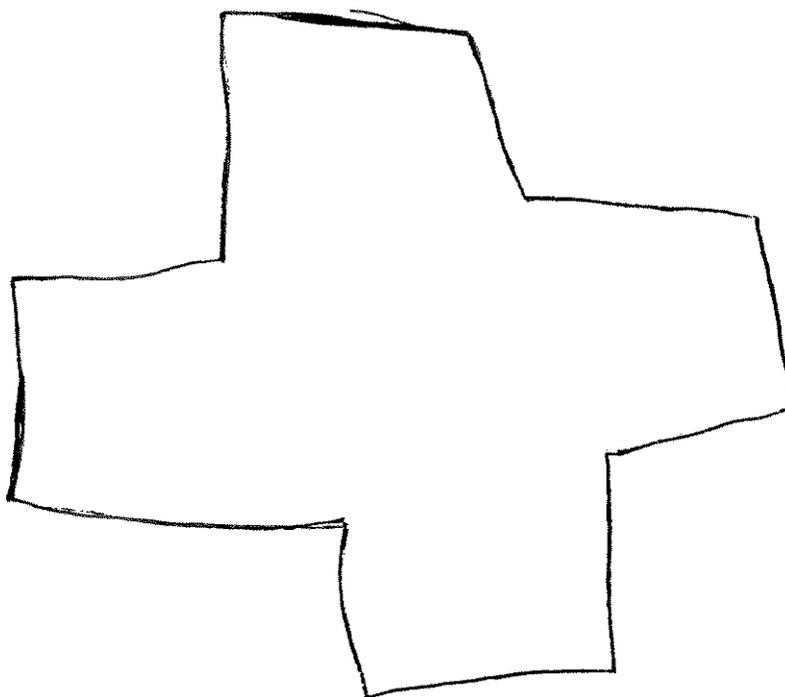
0:50:9



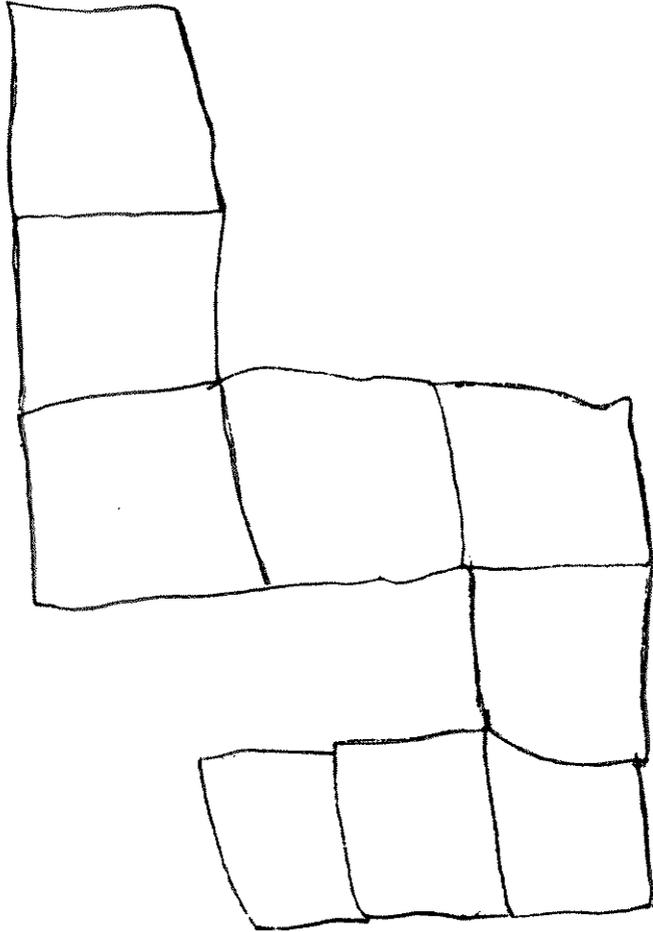
c16 (5,11 anos)  
0:21:0



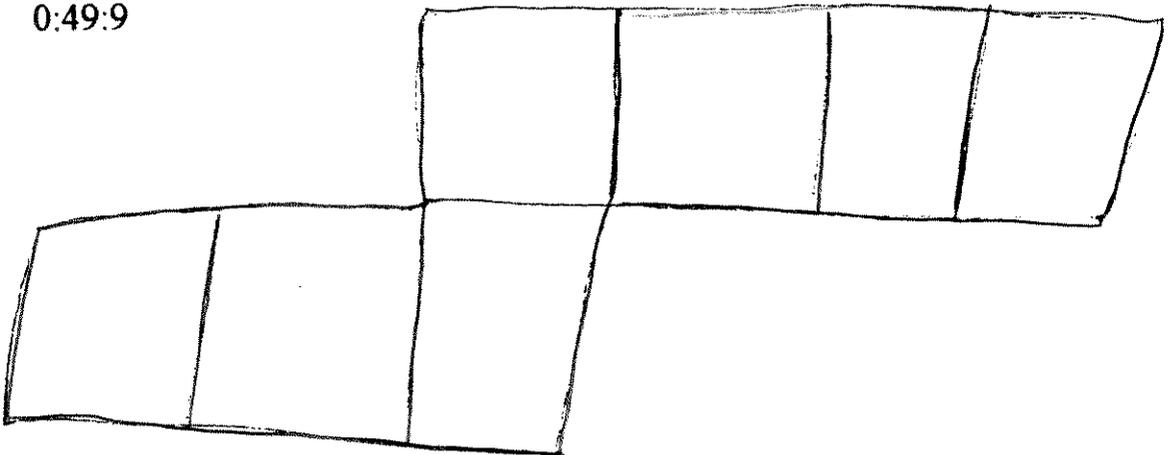
0:12:6



el (5,5 anos)  
9:86:3



0:49:9



e2 (5,7 anos)  
1:30:4

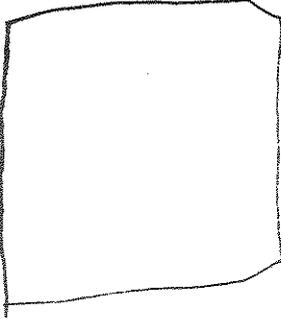


0:27:2

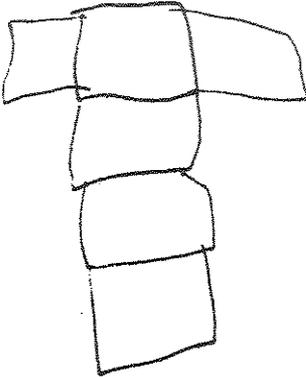


e3 (6,8 anos)

0:13:4

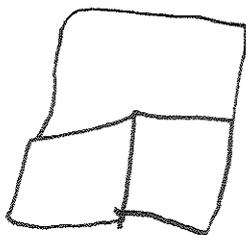


0:28:3

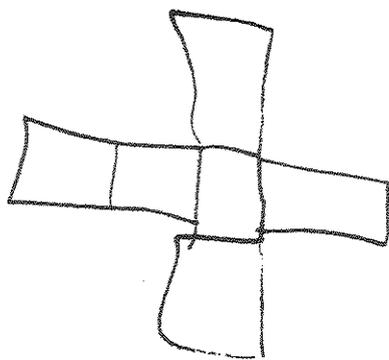


e4 (6,4 anos)

0:31:2



2:23:9

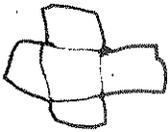


e5 (6,6 anos)

0:24:7

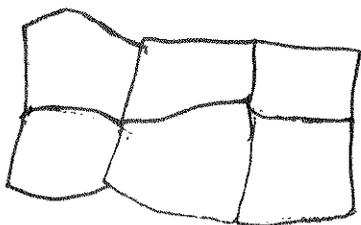


1:27:5

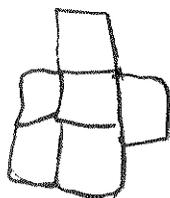


e6 (6,4 anos)

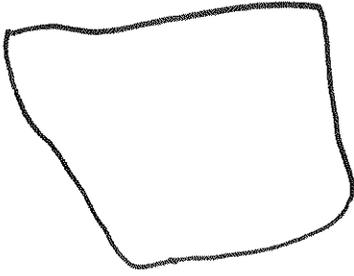
0:23:8



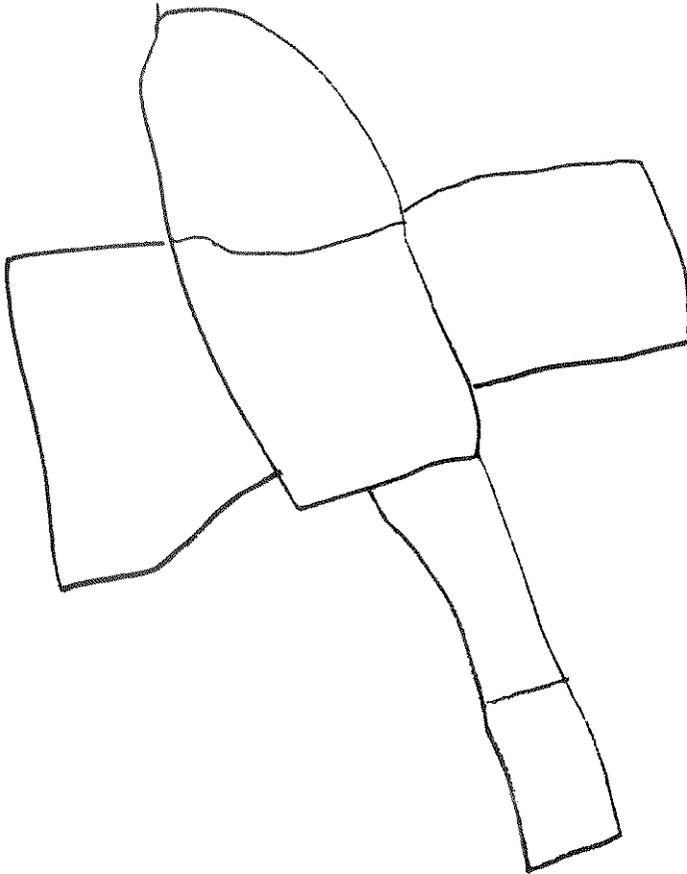
0:38:7



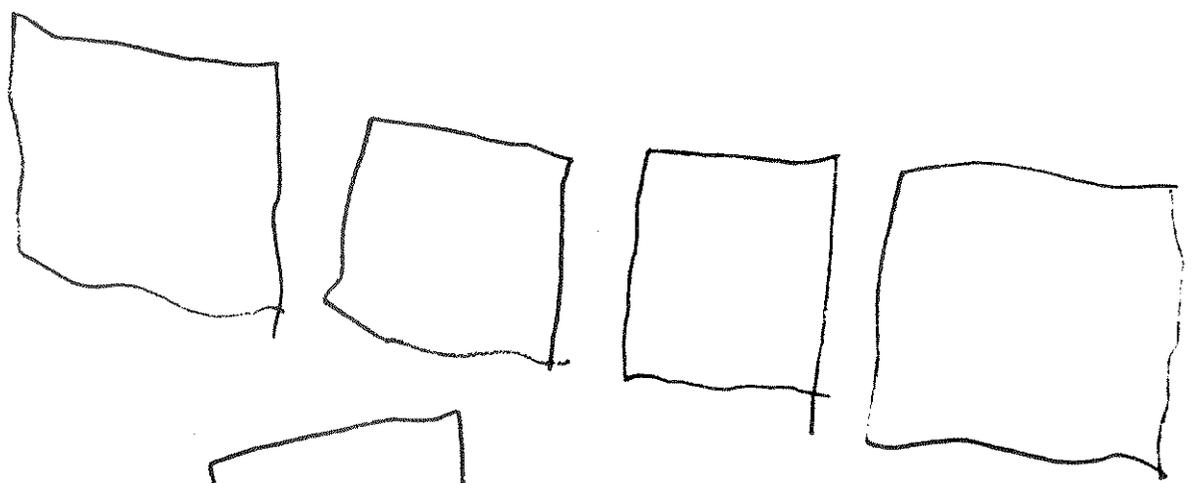
e7 (6,2 anos)  
0:13:5



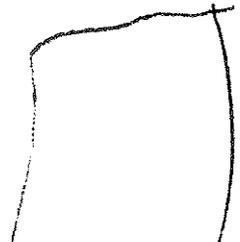
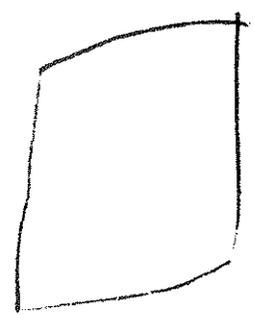
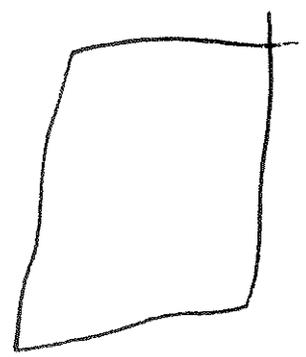
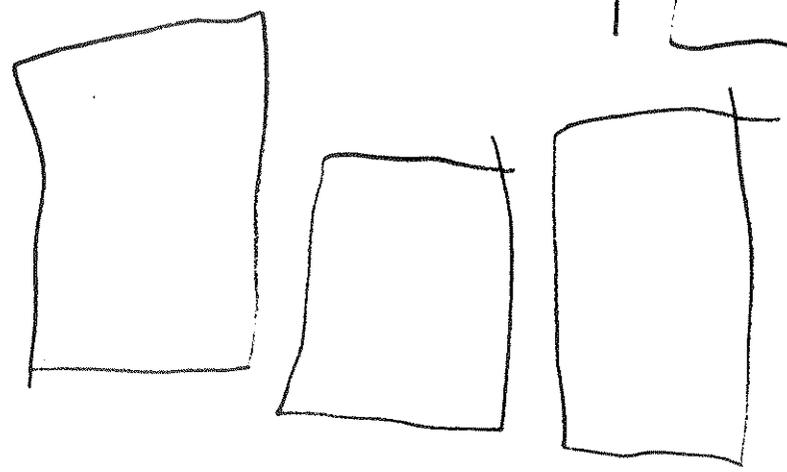
0:31:2



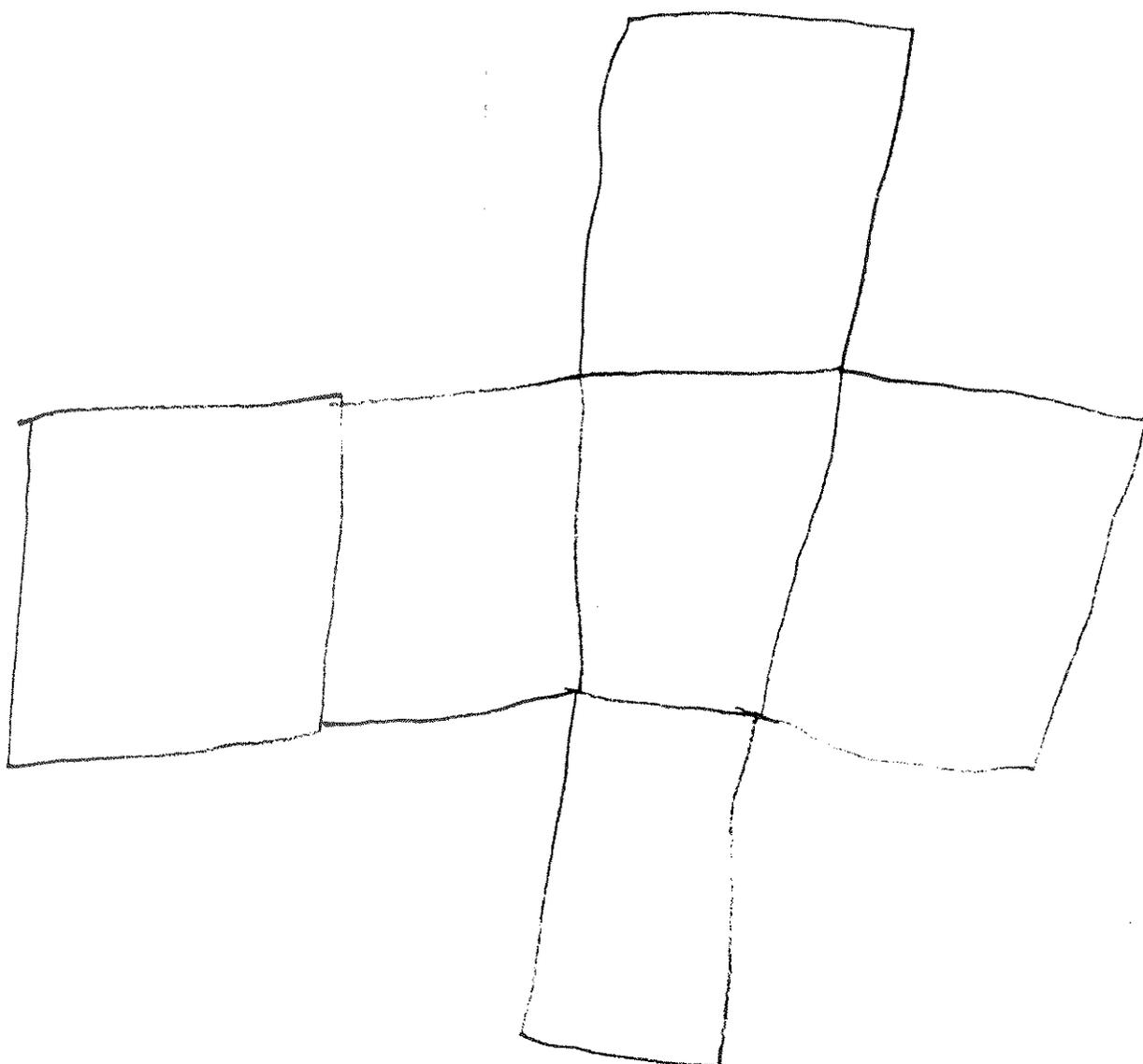
e8 (6,2 anos)  
1:02:4



0:33:8

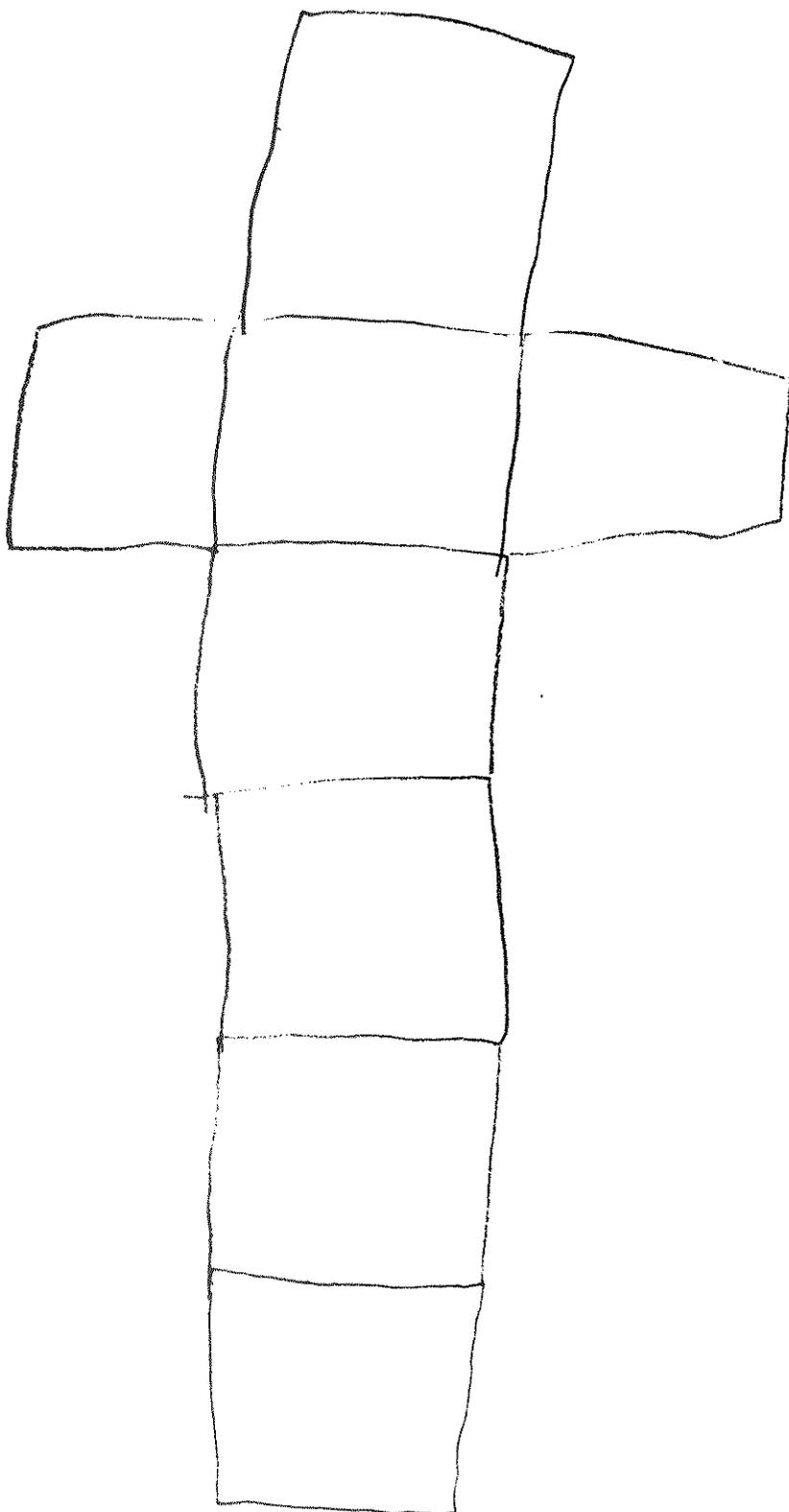


e9 (6,6 anos)  
2:49:6

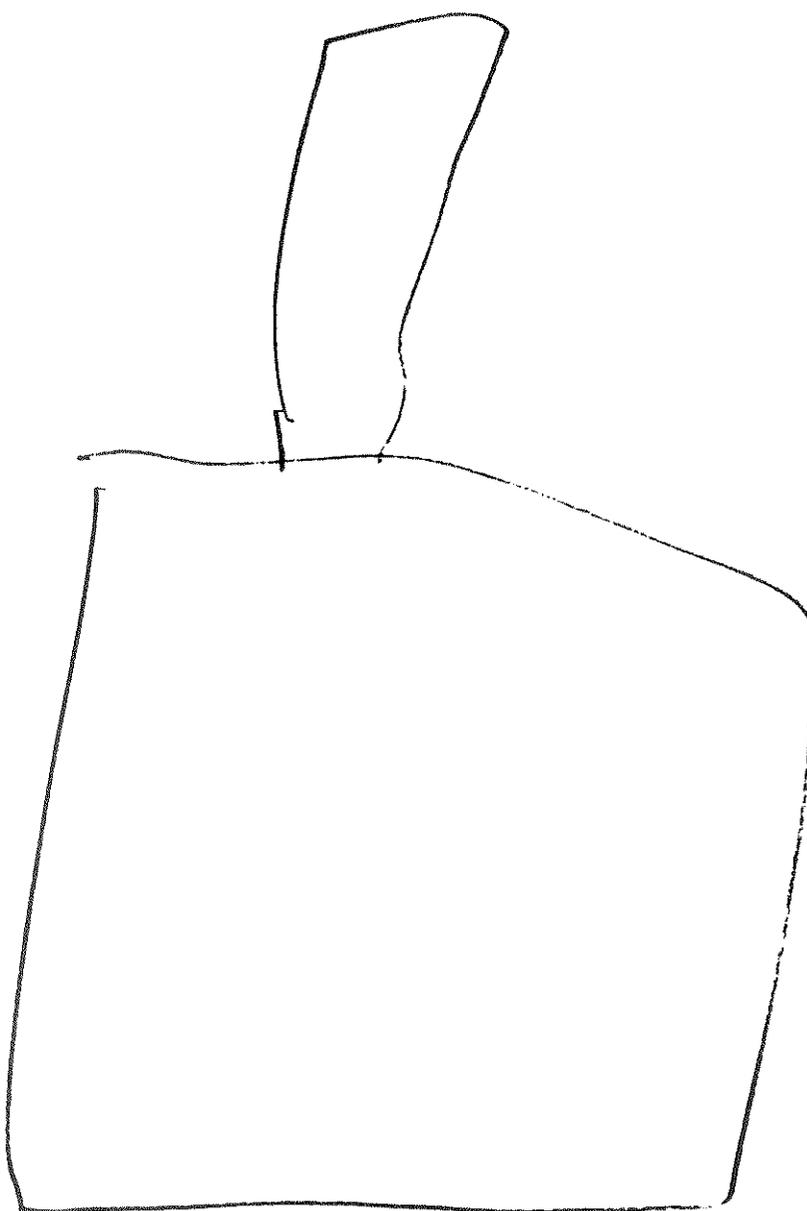


e9 (desenho 2)

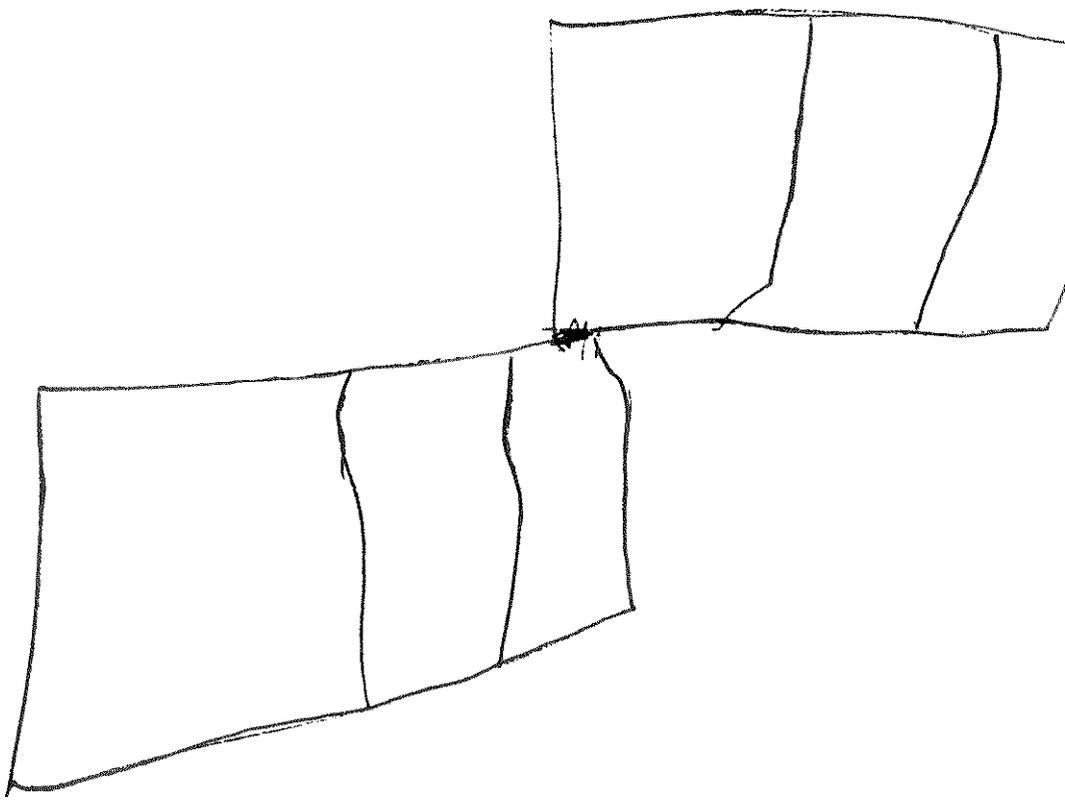
2:17:1



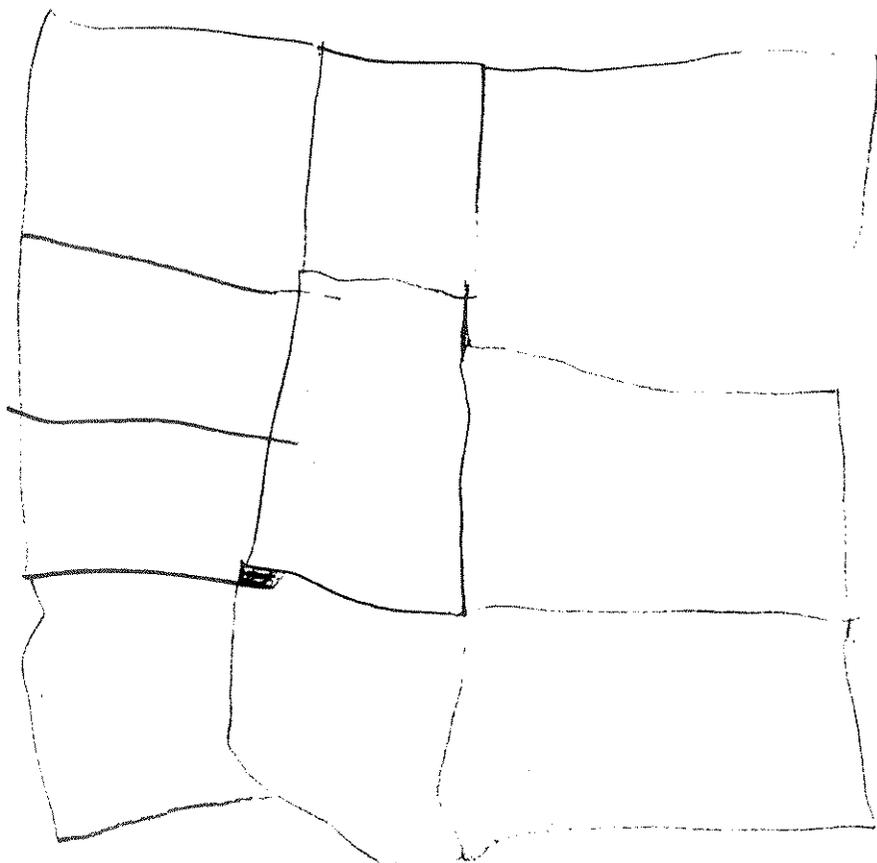
e10 (6,5 anos)  
0:05:2



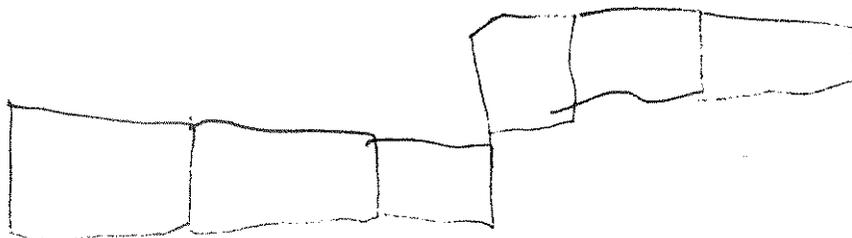
1:38:9



e11 (6,5 anos)  
1:07:9



0:20:5

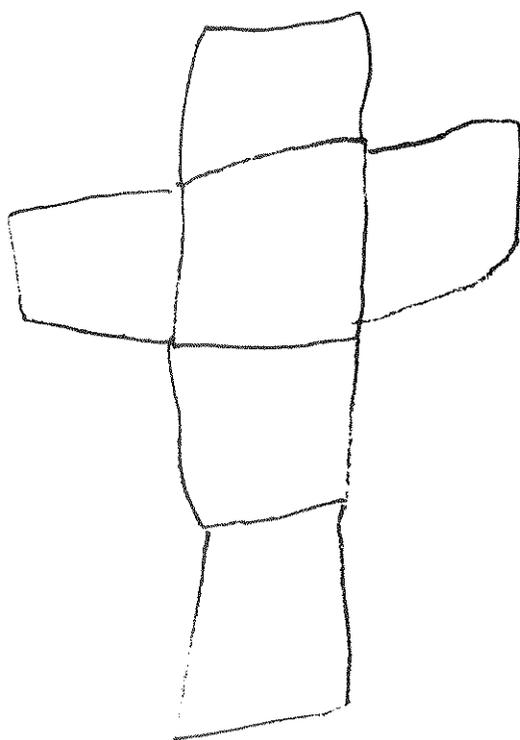


e12 (6,8 anos)

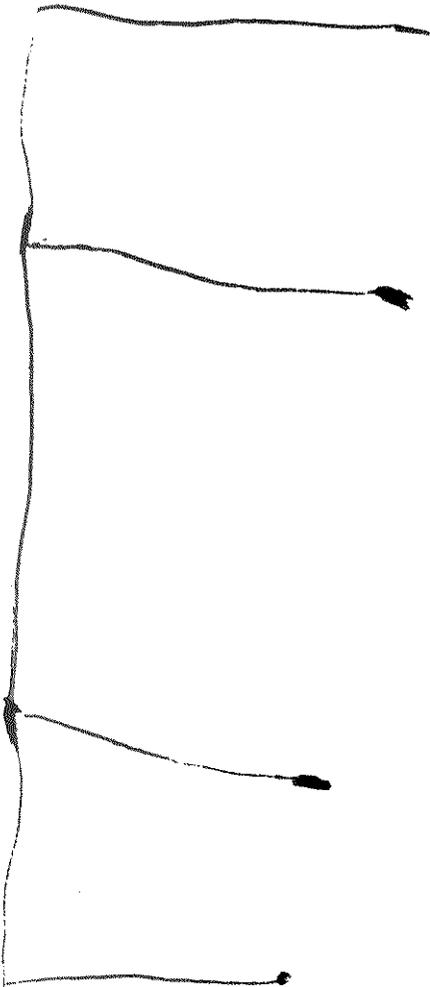
0:45:2



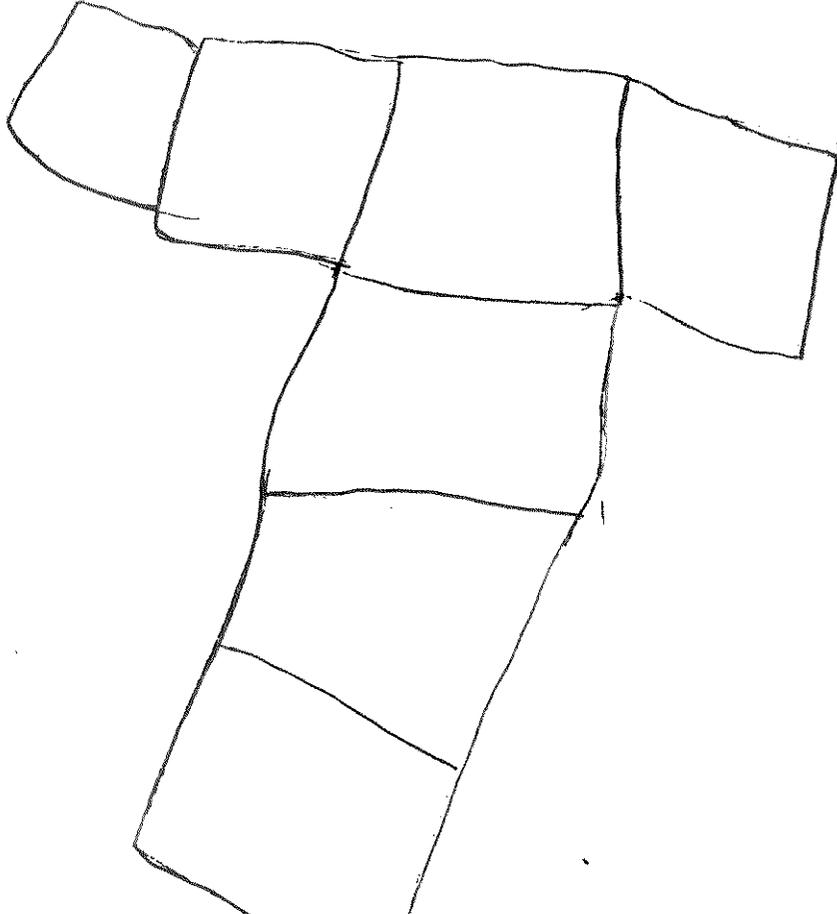
0:52:0



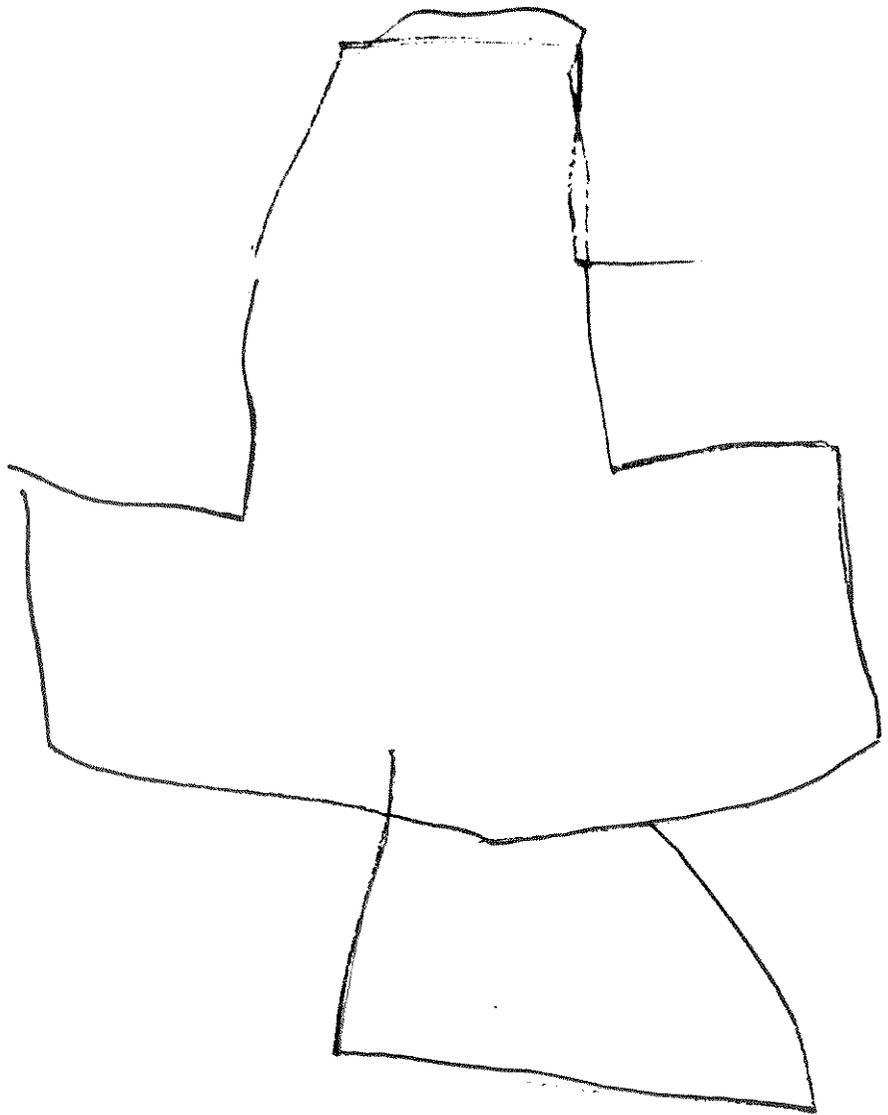
e13 (6,4 anos)  
5:08:4



1:52:1



e14 (6,1 anos)  
0:40:6



0:59:0

