

DM  
MEND/ME. 1

# Instituto Superior de Psicologia Aplicada

MESTRADO EM PSICOLOGIA EDUCACIONAL

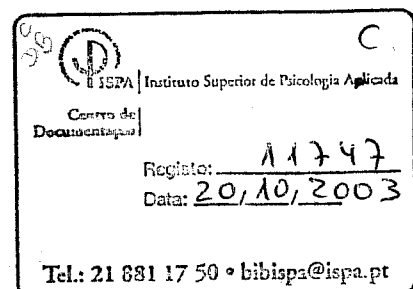
Dissertação

## A CRIANÇA E O NÚMERO: do signo gráfico ao símbolo

Maria Elisabete da Silva Tomé Mendes – n.º 69

ORIENTADOR: Prof. Doutora Isabel Matta

2001



Gostaria de expressar o meu sincero agradecimento à Dra. Isabel Matta, pelo seu contributo com ideias importantes para a realização deste “trabalho”, assim como aos meus colegas da Escola Superior de Educação de Portalegre e aos amigos pelos seus conselhos e incentivos. Por fim, estou particularmente grata às crianças do jardim de infância, sem as quais, a pesquisa não teria sido possível.

Para verificar a aquisição do conceito de conservação da matéria dei às crianças duas bolas de plasticina com o mesmo volume, depois...

VÊS ESTAS DUAS BOLAS DE PLASTICINA?  
SÃO IGUAIS

ESTA DEIXO-A NA MESHA  
E A OUTRA DIVIDO-A ASSIM...

DIZ-ME SE FORES CAPAZ ONDE É QUE HA' MAIS?

NÃO!  
SÃO IGUAIS!

O QUE É QUE FIZERAM HOJE NA ESCOLA?

ORA! A PROFESSORA QUERIA CONVENCER-ME QUE UM 5' IGUAL A CINCO

(1979) Homenagem a Piaget

Francesco Tonuci

## RESUMO

O tema central deste trabalho, diz respeito à aquisição do conceito de número pela criança e refere-se a um estudo experimental, no qual pretendemos analisar a capacidade de as crianças em idade pré-escolar produzirem e interpretarem representações gráficas de quantidades numéricas, bem como, verificar se o domínio dos princípios de contagem e de conservação da quantidade, constituiriam competências essenciais para esse desempenho.

O estudo que aqui apresentamos, foi realizado com um grupo de 40 crianças, com idades compreendidas entre os três anos e seis meses e os seis anos e quatro meses de idade, a frequentarem o jardim de infância.

No sentido de, recolhermos dados que nos permitissem analisar, por um lado, a evolução na apropriação do conceito de número pela criança, e por outro, a influência neste processo de outras noções matemáticas, efectuamos diversos tipos de provas. Assim, começamos por realizar uma prova de eficiência intelectual, com o objectivo de assegurar que os diferentes desempenhos na realização das tarefas numéricas não seriam devidos a capacidades cognitivas muito distintas (muito acima ou abaixo da média para a sua faixa etária); efectuamos em seguida, uma prova de conservação de quantidades descontínuas, para classificar o nível de desenvolvimento em que se situava cada uma das crianças da nossa amostra (não-conservante, semi-conservante e conservante); posteriormente, uma prova de contagem com duas tarefas distintas, contagem de elementos estáticos e dinâmicos (objectos), para

verificarmos a aquisição dos princípios de contagem; e, finalmente, realizamos uma prova de representação gráfica da quantidade, em que num primeiro momento as crianças efectuaram registos da quantidade, com papel e lápis, e, num segundo momento seleccionaram, a partir de cartões com diferentes notações gráficas, aquele que consideravam mais adequado para representar o número total de objectos (cubos) colocados em cima da mesa.

Os resultados demonstraram que, o registo adequado de determinada quantidade de elementos num conjunto não estará directamente relacionado ou dependente do nível de desenvolvimento da criança e da sua capacidade para contar correctamente; e, que, as crianças mais novas utilizam preferencialmente métodos pictográficos, enquanto as crianças mais velhas revelam preferência por respostas de tipo simbólico; não se observou, contudo, uma utilização sistemática de métodos simbólicos convencionais.

Concluimos, que a aquisição do conceito de número é um processo amplo e prolongado, e que, nesse processo, o sistema de representação gráfica vai adquirindo novos traços que conferem significado às representações individuais da quantidade. Pensamos por isso, que a questão de saber quando se deve considerar e denominar como "número" a representação gráfica da quantidade será menos importante do que descrever o desenvolvimento do sistema, no qual, esta representação existe.

## ÍNDICE

	Pág.
I – INTRODUÇÃO	1
II – ABORDAGEM TEÓRICA	
1. A Aprendizagem de Noções Matemáticas	5
2. A Aquisição do Conceito de Número	
2.1 Perspectiva Piagetiana	10
2.2 Perspectiva Vygotskiana	14
3. A Aprendizagem dos Sistemas Gráficos	18
4. A Representação Gráfica da Quantidade	23
III – ABORDAGEM EMPÍRICA	
1. Problemática e Hipóteses	28
2. Amostra	33
3. Instrumentos	
3.1 Prova de Eficiência Intelectual	37
3.2 Prova de Conservação - Quantidades Descontínuas	38
3.3 Prova de Contagem	40
3.4 Prova de Representação Gráfica da Quantidade	41
4. Situação Empírica	44
5. Análise e Descodificação dos Dados	47
5.1 Tratamento dos Dados	
5.1.1 Prova de Eficiência Intelectual	47
5.1.2 Prova de Conservação	49

5.1.3 Prova de Contagem	51
5.1.4 Prova de Representação Gráfica	53
5.1.5 Tratamento Estatístico dos Dados	65
5.2 Apresentação dos Resultados	66
5.2.1 Prova de Eficiência Intelectual	67
5.2.2 Prova de Conservação	68
5.2.3 Prova de Contagem	70
5.2.4 Prova de Representação Gráfica	74
5.2.5 Análise de Resultados Intra-Grupo	80
5.3 Discussão dos Resultados	87
IV – CONCLUSÃO	97
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
ANEXOS	
1. Caracterização da Amostra	109
2. Prova de Eficiência Intelectual	111
3. Prova de Conservação - Quantidades Descontínuas	114
4. Prova de Contagem	116
5. Prova de Representação Gráfica da Quantidade	118

## I – INTRODUÇÃO

Uma das primeiras tentativas de actividade matemática efectuada pelo homem foi a quantificação através da correspondência termo a termo.

O homem primitivo registou a quantidade usando pequenas pedras ou traços, que eram gravados na pedra ou na madeira, de modo a que cada pedra ou traço correspondesse uma unidade do conjunto cujo número ele pretendia "representar". Estas pedras e traços foram os primeiros esboços da representação gráfica do número.

Mas, este processo para registar a quantidade não era apropriado, particularmente quando as quantidades envolvidas aumentavam. Para facilitar esta tarefa, o homem inventou a contagem, chegando assim à criação dos números.

Consequentemente, o sistema numérico surge como uma resposta encontrada pelas sociedades humanas para resolver os problemas que iam surgindo na sua vida técnica, científica e económica.

A apropriação do objecto cultural, neste caso o sistema numérico convencional, supõe um processo de construção por parte do indivíduo e a existência de uma evolução genética na sua compreensão. Esta apropriação será, em alguns casos, muito semelhante ao processo histórico da sua construção.

Muitas das tentativas das crianças para representar o número fazem-nos lembrar os sistemas numéricos escritos usados por culturas antigas. A utilização de linhas

verticais e o uso das mãos para a sua representação poderiam pertencer às pinturas rupestres das cavernas ou aos "registos" dos Egípcios. Isto sugere a possibilidade de que a criança, apesar de o ignorar, está a utilizar métodos de representação básicos e universais.

O conceito de que os estádios de desenvolvimento da criança podem ter paralelismos com a evolução da raça humana, não é recente. Esta ideia foi expressa no seguinte enunciado: "a ontogenese recapitula a filogenese" – ou seja, o desenvolvimento individual (ontogenese) reflecte e incorpora o desenvolvimento da espécie (filogenese) - um conceito que tem provocado muitos debates entre a comunidade de biólogos e geneticistas.

A comparação entre estes dois processos tem que ser prudente e a recapitulação dos diferentes sistemas históricos de numeração não poderá, em qualquer circunstância, esperar-se na génese individual. Existe uma diferença básica entre o processo de invenção cultural e o de reinvenção individual, a qual se baseia nos seus diferentes objectivos. Enquanto o primeiro, é determinado por necessidades históricas e científicas - os sistemas de numeração posicional foram desenvolvidos nas comunidades intelectuais, onde os cientistas procuravam recursos para transcrever e reproduzir os grandes números que os seus cálculos astronómicos requeriam – o último, é induzido pela necessidade da criança utilizar os instrumentos que a sua cultura lhe oferece para uma melhor adaptação.

Apesar destas diferenças entre o processo de invenção histórico e o de construção individual do sistema numérico, alguns estudos (ver, por exemplo, Bassedas, 1982) revelam a existência de aspectos gerais coincidentes.

O problema da aprendizagem matemática é um tema que tem estimulado o nosso interesse desde sempre. Temos verificado que muitas crianças, na escola, não sabem como proceder, mesmo no que diz respeito a tarefas relativamente fáceis de executar.

Será então que as dificuldades destas crianças são devidas a níveis de desenvolvimento cognitivo insatisfatórios, de acordo com Piaget, ou a uma aprendizagem inadequada que as leva, nos primeiros anos de escolaridade, a criar hábitos que constituem obstáculos adicionais para a sua compreensão da matemática.

A forma como as crianças poderão usar este complexo sistema simbólico na escola, depende do modo como ele é associado a situações que dão significado à numeração e às suas regras; mas, simultaneamente, as dificuldades de apropriação que observámos em muitas crianças residem nas representações erradas que elas têm de certas funções do código numérico, nomeadamente a posição dos algarismos.

A aprendizagem do “número” pela criança é iniciada muito antes da sua entrada para a escola. Tal como Vygotsky (1979), referiu: "a aprendizagem escolar nunca parte do zero. Toda a aprendizagem da criança na escola teve uma pré-história".

Se é certo que a criança não pode utilizar um objecto cultural tão complexo como o sistema numérico convencional de uma forma espontânea, não é contudo possível ignorar o papel activo que desempenha na apropriação deste conhecimento desde muito cedo; esta apropriação desenvolve-se através da sua própria construção

criativa e não apenas através da imitação dos padrões dos adultos estabelecidos exteriormente.

A nossa investigação pretende assim, contribuir para um melhor conhecimento da construção e do processo de apropriação do “conceito de número” pela criança.

Nesta construção interferem conceitos de vários tipos, por isso, um conhecimento mais aprofundado destes conceitos é decisivo se desejarmos compreender como é que as crianças efectuem esta aprendizagem.

Independentemente de se efectuar uma análise sobre as capacidades dos alunos, os seus conceitos, os processos de aprendizagem ou a natureza das dificuldades que encontram, parece ser necessário, hoje em dia, ter em consideração os conteúdos deste conhecimento e a sua epistemologia, para podermos descrever e analisar os fenómenos observados de uma forma adequada e precisa.

Considerando que o conceito de número é uma noção fundamental para a aprendizagem das noções matemáticas e que este processo se inicia antes da entrada para a escola, possuir um melhor conhecimento das capacidades das crianças e saber mais explicitamente o que elas já conhecem sobre o “número” quando vão pela primeira vez para a escola, ajudar-nos-á a compreender melhor o que poderá posteriormente correr mal e a intervir de forma mais adequada. E, tal como refere Matta (2001): “o ensino da matemática só será bem sucedido se as aprendizagens iniciais partirem de situações que dêem significação ao saber transmitido”.

## **II – ABORDAGEM TEÓRICA**

### **1. A Aprendizagem de Noções Matemáticas**

As primeiras pesquisas efectuadas neste domínio basearam-se principalmente nas investigações realizadas por Piaget e Szeminska (1941), sobre o conceito de número e na publicação do seu livro "A génese do número na criança".

A influência da Escola de Génève foi de tal modo importante que tudo o que sabemos acerca do desenvolvimento do conceito numérico surgiu a partir do seu trabalho pioneiro neste domínio.

Ao longo dos anos, Piaget e colaboradores desenvolveram uma teoria para explicar a evolução do pensamento e compreensão na criança, desde o nascimento até à idade adulta, e os níveis relativos ao desenvolvimento do pensamento matemático aparecem como resultado de uma teoria geral. O interesse no desenvolvimento psicológico e na compreensão da matemática pela criança é, em vários aspectos, secundário, quando comparado com o interesse epistemológico.

A teoria de Piaget tem perspectivas distintas no que diz respeito ao modo como a matemática é aprendida e, subsequentemente, ao modo como deverá ser ensinada.

Num artigo publicado no "Scientific American" em 1953, as suas ideias sobre a educação no domínio da matemática foram expressas de uma forma invulgar.

É errado pensar que a criança adquire a noção de número e outros conceitos matemáticos apenas através do ensino. Pelo contrário, ela desenvolve-os em grande medida espontaneamente, por sua própria iniciativa. Sempre que os adultos tentam impor, prematuramente, conceitos matemáticos a uma criança, a sua aprendizagem é meramente verbal; a sua verdadeira compreensão será apenas um resultado do seu crescimento cognitivo.

Isto foi facilmente demonstrado através de simples experiências. Por exemplo, uma criança de cinco ou seis anos de idade pode ser ensinada rapidamente a nomear os algarismos de um a dez pelos seus pais. Se dez objectos forem colocados em fila, ela consegue contá-los correctamente; mas, se os objectos são recolocados de um modo diferente, já não consegue contá-los com acuidade consistente. Embora a criança conheça o “nome” dos algarismos, ela ainda não adquiriu o conceito essencial de número, assim como a noção de que o número de objectos num grupo permanece o mesmo, é “invariante”, não importando a forma como estes estão colocados ou dispostos.

Em consequência disto, podemos inferir que ensinar as crianças antes de elas estarem conceptualmente preparadas leva apenas a uma aprendizagem superficial e que a verdadeira aprendizagem da matemática não será difícil, porque é algo que a maior parte das crianças constrói de forma “autónoma e espontânea”.

Um dos objectivos pedagógicos básicos é estimular o desenvolvimento intelectual dos indivíduos; no entanto, este objectivo não será alcançado se o ensino não proporcionar a construção individual, que lhes permitirá criar conhecimentos mais

aprofundados, sem encorajar apenas a acumulação desses conhecimentos. O desenvolvimento intelectual, conhecido nas suas grandes linhas através dos trabalhos desenvolvidos por Piaget (1952) e Bruner (1965), permite a organização dos conteúdos de ensino em função das capacidades de assimilação da criança em cada estágio do seu desenvolvimento e não em função da lógica do adulto.

É o conhecimento dos processos de construção das noções intelectuais que melhora a qualidade da aprendizagem.

Os conteúdos do ensino que não têm em conta a génese da aquisição do conhecimento funcionam como uma superestrutura reforçada, que não é integrada no conjunto de possibilidades de acção do indivíduo. A reprodução destes conteúdos só é possível em contextos que são muito similares ao contexto de aprendizagem. Se for efectuada uma mudança importante neste contexto os conteúdos estudados não serão utilizados, mas serão substituídos por procedimentos muito primitivos que irão contudo reflectir as capacidades reais do indivíduo.

A criança, como qualquer outro indivíduo que está a aprender, não se limita a armazenar conhecimentos, mas constrói-os activamente. Esta construção é efectuada começando tanto por aquilo que lhe é ensinado, como pelo que a criança descobre sobre o sistema gráfico convencional, visto que este é uma parte essencial do mundo que a rodeia e que, tal como qualquer outro objecto no seu meio ambiente, lhe interessa. Desta forma, o processo de apropriação individual do sistema numérico transforma o objecto cultural num objecto de aprendizagem a ser assimilado pelas estruturas cognitivas da criança, de uma forma progressiva.

As crianças em idade pré-escolar começam a formar o conceito de número através de experiências de contagem, combinações, conjuntos e comparações; esta noção será a base para a compreensão das operações matemáticas que transformam e combinam números, aspecto fundamental para a aprendizagem da aritmética no 1º Ciclo do Ensino Básico.

Um aspecto essencial na utilização dos números é saber as palavras que lhes correspondem, os seus "nomes".

A observação de crianças em casa e na escola demonstra que estas encontram frequentemente essas "palavras-número", assim como sequências das mesmas, em canções, rimas e nas conversas dos adultos (ver Tizard & Hughes, 1984). Os pais poderão ensinar as crianças a "contar", ou seja a recitar as palavras-número e a utilizar essas "palavras" para descobrir quantos objectos existem.

A "contagem" é uma das actividades à qual as crianças se entregam com muito entusiasmo. Através dela, aprendem a individualizar e ordenar objectos, assim como a encontrar um significado para a sequência de números que aprenderam precocemente a recitar em casa.

O exercício da contagem verbal prepara o acesso para a compreensão da numeração escrita. A criança tem conhecimento da existência dos números, mas só lhes atribui um significado quando compreende que estes expressam quantidades contadas.

É essencial que a criança aprenda a contar. Contudo, as investigações que foram efectuadas demonstram que a capacidade de recitar palavras-número é um aspecto e

o uso dessa aptidão é outro. A distinção entre o conhecimento implícito e explícito dos princípios de contagem terá que ser efectuada, o que significa distinguir entre a capacidade de verbalizar a contagem e a capacidade de mostrar que este comportamento é sistematicamente orientado pelos princípios acima referidos.

Assim, o conhecimento que as crianças têm relativamente à contagem será implícito em oposição a um conhecimento explícito, pela mesma razão esta distinção é também efectuada pelos psicolinguistas. A capacidade meta-linguística expande-se cerca dos 5 ou 6 anos de idade; antes disso as crianças têm um conhecimento implícito da linguagem falada, pois constróem novas frases e auto-corrigem os seus próprios enunciados; produzindo generalizações que estão de acordo com o seu conhecimento, sendo também capazes de reconhecer violações às regras gramáticas no discurso das outras crianças (Clark & Clark, 1990).

Contudo, e tal como refere Fidalgo (1991), os códigos formais da matemática nem sempre estão presentes na linguagem correntemente utilizada entre as crianças, assim como pelos adultos em interacção com elas em contextos informais, e por isso as dificuldades na aprendizagem destas noções “têm essencialmente que ver com a aquisição por parte da criança de instrumentos de pensamento, social e culturalmente construídos, como a linguagem matemática”.

## **2. A Aquisição do Conceito de Número**

O conceito de número é uma noção matemática complexa, cujo processo de apropriação se inicia antes do ensino formal e o seu desenvolvimento progressivo implica a vivência de experiências diversificadas.

### **2.1 Perspectiva Piagetiana**

Desde a publicação dos trabalhos de Piaget sobre o desenvolvimento cognitivo da criança e, especialmente, após a publicação da obra "A gênese do número na criança", vários trabalhos têm sido realizados, com base na sua teoria constructivista do desenvolvimento.

A noção teórica de importância básica para Piaget são os estádios de desenvolvimento, cada um deles com as suas características e particularidades próprias, que cada criança percorre numa ordem pré-determinada entre o nascimento e a idade adulta. Segundo Piaget, as capacidades de aprendizagem e compreensão da criança são determinadas pelo seu estágio de desenvolvimento pessoal.

O primeiro estágio, segundo a teoria de Piaget, é o chamado estágio "sensório-motor", que compreende o período entre o nascimento e o 18º mês de vida da criança. Durante este primeiro período da infância, o ser humano descobre que os

objectos existem, para de seguida ir formando uma compreensão da classificação, seriação, correspondência termo a termo e conservação do número.

O segundo estágio de desenvolvimento vai desde o 18º mês até aos sete anos de idade e é conhecido como período “pré-operatório”. Neste estágio a criança começa a compreender que dois tipos de objectos podem ser emparelhados um a um, mas não percebe que os conjuntos são iguais em número, a não ser que estejam agrupados do mesmo modo (por exemplo, em duas filas do mesmo tamanho). Piaget realizou diversos tipos de experiências, as quais confirmaram a incapacidade da criança para a retenção do número neste estágio.

O estágio seguinte é o das “operações concretas”, tendo como característica principal a capacidade da criança para pensar de uma forma lógica sobre as operações executadas; passa assim a compreender o conceito de número. Isto é: conserva a quantidade e usa a correspondência termo-a-termo.

O estágio final do desenvolvimento é conhecido como o período das “operações formais”. Este estágio, que surge por volta dos 11 anos de idade ou mais tarde, é caracterizado pela aquisição total do pensamento lógico. A criança pensa logicamente e já é capaz de lidar com noções mais complexas, tais como, conjuntos infinitos e quantidades desconhecidas, sendo também capaz de raciocinar tanto dedutivamente como indutivamente.

Devemos enfatizar que alguns dos aspectos estudados por Piaget para caracterizar a transição do pensamento “pré-operatório” para as “operações concretas” estão explicitamente relacionados com o conceito de número.

Nos últimos anos, vários estudos revelaram factos que criticam alguns aspectos da teoria de Piaget (Bryant, 1974; Donaldson, 1994; Gelman & Gallistel, 1978, entre outros). Muitas destas investigações estão relacionadas com as tarefas que Piaget usou para avaliar os estádios de desenvolvimento da criança. Muitos psicólogos acreditam que o insucesso das crianças em algumas destas experiências é devido a outros factores e não à falta de capacidade. Pensam, concretamente, que as experiências de Piaget não são satisfatoriamente elucidativas sobre o que as crianças deveriam fazer.

Este tipo de estudos levam-nos a concluir que a interpretação que a criança faz de uma tarefa proposta é extremamente importante na determinação da sua resolução (McGarrigle & Hughes, 1978). Este aspecto foi particularmente demonstrado nos estudos realizados por Donaldson (1982), sobre a prova de conservação numérica.

Mais evidências sobre a compreensão que as crianças têm relativamente à invariabilidade do número (a quantidade não sofre modificação com a alteração da configuração espacial dos objectos) têm origem no trabalho de Gelman e seus colaboradores (Gelman & Gallistel, 1978).

Fuson e Hall (1983), descobriram que a maior parte das crianças são capazes de contar até 20 ou mais aos cinco anos de idade. Contudo, saber as “palavras-número” não é o aspecto mais importante na aquisição do conceito de número. Se a criança está a contar, as “palavras-número” têm que estar relacionadas (através de uma correspondência biunívoca) aos objectos contados. Contar correctamente requer que cada um e todos os objectos sejam assinalados com uma e só uma “palavra-número”. No estudo destes autores, há evidências que revelam que não é

completamente claro que a criança entenda isto como um princípio de contagem necessário, tal como Gelman e Gallistel (1978) tinham sugerido.

Os estudos referidos demonstram que as crianças que estão no estágio "pré-operatório", definido de acordo com Piaget, são muito mais competentes relativamente à aquisição do conceito de número, do que ele proclamou. Estes resultados têm implicações no que diz respeito ao ensino "precoce" da matemática, o qual se baseia na crença de que as crianças neste estágio de desenvolvimento têm uma concepção inadequada do conceito de número.

Inhelder, Sinclair e Bovet (1974), partindo dos postulados de Piaget – construção progressiva do conhecimento etapa a etapa, estádios de desenvolvimento e noção de equilíbrio – comprovaram que é possível favorecer a emergência de estruturas cognitivas em algumas situações concretas e inesperadas. Estes autores construíram algumas experiências nas quais afirmam ter acelerado esse desenvolvimento, tentando assim dar resposta a algumas objecções teóricas expressas anteriormente por Bruner (1965 / 1980).

Perret-Clermont (1978), abordou este tema, mas interferindo neste confronto de ideias com pontos de vista contraditórios, nomeadamente no que diz respeito à influência da interacção social. Em 1980, em colaboração com Leoni, ela abordou o problema, já não num sentido lato, mas incidindo na mobilização do conhecimento matemático através do conflito sócio-cognitivo.

Meljac (1979), estudou a actividade numérica procurando investigar porque, como e com que objectivo, a criança que consegue contar usa espontaneamente esta estratégia na sua vida diária. Ela abordou a actualização deste conhecimento ainda num sentido mais estrito do que Perret-Clermont e seus associados, relacionando-o com o desenvolvimento cognitivo proposto por Piaget.

O debate que tem sido efectuado, não se baseia no facto de se considerar que a própria teoria Piagetiana está incorrecta, mas na afirmação de que esta não tem implicação imediata para aqueles que procuram solucionar as dificuldades reais das crianças na aprendizagem da matemática. E, isto deve-se essencialmente ao facto de Piaget considerar os conceitos matemáticos como uma aquisição que é efectuada em grande medida de um modo espontâneo.

No entanto, a visão de Piaget relativamente à educação contempla princípios gerais importantes acerca da necessidade que as crianças têm de compreender o que estão a aprender de um modo individual. O autor enfatiza que o método de aprendizagem "natural" surge através da descoberta: "A verdadeira compreensão de uma noção ou teoria implica a reinvenção dessa teoria pelo indivíduo".

## 2.2 Perspectiva Vygotskiana

A criança está em contacto com a cultura muito antes da escola a ensinar de uma forma organizada. Assim, a aprendizagem escolar é sempre precedida pelas ideias que a criança tem sobre o que irá ser ensinado.

É isto que acontece com as primeiras noções aritméticas, antes de ir para a escola e começando pela sua própria experiência e actividade com os objectos que a rodeiam, a criança tem a oportunidade de elaborar algumas hipóteses sobre as quantidades e de como estas são representadas.

A diferença entre a perspectiva tradicional e a defendida por Vygotsky (1979), reside no facto de que para este autor, o conhecimento das palavras, dos conceitos e das operações, constitui apenas o início da aprendizagem e não o seu fim, como era defendido pela teoria tradicional do conhecimento. Assim, considera que a apropriação dos conceitos pela criança se inicia muito antes da aprendizagem escolar, como anteriormente referimos, e, que existem duas etapas importantes nesse processo: o desenvolvimento actual da criança e a zona de desenvolvimento potencial.

A criança ao participar em actividades colectivas enquadradas por um adulto ou por uma criança mais competente, é capaz de ter um melhor desempenho do que se estivesse a realizar a actividade sozinha. A diferença entre o nível de realização dos problemas quando orientada e o nível que atinge quando os realiza sem apoio, define a referida zona de desenvolvimento potencial.

Neste contexto, a aprendizagem determina o desenvolvimento, visto que a criança adquire saberes e competências através da interacção social. A criança vai-se apropriando, progressivamente, através de um processo de internalização dos instrumentos sociais, os quais resultaram de uma evolução histórica e cultural.

Um desses instrumentos simbólicos, o qual será determinante para o desenvolvimento e aprendizagem, relaciona-se com o acesso da criança à linguagem, a qual lhe permitirá representar a realidade, mediar acções e comportamentos, bem como interagir socialmente. A aquisição da linguagem, e particularmente no nosso caso a sua representação escrita através de sistemas de signos gráficos, é essencial para a estruturação do pensamento e construção de processos mentais superiores, nomeadamente a nível do raciocínio lógico e da memória, ou seja para a formação de conceitos.

Neste âmbito, verificou-se, com base em estudos que replicaram os trabalhos de Hughes (1986), que as crianças em idade pré-escolar revelam dificuldades de ordem semântica na resolução de problemas, quando estes são formulados através em linguagem matemática.

Ginsburg (1986) efectuou um estudo neste domínio, no qual preconiza a existência de três sistemas de funcionamento no que diz respeito ao desenvolvimento das noções matemáticas. Assim, num primeiro sistema, que denomina aritmética natural, a criança efectua comparações entre conjuntos maiores e menores, com base na percepção da quantidade, não recorrendo a instrumentos transmitidos culturalmente; num segundo sistema, a aritmética informal, a criança usa a linguagem da contagem, um sistema de signos que adquiriu através da interacção social e fora do contexto escolar, através de jogos e verbalizações dos adultos; e, um terceiro sistema, o qual constitui a aritmética formal, em que o sistema de signos matemáticos, construído socialmente é ensinado num contexto formal.

Actualmente, a pedagogia explora muitas vezes novos métodos de ensino baseados na psicologia genética (Piaget e seus seguidores), a qual defende que muitas das metodologias usadas no ensino não correspondem à especificidade da estrutura mental da criança.

Vygotsky e Piaget têm em comum o facto de considerarem que o desenvolvimento e a aprendizagem se baseiam na actividade da criança, uma perspectiva que, de acordo com Bruner (1980), constitui a base da psicologia actual e das ciências cognitivas. Contudo, Vygotsky critica a concepção de Piaget, que afirma que o pensamento da criança é “completamente independente do seu saber, da sua experiência e da sua educação”, pelo que a aprendizagem é regulada pelo seu nível de desenvolvimento; ideia que se tem repercutido em alguns educadores que consideram que a criança não detém as aptidões necessárias para lhe serem ensinadas as operações matemáticas.

O problema coloca-se aqui, porque na escola as crianças têm que aplicar as suas aquisições prévias, ou seja os conhecimentos sobre o número que adquiriram anteriormente num contexto natural através das suas interacções sociais, de uma forma descontextualizada.

Isto implica que os educadores, que muitas vezes actuam intuitivamente na zona de desenvolvimento potencial da criança, estejam conscientes da importância dessas interacções sociais na aquisição de conceitos e particularmente na aprendizagem das noções matemáticas.

### **3. A Aprendizagem dos Sistemas Gráficos**

No início da escolaridade, a aprendizagem centra-se em dois grandes domínios do conhecimento: o matemático e o linguístico. E, tal como refere Dorneles (1998), é em torno destes dois grandes eixos do conhecimento que surgem as competências ou as dificuldades de aprendizagem dos alunos.

A compreensão das características dos sistemas gráficos convencionais é vital para a sua correcta aplicação e conseqüentemente para o sucesso escolar, daí a importância de se conhecerem os processos cognitivos que estão subjacentes a estes dois sistemas simbólicos, a escrita alfabética e a escrita numérica, analisando quais os procedimentos comuns à sua aquisição.

A criança, tal como referimos anteriormente, inicia a aprendizagem da linguagem escrita antes de entrar para a escola, através das interacções que estabelece com diferentes contextos e materiais, recolhendo progressivamente informações sobre as suas características e funções. Contudo, para além de não se aperceberem imediatamente de todas as características do sistema de escrita, nem sempre as interpretam de acordo com a lógica convencional (Matta, 2001). A informação recebida é interpretada e transformada pela criança de acordo com os seus esquemas conceptuais (Ferreiro, 1986; Mata, 1991), tendo assim um papel activo na aquisição de conhecimentos, o que é determinante para a aprendizagem.

Diversos trabalhos (Martins & Mendes, 1986; Ferreiro & Teberosky, 1986) têm sido desenvolvidos, nos últimos anos, no sentido de compreender as características deste processo de apropriação da linguagem escrita por parte das crianças. Nomeadamente, Ferreiro (1991) que investigou algumas das relações implícitas na aquisição do sistema numérico e da escrita alfabética pela criança, referindo, por exemplo, que: “a correspondência termo a termo tem, no domínio da leitura e escrita, exactamente as mesmas propriedades do tipo de correspondência que está na base da equivalência numérica”.

Também Sinclair (1983/1984), realizou estudos neste âmbito, comparando os procedimentos usados para as notações numéricas e para as notações gráficas; analisou as semelhanças e as diferenças entre estes dois sistemas simbólicos como formas de representação e os resultados da sua pesquisa indicam que a numeração escrita é adquirida mais rapidamente do que a escrita alfabética, provavelmente devido à maior transparência e universalidade dos seus princípios.

A numeração escrita, como a linguagem escrita, é um sistema gráfico estabelecido culturalmente que traduz pensamentos através de símbolos, com a dupla função de representação e comunicação. Assim, têm em comum o facto de ambos os sistemas serem representações gráficas arbitrárias com regras próprias.

Existem, contudo, diferenças consideráveis entre os dois sistemas. Entre o nosso sistema numérico e o nosso alfabeto, as principais diferenças são essencialmente

baseadas no facto de o sistema numérico ser ideográfico e não alfabético, e de possuir um sistema de valores. Enquanto a “escrita alfabética” traduz os fonemas da linguagem oral através das letras, o sistema numérico representa uma ideia.

A estrutura interna de ambos os sistemas é diferente: a combinação determinada pelo valor posicional dos números no sistema numérico é mais complexa do que a linguagem escrita, na qual as letras têm sempre o mesmo valor quantitativo.

Nesta perspectiva, a escrita alfabética pode ser considerada um sistema analógico, em que a linguagem oral é representada de forma gráfica, sendo um código formalmente estabelecido de uma forma de comunicação que a criança já conhece; a escrita numérica é um sistema lógico, pois estabelece relações entre elementos descontínuos que podem ser expressos em linguagem matemática, e não representa um outro sistema, como é o caso da escrita.

O processo de aprendizagem da linguagem escrita (alfabética e numérica) implica assim, através da sua descoberta e exploração, a apropriação de diferentes funções. E, tal como refere Downing (1984) na sua teoria da “clareza cognitiva”, a aprendizagem de qualquer competência contempla três fases distintas:

- fase cognitiva – a criança pretende efectuar uma representação global da tarefa, vai tomando progressivamente consciência das características e funções da língua escrita, bem como da linguagem oral, a qual é representada através de signos ou símbolos gráficos;
- fase de domínio – a criança através da experimentação, vai melhorando o seu desempenho na realização das tarefas;

- fase de automatização – a criança consegue realizar a tarefa de forma automática, sem ter necessidade de pensar sobre as suas acções.

Para este autor, a fase cognitiva é de extrema de importância, para que a criança tenha uma compreensão clara dos sistemas simbólicos e efectue uma aprendizagem eficaz.

Os diversos estudos efectuados sobre a apropriação da linguagem escrita, revelam a existência de um paralelismo notório, no que diz respeito à evolução das conceptualizações das crianças (Ferreiro, 1991; Hughes, 1986), podendo ser definidas etapas idênticas na apropriação dos sistemas alfabético e numérico:

- numa primeira fase, as representações gráficas são indiferenciadas, as crianças não fazem distinções entre elas e tanto lhes podem chamar letras como números;
- posteriormente, começam a distinguir notações gráficas figurativas e não figurativas; as crianças recorrerem para representar a quantidade a signos pictográficos ou icónicos, e, ao nível da escrita diferenciam entre desenhar e escrever, texto e imagem;
- mais tarde, já consideram as características dos sistemas e preocupam-se com os seus aspectos formais; surgem os critérios quantitativo e qualitativo, as produções de textos escritos caracterizam-se pela existência de uma quantidade mínima de grafias, assim como pela sua variedade (usam pseudo-letras ou formas tipo letras); a quantidade começa a ser representada por numerais (algarismos em correspondência biunívoca com o número de objectos);

- finalmente, nas produções escritas as crianças iniciam uma correspondência termo a termo entre as letras e os sons da linguagem oral (hipótese silábica), que evolui no sentido da substituição da análise silábica pela análise alfabética; e, os símbolos convencionais começam a ser usados para representar a quantidade (valor cardinal do conjunto).

Constata-se assim, que existem procedimentos comuns na construção dos dois sistemas, por exemplo a correspondência termo a termo, embora em momentos diferentes, o que significa que não se constróem de forma sincrónica, verificando-se a tendência de as crianças adquirirem mais depressa a noção de número do que a escrita alfabética.

Contudo, num momento inicial, na construção dos dois sistemas, as crianças permanecem ligadas a configurações perceptivas e por isso as suas notações gráficas são muito diferentes dos sistemas convencionais, estas vão-se diferenciando progressivamente em função da representação mental mais complexa e elaborada destes sistemas simbólicos.

## 4. A Representação Gráfica da Quantidade

A história da numeração mostra-nos que antes da invenção do sistema posicional pelos índios, o qual é hoje universalmente adoptado, o homem utilizou outros sistemas menos complicados que assumiram formas distintas, dependendo do desenvolvimento técnico e cultural e das circunstâncias históricas e sociais das pessoas que os criaram. Na origem de todos eles esteve sem dúvida a necessidade de ter um registo da contagem verbal.

O conhecimento dos números consiste não só no conhecimento das suas particularidades e relações com outros números, mas também nas suas formas de representação.

Presentemente, sabe-se que até as crianças mais novas conseguem reconhecer, identificar, conservar e executar operações aritméticas simples com números pequenos (Gelman & Gallistel, 1978; Hughes, 1981). Uma comprovação deste facto baseia-se concretamente num estudo realizado por Hughes (1981), no qual o autor pretendia verificar o modo como as crianças representavam o número (números cardinais e operações aritméticas simples). A tarefa de representação numérica consistia na apresentação a crianças com idades compreendidas entre os 3 e os 7 anos, de um conjunto de cubos em cima de uma mesa, em que lhes era pedido para "porem no papel quantos cubos estão em cima da mesa". Muitas crianças representaram correctamente a quantidade. As suas estratégias de notação

dividiram-se principalmente entre aquelas que desenharam os cubos e as que utilizaram algarismos. Este resultado indica que, crianças da mesma idade podem utilizar formas diferentes de representar a quantidade; e, que até as crianças com idades compreendidas entre os 6 e os 7 anos, que são capazes de escrever algarismos, podem escolher outras formas de representar o número.

Cooper, Campbell e Belvious (1983), estudaram o desenvolvimento da representação numérica, partindo do ponto de vista de que há competências para determinar a quantidade e competências para compreender mudanças nessa quantidade. Estes autores sugeriram a existência de três tipos de competências numéricas e a aquisição de cada uma delas é usada como um indício nas mudanças relativas ao desenvolvimento da representação do número. A primeira é a “discriminação” (característica do número que revela se dois conjuntos têm a mesma quantidade); a segunda é a “ordem” (se os conjuntos são diferentes o número pode ser usado para determinar qual deles tem maior quantidade); a terceira é determinar o “intervalo” (se dois conjuntos diferem em quantidade, esta competência é usada para determinar quanto é que um conjunto tem mais que o outro). Eles consideram que a aquisição de um sistema simbólico, tal como o numérico, incluindo características tais como o “valor posicional”, é um aspecto importante para o desenvolvimento da representação do número.

Sastre e Moreno (1977), estudaram a origem da representação simbólica das quantidades e descobriram que existe uma evolução gradual com a idade, a qual acompanha o desenvolvimento cognitivo. A sua investigação consistiu no estudo

de produções com a representação gráfica da quantidade de crianças dos 6 aos 10 anos de idade. Descobriram que algumas crianças efectuam normalmente desenhos sem correspondência com a quantidade a ser representada; outras realizam desenhos esquemáticos numa relação biunívoca (mesma quantidade que os elementos a representar) e, só mais tarde, um número para representar a quantidade total.

Bassedas e Sellarés (1982), pesquisaram o processo de conversão do sistema numérico posicional com base 10, que constitui um objecto cultural resultante de um enorme desenvolvimento histórico, num objecto de conhecimento a ser assimilado pela criança. Eles estudaram o processo de reconstrução individual deste instrumento intelectual através de produções espontâneas de crianças dos 6 aos 10 anos de idade, obtidas em situações em que teriam que inventar sistemas para efectuarem a notação de quantidades. Estas produções das crianças, cujas estratégias nos lembram em muitos casos as que foram usadas nos sistemas históricos de notação, descrevam a sua génese. As produções variam desde as que não contemplam nem a estabilidade dos grafismos, nem a possibilidade de os combinar, até às que recorrem ao princípio do valor posicional, passando por produções de tipo aditivo e produções que tentam transpor o sistema numérico convencional.

Um estudo realizado por Sinclair, Siegrist e Sinclair (1983), no qual foram apresentados a crianças com idades compreendidas entre os 4 e os 7 anos, conjuntos de objectos que variavam em quantidade e tipo de objecto, tentou

estabelecer a forma como as crianças representavam a informação acerca do número. Os resultados mostraram que as crianças mais velhas utilizavam os algarismos com mais frequência, apesar de haver uma correlação fraca. A principal razão para explicar estes resultados deve-se ao facto de a maioria das crianças que foram testadas em cada faixa etária utilizarem mais do que um método de representação (desenho, escrita ou algarismos) nas tarefas. Comparando com os resultados de Hughes, que indicavam que as crianças só utilizavam um tipo de estratégia, a investigação de Sinclair demonstrou que elas variavam na escolha do tipo de representação de uma tarefa para outra. Uma diferença fundamental entre estes dois estudos é a de que um deles (Hughes) modifica o conjunto só em termos de quantidades, enquanto o outro (Sinclair) muda também os objectos apresentados.

Davis, Bridges, e Brosgall (1985), efectuaram um estudo no qual apresentaram a crianças com idades compreendidas entre os 5 e os 6 anos, conjuntos de objectos simples e manipularam o "tipo de instrução". Os resultados revelaram que a utilização do termo "quantos são" levou a maioria das crianças a utilizar algarismos. Pelo contrário, quando lhes foi pedido para representar "o que é que" estavam a ver, a maior parte das crianças preocupou-se mais com o tipo de objectos do conjunto e portanto optaram por escrever ou desenhar. Estes resultados sugerem que o contexto linguístico é um factor importante na determinação das estratégias de representação gráfica.

Estes estudos, demonstram que existe uma grande amplitude de factores que podem influenciar o modo como as crianças desenvolvem espontaneamente os seus

conhecimentos dos algarismos e representam a quantidade. Os resultados destas investigações sugerem que é importante questionar como é que as crianças adquirem o conceito de número e efectuam a sua representação gráfica. Para além disso, também se poderá argumentar que a compreensão que as crianças têm do número e a sua capacidade para usarem os algarismos são aspectos distintos e independentes do seu conhecimento, no que se refere a saberem quando é que é apropriado usarem essas competências.

O conhecimento das crianças em idade pré-escolar tem sido frequentemente caracterizado, e, nesse sentido, as pesquisas anteriormente referidas analisaram aspectos relacionados com a representação gráfica da quantidade e a aquisição do conceito de número; revelaram, no entanto, algumas limitações deste tipo de abordagem, sugerindo que o mais relevante será enfatizar as “capacidades” que as crianças têm nesta faixa etária.

A apropriação do sistema numérico é um processo longo, e, por isso é importante, tal como refere Vergnaud (1983), que a criança comece precocemente a usar diferentes tipos de notações gráficas para representar quantidades e transformações. Deste modo, aprende que as representações são diferentes dos números, e, que conjuntos diferentes com o mesmo cardinal, podem ser representados da mesma forma, tendo também a possibilidade de compreender os algoritmos e de utilizar os diferentes princípios de numeração.

## **IV – ABORDAGEM EMPÍRICA**

### **1. Problemática e Hipóteses**

O presente trabalho experimental tem como objectivo explorar as concepções das crianças relativamente ao “ número” e à sua “representação gráfica”, procurando verificar também se existe uma linha evolutiva genética nos seus desempenhos.

- Antes de terem sido ensinados, os sistemas alfabético e numérico na escola, como é que as crianças representam quantidades numéricas?
- Como é que as crianças combinam os seus conhecimentos conceptuais numéricos e de contagem com os seus conhecimentos de representações escritas para produzir notações gráficas coerentes?
- Será que existe uma "décalage" entre o seu nível aparente de conhecimento e o nível da sua verdadeira compreensão?

Assim, e para abordamos este tema, considerámos vários domínios que pensamos estarem directamente relacionados com a aquisição do conceito de número:

- A “eficiência intelectual” dos sujeitos é um desses domínios, pois poderá influenciar os resultados obtidos considerando que pode determinar, em certa medida, a aquisição pela criança do conhecimento necessário para

realizar diferentes tipos de actividades cognitivas, estabelecendo assim os limites de diferentes domínios de aquisições. A análise do desenvolvimento intelectual da criança permite-nos salientar o importante aspecto que constituem as suas possibilidades cognitivas.

- A compreensão da “noção de conservação” de quantidades descontínuas, que deverá estar geneticamente ligada à correspondência termo a termo e conseqüentemente muito próxima da aquisição do conceito do número. Assim, deverá haver uma relação entre os níveis de conservação e o tipo de representação gráfica da quantidade, começando pelo pressuposto de que quando a criança já construiu a estrutura do número, o espaço ocupado pelos objectos se torna irrelevante, passando a efectuar juízos, em que impõe uma estrutura lógica/matemática ao seu raciocínio.
  
- A “contagem” tem vários atributos que a tornam num objecto de estudo. Pensa-se que a contagem funciona como um requisito prévio para a aprendizagem de outras competências matemáticas. Deste modo, a prática na contagem verbal prepara o acesso da criança para a compreensão da enumeração escrita e da noção da conservação da quantidade. É uma actividade na qual as crianças se envolvem facilmente e com frequência, demonstrando capacidades notáveis. Contudo, deverá ser efectuada a distinção entre o seu conhecimento dos princípios de contagem e o facto de estar limitada à capacidade de realizar os procedimentos requeridos na contagem convencional.

Alguns trabalhos anteriores (particularmente os de Davis, Bridges & Brosgall, 1985; e, de Gelman & Gallistel, 1978) demonstram que vários factores podem influenciar a forma como as crianças utilizam espontaneamente os seus conhecimentos sobre os números e representam a quantidade. Em particular, foi demonstrado que o contexto linguístico da tarefa é importante na determinação do tipo de estratégias usadas pelas crianças, e que as suas interpretações do objectivo da tarefa têm grande influência sobre o seu desempenho.

Tendo em conta todos estes factores, pensámos realizar um estudo exploratório a fim de recolher dados sobre os vários domínios que estão mais directamente relacionados com os concepções que as crianças têm do “número” e da sua representação gráfica, tentando ter por base instrumentos de recolha que nos permitissem um controlo adequado dos efeitos de diversas variáveis presentes, para que os resultados obtidos pudessem ser convenientemente interpretados e não fossem particularmente influenciados por estes factores.

Neste contexto, e com base nos pressupostos referidos, definimos as seguintes hipóteses para a nossa pesquisa:

- A aquisição progressiva do conceito numérico está relacionado com o “nível de conservação” da quantidade alcançado pelo sujeito.

**1ª Hipótese** – As crianças que se encontram a um nível conservante, já adquiriram os princípios de contagem convencionais e realizam representações gráficas da quantidade de tipo simbólico.

- O desempenho correcto nos problemas de contagem é conduzido pelo conhecimento implícito dos “princípios de contagem” que a criança possui.

**2ª Hipótese** – As crianças em idade pré-escolar efectuem a contagem correcta de objectos tridimensionais, que podem ser deslocados, o que não acontece na contagem de itens figurativos; e, apenas aquelas que têm um bom desempenho ao nível da enumeração, realizam o registo adequado da quantidade de elementos presentes num conjunto.

- Em cada faixa etária, a realização de diferentes problemas numéricos varia em função da maior ou menor “quantidade de objectos a enumerar”.

**3ª Hipótese** – As crianças mais novas apenas realizam contagens correctas de números pequenos; e, o tipo de representação gráfica da quantidade varia em função do número de elementos a registar, predominando as notações simbólicas para os números maiores.

- A “representação gráfica de quantidade” evolui de acordo com a faixa etária, o sistema de numeração imposto culturalmente é progressivamente convertido numa pertença do sujeito.

**4ª Hipótese** – As crianças começam por representar a quantidade através de elementos pictográficos e só mais tarde por meio de grafismos convencionais; e, o tipo de registo gráfico seleccionado para a registar varia em função da situação, assim, na produção ou descodificação de notações gráficas da

quantidade de um determinado conjunto de objectos não usam sempre o mesmo o tipo de registo;

Consideramos ainda, que os critérios utilizados para explicar a escolha dos diferentes tipos de notações gráficas também evoluem com a idade; inicialmente, a criança dá respostas subjectivas e só mais tarde, o aspecto cognitivo da solução do problema prevalece na justificação, recorrendo ao conceito numérico.

Pensamos assim, que um estudo experimental realizado neste campo, e que inclui diferentes domínios de aquisições, pode fornecer dados interessantes que poderão (ou não) confirmar as nossas hipóteses de trabalho e os objectivos que foram anteriormente expressos.

## 2. Amostra

A população para realizar este estudo empírico, foi seleccionada de um jardim de infância. A variável "idade" constituiu a base para a formação dos grupos, tendo em consideração o principal objectivo deste trabalho, o estudo da aquisição do conceito de número pela criança, e, particularmente, a evolução genética da representação gráfica da quantidade. Assim, formamos dois grupos, consistindo em dois níveis etários:

- **GRUPO I** - dos 3 anos e 6 meses aos 4 anos e 6 meses de idade;  
Média da faixa etária = 3 anos e 9 meses
- **GRUPO II** - dos 5 anos e 6 meses aos 6 anos e 4 meses de idade;  
Média da faixa etária = 5 anos e 9 meses

A constituição de cada um destes grupos foi efectuada da seguinte forma: para cada grupo tivemos primeiro em consideração todas as crianças de um determinado nível etário que estavam a frequentar o referido jardim de infância e depois escolhemos os elementos para os dois grupos arbitrariamente; tomamos ainda em consideração o facto de que as crianças no Grupo I (4 anos) estarem a frequentar o jardim de infância pela primeira vez e as crianças no GRUPO II (6 anos) frequentarem pelo terceiro ano consecutivo o mesmo jardim de infância.

Para além disso, tivemos também em consideração a variável "género", de forma a que os grupos tivessem o mesmo número de meninos e meninas.

Outro factor considerado foi o nível sócio-económico, assim todas as crianças seleccionadas pertenciam a um nível sócio-económico "médio", o qual foi determinado em função das profissões dos pais (ver Anexo – Pág.109), e que caracteriza a maioria da população a frequentar este jardim de infância.

Assim, a nossa amostra é composta por um total de 40 crianças; tendo cada um dos grupos 20 crianças, pertencendo ao mesmo nível etário e com a mesma frequência escolar, o que as aproxima em termos de aquisições escolares. Em cada grupo de idade, há um subtotal de 10 rapazes e 10 raparigas, o que nos permite equilibrar a amostra em termos de sexo, controlando assim a provável influência deste factor e explorar possíveis diferenças.

#### ❖ **Caracterização geral do ensino da matemática no jardim de infância**

Numa tentativa de melhor controlar a qualidade da nossa pesquisa, tentámos também recolher elementos que nos pudessem elucidar sobre os conteúdos do currículo escolar e o tipo de actividades desenvolvidas no jardim de infância, influência a que as crianças da nossa amostra estão sujeitas.

A matemática é um conjunto de noções estruturadas que, acima de tudo, as crianças em idade pré-escolar devem adquirir concretamente, activando todos os seus sentidos. Muitas destas noções fazem parte do conhecimento da criança. No entanto, este é por vezes incompleto, impreciso e quase sempre pouco sistematizado.

A educadora de infância tenta orientar a criança para que ela descubra os conceitos que devem ser adquiridos, procurando tirar proveito de todas as situações que permitam explorar esses conceitos e que estejam relacionados com qualquer actividade que seja realizada.

Existem alguns objectivos curriculares, em relação aos quais as actividades pedagógicas no domínio da matemática são planeadas, sendo de mencionar os itens mais referidos pelas educadoras:

- Descobrir o significado das seguintes palavras:
  - tamanho (pequeno / grande; alto / baixo; etc.);
  - forma (redondo / quadrado / triangular);
  - posição (esquerda / direita; dentro / fora; etc.);
  - tempo (ontem / hoje; manhã / tarde; etc.).
- Desenvolver os conceitos de:
  - cheio e vazio; muito e pouco; maior e menor;
  - conjunto (noção de pertença e não pertença).
- Aquisição da noção de correspondência um a um;
- Aquisição da noção de quantidade;
- Compreensão do mecanismo de cálculo (concretização).

O estabelecimento destes objectivos é previamente planeado, sendo implementados através da realização de determinadas actividades, como por exemplo:

- organizar álbuns e posters;
- vários tipos de jogos;
- preenchimento de formas;
- estimular a criança para fazer colecções;
- formar conjuntos (meninas / meninos; lápis coloridos);

- representação em cartões (mapa das presenças);
- fazer correspondências (objectos / desenhos);
- jogos de classes lógicas;
- contagem (peças / bolas / palhinhas);
- reconhecimento de números (idades / data);
- fazer cálculos com diversos materiais e representá-los no papel.

É também importante mencionar que não existe um horário estabelecido para a realização sistematizada de actividades na área da matemática, a qual está presente em todas as actividades de uma modo geral. Não existe um horário estipulado para a aprendizagem da matemática, as crianças pensam sobre quantidades quando sentem necessidade e interesse. Quase todas as crianças entre os três e os seis anos de idade têm interesse em contar objectos e comparar quantidades, o que leva ao aparecimento espontâneo deste tema.

O progresso neste domínio, o "como e quando", é decido por vários factores, tais como: as características das crianças e o sentido de oportunidade da educadora, tirando proveito das situações que são vividas diariamente no jardim de infância.

Tendo em consideração todas as referências anteriormente efectuadas, relativas à caracterização da população da nossa amostra, em que cada grupo etário foi seleccionado de uma forma aleatória, os critérios de homogeneidade foram: a sala e o número de anos de frequência no jardim de infância, a idade e o sexo; consideramos ainda o nível sócio-económico como um critério adicional. O estudo recaiu, assim, em dois grupos de idade cujas médias se situam aproximadamente em: 4 anos e 6 anos (Grupo I e Grupo II, respectivamente).

### **3. Instrumentos**

Os instrumentos que seleccionámos para este trabalho experimental foram construídos tendo em consideração os objectivos base da nossa pesquisa e também em função das áreas de conhecimento que considerámos relevantes para o estudo do processo de aquisição do número pela criança.

Assim, passamos em seguida a descrever cada uma das provas realizadas, a sua constituição, materiais utilizados e procedimentos delineados.

#### 3.1 Prova de Eficiência Intelectual

A prova utilizada pertence a uma bateria de escalas independentes de desenvolvimento intelectual, que abrangem a faixa etária que vai dos três aos onze anos de idade, e que constituem as “Escalas Diferenciais de Eficiência Intelectual”. A escolha desta escala permite uma análise do desenvolvimento intelectual e a comparação dos resultados obtidos em diferentes tipos de actividades cognitivas.

As Escalas de Perron-Borelli são particularmente úteis em casos onde, para além de uma simples estimativa de um nível global ou de um quociente de desenvolvimento, se coloca a questão de um diagnóstico diferencial em relação a formas atípicas de desenvolvimento intelectual.

As escalas podem ser utilizadas separadamente para complementar outros testes, sendo também possível constituir baterias reduzidas de acordo com os problemas das crianças.

A escala que decidimos utilizar é uma escala “categorial”, com o objectivo de salientar um dos aspectos mais relevantes da capacidade cognitiva. Designa-se “actividades de análise categorial” e como é um teste não-verbal, permite evitar a influência da linguagem e avaliar a actividade de abstracção categorial.

Esta prova, consiste em agrupar por classes 27 peças de madeira, que variam em relação à forma, cor e dimensão. Diferentes princípios de agrupamento, com níveis de dificuldade crescente, são utilizados em cada série: identificação da forma e tamanho (cor diferente); identificação de forma e cor (tamanho diferente); identificação de cor e tamanho (forma diferente); identificação de tamanho (forma e cor diferente). O resultado total das pontuações obtidas é transformado em “idade de desenvolvimento” e subsequentemente em “quociente de desenvolvimento”, o que permite traçar um perfil de eficiência intelectual.

Vide Descrição da Prova em Anexo – Pág.111.

### 3.2 Prova de Conservação de Quantidades Descontínuas

A elaboração desta prova teve como modelo a prova clássica de “Conservação de Quantidades Descontínuas” delineada por Jean Piaget.

Na sua teoria de desenvolvimento o autor considera a correspondência termo a termo e a noção de conservação, como dois dos marcos na aquisição e compreensão do número pela criança. Piaget descobriu que as crianças mais novas têm de passar por um período de desenvolvimento antes de conseguirem compreender estas noções, que são básicas para a aquisição do conceito de número.

A prova foi realizada utilizando como material “contas coloridas para enfiamentos” e consistiu nos seguintes procedimentos: foram dados à criança dois copos do mesmo tamanho e foi-lhe pedido que colocasse um certo número de contas nos dois copos (pediu-se expressamente à criança que com uma mão colocasse uma conta vermelha num dos copos e ao mesmo tempo com a outra mão deveria colocar uma conta azul no outro copo, assegurando assim a sua correspondência biunívoca sem ter que as contar). A seguir, deu-se à criança um copo mais estreito e mais alto, no qual as contas de um dos copos foram vertidas, sendo posteriormente, novamente vertidas para um outro copo mais largo e mais baixo. Perguntava-se então à criança se as quantidades permaneciam iguais nas três situações descritas.

Esta prova tem uma estrutura idêntica à prova de “Conservação de Quantidades Contínuas” (líquidos); a diferença é a de que a criança tem a oportunidade de poder verificar (através da contagem das unidades existentes) a igualdade das quantidades que estão a ser usadas.

Vide Descrição da Prova em Anexo – Pág.114.

### 3.3 Prova de Contagem

Segundo Piaget, o número é uma combinação de dois tipos de relações que a criança efectua entre os objectos (através da abstracção reflexiva); um refere-se à ordem e o outro refere-se à inclusão hierárquica. Os educadores observam a tendência comum das crianças em contar objectos, omitindo alguns ou contando o mesmo objecto mais do que uma vez. Esta tendência mostra que as crianças não sentem a necessidade lógica de colocar os objectos numa determinada ordem para se assegurarem que não omitem nenhum, nem contam o mesmo objecto mais do que uma vez. Quando é apresentado à criança um conjunto de objectos, ela só consegue quantificar numericamente o conjunto se puder colocar todos os objectos numa relação única, que combine a ordem e a inclusão hierárquica.

A construção desta prova foi baseada fundamentalmente nos estudos realizados por Gelman e também nos trabalhos efectuados por Meljac.

A prova realizada foi subdividida em dois itens na tentativa de avaliar a capacidade da criança para contar indiferenciadamente e o seu conhecimento dos princípios de contagem. Em primeiro lugar, pediu-se à criança para contar círculos desenhados num cartão; em segundo lugar, dava-se à criança um conjunto de peças “LEGO” e pedia-se para ela colocar em cima da mesa o mesmo número de peças que o pesquisador tinha previamente disposto em cima da mesa.

O desempenho correcto nestas tarefas está dependente da construção de uma infra-estrutura cognitiva do número e da coordenação com a sequência das “palavras-número” aprendidas.

Vide Descrição da Prova em Anexo – Pág.116.

### 3.4 Prova de Representação Gráfica da Quantidade

A estruturação desta prova baseou-se principalmente nos estudos efectuados por Sastre, Moreno e Sinclair, e especialmente por Hughes, aos quais fizemos referência na abordagem teórica.

A identificação do registo gráfico de uma determinada quantidade de objectos permite-nos verificar a utilização espontânea dos grafismos numéricos convencionais em crianças de idade pré-escolar.

Realizámos duas tarefas distintas com o objectivo de melhor clarificar o processo de aquisição do conceito de número, assim como, tentar verificar a provável influência de diferentes situações experimentais.

Deste modo, efectuamos a **Prova A**, na qual era pedido à criança para “pôr no papel o número de objectos que estavam em cima da mesa”, e a **Prova B**, na qual se apresentavam cartões com várias representações possíveis da quantidade dos objectos presentes e pedíamos à criança para escolher aquela que melhor

representava essa quantidade. Assim, a primeira prova é uma tarefa de realização (a criança tem que representar no papel o número de objectos que é mostrado) e a segunda envolve descodificação (seleccionar apenas o cartão de resposta que considera correcto ou com uma representação mais adequada).

Vide Descrição da Prova em Anexo – Pág.118.

Outro factor que tivemos em consideração relaciona-se com os cardinais dos conjuntos de objectos, que considerámos que não deveriam ser muito grandes, porque possivelmente poderia dificultar a contagem, nem muito pequenos porque poderiam ser facilmente percebidos; centramos particularmente o nosso interesse no “tipo” de resposta dada e na contagem precedente, correcta ou incorrecta, dos elementos dos conjuntos.

Incluimos, no entanto, a variável “quantidade de elementos a enumerar”; assim, as primeiras tarefas das duas Provas (A e B) foram realizadas com quantidades pequenas e as tarefas seguintes envolveram quantidades maiores. Isto não invalida, o que se referiu anteriormente, pois todas as quantidades consideradas foram inferiores a 10 elementos.

Deste modo, e de acordo com a diferenciação descrita por Piaget, utilizámos nestas provas “números preceptivos” e “números elementares”. Os números preceptivos são números pequenos, até cinco, podendo ser distinguidos pela percepção, sem requerer necessariamente estruturas lógico-matemáticas (até algumas aves podem

ser treinadas a distinguir entre "00" e "000"; mas é impossível distinguir entre "0000000" e "00000000" apenas através da percepção). Os números pequenos maiores do que cinco são designados por números elementares.

Este facto permite-nos estudar a possível influencia dos cardinais dos conjuntos no tipo de representação gráfica seleccionada pela criança.

Em qualquer das provas anteriormente descritas, apenas foi utilizado papel e lápis como material para efectuar o registo das respostas dadas pelas crianças. Cada criança realizou individualmente numa sessão as diferentes provas, no mesmo local (uma sala disponível na área de actividades de tempos livres), estando apenas presentes a criança e o investigador.

## 4. Situação Empírica

No sentido de efectuar a nossa pesquisa e com base nas hipóteses referidas, procuramos recolher dados que pudessem contribuir para uma melhor compreensão deste tema, e, nesse sentido, seleccionámos os instrumentos anteriormente descritos para:

### ❖ **Eficiência Intelectual**

Avaliar de uma forma simples, mas esclarecedora, o nível de desenvolvimento cognitivo da criança, para podermos situá-la relativamente ao nível médio dos sujeitos pertencentes à mesma faixa etária. Isto permite-nos verificar a homogeneidade de cada um dos grupos, em relação à capacidade intelectual dos seus elementos; também nos permite analisar a relação entre os resultados obtidos (nível de desenvolvimento, superior ou inferior, relativamente à média dos resultados) e o desempenho alcançado noutros domínios de conhecimento.

### ❖ **Conservação da Quantidade**

Conservar o número implica pensar que a quantidade continua a ser igual mesmo quando a disposição espacial dos objectos é modificada.

Procuramos classificar os níveis de desenvolvimento em que se situam os sujeitos da nossa amostra, usando como ponto de referência os três estádios propostos por Piaget, para a aquisição desta noção:

- *Não-Conservante* - A criança não efectua a igualdade dos conjuntos, nem a conserva;
- *Semi-Conservante* - A criança consegue estabelecer a igualdade numérica dos dois conjuntos, mas não a conserva;
- *Conservante* - A criança estabelece e conserva a igualdade numérica dos dois conjuntos.

Com base nesta perspectiva, a prova que realizamos consistiu basicamente em verificar a igualdade entre dois conjuntos equivalentes, mas com configurações diferentes.

### ❖ **Contagem**

Com esta prova pretendemos verificar o domínio dos princípios de contagem, os quais são essenciais para a realização correcta das actividades matemáticas:

- cada objecto deve ser contado apenas uma vez;
- os objectos devem ser ordenados em sequência, separando os objectos que já foram contados dos que ainda não foram;
- a sua enumeração deve seguir uma ordem fixa e consistente;
- e, o último objecto contado é o símbolo da quantidade de elementos do conjunto.

Assim, procuramos comparar o aparente conhecimento dos princípios de contagem e a sua operacionalização para resolver problemas práticos (conhecimento real); tentando analisar, em especial nas crianças mais novas, a "décalage" existente entre a memorização das sequências numéricas e a sua utilização nas tarefas propostas.

### ❖ **Representação Gráfica da Quantidade**

Embora tivéssemos delineado duas situações experimentais distintas (Prova A – Registo da Representação Gráfica; e, Prova B – Descodificação do Registo da Representação Gráfica), ambas tinham como objectivo verificar qual o tipo de notação que a criança escolhe para representar a quantidade de objectos presentes, tendo em consideração as várias formas de notação gráfica do conceito de número.

Na recolha de dados efectuada, procuramos manter sempre as mesmas condições experimentais para todas as crianças dos dois grupos e obter elementos que nos elucidassem relativamente ao modo como o conhecimento conceptual numérico e de contagem da criança, se combina com o seu conhecimento da representação gráfica da quantidade.

## **5. Análise e Descodificação dos Dados**

### **5.1 Tratamento dos Dados**

Após terem sido realizadas todas as provas delineadas para a nossa pesquisa, procedemos ao registo sistemático de todas as respostas dadas pelas crianças, criando para esse efeito grelhas para a transcrição padronizada dos resultados obtidos.

No sentido de possibilitar a sistematização de todos os dados, foi necessário proceder a uma análise de conteúdo detalhada de todo o material recolhido, que nos permitiu definir uma serie de codificações que correspondem directamente a determinadas "respostas padrão" identificadas; estas codificações foram por vezes agrupadas de acordo com "classificações mais extensas".

Passamos em seguida, a descrever detalhadamente a codificação e categorização que definimos em função das diferentes provas realizadas na nossa pesquisa.

#### **5.1.1 Prova de Eficiência Intelectual**

Tendo como um dos objectivos a análise do desenvolvimento intelectual, é particularmente útil efectuar uma estimativa do nível global obtido e determinar o quociente de desenvolvimento.

O registo dos resultados desta prova foi efectuada de acordo com as indicações dadas no "manual de utilização" do teste de Perron-Borelli.

Para cada uma das quatro séries há uma notação em seis pontos (uma pontuação de seis corresponde ao sucesso imediato e completo da série, sucesso nos três primeiros itens; nos outros casos, é contado um ponto para cada item bem sucedido, a partir do momento em que não há mais nenhum insucesso). Quando se obtêm três sucessos, embora dispersos, atribui-se globalmente um ponto para a série.

Seguidamente, as pontuações obtidas nas séries aplicadas são totalizadas, sendo a pontuação máxima: 24 pontos. Relativamente à prova final, são dados três pontos pelo sucesso em dois itens do mesmo princípio, um ponto pelo sucesso num só item e menos um ponto pelo insucesso nos dois itens. As pontuações obtidas são depois adicionadas, tendo em consideração apenas os itens efectivamente propostos (que correspondem às séries adquiridas). No caso de um resultado total negativo, a pontuação dada é zero.

O resultado global da escala é obtido totalizando as pontuações das séries e a pontuação da prova final (pontuação máxima: 36). Quando a prova final não é aplicada, por não ter havido êxito em pelo menos duas séries, a pontuação das séries constitui a pontuação global.

As pontuações obtidas nas séries, ou no global, são transformadas em "idade de desenvolvimento" através de uma tabela de resultados padrão, fornecida com o material do teste. Em seguida, o "quociente de desenvolvimento" (QD) é calculado

dividindo a idade de desenvolvimento obtida pela "idade real" da criança. A pontuação obtida desta forma, corresponde ao quociente de desenvolvimento da criança, podendo ser situada em "percentis" inferiores, médios ou superiores, relativamente aos níveis alcançados com as pontuações obtidas, em função da sua faixa etária.

### 5.1.2 Prova de Conservação

Esta prova permitiu-nos estudar a relação entre a conservação da quantidade e o desenvolvimento da correspondência biunívoca e recíproca, que constitui, segundo Piaget (1964) um dos suportes para a conservação do número. A prova que realizámos possibilitava que a criança efectuasse uma avaliação global dos conjuntos que estavam presentes, e ao mesmo tempo deu-lhe a possibilidade de enumerar os seus elementos.

Deste modo, os conjuntos de contas colocados em diferentes copos deu origem a avaliações em função do nível e largura atingido, mas por outro lado, tendo em consideração as contas uma a uma, as operações de correspondência termo a termo eram permitidas.

Os resultados obtidos parecem demonstrar que as quantidades não são inicialmente consideradas como constantes, mas a sua conservação emerge, particularmente nas crianças com cinco/seis anos de idade. Pela análise das respostas dadas às várias

questões efectuadas, é possível distinguir três estádios sucessivos, que de acordo com Piaget, corresponderam aos níveis seguintes:

- *Não-Conservante* – a criança acredita em mudanças na quantidade global, assim que o conjunto é mudado de um recipiente para outro com forma diferente e que o colar feito com as contas não será do mesmo comprimento. As quantidades são avaliadas em função das relações preceptivas (o nível atingido no recipiente) e os julgamentos são contraditórios, não existindo qualquer critério de conservação;
- *Semi-Conservante* – a criança é levada a acreditar na conservação, ou pela igualdade (do nível) das duas series que foram previamente colocadas em dois copos idênticos, ou porque foram colocadas através de uma correspondência biunívoca e recíproca. Esta tendência para a conservação está, no entanto, em conflito com a aparência contraditória, ou seja, com a diferença de nível das contas nos copos. Assim, a criança consegue estabelecer a conservação no caso de uma mudança menos perceptível, mas já não consegue percebê-la no caso de existir uma transformação mais notória.
- *Conservante* – a criança não precisa de reflectir para verificar a conservação das quantidades totais, não estando condicionada pelos factores preceptivos que anteriormente influenciavam os seus julgamentos. Assim, a criança consegue compreender as diferenças de altura e largura dos copos e efectua uma identificação global das quantidades, descobrindo a sua invariabilidade.

A atribuição dos níveis de conservação, foi directamente relacionada com o sucesso ou o insucesso na resposta a cada uma das questões da prova. Deste modo, e considerando como resposta correcta a que se refere à igualdade das quantidades mostradas, definimos a seguinte classificação:

- *Não-Conservante* - nenhuma resposta correcta ou apenas uma;
- *Semi-Conservante* - respostas correctas a pelo menos duas questões;
- *Conservante* - respostas correctas a todas as questões (quatro).

### 5.1.3 Prova de Contagem

Aprender a contar pode ser considerado como uma tarefa de indução. A maioria das experiências que a criança vivencia derivam da observação que faz das outras pessoas a contar. Desta forma, a criança tem de deduzir quais os procedimentos necessários para contar correctamente. Um dos factores essenciais para uma contagem correcta é o de que só uma palavra-número é atribuída a cada objecto. Outros factores estão, no entanto, tradicionalmente presentes: os objectos adjacentes são contados consecutivamente, a contagem começa de uma ponta para a outra, e não no meio da fila, e cada objecto é indicado apenas uma vez.

Na realização desta prova, conseguimos determinar quais destes factores as crianças usaram para contar correctamente. Identificámos, basicamente, três níveis

de contagem nas respostas ao item em que era pedido à criança para contar os círculos desenhados num pedaço de cartolina:

- *Contagem incorrecta* – cometem erros na contagem: quebrando a correspondência palavra/objecto; omitindo palavras-número, mas indicando os objectos; saltando objectos, não indicando nem nomeando qualquer palavra-número; ou, contando o mesmo objecto duas vezes;
- *Contagem sequencial* – contam correctamente, mas de uma forma invulgar, atribuindo uma palavra-número a cada objecto, cumprindo assim a regra da correspondência palavra/objecto, mas quebrando outros princípios de contagem não essenciais, por exemplo, a sequência numérica;
- *Contagem convencional* – contam de forma correcta; as crianças efectuem a contagem de um modo consistente, demonstrando a aquisição dos procedimentos de contagem, nomeadamente os princípios da: ordem estável, abstracção, correspondência termo a termo, não pertinência da ordem, e, cardinalidade.

Relativamente ao segundo item da nossa prova de contagem (no qual se pedia à criança para colocar em cima da mesa, o mesmo número de peças de LEGO que o pesquisador tinha previamente colocado) as respostas revelaram, tal como demonstraram os estudos efectuados por Meljac (1979), que as crianças com idades inferiores a sete anos, que já sabem contar, não escolhem usar esta competência quando lhes é pedido para colocarem a mesma quantidade de objectos que os apresentados pelo investigador. Assim concluímos que, as crianças não utilizam a

contagem como um instrumento fiável para resolver o problema. A análise do tipo de respostas obtidas foi classificada em quatro categorias, em função da estratégia usada pela criança:

- *0*: a criança não consegue satisfazer o pedido do adulto;
- *I*: a criança efectua uma estimativa visual e/ou copia grosseiramente a configuração espacial do modelo;
- *II*: a criança efectua uma correspondência termo a termo com os elementos do modelo, sem os ter previamente contado;
- *III*: a criança conta primeiro o número de elementos do modelo e só depois é que o reproduz.

Deste modo, e em comparação com os resultados dos problemas anteriores, verificamos que apesar de as crianças saberem recitar os números numa sequência correcta, elas não escolhem necessariamente essa capacidade como um meio para resolver a tarefa, pois os procedimentos mais usados foram: copiar a configuração espacial e a correspondência termo a termo entre os objectos dos dois conjuntos.

Assim, a contagem só será o instrumento mais usado e fiável, quando a criança tiver construído a estrutura cognitiva do conceito de número e assimilado as palavras-número a essa estrutura.

#### 5.1.4 Provas de Representação Gráfica da Quantidade

A representação gráfica da quantidade, para quantidades inferiores a dez elementos, constitui uma tarefa de aprendizagem que tem início na nossa escola a

partir dos seis anos de idade. Mas, contar objectos e representar graficamente os elementos que acabaram de contar, é uma actividade que as crianças são capazes de efectuar desde uma idade muito precoce.

### ❖ Prova A : Registo da Representação Gráfica da Quantidade

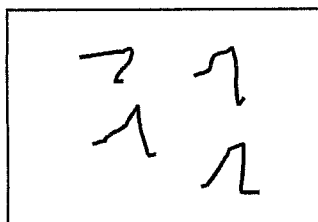
De acordo com o nosso desenho experimental (referido na descrição da metodologia) o estudo exploratório que efectuámos, permitiu-nos nesta prova (em que a criança tinha que representar no papel o número de cubos que estavam em cima da mesa) obter produções de crianças que consistiram em representações gráficas da quantidade de vários tipos, e, em que a quantidade foi expressa sob as mais diversas formas.

As notações gráficas que pudemos diferenciar nas produções obtidas foram classificadas em função dos seguintes tipos:

#### – *Tipo I – Representação global da quantidade*

Este tipo de notação consiste em fazer desenhos independentes, mas em correspondência biunívoca com o número de elementos que queriam enumerar; não tendo aparentemente nenhuma relação com os objectos, mas podendo ser considerada uma expressão não equivocada da quantidade.

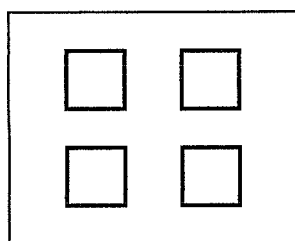
Ex.: 4 Cubos



– **Tipo II – Representação do objecto**

Consiste numa tentativa de representar o tipo de objecto, a sua natureza e forma; os desenhos consistem numa cópia da realidade e expressam também a quantidade de objectos presentes.

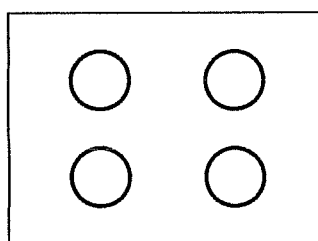
Ex.: 4 Cubos



– **Tipo III – Correspondência com não-numerais**

Neste caso, cada objecto é representado por um símbolo gráfico abstracto, consistindo em desenhos mais ou menos esquemáticos, em correspondência biunívoca com a quantidade de elementos que pretendiam enumerar.

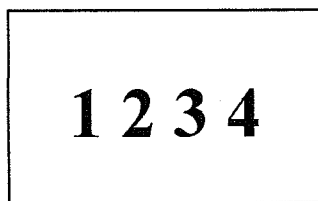
Ex.: 4 Cubos



– **Tipo IV – Correspondência com algarismos**

A expressão da quantidade consiste na representação de cada objecto através de um símbolo gráfico; apresentando tantos desenhos quanto o número de elementos, mas a esquematização é feita com algarismos. Os números aprendidos são utilizados para registar a contagem, mas cada algarismo tem a função de representar um elemento.

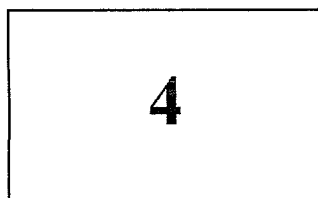
Ex.: 4 Cubos



– **Tipo V – Valor cardinal do conjunto**

O valor cardinal é representado por um número escrito; caracterizado pela utilização do algarismo correcto para representar a quantidade de elementos presente.

Ex.: 4 Cubos

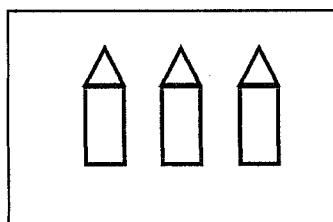


❖ **Prova B : Descodificação do Registo da Representação da Quantidade**

Nesta prova, em que utilizámos modelos básicos com diferentes "tipos de registo" do número de cubos que estavam em cima da mesa, a representação gráfica da quantidade dos elementos presentes foi efectuada de acordo com a escolha de determinado tipo de notação gráfica, em função dos cartões-resposta criados para esta tarefa. Assim, o valor cardinal dos conjuntos de objectos foi expresso das seguintes formas:

– **I – Desenhos Figurativos (lápiz)**

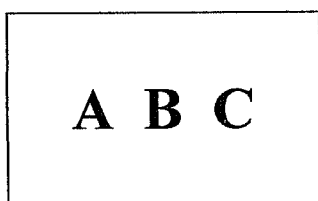
Ex.:



– **II – Representação Alfabética** (letras)

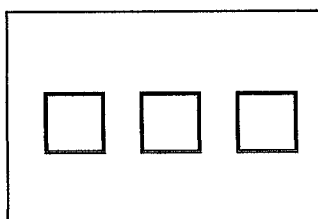
Embora não tivessem sido efectuados registos deste tipo no estudo exploratório, introduzimos este tipo de notação gráfica, com o objectivo de verificar a diferenciação que as crianças fazem entre “letras” e “números”.

Ex.:



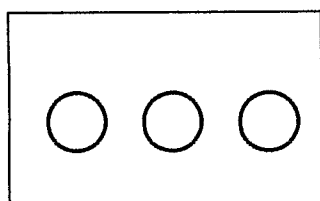
– **III – Desenho dos Objectos** (cubos)

Ex.:



– **IV – Representação Esquemática** (círculos)

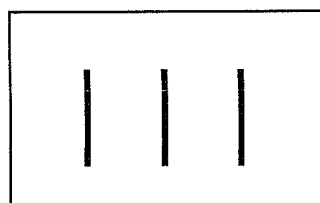
Ex.:



– **V – Representação Esquemática** (linhas)

Este tipo de notação reforça o princípio da correspondência termo a termo, sendo ao mesmo tempo um dos métodos mais antigos de representar a quantidade.

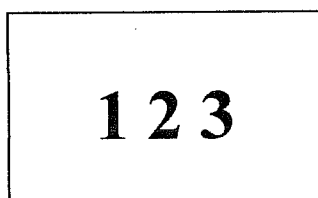
Ex.:



– *VI – Algarismos Escritos* (numerais)

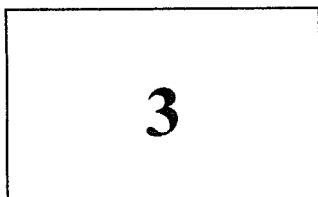
Escrever tantos algarismos quanto os objectos a serem representados, tendo assim cada número a função de representar biunivocamente um elemento; a criança assimila a representação gráfica convencional ao seu próprio sistema representativo.

Ex.:



– *VII – Representação Numérica* (número)

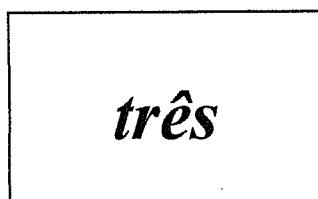
Ex.:



– *VIII – Conceito Escrito* (palavra)

Este tipo de representação foi introduzida com a intenção de, por um lado, se poder verificar a diferenciação entre “letras” e “números”, e por outro, a generalização da aquisição do conceito numérico.

Ex.:



A classificação dos resultados destas duas provas, consistiu na atribuição de determinada categoria de notação gráfica, a qual é um resultado directo do tipo de representação gráfica da quantidade efectuada pela criança (**Prova A**) ou por ela escolhida, através da selecção de um cartão-resposta (**Prova B**).

Devemos ainda mencionar que, embora tenham sido consideradas as respostas adequadas e as contagens (correctas ou incorrectas) do número de elementos (objectos presentes) dos conjuntos durante as provas, o nosso interesse incidiu especificamente no “tipo de notação gráfica” realizado ou seleccionado pela criança, e, conseqüentemente, na justificação dada para a sua preferência. Nas questões que foram colocadas à criança (o porquê) depois da realização de cada tarefa, procuramos recolher informações sobre os critérios subjacentes para a representação gráfica efectuada ou para a selecção de determinado tipo de representação da quantidade.

Após a realização das provas, foi efectuada uma “análise de conteúdo” das justificações dadas; desta análise surgiram vários tipos de resposta, as quais categorizamos, dando origem aos seguintes critérios:

– *Critério Pessoal*

Este critério consistiu, basicamente numa justificação subjectiva para o tipo de estratégias usadas, não sendo explicito relativamente a qualquer característica da notação gráfica.

Ex.: “*Porque...é / sim*” ou “*Porque eu quero / gosto*”.

– ***Critério Figurativo***

Neste caso a criança justifica a sua escolha, referindo a semelhança da representação com os objectos presentes, na realidade.

Ex.: *“Porque são mesmo os cubos”*.

– ***Critério Gráfico***

Como justificação para este tipo de resposta, a criança refere a existência de uma notação com símbolos gráficos convencionais.

Ex.: *“Porque são letras”* ou *“Porque tem números”*.

– ***Critério Conceptual***

Além de referir o sistema convencional, é também feita referência à representação do próprio conceito numérico.

Ex.: *“Porque é mesmo o número escrito”*.

– ***Critério Quantitativo***

A escolha de um determinado tipo de registo é justificada pela quantidade de “grafismos” ou “símbolos” existentes na representação gráfica.

Ex.: *“Porque são cinco”* ou *“Porque aqui tem cinco”*.

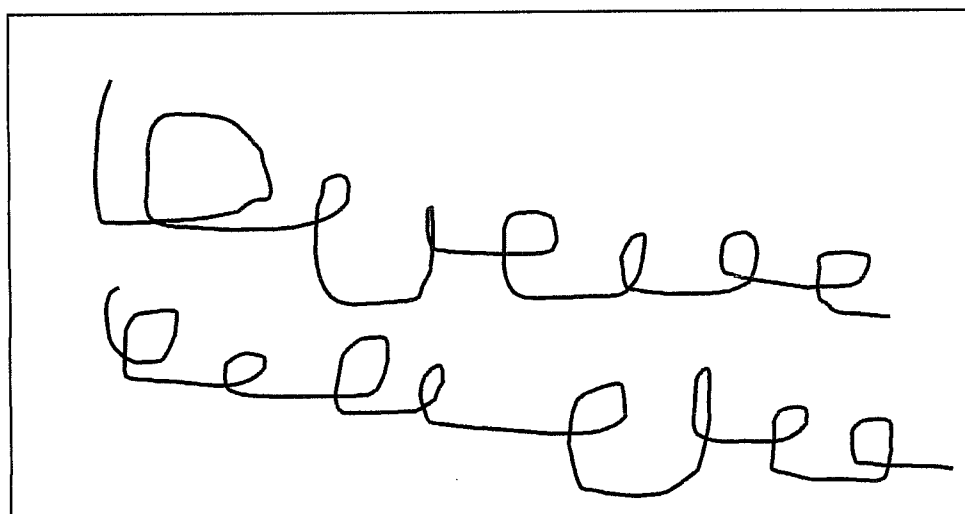
Estes foram os tipos de critério que categorizamos em função da análise das respostas obtidas, devemos no entanto referir a existência de algumas justificações específicas (as quais foram tidas em consideração no registo dos resultados), pois houve algumas crianças que associaram dois destes critérios para explicarem as suas produções ou justificarem as escolhas efectuadas.

Após uma análise detalhada dos dados, e, tendo em consideração tanto os registos gráficos para representar a quantidade efectuados pelas crianças, como as representações gráficas dos cartões-resposta, estes foram agrupados, de acordo com Hughes (1986) em quatro grandes categorias. Assim, temos:

– *Respostas Idiossincráticas*

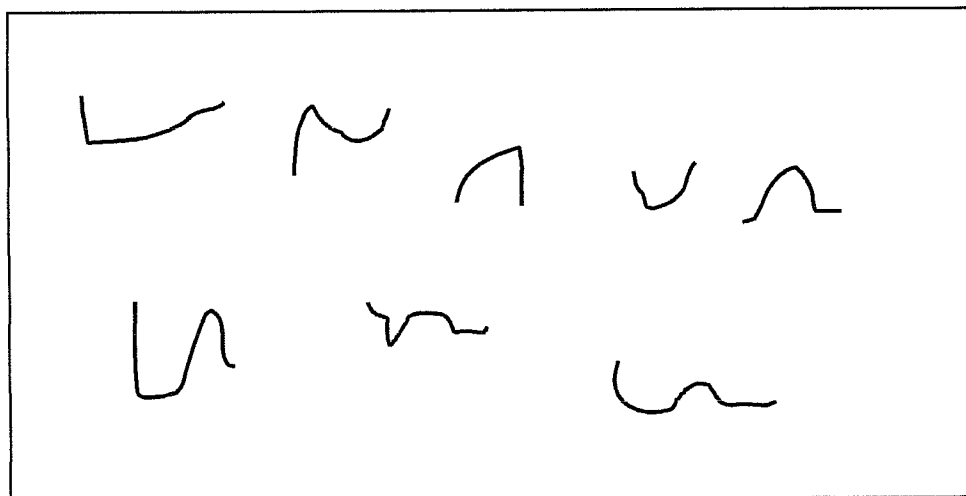
Esta classificação foi atribuída quando não era possível descobrir qualquer regularidade nas representações das crianças que pudessem estar relacionadas com o número de objectos presente.

Ex.:



Augusto / 4 anos

Ex.:

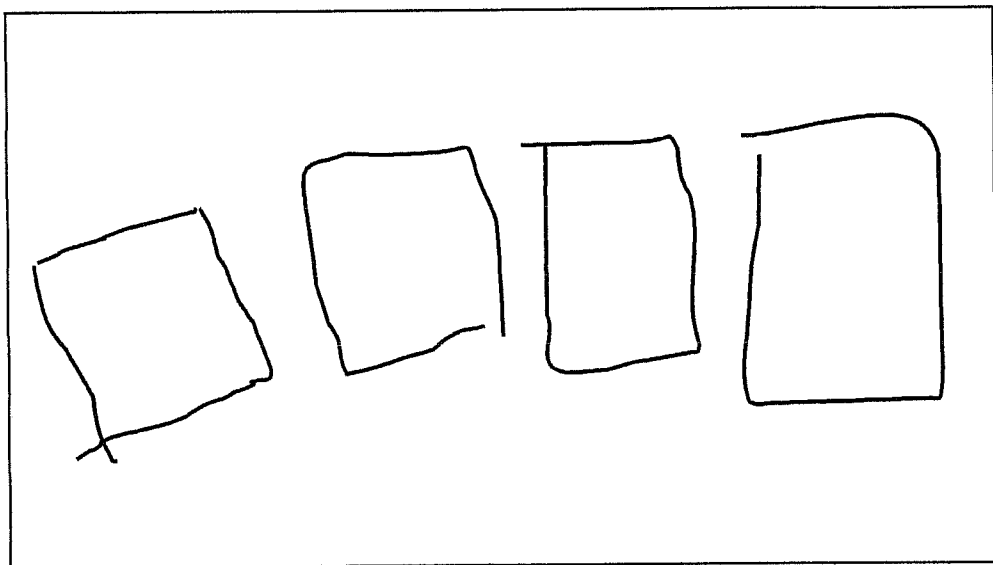


Célia / 3 anos

– *Respostas Pictográficas*

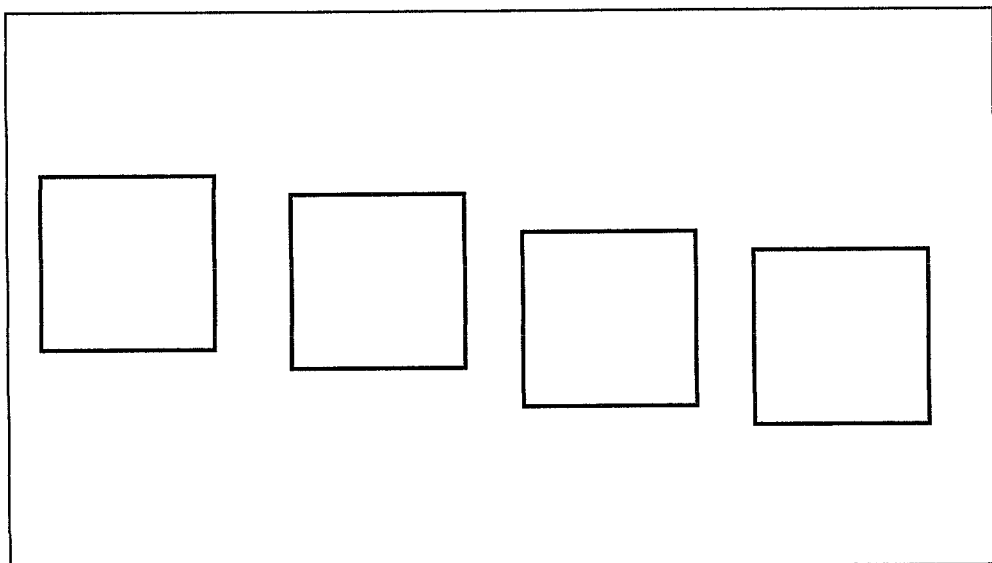
Os critérios utilizados neste caso, foram baseados no facto de a criança tentar representar alguma coisa que fosse idêntica aos objectos que ela tinha à sua frente, assim como a quantidade de objectos presente (desenhando “à vista” ou realizando o contorno dos objectos sobre o papel).

Ex.:



Catarina / 4 anos

Ex.:

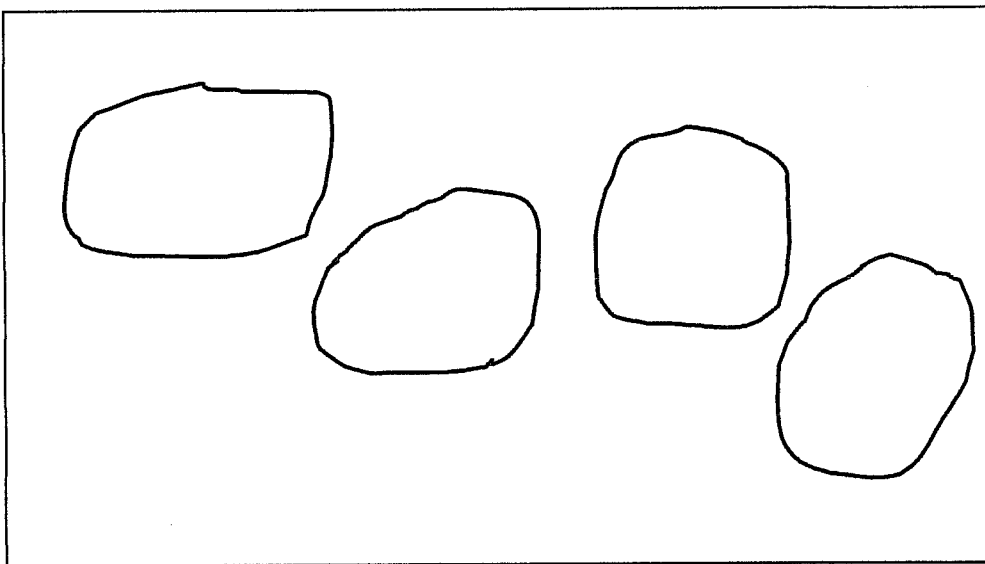


Carla / 5 anos

– *Respostas Icônicas*

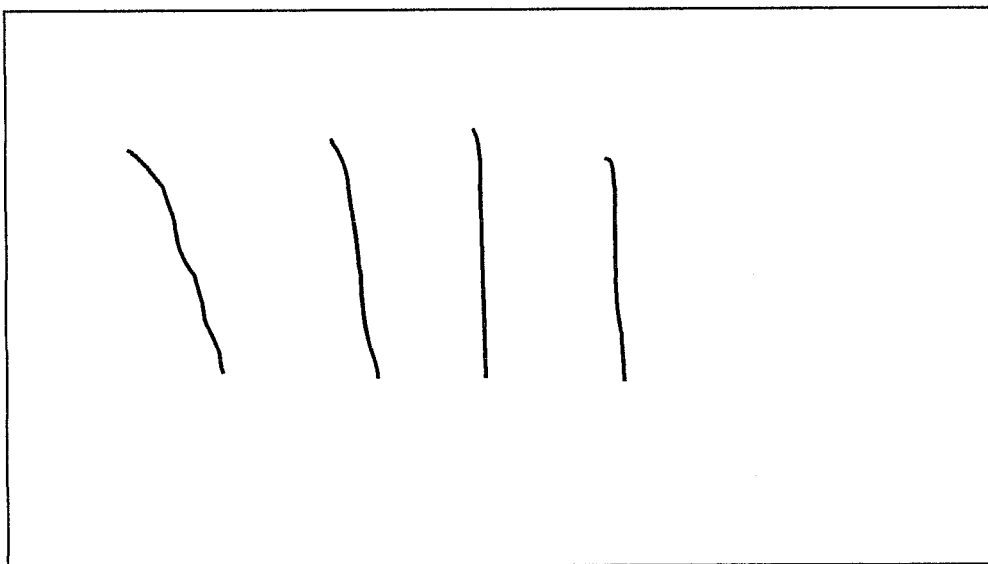
Tal como observámos nas repostas pictográficas, estas repostas são baseadas na correspondência termo a termo, mas neste caso a criança utiliza um sistema no qual cada “signo” (da sua própria autoria) representa um objecto; geralmente, estas repostas tinham a forma de linhas simples, e ocasionalmente a criança desenhava outro tipo de formas.

Ex.:



Ana Isabel / 4 anos

Ex.:

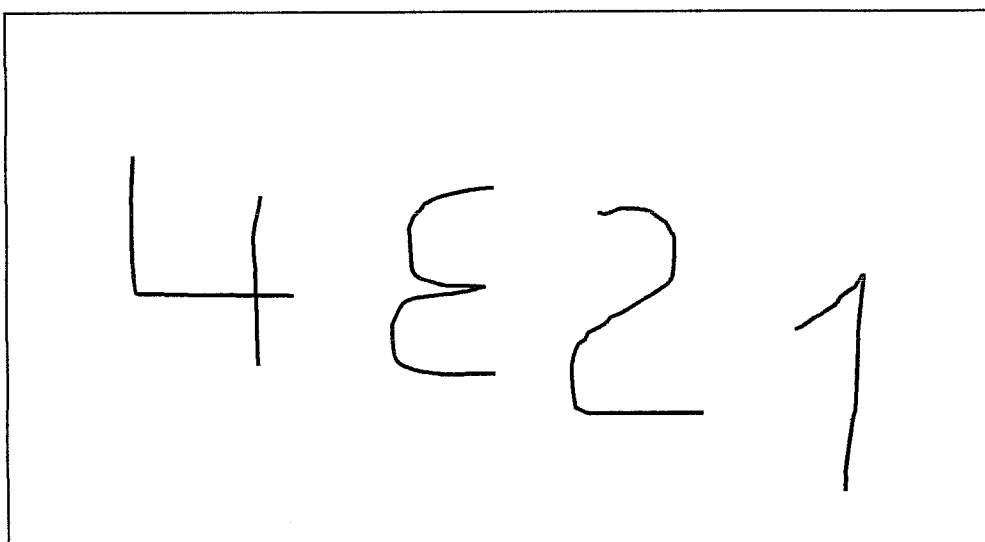


Filipe / 3 anos

– *Respostas Simbólicas*

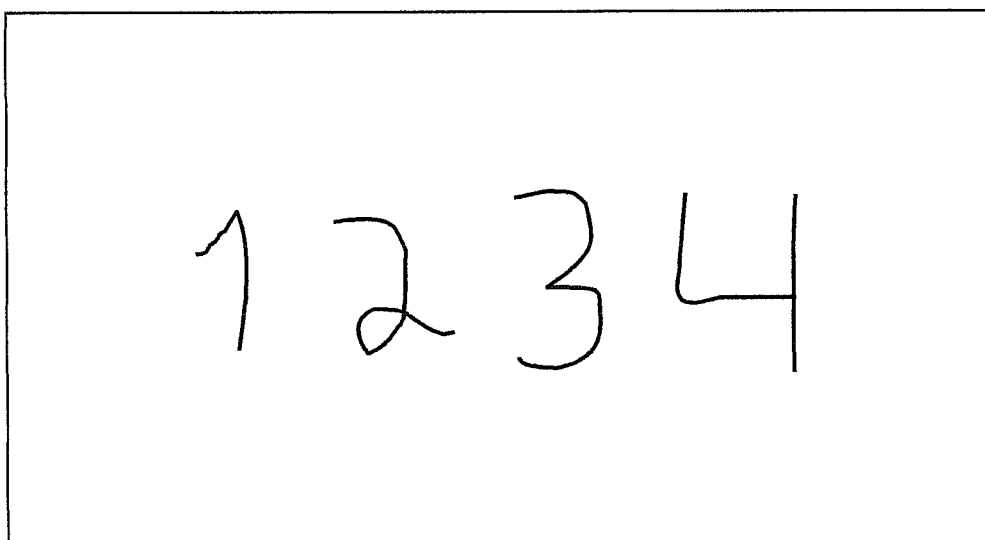
Neste caso, as crianças utilizam símbolos convencionais para representar a quantidade; normalmente, as crianças escrevem os algarismos, contudo, apenas algumas delas representam a quantidade, considerando o valor inclusivo do número e o símbolo gráfico que representa.

Ex.:



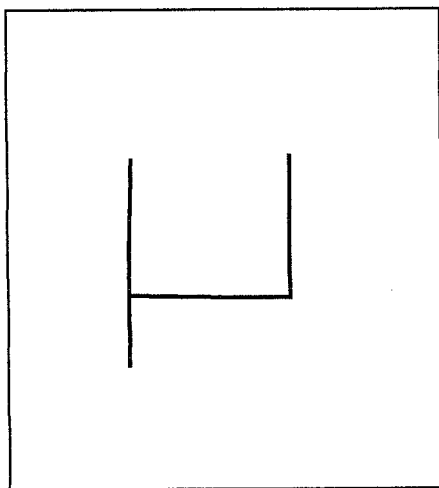
Filipa / 6 anos

Ex.:

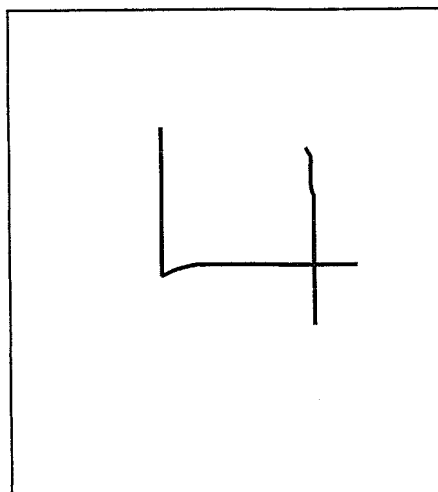


David José / 6 anos

Ex.:



Tiago / 6 anos



Ana Rita / 6 anos

Após a codificação de todas as respostas, relativas às várias provas realizadas neste estudo, procedemos a uma análise da frequência dos tipos de resposta, assim como das notações gráficas seleccionadas.

### 5.1.5 Tratamento Estatístico dos Dados

Considerando a dimensão relativamente reduzida da nossa amostra, decidimos recorrer a uma análise estatística meramente descritiva. Assim, comparamos as percentagens das diversas “categorias” de resposta, o que nos permitiu analisar os dados obtidos relativamente aos dois grupos etários, em cada uma das provas realizadas.

Procedemos ainda, a uma análise transversal, com o objectivo de efectuar um estudo mais pormenorizado das respostas das crianças e estabelecer perfis-tipo, tendo em consideração a sua faixa etária.

## 5.2 Apresentação dos Resultados

Os resultados foram analisados no sentido de caracterizar a evolução da construção das primeiras noções matemáticas, nomeadamente em relação ao conhecimento e apropriação do conceito de número.

A análise foi realizada a partir da leitura dos protocolos de resolução das diferentes provas efectuadas, tendo sido construídas grelhas para tipificar as respostas das crianças, de acordo com os critérios anteriormente definidos. Isto permitiu-nos efectuar um estudo detalhado das respostas, em função do desempenho das crianças, relativamente ao nível de conservação, conhecimento dos princípios de contagem e tipo de notação gráfica (produzida ou seleccionada) para representar a quantidade.

A comparação entre os dois grupos de idade (análise inter-grupo) focaliza as diferenças de resultados entre eles, reflectindo o tipo de desempenho mais e menos frequente em cada um dos grupos; assim como, a análise dos perfis de resposta típicos em cada um dos grupos (análise intra-grupo) face às diferentes situações experimentais do nosso estudo.

Apresentamos, em seguida, os resultados obtidos pelos dois grupos da nossa amostra em cada uma das provas efectuadas.

### 5.2.1 Prova de Eficiência Intelectual

A avaliação global em termos de idade de desenvolvimento e capacidades operatórias das crianças dos dois grupos da nossa amostra, permite-nos situá-las em função do “quociente de desenvolvimento” obtido, em três níveis relativamente à sua faixa etária.

Tabela 1: Frequência de crianças em cada “nível de desenvolvimento” nos dois grupos etários.

TABELA 1 Grupo Etário	Quociente de Desenvolvimento		
	70-90	90-110	110-130
4 anos	25%	65%	10%
6 anos	25%	40%	35%

A análise dos resultados desta prova, demonstrou que as crianças dos dois grupos obtiveram pontuações que as distribuem de forma quase equitativa, no que diz respeito ao seu nível de desenvolvimento cognitivo. Assim, a maior percentagem de crianças dos dois grupos (75%) obtiveram resultados que as situam na média ou acima da média para a sua faixa etária.

- No Grupo I (4 anos), a maioria das crianças (65%) obteve resultados que as situa na média da sua faixa etária;
- No Grupo II (6 anos) não há diferença significativa entre o número de crianças que obtêm resultados na média (40%) ou acima da média (35%) para a sua faixa etária;
- Verificou-se que relativamente ao nível “abaixo da média”, a percentagem é idêntica (25%) para os dois grupos etários.

- A maior diferença registada entre os dois grupos, corresponde ao nível “acima da média”, visto uma percentagem considerável (35%) de crianças do Grupo II (6 anos) terem obtido pontuações que as colocarem neste nível; este resultado poderá, na nossa opinião, ser justificado pelo facto destas crianças já frequentarem o jardim de infância pelo terceiro ano consecutivo e por isso terem efectuado aprendizagens neste domínio (uma das actividades que realizam na área da matemática relaciona-se com a exploração de formas diversas, nomeadamente a identificação e classificação de círculos, quadrados e triângulos).

Deste modo, podemos considerar que as crianças dos dois grupos da nossa amostra se encontram nos padrões ditos “normais” de desenvolvimento, pelo que poderemos afirmar que este factor não irá influenciar directamente os resultados obtidos nas outras provas realizadas, cujos desempenhos poderiam ser eventualmente atribuídos a diferentes competências cognitivas.

### 5.2.2 Prova de Conservação de Quantidades Descontínuas

A análise dos resultados, permitiu-nos verificar se as crianças já eram capazes de raciocinar mediante deduções e com regras lógicas, no que diz respeito à conservação da quantidade (reversibilidade operatória), ou se ainda eram influenciadas pelas transformações perceptivas ocorridas, traduzindo as suas respostas ausência de conservação.

Tabela 2. Frequência de crianças a nível “conservante”, “semi-conservante” e “não-conservante”

TABELA 2	Níveis de Conservação		
	Grupo Etário	Não-Conserv.	Semi-Conserv.
4 anos	47%	53%	0%
6 anos	27%	40%	33%

Os resultados globais obtidos nesta prova revelaram, e em consonância com outros estudos efectuados neste âmbito, que as crianças mais novas (4 anos) ainda não assimilaram a noção de conservação da quantidade, o que já se verifica numa percentagem significativa das crianças mais velhas (6 anos).

- No Grupo I (4 anos), as crianças deram respostas que se situam ao nível não-conservante (47%) ou semi-conservante (53%); não havendo nenhuma criança (0%) ao nível conservante nesta faixa etária;
- No Grupo II (6 anos), verifica-se já uma percentagem considerável de crianças ao nível conservante (33%), no entanto a maior frequência de resultados situa-se ainda aos níveis semi-conservante (40%) e não-conservante (27%); havendo uma distribuição equilibrada entre os três níveis;
- Comparativamente em relação aos resultados dos dois grupos etários, existe uma diferença significativa nas percentagens obtidas aos níveis conservante e não-conservante, o que não se verifica em relação ao nível semi-conservante.

*Vide Ilustração destes resultados na Fig. 1*

Poderemos assim, concluir que existe uma evolução entre as idades estudadas, pois verificámos um decréscimo progressivo no número de crianças “não-conservantes” e um acréscimo do número de crianças que atingiram o nível “conservante”, em função das respectivas faixas etárias.

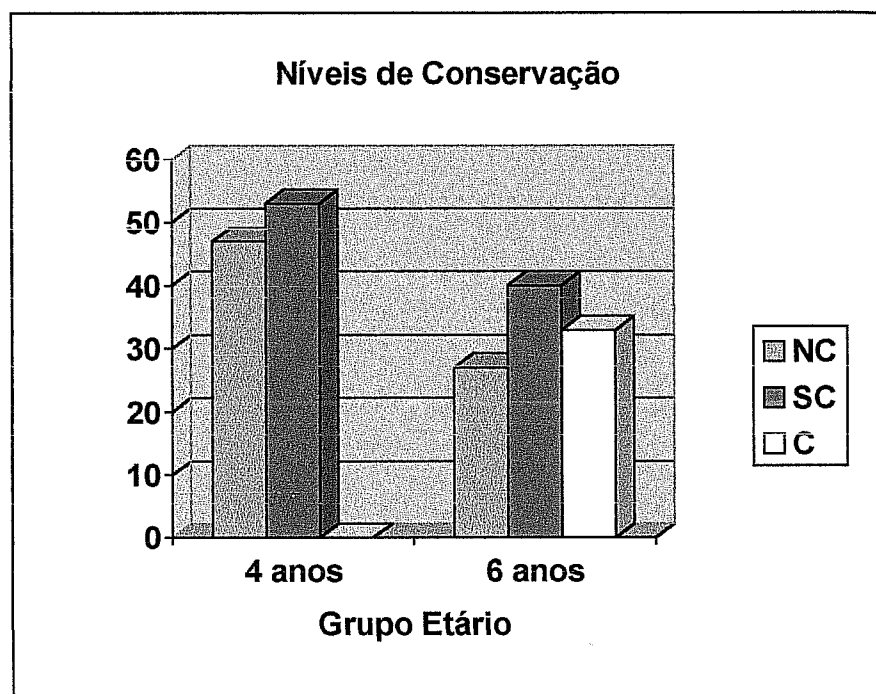


Fig. 1 – Distribuição das crianças de acordo com a faixa etária pelos níveis de conservação: Não-Conservante (NC), Semi-Conservante (SC) e Conservante (C)

### 5.2.3 Prova de Contagem

O desempenho das crianças nesta prova, permite verificar a aquisição de diferentes competências, entre as quais, a apropriação da sequência numérica e dos procedimentos de contagem (**ordem estável**: saber a sequência numérica convencional; **abstracção**: distinguir os objectos já contados dos ainda não contados; **correspondência termo a termo**: associar a cada objecto a quantificar

uma palavra-número; **não pertinência da ordem**: o cardinal do conjunto é independente da ordem em que os elementos foram contados; **cardinalidade**: o último número referido na sequência numérica corresponde ao cardinal do conjunto).

Tabela 3. Frequência de crianças por “tipo de resposta” em relação às suas faixas etárias.

TABELA 3 Grupo Etário	Nível de Contagem			Estratégia de Quantificação			
	a	b	c	0	I	II	III
4 anos	27%	21%	52%	33%	33%	34%	0%
6 anos	20%	0%	80%	0%	26%	14%	66%

**Legenda:**

a – Contagem Incorrecta	0 – Não consegue realizar a tarefa
b – Contagem Sequencial	I – Efectua uma estimativa visual
c – Contagem Convencional	II – Correspondência termo a termo
	III – Contagem correcta dos elementos

Analisando os resultados globais obtidos nas tarefas realizadas nesta prova, salientamos o seguinte:

- No Grupo I (4 anos), cerca de metade das crianças (52%) realizaram contagens adequadas (c), sendo contudo de referir que 13% das crianças neste grupo, apenas contavam correctamente até 5 (por exemplo, 1-2-3-4-5-7-12-14 / 8 elementos);
- No Grupo II (6 anos), a maioria das crianças realizou uma contagem convencional (80%) e nenhuma delas efectuou uma contagem não-standardizada (sequências numéricas incorrectas). Ver Figura 2.

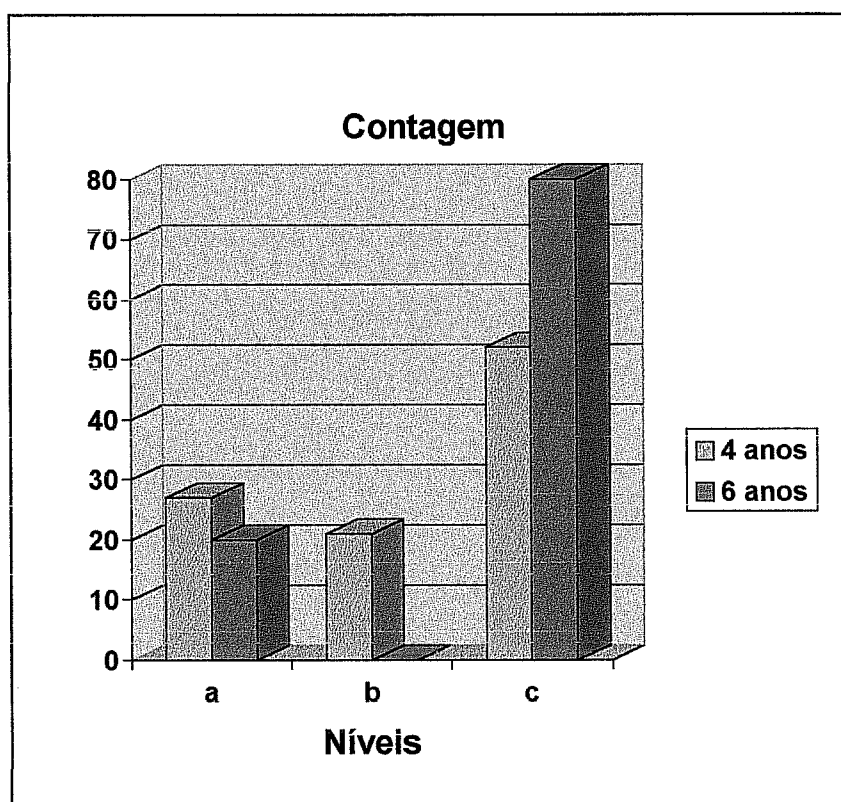


Fig. 2 – Distribuição das crianças em função da faixa etária pelas níveis de contagem: Incorrecta (a), Sequencial (b) e Convencional (c)

- Relativamente à tarefa de quantificação e reprodução do modelo, nenhuma das crianças no Grupo I (4 anos) utilizou a estratégia III (contar primeiro adequadamente os elementos do modelo e só depois reproduzi-lo); apenas algumas delas (34%), responderam de forma adequada através da realização da correspondência termo a termo entre os dois conjuntos (estratégia II); verificou-se ainda que 27% das crianças deste grupo que usaram na resolução da tarefa a estratégia I (estimativa visual) tentaram inicialmente contar os elementos, mas procuraram fazer uma cópia figurativa com todas as peças disponíveis;

- Nesta mesma tarefa, a abordagem usada pela grande maioria das crianças do Grupo II (6 anos) foi a contagem inicial das peças (60%), para em seguida efectuarem a reprodução do modelo; contudo, verificou-se ainda uma percentagem significativa de crianças nesta faixa etária que usou a estratégia I (estimativa visual com cópia figurativa do modelo, proposto pelo adulto). Ver Figura 3.

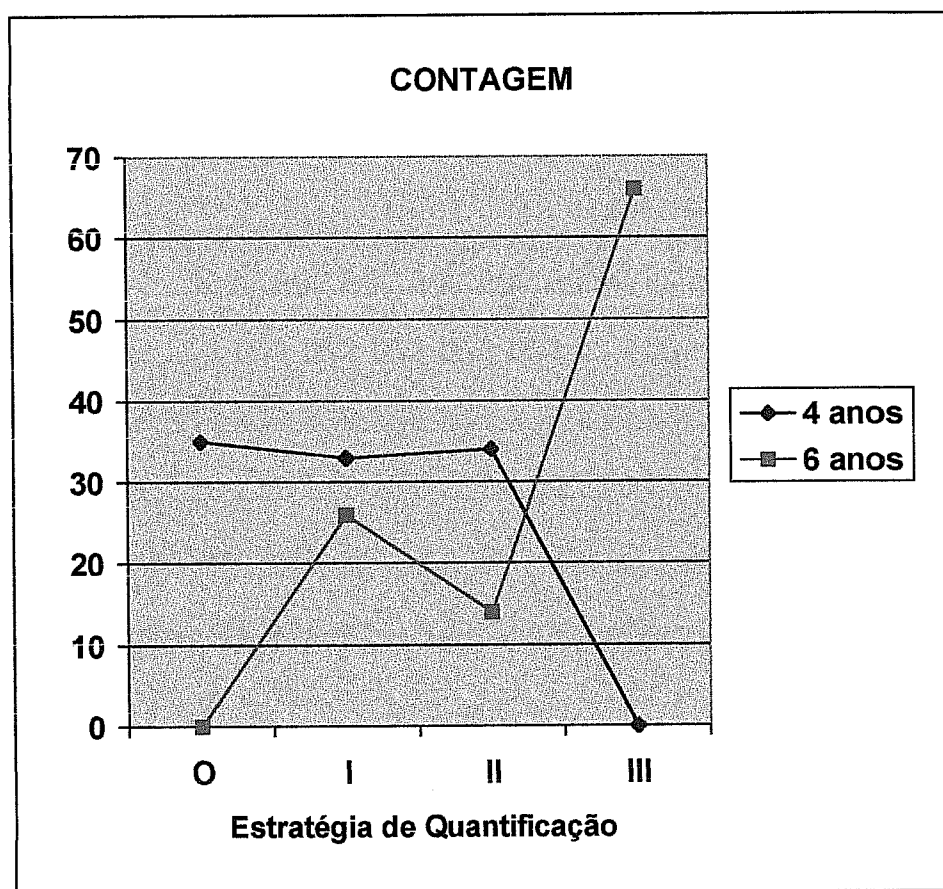


Fig. 3 – Distribuição das crianças em função da faixa etária pelas estratégias de quantificação: Não Quantifica (O), Estimativa Visual (I), Correspondência um-a-um (II) Contagem (III)

Constatámos de um modo geral, que as crianças mais velhas realizaram esta prova com maior precisão, o que demonstra maior competência e um conhecimento mais aprofundado dos princípios implícitos de contagem na resolução de problemas, quando comparadas com as crianças mais novas.

#### 5.2.4 Provas de Representação Gráfica da Quantidade

Os resultados obtidos nestas provas, permitem-nos analisar o modo como as crianças registam as quantidades, recorrendo (ou não) ao sistema de signos convencional.

##### ❖ Prova A - Registo da Representação Gráfica da Quantidade

Nesta prova, em que as crianças produziram representações gráficas da quantidade, os resultados situam-nas em três grandes níveis: num primeiro nível representam a realidade dos objectos; num segundo nível, expressam já de forma clara o conceito de cardinal; e, num terceiro nível, efectuem a representação do conceito (número).

Tabela 4. Frequência de crianças em cada “tipo de classificação” em relação à sua faixa etária.

TABELA 4 Grupo Etário	Categorias			Tipo de Notação				
	P	I	S	1	2	3	4	5
4 anos	54%	38%	8%	6%	54%	32%	8%	0%
6 anos	43%	0%	57%	0%	43%	0%	13%	44%

Legenda:

P – Pictográficas  
I – Icónicas  
S – Simbólicas

1 – Representação Global da Quantidade  
2 – Representação do Objecto  
3 – Correspondência com Não-Numerais  
4 – Correspondência com Algarismos  
5 – Valor Cardinal do Conjunto

A análise comparativa dos resultados dos dois grupos permite verificar as seguintes diferenças:

- As diferenças mais relevantes entre os dois grupos são principalmente na não utilização da “Tipo de Notação – 5” (Valor Cardinal do Conjunto), que não é usada pelas crianças do Grupo I (4 anos) e que é a mais utilizada pelo

Grupo II (6 anos); assim como, a não existência de qualquer registo do “Tipo de Notação – 1” (Representação Global da Quantidade) e do “Tipo de Notação – 3” (Correspondência com Não-Numerais) no grupo de crianças mais crescidas (6 anos). Ver Figura 4.

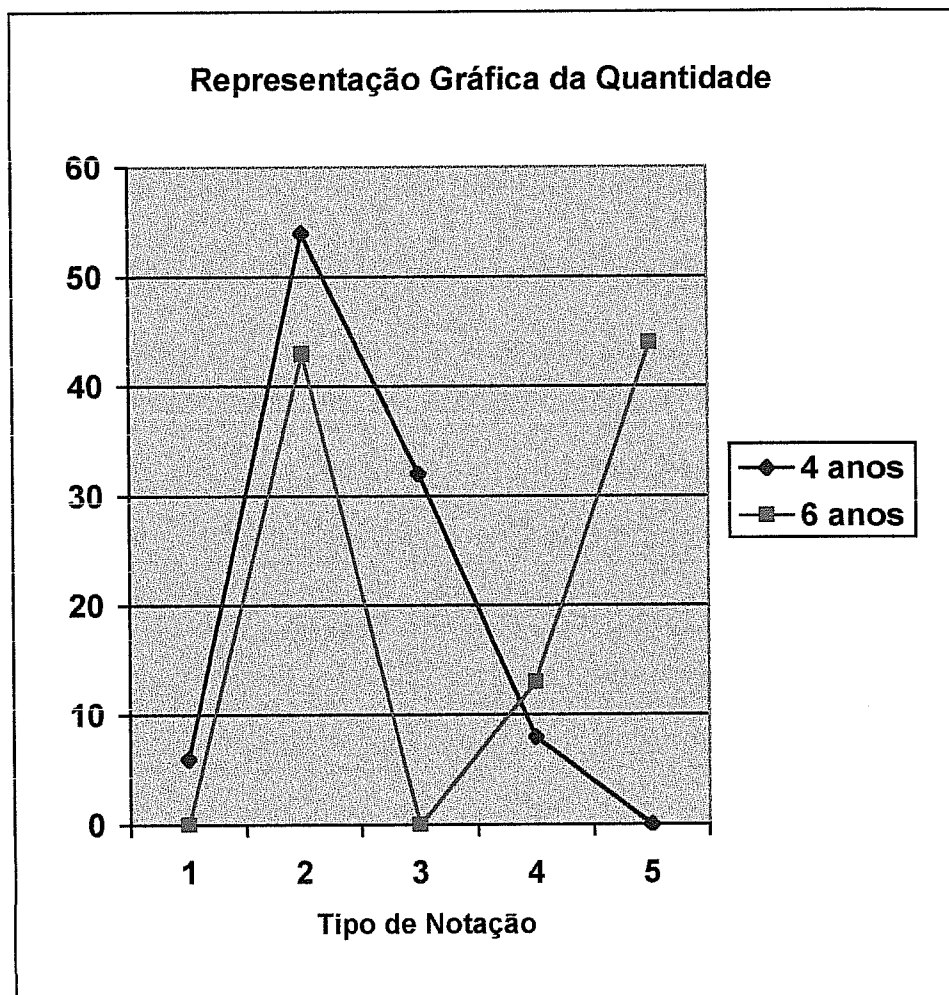


Fig. 4 – Distribuição das crianças em função da faixa etária pelos tipos de notação: Representação Global da Quantidade (1), Representação do Objecto (2), Correspondência com Não-Numerais (3) Correspondência com Algarismos (4) e Valor Cardinal do Conjunto (5)

- No que diz respeito a categorização das respostas obtidas, a diferença entre os dois grupos é ainda mais evidente, com uma percentagem muito elevada

de registos de tipo Simbólico (57%) no Grupo II (6 anos) e de representações de tipo Icónico (38%) no Grupo I (4 anos). Ver Figura 5.

- A categoria em que os resultados se aproximam mais nos dois grupos é a das respostas Pictográficas (54% e 43%, Grupos I e II, respectivamente), a qual corresponde ao “Tipo de Notação – 2” (Representação do Objecto).

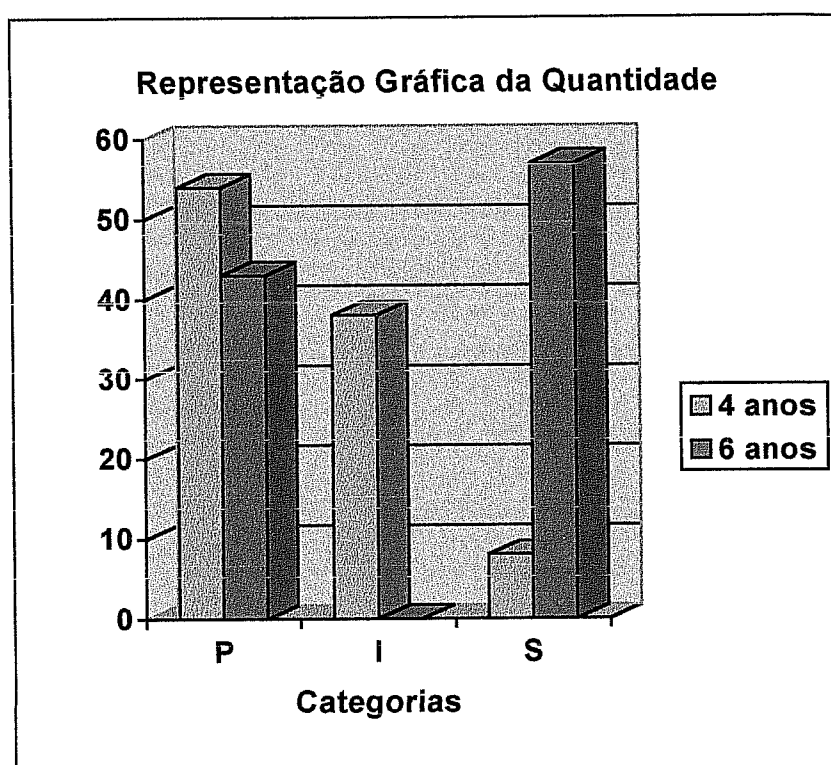


Fig. 5 – Distribuição das crianças em função da faixa etária pelas categorias de representação: Pictográficas (P), Icónicas (I) e Simbólicas (S)

#### ❖ Prova B – Descodificação do Registo da Representação Gráfica

Nesta prova, os resultados foram analisados com os mesmos critérios da prova anterior, diferindo apenas no facto de as respostas das crianças se terem baseado na selecção que efectuaram de um “cartão-resposta” com determinada representação da quantidade (diferentes tipos de notações gráficas); e, realizamos também a sua

classificação de acordo com os três níveis de resposta anteriormente referidos: pictográficas, icónicas e simbólicas.

Tabela 5 – Frequência de crianças por “tipo de classificação” em cada faixa etária.

TABELA 5	Categorias			Notações Gráficas							
	G. Etário	P	I	S	I	II	III	IV	V	VI	VII
4 anos	43%	47%	10%	22%	8%	43%	13%	4%	7%	3%	0%
6 anos	20%	27%	53%	7%	7%	20%	6%	8%	17%	33%	3%

Legenda: **P** – Pictográficas      **I** – Desenhos Figurativos      **V** – Representação Esq. (linhas)  
**I** – Icónicas      **II** – Representação Alfabética      **VI** – Algarismos Escritos  
**S** – Simbólicas      **III** – Desenho dos Objectos      **VII** – Representação Numérica  
**IV** – Representação Esq. (círculos)      **VIII** – Conceito Escrito (palavra)

- O Grupo I (4 anos) difere do Grupo II (6 anos), particularmente, devido às respostas menos frequentes em que utilizaram a notação gráfica de Tipo VII (representação numérica) e respostas mais frequentes com base na utilização da notação gráfica de Tipo III (representação dos objectos). Ver Figura 6.
- No Grupo II (6 anos) a característica mais evidente, e que continua a ter destaque, refere-se ao maior número de escolhas (relativamente às efectuadas pelo Grupo I – 4 anos) de respostas do tipo Simbólico (53%). Ver Figura 7.
- Ao nível da categorização das respostas, as diferenças entre as duas faixas etárias são evidentes. Apenas no que diz respeito às notações gráficas de Tipo II (representação alfabética) os resultados são idênticos nos dois grupos etários, sendo também semelhantes na utilização de notações gráficas de Tipo V (representações esquemáticas com linhas) e de Tipo VIII (conceito escrito), que são as menos utilizados pelos dois grupos.

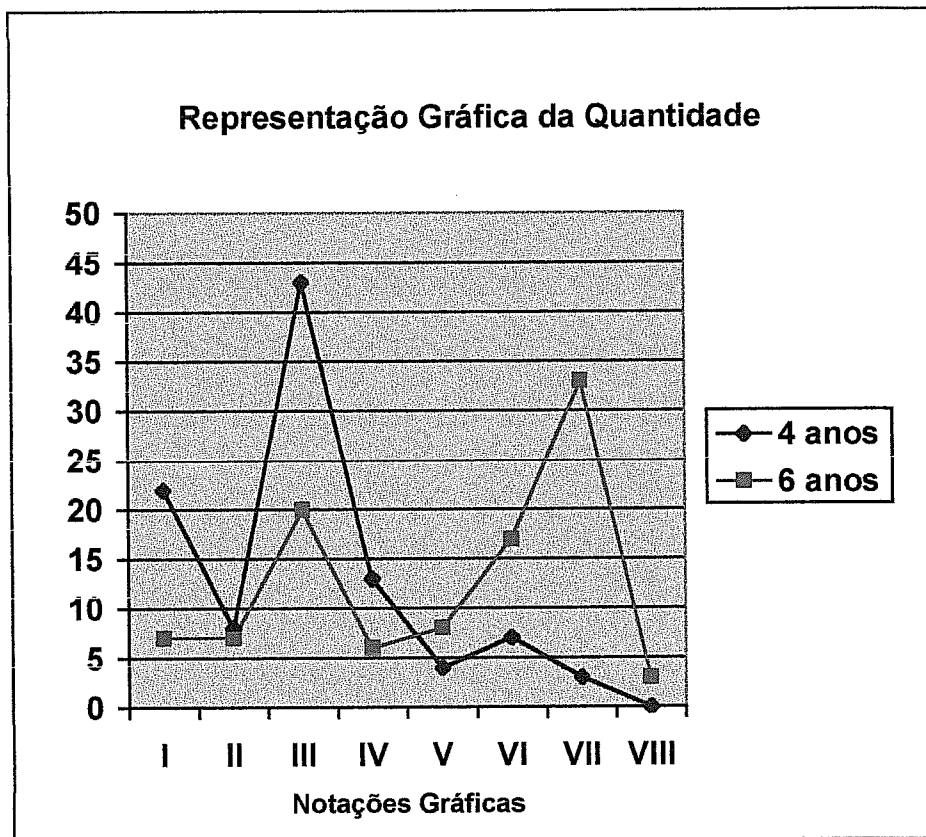


Fig. 6 – Distribuição das crianças em função da faixa etária pelos tipos de notação gráfica: Desenhos Figurativos (I), Representação Alfabética (II), Desenho dos Objectos (III), Representação Esquemática (círculos) (IV), Representação Esq. (linhas) (V), Algarismos Escritos (VI), Representação Numérica (VII) e Conceito Escrito (palavra) (VIII)

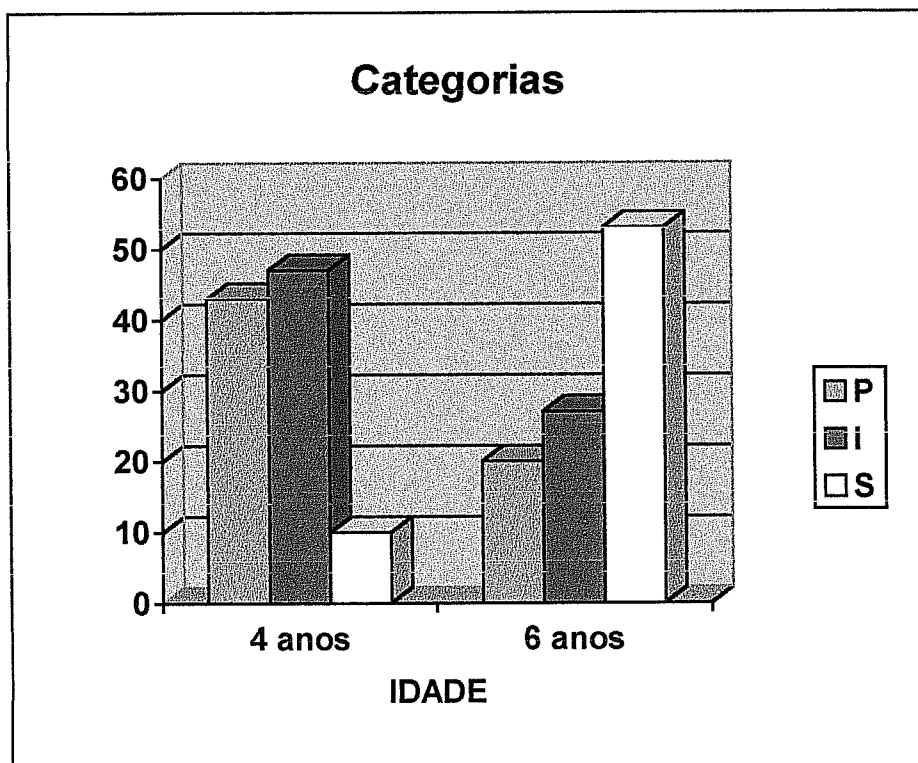


Fig. 7 – Distribuição das crianças em função da faixa etária pelas categorias de representação: Pictográficas (P), Icónicas (I) e Simbólicas (S)

Relativamente às justificações dadas pelas crianças para explicarem as suas preferências por determinado tipo de notação gráfica, temos:

Tabela 6. Frequência de crianças por “tipo de critério” em relação à sua faixa etária.

TABELA 6	Tipo de Critério				
	Grupo Etário	Pessoal	Figurativo	Gráfico	Conceptual
4 anos	29%	35%	18%	6%	12%
6 anos	0%	22%	22%	26%	30%

- Registou-se uma maior preferência, por parte das crianças mais novas (Grupo I) pelo critério figurativo (35%), seguindo-se na sua preferência o critério pessoal (29%).
- As crianças mais crescidas (Grupo II), escolheram preferencialmente o critério quantitativo (30%); no entanto, as diferenças não são significativas em relação aos outros critérios, nomeadamente em relação ao critério conceptual (26%); com excepção para o critério pessoal, que nunca é mencionado como justificação para a representação escolhida.
- De facto, a diferença mais evidente entre os dois grupos etários, situa-se ao nível do critério pessoal, o qual não é referido pelo Grupo II (6 anos), mas que é um dos mais utilizados pelo Grupo I (4 anos). Devendo salientar-se ainda, que no Grupo II, com excepção para o critério figurativo, a justificação através dos outros critérios é de modo geral mais frequente.

Ver Figura 8.

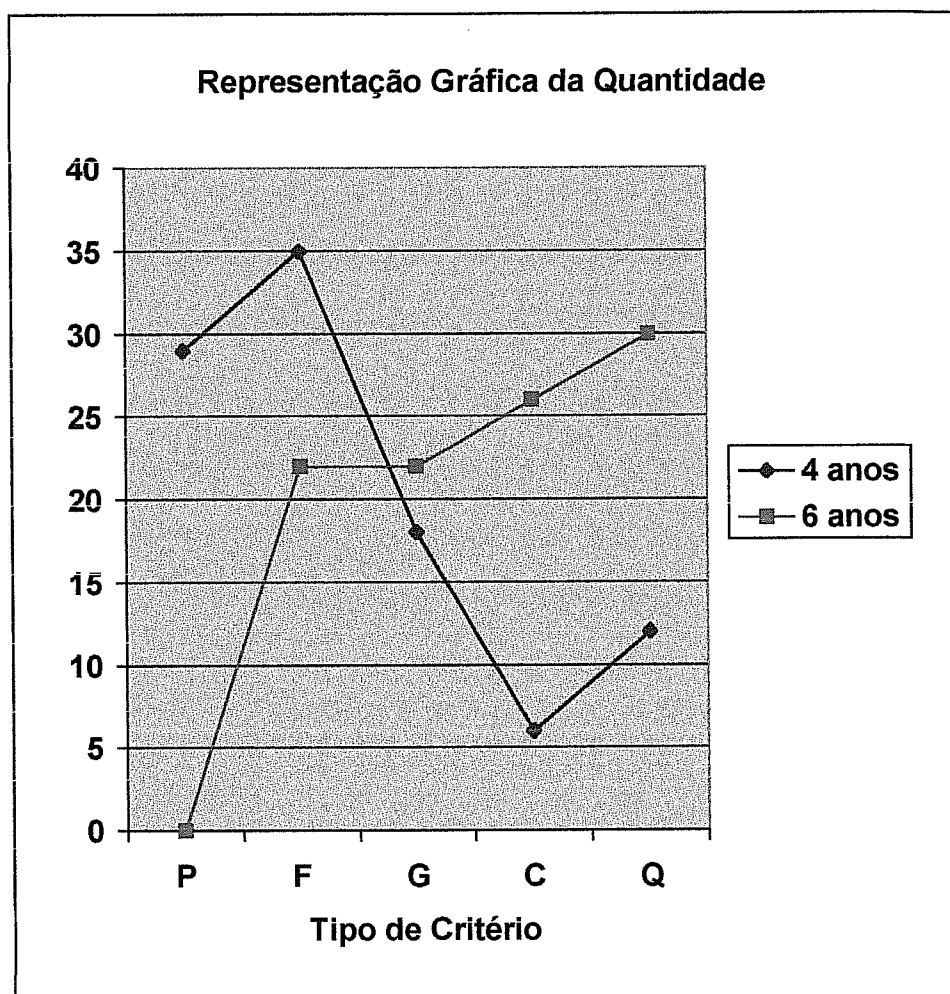


Fig. 8 – Distribuição das crianças em função da faixa etária por tipo de critério: Pessoal (P), Figurativo (F), Gráfico (G), Conceptual (C) e Quantitativo (Q)

### 5.2.5 Análise de Resultados Intra-Grupo

Após termos efectuado a análise das diferenças de resultados entre os dois grupos relativamente à representação gráfica da quantidade, nas duas situações experimentais apresentadas no nosso estudo exploratório, vamos agora proceder à análise das diferenças em cada um dos grupos.

### ❖ GRUPO I (4 anos)

- Relativamente aos resultados obtidos nas duas Provas (A - Registo e B - Descodificação da Representação Gráfica), verificámos algumas diferenças na categoria das respostas que foram usadas pelas crianças. Assim, registámos um decréscimo nas respostas de tipo Pictográfico e um aumento nas respostas do tipo Icónico; no que diz respeito ao tipo Simbólico, a variação é menor, embora se tivesse verificado um pequeno aumento na Prova B, quando comparada com as percentagens obtidas na Prova A.

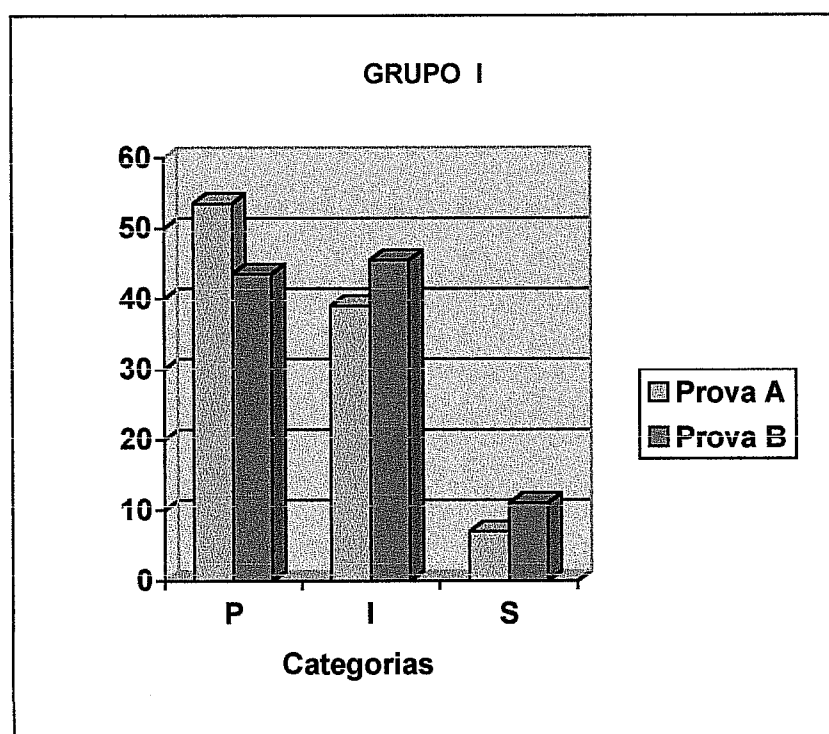


Fig. 9 – Distribuição das categorias de representação em função do tipo de Prova (A – Registo e B – Descodificação da Representação Gráfica da Quantidade) : Pictográficas (P), Icónicas (I) e Simbólicas (S)

- Tendo agora em consideração a possível influência da introdução na situação experimental da variável “números preceptivos / números elementares”, verificamos que:

Tabela 7. Frequência da “categoria de representação” em função da prova e número de elementos.

TABELA 7	PROVA A (Registo)			PROVA B (Descodificação)		
	P	I	S	P	I	S
N.º Perceptivo	57%	36%	7%	47%	45%	8%
N.º Elementar	50%	42%	7%	40%	46%	14%

Legenda: **P** – Pictográficas      **I** – Icónicas      **S** – Simbólicas

- Tanto na Prova A, como na Prova B, houve um pequeno decréscimo no número de respostas de tipo Pictográfico (diferença de 7%), no que diz respeito à representação gráfica de “números elementares”.
- Na Prova A, houve um aumento das respostas de tipo Icónico e na Prova B das respostas de tipo Simbólico (mais 6%), em função da variável: quantidade de elementos a representar (números perceptivos e elementares).
- As diferenças não são, no entanto, significativas, o que demonstra alguma consistência no tipo de resposta dada pelas crianças, independente das quantidades em jogo.

#### ❖ GRUPO II (6 anos)

As diferenças nos resultados obtidos, em ambas as provas, mostram, nesta faixa etária, a tendência já verificada no Grupo I (4 anos). Mas, neste caso, a diferença verificada no tipo de notações gráficas seleccionada é superior, sendo mais evidente o decréscimo das respostas de tipo Pictográfico e o acréscimo das respostas de tipo Icónico, na Prova B (Descodificação da Representação Gráfica da

Quantidade); verificou-se, contudo, um decréscimo (embora não significativo) no número de respostas do tipo Simbólico na Prova B.

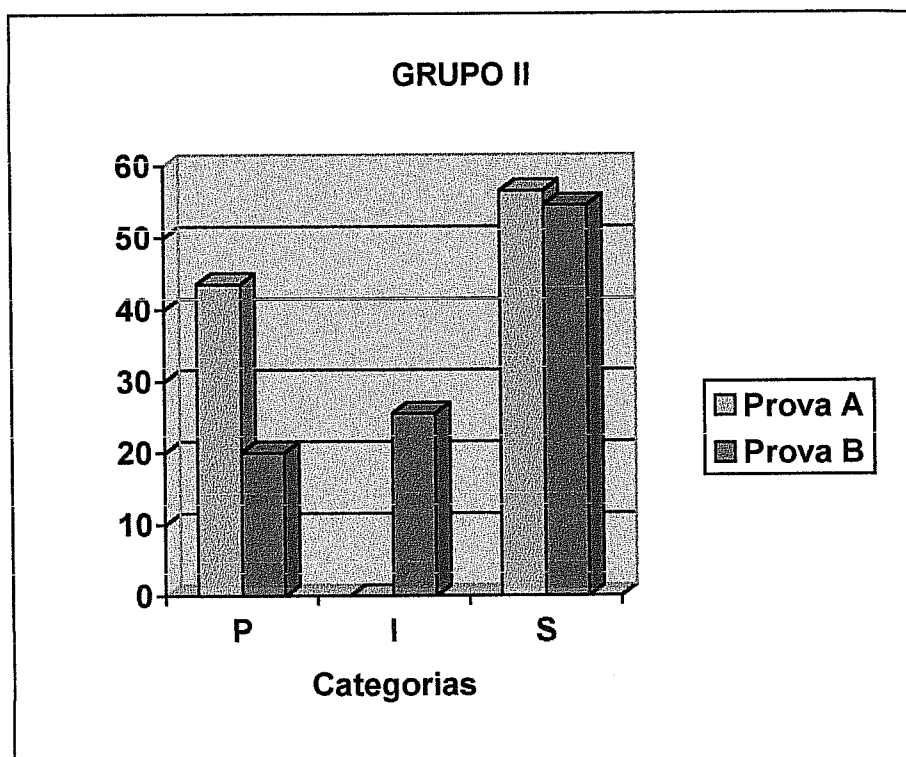


Fig. 10 – Distribuição das categorias de representação em função do tipo de Prova (A – Registo e B – Descodificação da Representação Gráfica da Quantidade) : Pictográficas (P), Icónicas (I) e Simbólicas (S)

No que diz respeito á variável “números preceptivos” e “números elementares” verificamos neste grupo etário que:

Tabela 8. Frequência da “categoria de representação” em função da prova e número de elementos.

TABELA 8	PROVA A (Registo)			PROVA B (Descodificação)		
	P	I	S	P	I	S
N.º Perceptivo	40%	0%	60%	27%	18%	55%
N.º Elementar	47%	0%	53%	13%	33%	54%

- Relativamente à Prova A (Registo da Representação Gráfica da Quantidade), as diferenças são pouco significativas, registando-se apenas um pequeno aumento nas respostas de tipo Pictográfico e uma diminuição nas respostas de tipo Simbólico, no caso dos números elementares (maior quantidade de elementos a representar).
- Na Prova B (Descodificação da Representação Gráfica da Quantidade), há uma maior percentagem de respostas de tipo Pictográfico nos números preceptivos (menor quantidade de elementos) e uma percentagem menor nas respostas de tipo Icónico.
- As diferenças são maiores na Prova B do que na Prova A, sendo sobretudo mais notório, o aumento no uso de notações gráficas de tipo Icónico.

No que diz respeito aos resultados globais (conjunto das duas provas, incluindo a variável relativa à quantidade), verificámos que, em relação a cada um dos grupos, as preferências por determinado tipo de representação gráfica da quantidade estão distribuídas do seguinte modo:

- Grupo I (4 anos) – as notações escolhidas implicaram uma maior incidência de respostas de tipo Pictográfico (50%), imediatamente seguido pelo tipo Icónico (39%).
- Grupo II (6 anos) – a grande maioria escolhe notações de tipo Simbólico (56%), seguindo-se as respostas de tipo Pictográfico, mas com menor incidência (31%).

A análise, a partir de todos os resultados obtidos, entre a relação do nível de conservação e o tipo de notação gráfica escolhida, permite-nos demonstrar que:

Tabela 9. Relação entre Níveis de Conservação e Categorias de Representação Gráfica

<b>TABELA 9</b>	<b>Tipo de Notação Gráfica</b>		
	<b>Nível de Conservação</b>	<b>Pictográfico</b>	<b>Icónico</b>
<b>Não Conservante</b>	15%	12%	8%
<b>Semi Conservante</b>	22%	17%	10%
<b>Conservante</b>	3%	0%	13%

- ao nível “Não-Conservante”, as respostas são na sua maioria de tipo Pictográfico (15%), seguindo-se as de tipo Icónico (12%);
- ao nível “Semi-Conservante”, os resultados revelaram a mesma tendência, predominando as respostas de tipo Pictográfico (22%) e Icónico (17%);
- ao nível “Conservante”, as respostas são preferencialmente de tipo Simbólico (13%), não se tendo registado qualquer resposta de tipo Icónico.

Verifica-se, ainda, um aumento progressivo na categoria de respostas Simbólicas aos níveis Semi-Conservante e Conservante.

Numa tentativa de proceder a uma análise mais detalhada dos resultados obtidos, tentámos ir para além da análise das diferenças entre os resultados “padronizados” e encontrar nas respostas dadas pelas crianças, assim como nas estratégias por elas usadas para resolver as situações, outros aspectos que pudessem de algum modo ser relevantes para a análise da evolução na apropriação do conceito de número pela criança. Neste sentido, constatámos que:

- A contagem dos elementos presentes, embora nem sempre efectuada de forma correcta, não dificulta a representação gráfica da quantidade, visto que muitas vezes, as crianças optam pela utilização da correspondência termo a termo (colocando os objectos no papel, para depois os desenhar ou colocando-os em cima dos cartões com as diferentes notações gráficas).
- Algumas crianças reconhecem os algarismos nos cartões-resposta, mas escolhem outro tipo de notação gráfica para representar a quantidade; habitualmente, preferem a que identifica o tipo de objecto.
- Por vezes, existe alguma confusão no que diz respeito à distinção entre letras e números; esta ocorrência verifica-se principalmente no Grupo I (4 anos), onde a escolha da notação gráfica Tipo II (letras) é justificada dizendo: “porque tem números”; há também casos em que as crianças contam as letras da “palavra-número” (conceito escrito), quando procedem à selecção dos cartões-resposta.

Ao tentarmos analisar as concepções das crianças sobre o número, estamos sobretudo interessados em conhecer a forma como elas organizam os seus pensamentos e evoluem na aquisição deste conceito. Contudo, este estudo experimental não foi fácil, visto que os processos cognitivos não podem ser observados directamente. O que sabemos é o que a criança “faz” ou “diz”, e, isto depende da sua compreensão das questões e a resolução dos problemas pode não corresponder exactamente ao conhecimento que a criança já adquiriu.

### 5.3 Discussão dos Resultados

Após termos concluído o tratamento e análise dos dados, passamos a explicar mais detalhadamente os resultados observados, que são de extrema importância para a compreensão de todo o processo de aquisição do conceito de número.

Um facto importante a ser referido, apesar de este estudo se centrar mais na representação gráfica da quantidade do que na capacidade de contagem, é a diferença entre a noção de número (estrutura mental) e o objecto de quantificação (comportamento observado). A sugestão para que a criança quantifique os objectos baseia-se na hipótese de que o pensamento envolvido na tentativa que a criança faz para quantificar esses objectos a ajudará a construir o conceito de número. O acto de contar pode, assim, ser um instrumento útil do pensamento.

Um dos factores que Piaget considerou importante para o raciocínio matemático está relacionado com a conservação da quantidade. O autor defende ainda que se as crianças não conseguem conservar o número, então não estão preparadas para começar a aprender a aritmética na escola.

Piaget observou que as crianças com menos de sete anos de idade não conservam habitualmente a quantidade. Elas respondem como se acreditassem que uma mudança perceptiva no tamanho e na forma implica uma modificação da quantidade. Por outro lado, as crianças com mais de sete anos concordam

normalmente que a quantidade permanece invariável apesar da mudança, o seu julgamento parece não ser afectado por essa mudança.

A questão principal é a de saber como é que a inteligência elabora a noção de quantidade constante, apesar da informação perceptiva ser oposta. O que é importante é analisar o raciocínio das crianças e saber porque é que a percepção é importante para informar, confiando inteiramente nela; e, apenas em determinada fase é feito o julgamento, através de raciocínio lógico, não sendo a percepção uma fonte de informação suficiente.

A génese da noção de conservação pode ser atribuída à própria quantificação, o que é o resultado de uma coordenação progressiva das relações em jogo. Assim estas noções são adquiridas e enquadradas por uma estrutura lógico-matemática devido às actividades do sujeito. E, de acordo com Kamii (1986), a criança que já construiu a estrutura lógico-matemática de “sete” ou “oito”, estará apta a representar essa quantidade, quer com símbolos ou com signos gráficos. Na teoria de Piaget os símbolos diferem dos signos, no sentido em que os signos gráficos mantêm uma similaridade figurativa com os objectos representados e são criados pela criança, enquanto que os símbolos são criados por convenção e não têm similaridade com os objectos que representam.

Passamos agora a discutir os resultados obtidos, o que nos permitirá confirmar ou infirmar as nossas hipóteses de trabalho, assim temos:

**1ª Hipótese** – Na prova de conservação – quantidades descontínuas, a criança determina a resposta correcta através de um destes dois procedimentos: reavaliando a quantidade relativa (solução estimada); ou, usando o conhecimento de que a mudança da configuração espacial dos objectos não muda a quantidade (solução operatória).

Numa primeira fase, a quantidade é reduzida a comparações de “mais” ou “menos”, implícitas nos julgamentos da criança, os quais dependem dos aspectos perceptivos e não constituem “relações”. Na segunda fase, aparece a noção de quantidade e inicia a coordenação destas relações; a constituição desta noção permite à criança conceber a proporcionalidade das diferenças e conseqüentemente a noção de uma quantidade total. Esta descoberta, que possibilita a apropriação do conceito de número, é devida ao progresso do pensamento lógico.

Constatámos que, no grupo das crianças mais velhas, as que obtiveram na prova de eficiência intelectual um “quociente de desenvolvimento” abaixo da média, se encontravam na sua maioria a um nível “não-conservante”; e, as que se situavam acima da média, tiveram sobretudo resultados a nível “semi conservante” e “conservante”; pelo que o desenvolvimento intelectual da criança terá directamente influenciado o seu desempenho nas tarefas propostas.

Verificámos também que, aos níveis “não-conservante e “semi-conservante” a contagem foi incorrecta em cerca de metade das crianças, e que todas as que se encontram a um nível “conservante” contam adequadamente, e de acordo com os padrões convencionais.

A aquisição da noção de conservação estará assim relacionada, com a aquisição do conceito numérico, verificando-se que a um nível “não-conservante” (particularmente as crianças do Grupo I - 4 anos de idade) as representações gráficas da quantidade são preferencialmente de tipo pictográfico, aumentando progressivamente o uso de notações gráficas de tipo simbólico aos níveis “semi-conservante” e “conservante”(característico do Grupo II - 6 anos de idade).

**2ª Hipótese** – Existe progresso entre a capacidade de dizer as palavras-número numa sequência correcta e a contagem de objectos (isto é, fazer a correspondência um a um entre as palavras e os objectos). Este desenvolvimento depende da construção de uma infra-estrutura mental e a sua coordenação com uma sequência de palavras-número aprendidas.

Ao analisarmos os procedimentos utilizados pelas crianças para contar os objectos, observámos a tendência para apontar e tocar nos objectos de modo a separarem os que já tinham sido contados dos outros. Se os objectos não se encontrassem alinhados as crianças tinham tendência a saltar um ou mais objectos e/ou contavam o mesmo mais do que uma vez.

Tanto na prova de conservação, como de quantificação (igualdade entre dois conjuntos), a contagem não é preferencialmente usada como pista para a resolução de problemas, quando a criança tem pouca confiança na capacidade de contar, e por isso opta pelo uso de uma estratégia perceptiva.

O registo de uma determinada quantidade de elementos num conjunto pode ser adequado, independentemente das capacidades de contagem. Muitas vezes a

realização ou escolha de um certo tipo de notação gráfica surge sem que exista qualquer relação com o conhecimento dos princípios de contagem (colocando os objectos em cima do papel ou nos elementos representados nos cartões de resposta, as crianças realizam correspondências que levam a notações gráficas nas quais o número de símbolos é equivalente ao número de objectos).

A segurança na manipulação e compreensão do esquema de correspondência, que permite a equivalência dos conjuntos, determina a consolidação da noção de quantidade pela criança.

**3ª Hipótese** – Nos “problemas de contagem” confirma-se que as crianças realizam contagens mais adequadas com números pequenos (perceptivos: 1 a 5) do que com números maiores (elementares: 6 a 10, no nosso caso) e que, sem surpresas, as crianças mais velhas realizam-no mais correctamente do que as mais novas. O Grupo I (4 anos), conta de uma forma correcta e convencional sequências até cinco, e acima disso, contam frequentemente numa sequência estável mas não convencional, por exemplo: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 11, 14.

É possível observar alguma influência da variável relativa à quantidade de objectos, na representação gráfica, onde se encontram algumas diferenças nos resultados entre números perceptivos e números elementares.

No grupo das crianças mais novas da nossa amostra, esta diferença existe no decréscimo das respostas pictográficas e no aumento das respostas icónicas e simbólicas, nos números elementares. No grupo das crianças mais velhas, a diferença mais notória é na Prova B (descodificação da representação gráfica), com

o aumento de respostas icónicas nos números elementares e na Prova A (registo da representação gráfica), o decréscimo de respostas simbólicas.

**4ª Hipótese** – O tipo de notações gráficas realizadas ou escolhidas pelas crianças para representar a quantidade varia de acordo com a sua faixa etária.

Ao nível do tipo de notações (registo da quantidade), o maior número de notações em correspondência biunívoca com o número de elementos a enumerar foi encontrada no Grupo I (4 anos); diferindo do Grupo II (6 anos), devido ao maior uso de notações com o valor cardinal do conjunto. De um modo geral, na descodificação das notações gráficas, a tendência é a mesma: aos quatro anos as crianças preferem escolher os cartões de Tipo III (cubos) e I (lápiz), e aos seis anos, uma grande percentagem das escolhas incide nos cartões VII (número) e também III (cubos).

No que diz respeito às categorias gerais, concluiu-se que no Grupo I (4 anos) os predominaram as escolhas dos pictogramas, seguidas das representações de tipo icónico (correspondência termo a termo); e, no Grupo II (6 anos) foram as categorias simbólicas (símbolos convencionais) que caracterizaram a selecção feita pelas crianças, contudo, foram dadas também algumas respostas de tipo pictográfico (desenho da realidade).

No que concerne à influência do tipo de situação experimental na representação gráfica (Prova A - registo da representação gráfica e Prova B - descodificação da representação gráfica), no Grupo I (4 anos) houve um decréscimo das respostas pictográficas e um aumento das respostas por icónicas na Prova B relativamente

aos resultados da Prova A. Esta diferença de respostas está também presente no Grupo II (6 anos) e é ainda mais relevante (a diferença entre os resultados é maior). Em diversas situações, as crianças da mesma idade podem usar métodos diferentes para representar a quantidade. Mesmo as crianças que são capazes de reconhecer algarismos muitas vezes escolhem outras formas para representar o número. Este tipo de comportamento parece testemunhar que, apesar dos modelos culturais que lhe são ensinados, a criança recorre a formas de notação que são mais simples e próximas das suas estruturas operacionais.

O tipo de justificação (critério) também varia em função da idade dos sujeitos, estando ainda relacionado com o tipo de notações gráficas escolhido.

Assim, as crianças do grupo dos quatro anos de idade são caracterizadas pelo uso de um critério pessoal (justificação subjectiva) e, sobretudo, pelo critério figurativo (representação da realidade). Aos seis anos, o principal critério é o conceptual (referência ao próprio conceito numérico) e justificam também as suas escolhas de um modo quantitativo (número de algarismos existentes); havendo geralmente uma associação de dois critérios, quando a justificação da escolha é efectuada; esta associação é normalmente realizada através de um critério quantitativo.

Apesar de não ter sido formulada nenhuma hipótese relativamente à possível diferença entre os sexos, deverá ser referido que no Grupo I (4 anos), não há diferenças importantes que possam ser apontadas na duas provas de representação gráfica da quantidade; mas no Grupo II (6 anos) verificou-se, na Prova A (registo) uma maior realização de representações pictográficas pelas meninas, enquanto os

rapazes realizaram mais notações de tipo simbólico; contudo, na Prova B (descodificação), também não houve diferenças a salientar.

A partir da apresentação dos dados anteriormente referidos, podemos delinear uma evolução no comportamento no sentido de uma diferenciação progressiva, a partir do estabelecimento da correspondência termo a termo entre o conjunto e a sua representação gráfica até ao simbolismo numérico do adulto.

Assim, as crianças parecem começar por representar dois aspectos importantes, a quantidade e o tipo de objecto; a correspondência com um símbolo abstracto introduz novas relações, sendo um princípio fundamental inerente ao procedimento de representação. Contudo, os dados não demonstraram uma sequência clara de desenvolvimento, devido ao facto de as crianças usarem vários tipos de notação, e assim, estes não representarem necessariamente estádios no desenvolvimento do conceito de número.

Constatámos que, os métodos variam consideravelmente com a idade, tal como no estudo de Martin Hughes (1986), as crianças com três anos de idade preferiram os métodos pictográfico e icónico, enquanto as mais velhas responderam na sua maioria com métodos simbólicos, os métodos convencionais ensinados na escola começaram a ser a resposta mais comum.

As crianças foram relativamente consistentes no método de respostas usado, mas em algumas delas isso não se verificou, principalmente na realização de tarefas diferentes, o que nos leva a concluir que a presença de material (cartões com as

ilustrações de representações gráficas) parece afectar o seu desempenho. Contudo, seria necessário um estudo mais detalhado para explicitar essas influências.

A utilização da numeração oral ou escrita, a linguagem matemática, implica que a criança domine o sistema linguístico, o qual tem um léxico e uma sintaxe, com regras estabelecidas, pelo que a criança necessita de vários anos para dominar esta estrutura linguística.

A análise relativa à aquisição da sequência numérica, revelou que esta é efectuada como uma lista de palavras sem qualquer relação entre elas, tal como tinha sido demonstrado nos estudos de Briars (1984) e Fuson (1988); assim, as primeiras palavras-número da lista (um até cinco) são adquiridas desde muito cedo, sem erros na sua denominação ou ordem; e, pouco a pouco, o seu tamanho vai aumentando, tornando-se nas crianças mais crescidas cada vez mais estável e convencional.

No que diz respeito à quantificação dos elementos dos conjuntos a representar, constatámos que as crianças, utilizaram diferentes estratégias, desde uma estimativa global e imprecisa até à contagem convencional, para a qual é necessário sinalizar um a um todos os elementos (sem se esquecer de nenhum, nem contar o mesmo mais do que uma vez), reproduzir a sequência verbal dos “nomes” dos números (sem omitir nenhum nem alterar a sua ordem) e ser capaz de realizar estas duas actividades simultaneamente. No entanto, o “simples” apontar de todos os elementos do conjunto cria dificuldades às crianças, nomeadamente, e de acordo

com Fayol (1990), quando aumenta o tamanho do conjunto a enumerar e existem outros factores adversos, como por exemplo a sua configuração espacial.

Verificámos, tal como Gelman e seus colaboradores (1978/1983), que mesmo as crianças de três ou quatro anos, são capazes de cumprir cada um dos princípios de contagem, por eles definidos, mas é a sua coordenação que coloca problemas.

Contudo, a relação entre contagem e conservação do número não parece ser linear, tal como refere Cooper (1984); assim, também verificámos que a enumeração nem sempre é usada como um instrumento fiável para assegurar a equivalência dos conjuntos (Saxe & Sicilian, 1981) e que a visualização da correspondência termo a termo entre os seus elementos induz por vezes à obtenção de respostas conservantes, de acordo com o observado nos estudos efectuados por Michie (1984); pelo que os julgamentos da criança não se basearam unicamente no critério da disposição espacial dos conjuntos, como preconizado por Piaget & Szeminska (1941), e, por isso a dificuldade de se relacionar a conservação com a actividade numérica.

É com certeza um risco tirar muitas conclusões deste estudo limitado. Há necessidade de repetir esta pesquisa com outros grupos e com maior número de crianças. É também importante verificar se as crianças produzem o mesmo tipo de resposta se a análise racional destas tarefas for diferente.

Finalmente, parece-nos também importante explorar a relação entre as respostas das crianças, a sua capacidade matemática e os níveis de desenvolvimento.

## IV – CONCLUSÃO

A evolução do número parece, ter um padrão similar ao da representação gráfica da quantidade seleccionada pela criança.

As primeiras tentativas são baseadas na correspondência termo a termo (classificadas como icónicas e pictográficas) e, estas são substituídas, ao longo da evolução genética, por outros métodos de representação (antes de pensar num sistema de numeração no qual o valor inclusivo do número está presente, a criança recorre ao princípio da correspondência, o qual é usado de forma espontânea e a um nível prático para trabalhar com quantidades), sendo depois cada quantidade representada por um símbolo único. A vantagem, quer para a criança quer para os nossos ancestrais, é uma maior eficácia e velocidade no registo escrito.

Relembrando os dados mais significativos encontrados neste estudo experimental, é importante referir que:

- O tipo de representação gráfica escolhido não está directamente relacionado com a capacidade de contar. Contudo, tem um significado importante quando não é possível utilizar outra estratégia para a resolução do problema. Na tarefa de conservação, a contagem de elementos torna-se um método utilizado para assegurar a equivalência dos dois conjuntos, nas crianças mais velhas.

- As notações gráficas mais escolhidas em cada um dos grupos foram encontradas sobretudo nas crianças que demonstraram consistência nas respostas dadas aos vários problemas. Assim, os perfis individuais mais frequentes são para o Grupo I (4 anos), notação Tipo II (representação do objecto) e cartão-resposta III (cubos), e para o Grupo II (6 anos), notação Tipo V (valor cardinal) e cartão-resposta VII (número). Verificando-se assim, uma evolução no tipo de representação gráfica.

Como podemos inferir a partir dos resultados encontrados, a compreensão do conceito de número supõe uma construção individual, podemos perguntar-nos qual o papel da aprendizagem escolar em todo este processo de construção do conhecimento.

Os conteúdos a ser ensinados devem ter em conta a génese da aquisição do conhecimento. O uso não espontâneo da numeração gráfica aprendida, faz-nos pensar sobre a eficácia dessas aprendizagens, que por vezes ignoram o funcionamento intelectual da criança e não optimizam a sua capacidade para as usar na resolução de problemas que se baseiam nessas aprendizagens. A aprendizagem deve estimular e não inibir a génese espontânea de qualquer conhecimento, com o objectivo de que a criança use com a máxima compreensão aquilo que lhe é ensinado.

As descobertas neste campo têm assim implicações importantes no que diz respeito à forma como a escrita simbólica é introduzida. Pode existir um conflito entre o sistema simbólico que as crianças devem aprender e as suas conceptualizações espontâneas.

Como Bryant (1974) demonstrou no seu estudo, deve ser efectuada a distinção entre o facto de a criança possuir ou não uma competência cognitiva e ter ou não capacidade de reconhecer quando é apropriado usar essa competência. Esta distinção é importante na representação escrita da linguagem. Em termos de desenvolvimento, as crianças em idade pré-escolar não diferenciam entre desenhar e escrever. Mais tarde, as letras e os números são confundidos e eventualmente as crianças irão começar a reconhecer as diferentes funções dos números e das letras (Ferreiro e Teberosky, 1986). Contudo, mesmo quando as crianças identificam e usam letras, desenhos e números, elas devem aprender quando é que é apropriado usar um sistema ou o outro.

A principal preocupação do nosso estudo foi saber o tipo de representação gráfica que as crianças iriam seleccionar quando confrontadas com conjuntos de objectos. No entanto, devido ao facto de estarem na presença de objectos, não podemos presumir que esta tarefa implique necessariamente o conhecimento que as crianças têm do conceito de número. É evidente que, ao escolherem uma determinada notação gráfica, nós podemos questionar-nos sobre o modo como elas o fizeram e procurar perceber a sua tendência a favor ou contra os números. Continua, no entanto, a ser um mistério, saber como é que de facto a criança constrói a sua estrutura cognitiva.

Concluimos, tal como refere Kamii (1986), que a criança pensando activamente e interagindo nos seus diferentes contextos de vida, constrói inevitavelmente o número, e que, “a tarefa do professor é a de encorajar o pensamento espontâneo da

criança, o que é muito difícil porque a maioria de nós foi treinada para obter das crianças a produção de respostas certas”.

Os resultados obtidos podem apresentar alguns problemas para a compreensão do que acontece às crianças na escola. Se tivéssemos descoberto que as crianças têm poucas capacidades no início da aprendizagem escolar, então a subsequente dificuldade com a matemática seria mais fácil de ser aceite. Em vez disso, as crianças parecem começar a escola com mais conhecimentos das noções matemáticas do aquelas que lhes foram ensinadas.

As conclusões aqui apresentadas devem ser criticadas e revistas, porque se baseiam em métodos que foram usados com um número reduzido de crianças. A pesquisa com base numa melhoria da metodologia usada e a replicação dos resultados encontrados com diferentes grupos de crianças seria desejável, sobretudo no que concerne a uma análise científica do aspecto sócio-cognitivo da aprendizagem, estudando mais detalhadamente todo este processo de apropriação do saber.

As competências naturais das crianças para pensar e usar o número deveriam ser mais reconhecidas. A questão fundamental é a de como conceber os currículos com base nos interesses e talentos que as crianças possuem quando entram para a escola, e assim, reduzir o grande número de crianças que deixam a escola sem entender ou se interessar pela matemática.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bardin, L. (1979). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.

Bassedas, M.; Sellares, R. (1982). La construccion individual del sistema de numeracion convencional. *Infancia y aprendizaje*, 19-20: 75-88.

Becker, J. (1993). Young children's numerical use of number words: counting in many-to-one situations. *Developmental Psychology*, Vol. 29, nº 3: 458-465.

Bednarz, N.; Dufour-Janvier, B. (1986). Une etude des conceptions inappropriées développées par les enfants dans l'apprentissage de la numeration au primaire. *European Journal of Psychology of Education*, Vol. I, nº 2: 17-34.

Bloom, P.; Wynn, K. (1997). Linguistic cues in the acquisition of number words. *Journal of Child Language*, Vol. 24, nº 3: 511-533.

Briars, D.; Siegel, R. (1984). Featural analysis of preschooler's counting knowledge. *Developmental Psychology*, Vol. 20, nº 4: 619-627.

Brissiaud, R. (1995). Towards a Vygotskian approach to the psychogenesis of number. *Cahiers de Psychologie Cognitive*, Vol. 14, nº 6: 695-702.

Bruner, J. (1980). *Desenvolvimento dos processos de representação na infância*. Lisboa: Moraes.

Bryant, P. (1974). *Perception and understanding in young children: an experimental approach*. London: Methuen.

Clark, H.; Clark, E. (1990). *When teaching kills learning: research on mathematics learning and instruction*. Oxford: Pergamon Press.

Collis, K. (1982). La matemática escolar y los estadios de desarrollo. *Infancia y Aprendizaje*, 19/20: 39-74.

Cooper, R. (1984). Early number development. In *Origins of cognitive skills* (C. Sophian, Ed.). Hillsdale: Erlbaum.

Cooper, R.; Campbell, R.; Belvius (1983). Numerical representation from infancy to middle childhood. In *Acquisition of Symbolic Skills* (Rogers & Sloboda, Eds.). New York: Plenum Press.

Davis, A.; Bridges, A.; Brosgall, A. (1985). Showing how many: young children's written representation of number. *Educational Psychology*, Vol. 5, nº 3 e 4: 303-310.

Donaldson, M. (1994). *A Mente da Criança*. São Paulo: Martins Fontes.

Donaldson, M. (1982). Conservation: what is the question? *British Journal of Educational Psychology*, 73: 199-207.

Dorneles, B. (1998). *Escrita e Número – Relações Iniciais*. Porto Alegre: Artes Médicas.

Downing, J. (1984). Task awareness in the development of reading skill. In *Language awareness and learning to read* (Downing & Valten, Eds.). New York: Springer Verlag.

Eco, U. (1982). *Como se faz uma tese em Ciências Humanas*. Lisboa: Editorial Presença.

Fayol, M. (1991). Le nombre, as genèse et son utilisation par l'enfant et l'adulte. *Análise Psicológica*, Série IX, nº 3/4: 373-378.

Fayol, M. (1990). *L'enfant et le nombre*. Neuchâtel, Paris: Delachaux & Niestlé.

Ferreiro, E. (1991). *Psychological and epistemological problems on written representation of language*. Oxford: Pergamon Press.

Ferreiro, E.; Palácio, M. (org.) (1987). *Os processos de leitura e escrita – novas perspectivas*. Porto Alegre: Artes Médicas.

Ferreiro, E.; Teberosky, A. (1986). *Psicogénese da língua escrita*. Porto Alegre: Artes Médicas.

Fidalgo, Z. (1991). Sobre a aquisição das primeiras noções matemáticas em crianças em idade pré-escolar. *Análise Psicológica*, Série IX, n.º 3/4: 389-392.

Fisher, J.P. (1995). Some limits on an approach to the number concept only through the counting. *Cahiers de Psychologie Cognitive*, Vol. 14, n.º 6: 716-723.

Fisher, J.P. (1984). L'aprehension du nombre par le jeune enfant. *Enfance*, n.º 2: 167-187.

Frydman, O. (1995). The concept of number and the acquisition of counting concepts: the “when”, the “how” and the “what” of it. *Cahiers de Psychologie Cognitive*, Vol. 14, n.º 6: 653-684.

Fuson, K. C. (1988). *Children's counting and concepts of number*. New York: Springer-Verlag.

Fuson, K.; Secada, W.; Hall, J. (1983). Counting and conservation of numerical equivalence. *Child Development*, 54: 91-97.

Gameira, O. (1987). A Criança e a Matemática – Compreensão e rotina nos processos de ensino e aprendizagem. *Análise Psicológica*, V / n.º 4: 689-699.

Gelman, R.; Meck, E. (1983). Preschooler's Counting: principles before skills. *Cognition*, 13: 343-359.

Gelman, R.; Gallistel, C. (1978). *The child's understanding of number*. Cambridge: Harvard University Press.

Ginsburg, H. (1986). *The development of mathematical thinking*. New York: Academic Press.

Harford, J. R. (1987). *Language and number*. Oxford : Basil Blackwell.

Hughes, M. (1986). *Children and Number – Difficulties in learning mathematics*. Oxford: Basil Blackwell.

Hughes, M. (1981). Can preschool children add and subtract. *Educational Psychology*, Vol. 1, nº 3: 207-219.

Inhelder, B. ; Sinclair, H. ; Bovet, M. (1974). *Learning and the Development of Cognition*. Cambridge: Harvard University Press.

Kamii, C. (1986). *A Criança e o Número*. Papirus.

- Kamii, C. (1984). *A teoria de Piaget e a educação pré-escolar*. Lisboa: Instituto Piaget.

Lemaire, P. (1995). Is number processing an interesting window on human cognition? *Cahiers de Psychologie Cognitive*, Vol. 14, nº 6: 738-741.

Martins, M.A.; Mendes, A.Q. (1987). Evolução das conceptualizações infantis sobre a escrita. *Análise Psicológica*, Série V, nº 4: 499-508.

Martins, M.A.; Mendes, A.Q. (1986). Aspectos cognitivos e metacognitivos na aprendizagem da leitura. *Análise Psicológica*, Série V, nº 1: 25-43.

Mata, L. (1991). Desenvolvimento das conceptualizações infantis sobre escrita: papel das interacções sociais. *Análise Psicológica*, Série IX, nº 3/4: 403-410.

- Matta, I. (2001). *Psicologia do Desenvolvimento e da Aprendizagem*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Matta, I. (1987). Como as crianças pensam e aprendem a matemática. *Cadernos de Educação de Infância*, 19-20.
- Meadows, S. (1986). *Understanding Child Development*. London: Century Hutchinson.
- Meljac, C. (1995). Why, when and how will a young child count? Four questions and infinity of answers. *Cahiers de Psychologie Cognitive*, Vol. 14, nº 6: 742-749.
- Meljac, C. (1979). *Décrire, Agir et Compter, L'Enfant et le Denombrement Spontané*. Paris: Presses Universitaires de France.
- McCarrigle, J.; Grieve, R.; Hughes, M. (1978). Interpreting inclusion: a contribution to the study of the child's cognitive and linguistic development. *Journal of Experimental Child Psychology*, 26: 528-550.
- Michie, S. (1984). Number understanding in preschool children. *British Journal of Educational Psychology*, 54: 245-253.
- Michie, S. (1984). Why preschoolers are reluctant to count spontaneously. *British Journal of Developmental Psychology*, 2: 347-358.
- Ministério da Educação (1997). *Orientações curriculares para a educação pré-escolar*. Col. Educação Pré-Escolar. Lisboa: Departamento de Educação Básica.
- Munn, P.; Stephen, C. (1993). Children's understanding of number words. *British Journal of Educational Psychology*, Vol. 63, Part 3: 521-527.
- Pastor, E. (1996). Mecanismos del desarrollo cognitivo entre los 2-4 años: inhibición y número. *Revista Psicología*, Vol. XVIII (2): 35-55.

- Perret-Clermont, A.N. (1980). Interactions sociales et representations symboliques dans le cadre de problems aditifs. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Vol. I, n.º 3.
- Perret-Clermont, A.N. (1978). *A construção da inteligência pela interação social*. Lisboa: Sociocultur.
- Perron-Borelli (s/data) *Les Échelles Différentielles d'Efficiences Intellectuelles*. Établissements d'Applications Psychotechniques. Paris: Éditions Scientifiques et Psychologiques.
- Piaget, J.; Szeminska, A. (1975). *A Génese do Número na Criança*. Rio de Janeiro: Zahar Editores.
- Piaget, J.; Inhelder, B. (1975). *Génese das estruturas lógicas elementares*. Rio de Janeiro: Zahar Editores.
- Pontecorvo, C. (1996). Notacion y el razonamiento con numeros y nombres en el periodo preescolar. *Infancia y Aprendizaje*, 3-24.
- Porquet, M. (1978). *A Matemática Natural no Ensino Infantil*. Lisboa: Ed. Estampa.
- Rangel, A. C. (1992). *Educação Matemática e a Construção do Número pela Criança: uma experiência em diferentes contextos sócio-económicos*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Sastre, G.; Moreno, M. (1976/1977). Representation Graphique de la Quantité. *Bulletin de Psychologie*, 30: 346-355.
- Saxe, G. ; Sicilian, S. (1981). Children's interpretation of their counting accuracy. *Child Development*, 52: 1330-1332.

Sinclair, A.; Sinclair, H. (1984). Pre-school children's interpretation of written numbers. *Human Learning*, 3: 173-184.

Sinclair, A.; Siegrist, F.; Sinclair, H. (1983). Young children's ideas about the written number system. In *Acquisition of Symbolic Skills* (Rogers & Sloboda, Eds.). New York: Plenum Press.

Sophian, C. (1995). Representation and reasoning in early numerical development: counting, conservation and comparisons between sets. *Child Development*, 559-577.

Sophian, C. (1988). Early developments in children's understanding of number: inferences about numerosity and one-to-one correspondence. *Child Development*, 1397-1414.

Tizard, B.; Hughes, M. (1984). *Young Children Learning*. London: Fontana.

Van Loosbroek, E.; Smilaman, A. (1990). Visual perception of numerosity in infancy. *Developmental Psychology*, 916-922.

Vergnaud, G. (1983). *L'Enfant, la mathématique et la réalité*. Peter Lang, Berne.

Vonechè, J. (1995). Concepts, procedures and structures in the acquisition of the concept of number. *Cahiers de Psychologie Cognitive*, Vol. 14, n.º 6: 760-763.

Vygotsky, L. (1979). *Pensamento e Linguagem*. Lisboa : Edições Antídoto.

**ANEXOS**

## AMOSTRA

### GRUPO I

<b>Nº</b>	<b>NOME</b>	<b>IDADE</b>	<b>PROFISSÃO PAIS</b>
1	Bernardo	4:1	Engenheiro / Professora
2	Bruno	3:9	Engenheiro / -----
3	David	4:0	Funcionário Publico / Professora
4	Fernando	4:0	Professor / Professora
5	Filipe	3:9	Gestor / Professora
6	Filipe R	3:9	Funcionário Publico / Enfermeira
7	João	3:11	Comerciante / Comerciante
8	José	4:6	Fotografo / Enfermeira
9	Luís	3:10	Comerciante / Cabeleireira
10	Ricardo	4:4	Professor / Comerciante
11	Ana Catarina	3:6	Médico / Funcionária Publica
12	Ana Isabel	4:1	Electricista / Funcionária Publica
13	Ana Rita	3:10	Funcionário Publico / Comerciante
14	Ana Sofia	3:6	Professor / Comerciante
15	Carolina	4:4	Funcionário Publico / Contabilista
16	Catarina	4:0	Analista / Professora
17	Célia	3:8	Supervisor / Cabeleireira
18	Inês	4:5	Professor / Enfermeira
19	Joana	4:1	Engenheiro / Professora
20	Margarida	3:9	Advogado / Professora

**GRUPO I I**


---

<b>Nº</b>	<b>NOME</b>	<b>IDADE</b>	<b>PROFISSÃO PAIS</b>
1	David J	5:6	Funcionário Publico / Professora
2	David M	6:1	Funcionário Publico / Bibliotecária
3	Filipe	6:4	Electricista / Comerciante
4	Gonçalo F	6:4	Polícia / Comerciante
5	Gonçalo M	6:4	Advogado / -----
6	João	5:6	Médico / Funcionária Publica
7	Paulo	6:2	Motorista / -----
8	Pedro	5:11	Professor / Cabeleireira
9	Renato	6:2	Funcionário Publico / Bibliotecária
10	Tiago	6:3	Funcionário Publico / Professora
11	Ana Isabel	6:0	Funcionário Publico/ Funcionária Publica
12	Ana L	5:10	Funcionário Publico / Comerciante
13	Ana Maria	6:3	Funcionário Publico / Professora
14	Ana R	6:2	Médico / Funcionária Publica
15	Ana Rita	6:0	Comerciante / Funcionário Publico
16	Carla	5:6	Motorista / Auxiliar
17	Filipa	6:3	Engenheiro / Professora
18	Guadalupe	5:10	Médico / -----
19	Inês	5:8	Analista / Funcionária Publica
20	Mafalda	5:8	Professor / Bibliotecária

---

## PROVA DE EFICIÊNCIA INTELECTUAL

### Material

- Séries de itens (ver exemplos na página seguinte) e folhas de notação;
- 27 peças de madeira: círculos, triângulos e quadrados, variando na cor (vermelho, azul e amarelo) e tamanho (grande, médio e pequeno);
- Tríptico (com o desenho das peças) e prancha com 3 casas.

### Procedimento

1. Colocação das peças: dispõe-se diante da criança o tríptico com o desenho das 27 peças (as bases dos triângulos virados para a criança) e as 27 peças de madeira. Depois, diz-se à criança: “VAMOS PÔR CADA PEÇA NO SEU LUGAR... QUERES AJUDAR-ME?”.
2. Depois de colocadas as 27 peças, dispõe-se (entre o tríptico e o examinador) a prancha com três casas.

Série I: Coloca-se nas duas primeiras casas da prancha, as duas peças do primeiro item da série (círculo grande vermelho / círculo grande azul). Mostra-se à criança a terceira casa e diz-se: “PÔE AQUI AQUELA QUE FICA BEM”. Encoraja-se a criança a escolher uma peça e em caso de escolha incorrecta diz-se, colocando o círculo grande amarelo: “NÃO, OLHA, É ESTA QUE É PRECISO PÔR LÁ. ASSIM, AS TRÊS TODAS JUNTAS FICAM BEM”.

Substituem-se as três peças no tríptico e passa-se ao item seguinte (ver adiante a lista dos itens). Procedem-se igualmente nos itens seguintes, corrigindo as escolhas incorrectas: “NÃO, OLHA, É AQUELA” e encorajando a criança: “NÃO FAZ MAL... ORA VÊ BEM, TENTA PERCEBER PORQUE É QUE AS PONHO JUNTAS”.

Termina-se a série desde que a criança tenha êxito em três itens consecutivos. Senão, apresentam-se os seis itens.

Quando se inicia uma nova série, diz-se: “AGORA, PRESTA ATENÇÃO, PORQUE AGORA VAI SER DIFERENTE”. Usa-se a mesma técnica descrita para a Série I.

Termina-se a prova depois de insucesso (não obtenção de três sucessos consecutivos) numa série.

3. Prova final (prova complementar de controle) – Tem por finalidade verificar a solidez da aquisição dos princípios de agrupamento utilizados, por isso já não se corrigem as escolhas incorrectas. Diz-se: “AGORA,

PARA ACABAR, VAMOS FAZER MAIS ALGUNS. HÁ ALGUNS MAIS FÁCEIS E OUTROS MAIS DIFÍCEIS, TODOS MISTURADOS, PRESTA BEM ATENÇÃO”.

Apenas se propõe os itens que correspondem às séries conseguidas.

## **SÉRIES** (exemplos):

### **Série I** – Agrupamento por forma e dimensão semelhantes

1 – Círculo vermelho grande / círculo azul grande

.

.

.

6 – Quadrado amarelo pequeno / quadrado vermelho pequeno

### **Série II** – Agrupamento por forma e cor semelhantes

1 – Triângulo azul grande / triângulo azul pequeno

.

.

.

6 – Quadrado vermelho pequeno / quadrado vermelho grande

### **Série III** – Agrupamento por cor e dimensão semelhantes

1 – Quadrado vermelho pequeno / círculo vermelho pequeno

.

.

.

6 – Quadrado azul grande / triângulo azul grande

### **Série IV** – Agrupamento por dimensão semelhante (forma e cor diferentes)

1 – Círculo amarelo grande / triângulo azul grande

.

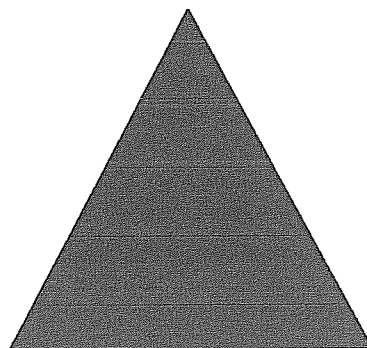
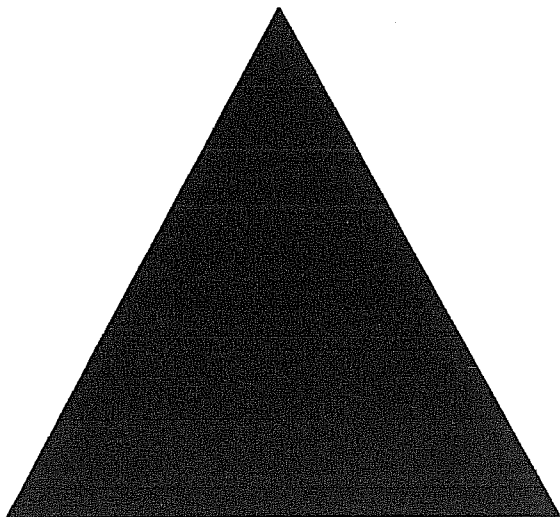
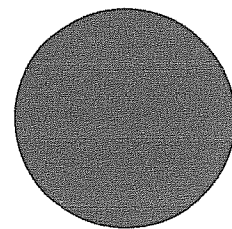
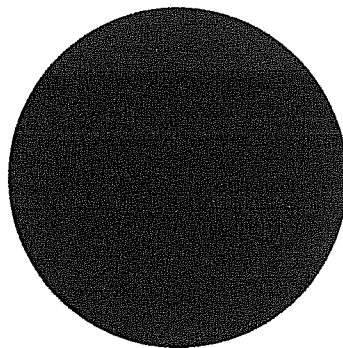
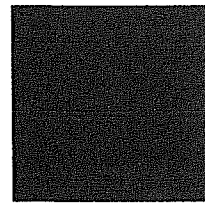
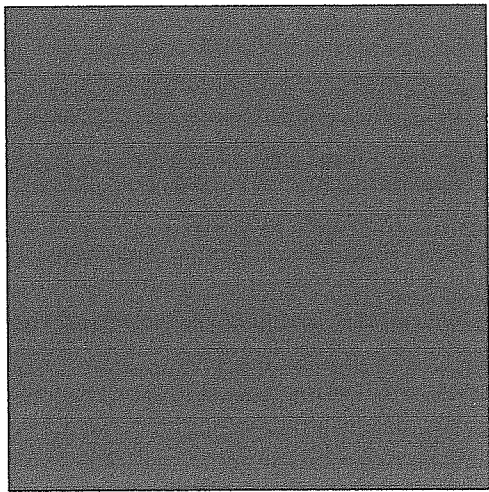
.

.

6 – Triângulo amarelo pequeno / círculo vermelho pequeno

### **Prova Final** - dois itens de cada série (8 itens)

Ver ilustração com algumas das peças usadas para a realização da prova na página seguinte.

**ILUSTRAÇÃO** (exemplos das peças de madeira)

## **PROVA DE CONSERVAÇÃO QUANTIDADES DESCONTÍNUAS**

### **Material**

- 10 contas vermelhas e 10 contas azuis (para enfiamentos da mesma dimensão)
- 2 copos de vidro (5 x 6 cm), 1 copo (2,5 x 12 cm), 1 copo (10 x 3 cm)

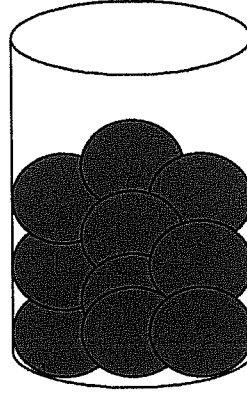
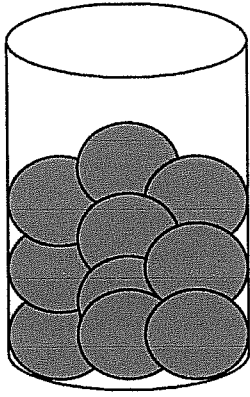
### **Procedimento**

1. Dão-se à criança os dois copos do mesmo tamanho e diz-se: “VAIS POR AS CONTAS DENTRO DOS COPOS. COM UMA MÃO PÕES UMA CONTA VERMELHA NUM COPO E AO MESMO TEMPO, COM A OUTRA MÃO, PÕES UMA CONTA AZUL NO OUTRO COPO”. Depois de efectuada esta tarefa, pergunta-se: “HÁ A MESMA QUANTIDADE DE CONTAS, NESTE DOIS COPOS?” ... “PORQUÊ?”.
2. Em seguida, vertem-se as contas azuis para o copo mais estreito e mais alto, permanecendo as vermelhas no copo inicial. Pergunta-se à criança: “HÁ A MESMA QUANTIDADE DE CONTAS, NESTE DOIS COPOS?” ... “PORQUÊ?”.
3. Seguidamente, vertem-se as contas azuis para o copo mais largo e mais baixo. Pergunta-se novamente: “HÁ A MESMA QUANTIDADE DE CONTAS, NESTE DOIS COPOS?” ... “PORQUÊ?”.
4. Enquanto se retiram as contas dos copos, pergunta-se à criança: “SE QUIERMOS FAZER UM COLAR COM AS CONTAS VERMELHAS E OUTRO COM AS CONTAS AZUIS, ACHAS QUE FICAM DO MESMO TAMANHO?” ... “PORQUÊ?”

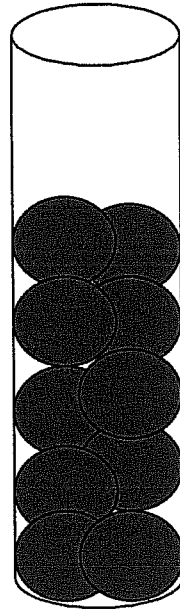
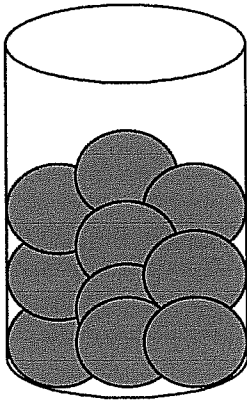
Ver ilustração das situações da prova na página seguinte.

## ILUSTRAÇÃO

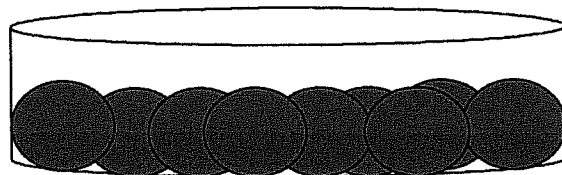
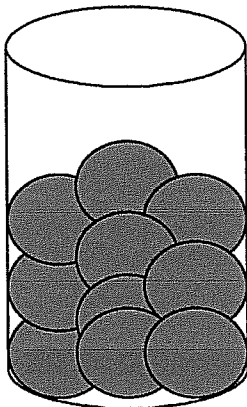
- Situação 1



- Situação 2



- Situação 3



## **PROVA DE CONTAGEM**

### **Material**

- 8 círculos (do mesmo tamanho) desenhados num cartão;
- 9 peças de LEGO verdes e 18 peças de LEGO azuis (mesmo tamanho e forma).

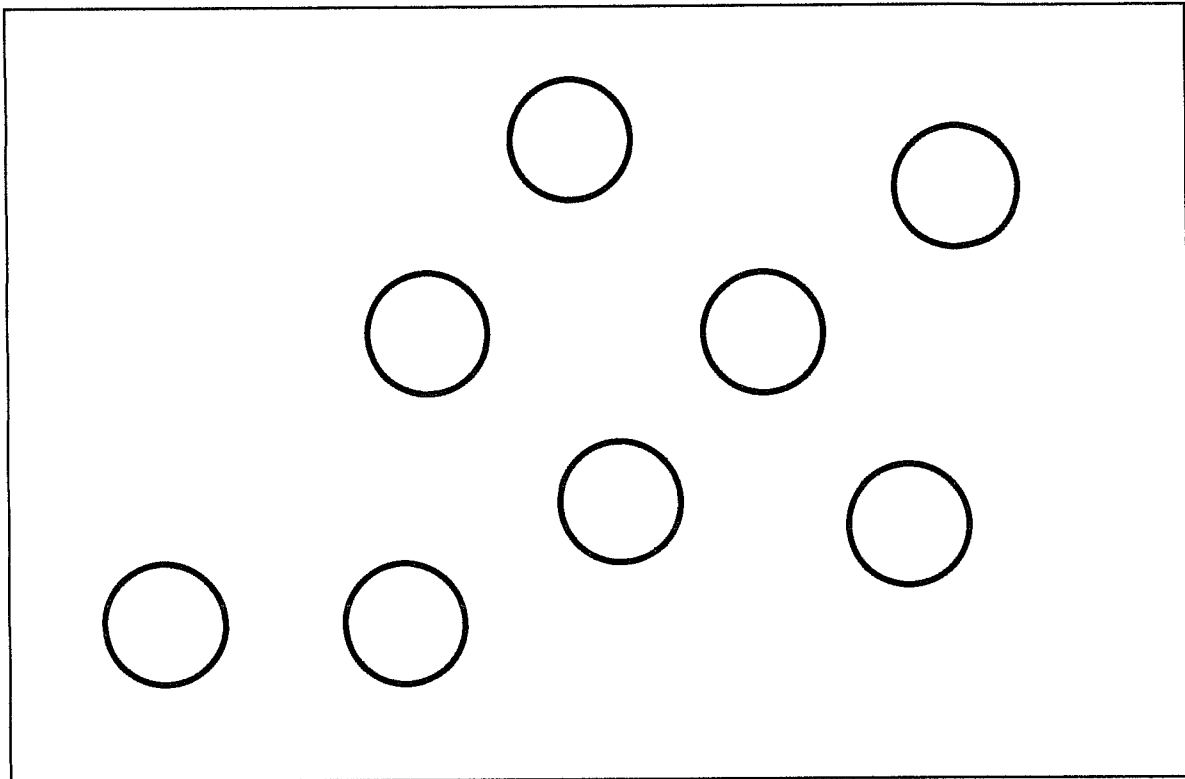
### **Procedimento**

1. Dá-se à criança o cartão com os 8 círculos desenhados e diz-se: “VAIS CONTAR OS CÍRCULOS QUE ESTÃO AQUI NO CARTÃO”. Depois da criança ter efectuado a contagem, pergunta-se: “QUANTOS CÍRCULOS SÃO?”.
2. Dispõe-se o conjunto de 9 peças de LEGO em cima da mesa, de acordo com a configuração espacial previamente estabelecida.  
Em seguida, dá-se à criança o conjunto de 18 peças de LEGO azuis e diz-se: “AGORA, VAIS PÔR TU A MESMA QUANTIDADE DE PEÇAS DE LEGO QUE EU TENHO AQUI”.

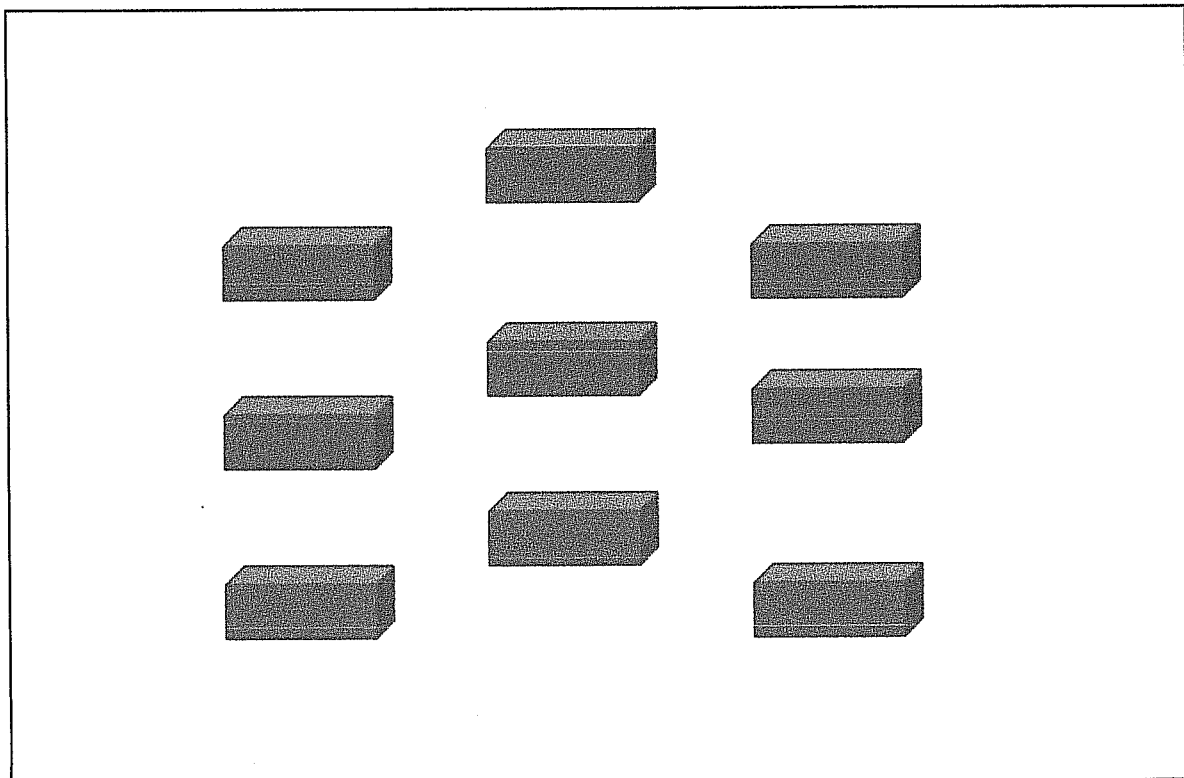
Ver ilustrações na página seguinte, do cartão com os círculos desenhados e do modelo com a configuração espacial do conjunto de peças de LEGO.

**ILUSTRAÇÃO**

Item 1



Item 2



## **PROVAS DE REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA QUANTIDADE**

### **❖ PROVA A – Registo da Representação Gráfica**

#### **Material**

- 9 cubos de madeira (mesma cor e tamanho);
- papel (folha tamanho A5) e lápis.

#### **Procedimento**

1. Dá-se a folha de papel e o lápis à criança. Colocam-se 4 cubos em cima da mesa, em frente a ela, e diz-se: “PÕE NO PAPEL QUANTOS CUBOS ESTÃO EM CIMA DA MESA”.

Após a criança ter efectuado a representação gráfica, os cubos são retirados.

2. Coloca-se um conjunto de 9 cubos e uma nova folha de papel em frente da criança. Em seguida, pede-se novamente: : “PÕE NO PAPEL QUANTOS CUBOS ESTÃO EM CIMA DA MESA”.

#### **Nota:**

- Prova A - Decidimos utilizar a terminologia “põe no papel”, para não termos que referir “escreve” ou “desenha”, deixando assim em aberto todas as possibilidades de representação.
- Prova B - Decidimos não usar qualquer “cartão-resposta” incluído na categoria idiossincrática, porque raramente encontramos este tipo de representação no estudo exploratório realizado.

## ❖ PROVA B – Descodificação da Representação Gráfica

### Material

- 8 cubos de madeira (mesma cor e tamanho);
- 2 conjuntos De 8 cartões cada, com várias representações da quantidade (ver ilustração com os cartões-reposta nas páginas seguintes).

### Procedimento

1. Colocam-se 3 cubos em cima da mesa em frente à criança. Em seguida, entrega-se um conjunto de cartões, com diferentes representações gráficas da quantidade três, e diz-se: “VAIS ESCOLHER O CARTÃO QUE DIZ MELHOR QUANTOS CUBOS ESTÃO EM CIMA DA MESA”.

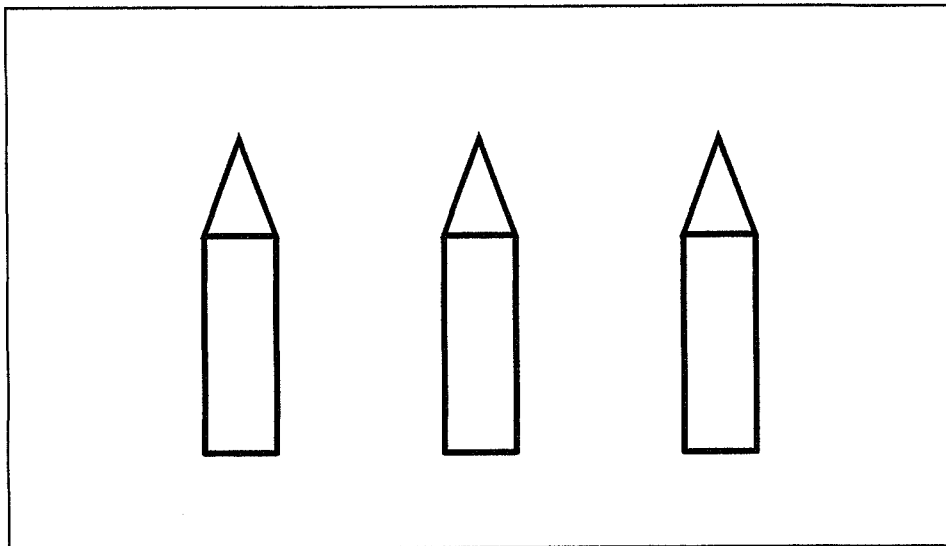
Após a escolha efectuada, pergunta-se à criança: “PORQUE É QUE ESCOLHESTE ESTE?”

Retiram-se os cubos e o primeiro conjunto de cartões.

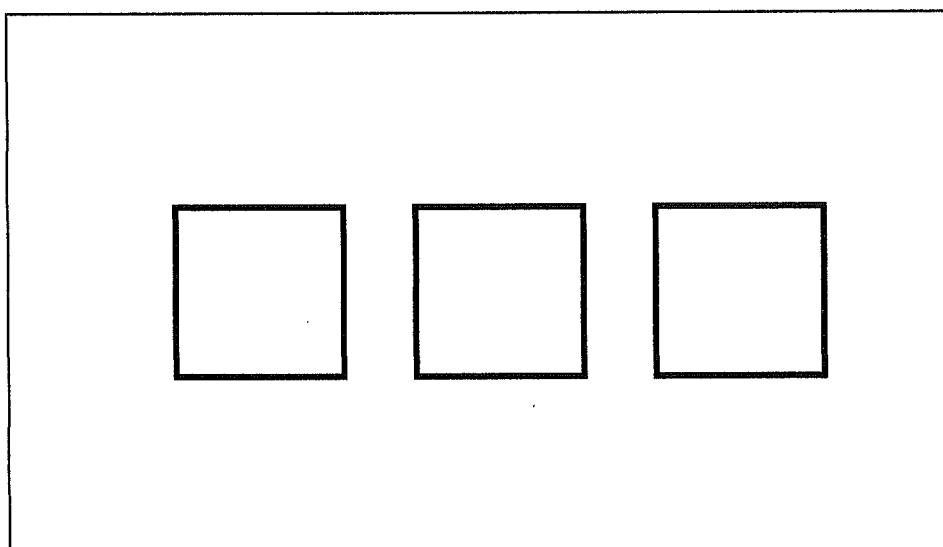
2. Colocam-se 8 cubos em cima da mesa em frente à criança. Em seguida, entrega-se um outro conjunto de cartões, com diferentes representações gráficas da quantidade oito, e diz-se: “VAIS ESCOLHER O CARTÃO QUE DIZ MELHOR QUANTOS CUBOS ESTÃO EM CIMA DA MESA”.

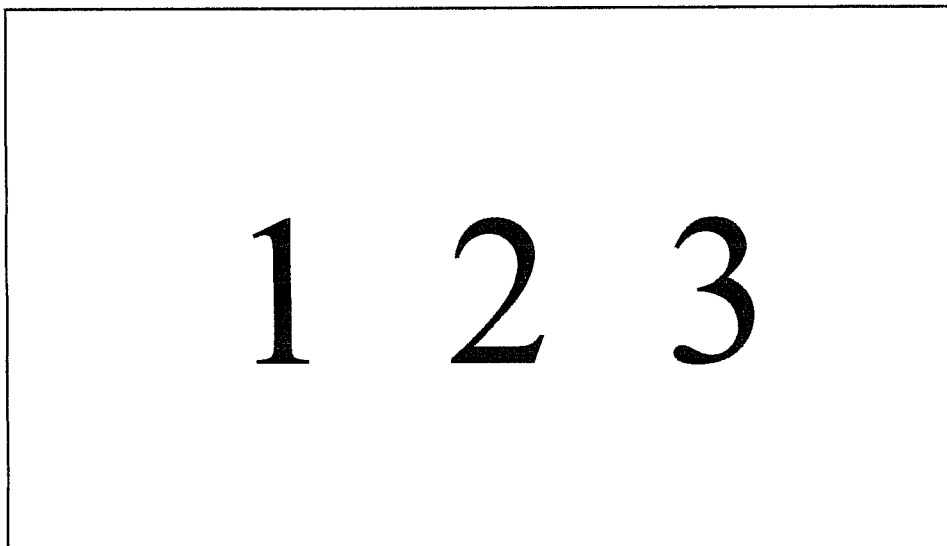
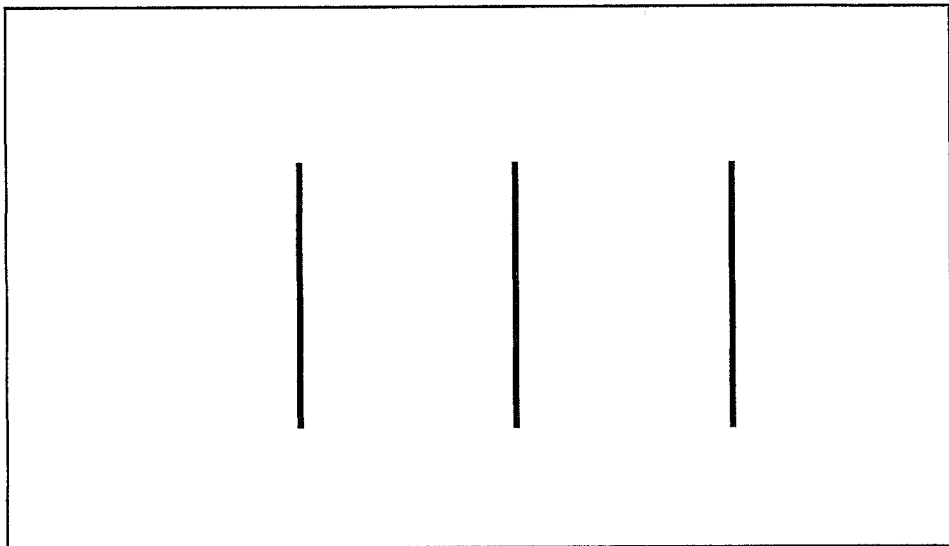
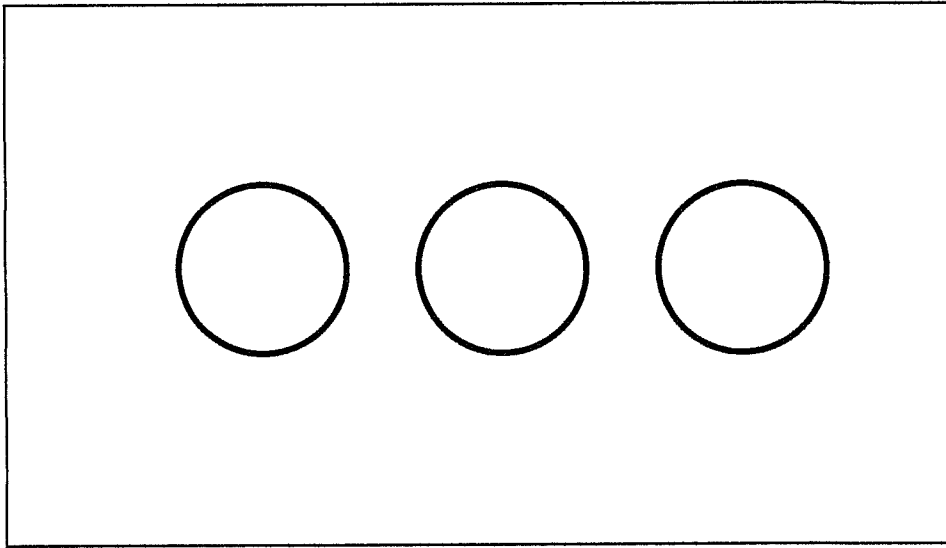
Após a escolha efectuada, pergunta-se à criança: “PORQUE É QUE ESCOLHESTE ESTE?”

Nota: Quando se considerava necessário, aconselhávamos a criança a ver primeiro todos os cartões do conjunto, pois só depois de os ver todos deveria escolher aquele que pensava melhor representar a quantidade de cubos que estavam na mesa.

**CARTÕES – RESPOSTA:**

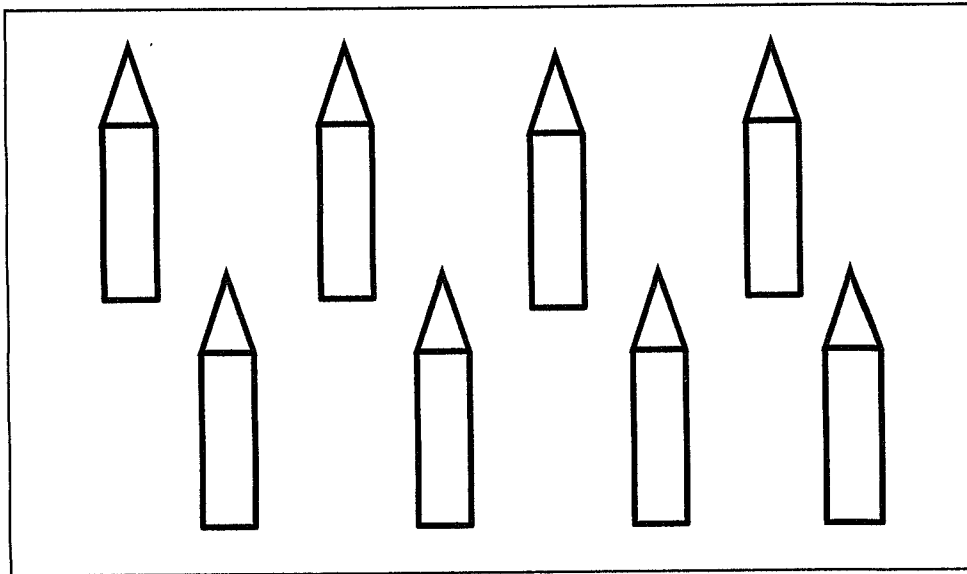
**H T A**



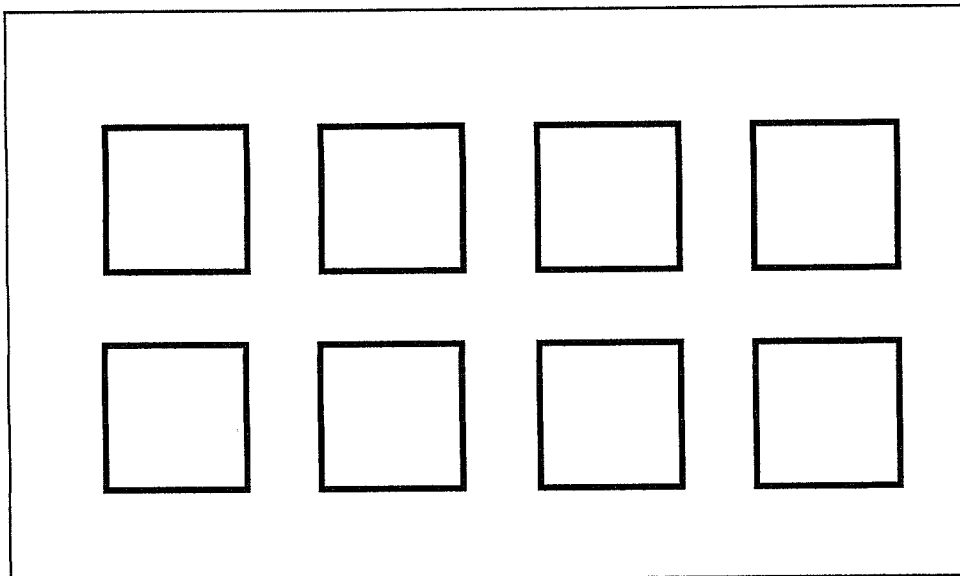


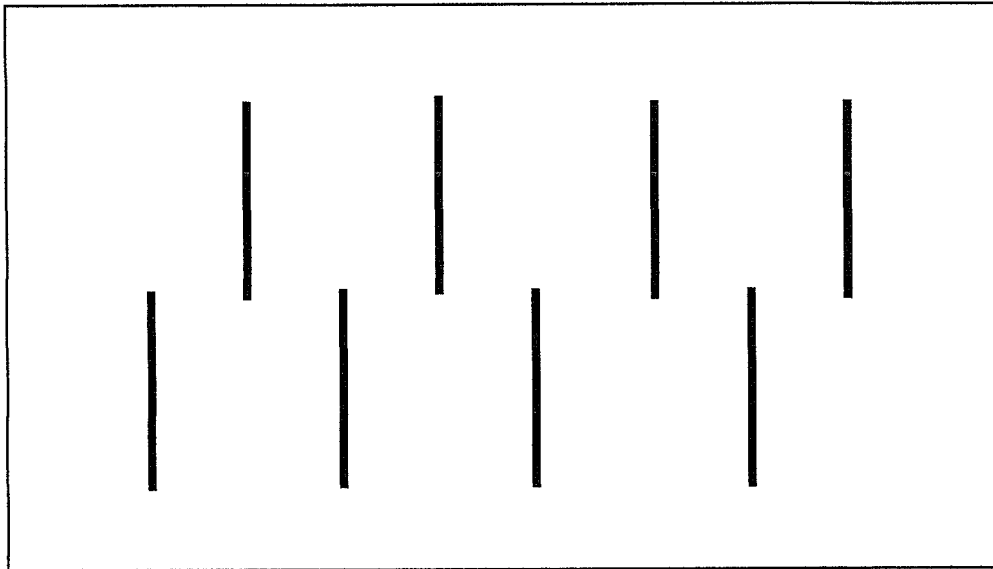
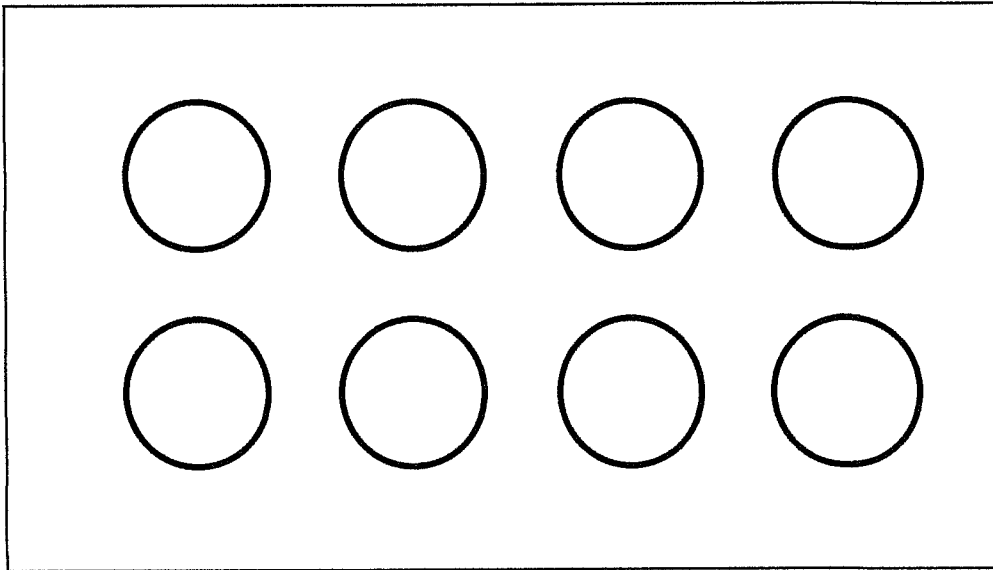
3

*três*



I K L M  
N O P R





1 2 3 4 5 6 7 8

8

*oito*