ANA SOFIA NOVAIS DA SILVA LEMOS

Competência de Subtração em crianças de 2 e 3 anos de idade

Orientadora: Maria Stella Aguiar

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Escola de Psicologia e Ciências da Vida

Lisboa

2014

ANA SOFIA NOVAIS DA SILVA LEMOS

Competência de Subtração em crianças de 2 e 3 anos de idade

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Psicologia da Educação conferido pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.

Orientador: Professora Doutora Maria Stella Aguiar

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Escola de Psicologia e Ciências da Vida

Lisboa

2014

Epígrafe

A persistência é o caminho do êxito.

Charles Chaplin

Dedicatória

Ao meu passado: Às minhas avós, Francisca e Helena.

Agradecimentos

A elaboração do presente trabalho não seria possível sem o suporte de várias pessoas significativas.

Neste contexto, quero em primeiro lugar agradecer à minha orientadora, Professora Doutora Stella Aguiar, por todo o apoio prestado, pela compreensão, paciência, tempo despendido, por não ter desistido de mim, por acreditar nas minhas capacidades e pelo apoio e disponibilidade em todos os momentos que me ajudaram a ultrapassar todas as dificuldades com as quais me fui deparando ao longo desta etapa.

Quero também agradecer ao Professor Doutor Jorge Ferreira, pela ajuda fundamental na estatística, pela compreensão e apoio prestado ao longo destes anos.

De uma maneira também muito especial, quero agradecer aos meus pais e irmão, por todo o apoio, disponibilidade e compreensão;

Ao David, Bruno, Gonçalo e André pelo afeto constante, pela força e companheirismo imprescindíveis ao longo destes anos.

Quero igualmente agradecer, de uma forma bastante especial, à Renata e à Catarina, pela grande amizade, por nunca me deixarem desistir, por estarem sempre nos bons e maus momentos, por serem umas amigas especiais; à Patrícia por todo o apoio demonstrado e disponibilidade prestada.

À Ana pelo apoio fundamental na recolha da amostra e pela grande amizade que nos une há vários anos.

À Málika, por todas as nossas conversas, pela força em cada momento, pela compreensão prestada ao longo deste caminhar.

Aos colégios, pela disponibilidade prestada e pela forma como contribuíram para a implementação da investigação;

Obrigada, a todas as crianças que contribuíram para a realização deste estudo.

Resumo

Sendo a habilidade matemática uma função cognitiva complexa, a presente investigação procura compreender as competências precoces de subtração, contribuindo designadamente para o debate teórico e metodológico sobre os efeitos do conhecimento linguístico emergente. Participaram neste estudo 60 crianças de nacionalidade e língua materna portuguesa, 30 crianças de 2 anos (entre os 24 e os 35 meses, M= 28,4; Dp= 3) e 30 crianças de 3 anos (entre os 36 e os 47 meses, M=40,3; Dp=2,9), sendo cada grupo etário composto por 15 crianças do género feminino e 15 crianças do género masculino. Todas as crianças eram de nível socioeconómico médio e frequentavam instituições educativas da área de Almada. Os sujeitos foram confrontados a tarefas de subtração numericamente possível (2-1=1) e impossível (2-1=2) propostas por Wynn (1992) e Lubin (2009) e foi comparado o efeito da participação, ativa ou passiva nas referidas tarefas (Lubin, 2009). Considerando a totalidade da amostra, é possível constatar que cerca de 82% das crianças utilizam linguagem verbal e que a condição de participação na tarefa, no papel de ator e espectador, não influencia o tipo de linguagem mobilizada na resolução das operações. Verificou-se ainda que a maioria dos participantes não distingue as operações de subtração possível e impossível e não justifica as suas respostas, embora a competência dos sujeitos tenda a melhorar com a idade e mostre alguns efeitos positivos da condição de ator.

Palavras-Chave: Conhecimento, matemática, subtração, linguagem

Abstract

The mathematical ability is a complex cognitive function and this research seeks to understand the early skills of subtraction, contributing in particular to the theoretical and methodological discussion on the effects of emergent linguistic knowledge. Participated in this study 60 portuguese and portuguese-speaking children, 30 children aged 2 years old (between 24 and 35 months, M = 28.4; Dp = 3) and 30 children aged 3 years old (between 36 and 47 months, M = 40.3; Dp = 2.9), each age group with 15 girls and 15 boys. All children were from middle-class homes and from educational institutions in Lisbon, Portugal. The subjects were faced to the possible (2-1 = 1) and impossible (2-1 = 2) subtraction tasks proposed by Wynn (1992) and Lubin (2009) and the effect of active versus passive participation on those tasks was compared (Lubin, 2009). Considering all the sample, about 82% of the children used verbal language and the condition of participation in the task, as spectator or actor, did not influence the kind of language they used. It was also found that most participants did not discriminate between possible and impossible subtraction operations and couldn't justify their answers, although these competences tend to improve with age and show some positive effects of the participation condition.

Key-words: Knowledge, math, subtraction, language

Abreviaturas e símbolos

APA - American Psychological Association

cf - conforme

e.g. – por exemplo

et al - e colaboradores

p. - página

pp. - páginas

SPSS - Statistical Package For the Social Sciences

& - e

Índice Geral

Introdução **10**

Capítulo 1 - Desenvolvimento da representação do número: Perspetiva construtivista e inatista **16**

1.1. Perspetiva construtivista **17**

1.2. Perspetiva Inatista **20**

Capítulo 2 - Numeracia emergente e competências aritméticas precoces **24**

2.1. Investigação de Karen Wynn **25**

2.2. Críticas aos estudos de Karen Wynn **27**

Capítulo 3 - Influência da linguagem: abordagens recentes sobre a emergência da competência de subtração. **30**

3.1. Investigações recentes centradas nas competências aritméticas **31**

3.2. Investigação de Lubin **35**

3.3. Implicações na realização de operações de subtração **37**

Capítulo 4 – Problema de investigação: problemática, objetivos e hipóteses precoces **39**

Capítulo 5 - Método **43**

5.1. Participantes **44**

5.2. Materiais **44**

5.3. Procedimento e plano experimental **44**

5.4. Classificação das respostas **46**

Capítulo 6 - Resultados **49**

6.1. Comparação das Categorias de Resposta por Grupo Etário **50**

6.1.1. Tipo de linguagem **50**

6.1.2. Lógica das respostas **51**

6.2. Comparação das categorias de resposta por condição de participação na tarefa, espetador e ator 53

6.2.1. Tipo de linguagem 53

6.2.2. Lógica das respostas 53

Capítulo 7 - Discussão e Conclusão 55

Bibliografia 62

Apêndices I

Anexos XII

Índice de Quadros

Quadro 1. Sistema de classificação das respostas 47

Índice de Tabelas

Tabela 1. Tipo de linguagem utilizada nas respostas finais e nas justificações 50

Tabela 2. Lógica utilizada nas respostas finais e nas justificações 52

Introdução

Desde muito pequenas, as crianças entram em contacto com grande quantidade e variedade de noções numéricas, ouvem e falam sobre números, comparam, agrupam, separam, ordenam e resolvem pequenos problemas envolvendo operações, acompanham a marcação do tempo feita pelos adultos, exploram e comparam pesos e dimensões, observam e experimentam as propriedades e as formas dos objetos, percorrem e exploram diferentes espaços e distâncias. Estes conhecimentos, assistemáticos e heterogéneos, variam, em maior ou menor grau, com a idade, a cultura e o meio social aos quais as crianças pertencem. Ora, muitas vezes interrogamo-nos como a criança constrói o sentido de número. Que conhecimento utiliza na elaboração do conceito matemático? Sabemos que as crianças resolvem situações matemáticas por meio da ação sensório-motora e da linguagem oral, desenvolvendo ações práticas que foram observadas no meio social e no convívio familiar.

Quando entram para a escola, elas desenvolvem outros processos, que envolvem o espaço e o relacionamento com outras crianças. Contudo, não tem sido fácil, nem consensual, definir o sentido de número e o seu desenvolvimento, dado o conjunto interligado e complexo de competências que o envolvem.

Como afirma Berch (2005), não há dois investigadores no campo da investigação matemática "que definam sentido de número da mesma maneira" (p. 333). Apesar de alguma dificuldade em se conseguir uma definição única, a discussão e reflexão sobre esta temática conduziu a uma noção abrangente, que refere o sentido de número à compreensão geral que cada um tem dos números e operações à capacidade de os manipular de forma flexível em situações do dia-a-dia. Esta capacidade implica então o uso de estratégias e procedimentos eficientes e flexíveis para resolver problemas de quantificação (McIntosh et al., 1992; Reys & Yang, 1998; Yang, Hsu & Huang, 2004; Yang & Hsu, 2009). Nas palavras de Berch (2005), possuir o sentido de número permite a cada sujeito "desenvolver estratégias para resolver problemas matemáticos e inventar procedimentos para efetuar operações numéricas" (p. 334).

Nos últimos anos, a investigação tem-se debruçado, fundamentalmente, na análise do sentido de número e na forma como se desenvolve, identificando componentes essenciais.

Ora, embora pareça haver consenso entre investigadores de que as crianças, desde muito cedo, são capazes de produzir representações de informações quantitativas, não há ainda forte concordância no que diz respeito à natureza destas representações: São representações baseadas em conhecimento de natureza conceptual e inato? Ou, são essas representações fruto de um complexo processo de desenvolvimento?

Investigadores atuais argumentam a favor da natureza inata do conhecimento matemático. Mas, entre estes, há ainda controvérsia sobre os mecanismos cognitivos que sustentam tal conhecimento. Alguns afirmam que as crianças formam representações mentais quantitativas baseadas em conhecimentos inatos de número (Gelman & Gallistel, 1978; Gelman, 1991; Carey, 1991; Carey & Spelke, 1994; Dehaene, 1997; Butterworth, 1999). Outros propõem que essas representações são baseadas em mecanismos cognitivos inatos de deteção de magnitudes e individuação de objetos (Xu & Carey, 1996; Xu & Spelke, 2000). Um outro grupo de investigadores argumenta a favor de um processo multifatorial, complexo e gradual de desenvolvimento da noção de número. Para esses investigadores, em concordância com a teoria piagetiana, o foco está na elaboração da noção de número a partir de competências elementares de quantificação. Mais precisamente, no processo de elaboração dessa noção de número, as representações mentais produzidas pelas crianças são baseadas em processos cognitivos gerais (como por exemplo, o processo da visão, da memória, da perceção tátil dos objetos) sem ligações específicas a conhecimentos de base numérica, pelo menos inicialmente. Assim, a construção plena de um conceito de número que englobe a complexidade de entender o número natural nas dimensões cardinal, ordinal e nominal, deriva de um longo processo de desenvolvimento (Clearfield & Mix, 1999, 2001; Huttenlocher, Duffy, & Levine, 2002; Mix, 2002; Mix, Hutenllocher, & Levine 2002a, 2002b; Wiese, 2003; Mix & Sandhofer, 2007).

Não obstante com o facto da teoria de Piaget ser fundamental na compreensão do desenvolvimento cognitivo das crianças, nos últimos anos vêm surgindo cada vez mais estudos que lhe identificam limitações, particularmente ao nível do desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático (Sequeira, 1990; Barbosa, 2012). Piaget (1976) defende que as crianças com menos de 4 anos não desenvolvem o sentido numérico uma vez que ainda não está presente a reversibilidade do pensamento. Blakemor, Frith (2009) e Dehaene (1998) referem contudo que o equívoco deste autor se deveu sobretudo ao método clinico-crítico, utilizando perguntas explícitas e uma análise exclusiva das respostas verbais das crianças confrontadas a tarefas experimentais (e.g. teste de conservação numérica) que não lhe permitiram identificar as reais capacidades das crianças entre os 3 e os 5anos. Karen Wynn (1992) foi das primeiras investigadoras a apresentar resultados que contestaram a teoria piagetiana e argumentaram a favor da existência de conhecimentos matemáticos inatos.

De acordo com Wynn, os seres humanos nascem providos do conceito de número, sendo capazes de representar e raciocinar sobre o número. Para comprovar essa hipótese,

apresentou vários estudos sobre o raciocínio lógico-matemático de bebés, mostrando que, além da capacidade de *subitizing* (enumeração percetiva de pequenas coleções), já possuem conhecimentos primitivos de adição e subtração. A partir das suas investigações, onde utiliza uma metodologia de habituação, compara o tempo de olhar de dois grupos de sujeitos e considera que os bebés tendem a olhar mais tempo para algo que lhes é inesperado, Wynn (1992b) defende que, aos 5 meses de idade, os bebés já são capazes de adicionar e subtrair pequenas quantidades numéricas. Porém, a medida do tempo de olhar tem sido considerada como um sinal *mínimo* de competência e tem constituído uma das críticas mais recorrentes aos resultados de Wynn. Neste sentido, Houdé (1997) replica então os estudos de Wynn (1992b) com crianças de 2 e 3 anos de idade e de língua materna francesa, com o objetivo de recolher respostas verbais que forneçam um sinal mais *forte* de competência. Também Lourenço (1994) defende que, do ponto de vista metodológico, a avaliação através do recurso à linguagem, neste nível etário, oferece um indicador mais *forte* de competência comparativamente à medida do tempo de olhar habitualmente utilizada nas investigações de Wynn (1992). A hipótese da interferência da linguagem verbal na resolução de vários tipos de tarefas-problema parece globalmente corroborada por diversos autores e estudos recentes.

Ora, os resultados de Houdé (1997) parecem indicar, particularmente nas crianças mais novas, a interferência da competência linguística na atividade de adição. Villete (2002) também analisa as capacidades numéricas avaliadas por Wynn (1992) em crianças de língua materna francesa, com idades compreendidas entre os 2 e os 4 anos. Os seus resultados sugerem que a capacidade das crianças pré-escolares para subtrair se baseia na representação de combinação de objetos, por correspondência termo-a-termo, que lhes permite separar os conjuntos de objetos sem recorrerem a estratégias de cálculo aritmético. Posteriormente, Lubin (2009) investiga igualmente as capacidades numéricas estudadas por Wynn (1992) em crianças pré-escolares com o objetivo de analisar a resposta verbal à situação impossível e de testar a interferência da linguagem verbal na resolução de tarefas que impliquem o raciocínio lógico-matemático (cf. estudos de Houdé, 1997). Além disso, autora pretende agora explorar o papel pedagógico da ação, comparando diferentes condições de participação na tarefa, nomeadamente a participação passiva clássica (condição *espectador*) com uma participação ativa (condição *ator),* e coloca a hipótese que uma condição ator facilita a resolução de operações aritméticas. A sua investigação sugere que nas operações de subtração, os resultados mostram efetivamente respostas semelhantes aos dois e três anos de idade em

ambas as condições ator e espectador, devido à ausência do efeito perturbador da utilização de uma estratégia linguística para a resolução da operação aritmética.

As motivações que subjazem à presente investigação alicerçam-se no interesse pelo estudo das competências matemáticas precoces em crianças pré-escolares, assentes na panóplia de questões e modelos atuais ainda em discussão: (1) Como se desenvolvem as competências de subtração precoces? (2) Qual a influência do desenvolvimento linguístico no processo de subtração? Neste sentido, a presente investigação pretende então contribuir para o estudo da sensibilidade das competências matemáticas precoces ligadas à subtração, em crianças de 2 e 3 anos de idade, através da análise do seu desempenho de resolução de tarefas propostas nos estudos de Wynn (1992) e de Lubin (2009). Mais exatamente, pretendemos avaliar a influência da emergência da linguagem verbal em crianças de língua materna portuguesa onde, tal como nas línguas francesa e espanhola, existe a distinção singular/plural na designação dos números e comparar o efeito da participação, ativa ou passiva, nas tarefas de subtração de pequenos números.

Com o objetivo de contribuir para o debate teórico e metodológico sobre as competências lógico-matemáticas precoces, colocámos as seguintes hipóteses: o tipo de linguagem, gestual e/ou verbal, utilizada pela criança varia com a idade (hipótese 1) e com a condição de participação na tarefa, no papel de ator e espectador (hipótese 2); e que a lógica das respostas fornecidas pela criança varia com a idade (hipótese 3) e com a condição de participação na tarefa, no papel de ator e espectador (hipótese 4).

No capítulo 1 desta dissertação, começaremos por abordar o desenvolvimento da representação de número segundo as perspetivas construtivista e inatista.

No capítulo 2, abordaremos a numeracia emergente e as competências aritméticas precoces, com principal destaque para a investigação de Karen Wynn.

No capítulo 3, analisaremos as abordagens recentes sobre a emergência da competência de subtração, bem como a influência da linguagem na emergência desta competência.

No capítulo 4, apresentaremos os problemas e as hipóteses de investigação do presente estudo.

No capítulo 5, procederemos à descrição do método utilizado neste estudo, nomeadamente a amostra, instrumentos, procedimento e o plano experimental.

No capítulo 6, será apresentada a descrição e análise dos resultados.

Por último, no capítulo 7, será apresentada a discussão e a conclusão dos resultados obtidos.

Salienta-se que foram utilizadas as normas da APA, para citações e referências bibliográficas.

Capítulo 1 - Desenvolvimento da representação do número: Perspetiva construtivista e inatista

Como vimos, assiste-se atualmente ao debate entre duas grandes perspetivas relativas à construção das primeiras representações numéricas da criança, a *perspetiva construtivista* e a *perspetiva inatista.*

1.1. Perspetiva Construtivista

O construtivismo piagetiano faz depender o desenvolvimento cognitivo da criança da interação entre quatro fatores, internos e externos: a maturação do sistema nervoso, a experiência de interação com o meio físico e social, a transmissão social e, por último, a equilibração, ou seja, a tendência para o equilíbrio entre a assimilação e a acomodação cognitiva. Todavia, o desenvolvimento do indivíduo não se caracteriza por estados estáveis, pelo contrário, o desenvolvimento cognitivo é interpretado por Piaget como uma sucessão de estados em equilibração progressiva, com exceção do que se refere às estruturas lógico-matemáticas que, uma vez adquiridas não se modificam mais, embora possam integrar-se em estruturas mais complexas. Piaget defende que "as estruturas lógicas resultam da equilibração progressiva de estruturas pré-lógicas que são os seus esboços, e esta equilibração, como tal, explica a passagem de umas às outras, e portanto a formação e, sobretudo, ao acabamento das estruturas lógico-matemáticas" (Piaget, 1976, p. 142). Mais precisamente, a diferença entre as estruturas pré-lógicas e lógicas assenta, essencialmente, no grau de reversibilidade atingido a partir das regulações que ocorrem nas primeiras, sendo o problema central do construtivismo explicar a transição entre ambas. A atividade do sujeito é, deste modo, considerada como um fator fundamental do desenvolvimento cognitivo, assumindo particular importância na construção dos conhecimentos lógico-matemáticos, devido ao isomorfismo entre as coordenações de ações sensório-motoras e as estruturas operatórias. Os conhecimentos intuitivos e espontâneos da criança sobre os objetos e fenómenos são portanto extremamente importantes uma vez que são instrumentos de pensamento que lhes permitem progredir no processo de aprendizagem.

Segundo Piaget (1976), a construção do número baseia-se na simultaneidade de duas estruturas de natureza puramente lógica, a classificação e a seriação, ou seja, o conceito de número resulta da síntese entre as ações de reunir e de ordenar objetos e o sistema numérico resulta da coordenação de ambas as ações. Nas palavras de Piaget: "A construção dos números inteiros efetua-se, na criança, em estreita conexão com a das seriações e inclusões de classes" (Piaget & Inhelder, 1979, p.114). A teoria piagetiana defende que a construção do número principia-se no período sensório-motor e termina no período das operações formais,

com a aquisição do sistema dos números inteiros (Morgado, 1993, citado por Vuyk, 1981. p. 54).

Antes de as crianças iniciarem a instrução formal do conhecimento matemático já possuem alguns conhecimentos que se relacionam com a conceção de número e que virão, em seguida, a dar lugar à classificação, à seriação e à numeração (Morgado, 1993). Durante os períodos sensório-motor e pré-operatório as capacidades discriminativas de natureza percetiva, ainda não se encontram fortemente ligadas à classificação hierárquica, mas constituem-se essenciais ao seu desenvolvimento e é particularmente, no período pré-operatório que a criança mostra progressivas capacidades discriminativas, de natureza percetiva, intuitiva. Por exemplo, nesta fase a criança já é capaz de organizar objetos a partir da leitura dos seus atributos, contudo não consegue ainda compreender a lógica de classe. Só através da *abstração empírica* é que consegue extrair alguns atributos dos objetos físicos e separar, reunir ou até ordenar pequenos grupos de objetos, capacidades estas que constituem condições essenciais do desenvolvimento das competências operatórias de classificação hierárquica e de seriação.

Para Piaget e Szeminska (1975), por volta dos 2-3 anos, a criança situa-se geralmente na transição do período sensório-motor para o período pré-operatório, apresentando uma linguagem bastante rudimentar ligada à ação concreta e uma pré-lógica, pois as ações interiorizadas pela criança ainda não atingiram o nível das operações reversíveis. Devido à falta de operações reversíveis, a criança deste nível nunca chega a compreender a conservação dos conjuntos (e.g. prova de conservação numérica). Por exemplo, quando uma criança pré-operatória, dos 3-4 aos 5-6 anos sensivelmente, é exposta a duas fileiras com o mesmo número de fichas, dispostas em correspondência percetiva, é levada a constatar a equivalência numérica dos dois conjuntos; e em seguida, é alargada uma das fileiras (espaçando-se as fichas), e a criança, normalmente, pensa que as quantidades já não são as mesmas, pois tendem a responder que a fila que foi alargada tem mais ou menos quantidade de fichas, o que monstra que, do seu ponto de vista, a quantidade numérica não se conserva após a transformação espacial realizada. Em contrapartida, quando se formam as primeiras estruturas operatórias concretas (por volta dos 7-8 anos), a criança admitirá que a quantidade se conserva necessariamente, justificando que as filas apenas foram deslocadas e podem tornar a ser dispostas como antes, o que mostra que atingiu o nível do pensamento reversível. Estes autores referem então que, ao atingir o nível das operações reversíveis, por volta dos 7-8 anos, a criança torna-se simultaneamente capaz de incluir, seriar e enumerar. Porquê? Porque, nas

suas palavras: "(…) o número resulta, em primeiro lugar, de uma abstração das qualidades diferenciais, e tem como resultado tornar cada elemento individual equivalente a cada um dos outros (…), esses elementos tornam-se classificáveis segundo as inclusões (…) mas são, ao mesmo tempo, seriáveis e o único meio de os distinguir e de não contar duas vezes o mesmo elemento nessas inclusões é seriá-los (…)" (Piaget & Inhelder, 1979, p.115). Com efeito, a capacidade de *abstração reflexiva*, leva a criança a compreender que os elementos enumerados são, ao mesmo tempo, equivalentes entre si, na medida em que pertencem à mesma classe e podem, por isso, considerar-se como simples unidades do conjunto; e são, simultaneamente, diferentes entre si, porque ocupam posições distintas na série e, por isso, podem considerar-se como unidades organizadas em função de relações assimétricas (Piaget & Szeminska, 1975).

Piaget considera portanto que a emergência da noção de número é tardia no desenvolvimento, pois se deve à construção simultânea e à coordenação de duas noções lógicas, classificação e relação assimétrica: "Até aqui, considerámos o número como uma classe e uma série, quer dizer como o produto da classe e da relação assimétrica". Para Piaget as crianças até aos 5/6 anos podem saber contar, mas não compreendem a ideia essencial do número, ou seja, quando ocorre qualquer mudança no arranjo dos conjuntos, o número de objetos permanece o mesmo. Este aspeto está relacionado com o conhecimento do valor cardinal do número e com a relação, entre a correspondência um a um, e a conservação (Piaget & Szeminska, 1975, p.207).

Limitações da Perspetiva Construtivista

Nos últimos anos vêm surgindo cada vez mais estudos que lhe identificam limitações, particularmente ao nível do desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático. Segundo estes autores, o facto de Piaget e Szeminska (1975) analisarem apenas as respostas verbais das crianças e utilizarem perguntas explícitas nas suas tarefas (e.g prova de conservação numérica) não lhes permitiu captar as verdadeiras capacidades numéricas das crianças entre os 3 e os 5 anos de idade (Blakemore & Frith, 2009). Ora, Morgado (1986), por exemplo, considera que, apesar do elevado valor teórico da perspetiva piagetiana, os resultados das investigações realizadas deixam algumas dúvidas por dissipar, pois apontam para a possibilidade de a criança possuir uma noção de número, mesmo que incipiente, antes das noções de seriação e inclusão de classes. Mais precisamente, é necessário ter em consideração que certas propriedades numéricas vão-se construindo desde cedo, levando a supor que estes "(…) três aspetos [noção de número, seriação e inclusão de classes] não se

encontrem tão intimamente ligados como o modelo piagetiano defende. As próprias investigações de que o autor se serve, para fundamentar a sua tese, não nos parece que tenham conseguido demonstrar, de forma cabal, a existência desta síntese, (…)" (Morgado, 1986, p.11). Com efeito, outros autores realizaram estudos nesta área, chegando, por vezes, a conclusões diferentes das defendidas por Piaget (1976), neste sentido na perspetiva de alguns investigadores contemporâneos, o desenvolvimento do conceito de número apresenta portanto claras limitações, uma vez que desvaloriza e subestima a importância de competências quantitativas básicas como os processos de *subitizing*, *de* contagem e de estimativa. Mais precisamente, para este grupo de especialistas, o desenvolvimento do conceito de número envolve a integração progressiva e eficiente, de tais competências (Klahr & Wallace,1973, citado por Ferreira, 2008; Gelman & Gallister, 1978).

1.2. Perspetiva Inatista

Neste sentido, a perspetiva inatista (Klahr & Wallace, 1973, citado por Ferreira, 2008; Gelman & Gallistel, 1978; Wynn, 1992) argumenta que os seres humanos nascem com os mecanismos necessários ao desenvolvimento do conceito de número e apresentam, desde bastante cedo, um conhecimento implícito sobre as regras de contagem, o que de certo modo revela alguma sensibilidade para noções numéricas. Para responderem à questão se as estruturas aritméticas são de natureza inata ou se o desenvolvimento do conhecimento numérico se baseia numa construção demorada e complexa, essencialmente de natureza ontogénica, os investigadores utilizam o método de habituação (Karmiloff-Smith, 1992, citado por Ferreira, 2008), que consiste na observação e registo do tempo de olhar dos bebés aos estímulos a que são expostos. Esta metodologia assenta na premissa de que os bebés olham durante mais tempo para situações que são novas para eles, comparativamente a situações em que tenham sido previamente habituados aos estímulos.

Contudo, a revisão da literatura mostra a falta de consenso entre os investigadores inatistas no que concerne aos mecanismos cognitivos que sustentam a natureza inata do conhecimento matemático. Alguns defendem que as crianças desenvolvem sensibilidades quantitativas baseadas no conhecimento inato de número (Gelman & Gallister 1978; Carey 1991; Gelman, 1991; Crey & Spelke 1994; Dehaene 1997; Butterworth 1999). E neste debate metodológico, destacamos Butterworth (1999) e Dehaene (1997), com visões que não são totalmente concordantes quanto às capacidades inatas associadas às competências matemáticas precoces. Dehaene (1997) defende que o individuo possuí desde cedo uma espécie de acumulador que lhe permite discriminar quantidades, embora reconheça apenas

pequenos conjuntos de objetos. Butterworth (1999) faz antes referência a um "módulo do número" definindo-o como a capacidade de reconhecer a cardinalidade sem recorrer à contagem e destaca a capacidade de usar funcionalmente os dedos e de os representar mentalmente como suporte do nosso processamento e representação numérica (Rato & Castro, 2010). Outros argumentam que essas representações são sustentadas por dois mecanismos cognitivos inatos, de deteção de magnitudes e individuação de objetos (Xu & Carey, 1996; Xu & Spelke, 2000).

De acordo com Klahr e Wallace (1973, citado por Ferreira, 2008) a capacidade que a criança manifesta para discriminar pequenos números é uma habilidade inata e salienta que a primeira informação, de natureza quantitativa a que os seres humanos têm acesso, é o *processamento de pequenas quantidades que podem variar entre um e três e, excecionalmente, até quatro,* que é processada através de um operador numérico denominado *subitizing*, ao passo que a quantidade dos conjuntos iguais ou maiores que cinco é obtida através do processo de contagem direta. Estes autores propõem um modelo de construção de número que contempla três operadores quantitativos que, no seu todo, explicam a formação da noção de número: o *subitizing*[1], um processo de perceção direta de pequenos conjuntos até cinco ou seis elementos; a *contagem*, ou enumeração dos elementos do conjunto através da correspondência entre o número de objetos e o respetivo símbolo linguístico; e, por último, a *estimativa*, à qual se recorre quando a contagem não é possível devido a um reduzido tempo de exposição para um número de objetos demasiado grande. Nesta linha de investigação Gelman e Gallistel (1978), verificaram que a contagem, apresentada espontaneamente pela criança, é o comportamento mais frequente na resolução de problemas simples de aritmética, o que os alertou para o papel que esse procedimento deveria exercer no modo como as crianças, entre os dois e os quatro anos de idade, estruturam as primeiras noções aritméticas.

Ora, os resultados obtidos parecem confirmar, em primeiro lugar, que a contagem verbal só é possível dada a existência de modelos pré-verbais de *subitizing* (Gelman &

[1] De acordo com Davi e Pérusse (1988), o termo *subitizing* foi proposto por Jevons, em 1871, com o objetivo de designar a capacidade humana manifestada na identificação rápida e precisa do número de elementos num pequeno conjunto; além disso, o mesmo termo foi também usado por Kaufman e colaboradores (1949,) com o objetivo de referir a apresentação simultânea e repentina de pequenas quantidades de elementos, e novamente aplicado por Stevens (1951), tornando-se, assim, parte integrante da terminologia referente ao tema sobre competências numéricas. A definição dessa expressão foi mais tarde apresentada por Von Glasersfeld (1988) como a descriminação correta e imediata que resulta da perceção de um pequeno conjunto de elementos. Este último autor enfatizou que através do processo de *subitizing* as crianças, antes de dominarem qualquer conceito numérico, são capazes de apreender os primeiros números pequenos (de 1 até 4) como nomes derivados das configurações percetivas cujo reconhecimento é feito levando em consideração as respetivas características espacio-temporais. mesmos autores concluíram, assim, que a contagem verbal é precedida por um esquema de natureza percetiva.

Tucker, 1975), hipótese que foi confirmada mais tarde por Gallistel e Gelman (1978), que defendem que as crianças assimilam a contagem verbal a formas inconscientes e pré-verbais desse processo. Por exemplo, desde muito cedo, as crianças desenvolvem conceitos como "pouco", "muito", "mais", "menos", o que lhes permite distinguir alguns números. Mais precisamente, as crianças começam por apreender, percetivamente, pequenos números, captando as semelhanças dentro e entre conjuntos de objetos e identificando a sua cardinalidade em termos absolutos; posteriormente, generalizam esse conhecimento para os números maiores, o que se relaciona com a capacidade de as crianças avaliarem a equivalência numérica entre diferentes conjuntos (Gelman & Gallistel, 1978). As primeiras experiências de contagem referem-se portanto a objetos concretos; contudo, gradualmente, as crianças vão desenvolvendo a representação de número e adquirem a capacidade de pensarem os números, sem o contacto percetivo com os objetos (Barbosa, 2012). Os resultados obtidos por Gelman et al., (1978) parecem confirmar, em segundo lugar, que um dos componentes essenciais para o desenvolvimento numérico é o conhecimento da sequência numérica, conhecimento este que foi desvalorizado por Piaget, pois o considerava um procedimento meramente social e, por isso, não essencial para a construção da noção de número. Ao contrário de Piaget (1976), estes investigadores defendem que é a partir da aprendizagem e utilização de estratégias de contagem adequadas que a criança adquire a capacidade de comparar quantidades, resolver problemas aritméticos e construir assim os primeiros conceitos de número. O conhecimento da sequência numérica é portanto fundamental e funciona como ponto de partida para o raciocínio aritmético informal, bem como para a compreensão do princípio da inclusão hierárquica (Brocardo, Castro, Delgado, Mendes, Rocha, Serrazina & Rodrigues, 2005).

Gelman e Gallistel (1978), identificaram então cinco princípios de contagem que a criança deve progressivamente adquirir e utilizar para adquirir a noção de número: o princípio da *correspondência termo-a-termo,* contar todos os objetos do conjunto e contar cada um deles apenas uma vez, estabelecendo a correspondência entre a quantidade de objetos, a palavra e o respetivo signo numérico; o princípio da *ordem constante,* produzir os nomes dos números e os respetivos signos numéricos numa mesma ordem fixa e estável (1, 2, 3, 4, 5 … e não 1, 3, 6, 5, 2, 4); o princípio da *cardinalidade,* saber que o número total de objetos corresponde ao último nome/número da contagem; o princípio da *abstração,* saber que os mesmos números podem ser aplicados na enumeração de objetos diferentes e, neste sentido, não fazem parte integrante daqueles; e, finalmente, o princípio da *irrelevância da ordem de*

contagem, saber que a ordem de enumeração de objetos é irrelevante em termos da determinação do valor total do conjunto, pois os objetos podem ser contados da direita para esquerda, da esquerda para a direita, de cima para baixo, enfim, de várias formas, sem que isso altere o resultado da contagem.

Limitações da Perspetiva Inatista

Apesar de inovar este modelo foi alvo de várias críticas, pois outros estudiosos inatistas (Xu & Carey, 1996; Xu & Spelke, 2000) afirmam que os bebés quando nascem já distinguem quantidades e argumentam que estes desenvolvem a sensibilidade ao número a partir da interação entre os mecanismos de ordem percetiva, os quais permitem a individuação dos objetos e a capacidade de compreenderem que cada objeto corresponde a uma, e só uma palavra. Estes autores consideram que a metodologia de habituação poderá promover o desenvolvimento de um processo atencional direcionado para a numerosidade de representações percetivas das quantidades numéricas.

Atendendo ao debate teórico e metodológico que apresentámos ao longo deste capítulo, embora pareça haver consenso entre investigadores de que as crianças, desde muito cedo, são capazes de produzir representações de informações quantitativas, não há ainda forte concordância em relação à natureza dessas representações. No capítulo seguinte vamos analisar as implicações que subjazem ao desenvolvimento das competências de raciocínio lógico-matemático, ligadas aos mecanismos cognitivos que sustentam conhecimentos precoces de adição e subtração, destacando principalmente as investigações de Karen Wynn.

Capítulo 2 - Numeracia emergente e competências aritméticas precoces

No capítulo anterior constatámos que as investigações relatadas por Gelman e Galister (1987, citado por Citoler, 1996) mostraram que a maioria das crianças de quatro anos de idade já desenvolveram mecanismos que lhes permitem contar oralmente. Para além deste pressuposto, também defendem que antes da aprendizagem de combinações numéricas básicas, as crianças já conseguem utilizar uma série de estratégias que lhes permitem resolver problemas simples de adição e subtração, como por exemplo, adicionar o menor número ao maior em situações aritméticas de adição. A publicação deste estudo originou um leque variado de investigações com recurso à mesma metodologia de habituação, dando origem a diferentes teorias sobre a natureza do sentido de número nos bebés (Barbosa, 2007).

Na mesma linha de investigação, com o objetivo de aprofundar o conhecimento que as crianças muito pequenas têm sobre as quantidades numéricas, Wynn (1992b, 1998) delineou vários estudos com bebés, centrados no raciocínio lógico-matemático, defendendo que os seres humanos nascem providos do conceito de número, sendo capazes de representar e raciocinar sobre conceitos numéricos e mostrando que, além da capacidade de *subitizing* (enumeração percetiva de pequenas coleções), já possuem conhecimentos primitivos de adição e subtração. Para Wynn (1992a), os mecanismos cognitivos que sustentam tal desenvolvimento são inatos ao ser humano.

2.1. Investigação de Karen Wynn

No primeiro estudo (1992b) procurando aferir as competências de adição e subtração, em bebés de 5 meses de idade, Wynn utilizou a metodologia de habituação, comparando o tempo de olhar de dois grupos de sujeitos [grupo (1+1) e grupo (2-1)], que foram confrontados a resultados de operações numericamente possíveis (1+1=2 e 2-1=1 respetivamente) e impossíveis (1+1=1 e 2-1=2). Na fase de pré-teste, cada bebé, foi familiarizado com o material e em cada ensaio, foi medido o tempo que a criança olhava para o/os boneco/s, não se verificando padrões de resultados estatisticamente diferentes. Na fase de teste, a cada um dos bebés do primeiro grupo (1+1) era exposto um boneco, que era colocado numa superfície vazia e plana (apresentando uma aparência de palco) e, posteriormente, era retirado do raio de visão do bebé por uma tela opaca; de seguida, o experimentador mostrava um segundo boneco igual, que introduzia pelo lado direito do palco e colocava atrás da tela, ao lado do outro boneco, sendo esta operação efetuada à vista do bebé, só permanecendo invisível o resultado. Por fim, a tela era retirada e exibia-se ao bebé ou o resultado possível (2 bonecos), ou um resultado impossível (1 boneco). Em cada ensaio, de operação possível ou impossível era registado o tempo de olhar do bebé para cada resultado exposto. O grupo (2-1)

era confrontado ao mesmo procedimento, apenas com a diferença que, eram apresentados de início dois bonecos, dos quais se retirava um.

Os resultados de Wynn (1992b) revelam que os bebés, de ambos os grupos, tendem a olhar mais tempo para os resultados impossíveis do que para os resultados possíveis. Na hipótese de Wynn, os bebés olham mais tempo para os resultados incorretos, porque são surpreendidos e não esperam encontrar situações de adição ou de subtração numericamente impossíveis; pelo contrário, o facto de olharem significativamente menos tempo para os resultados corretos e possíveis indicam que estes lhes são familiares, porque se limitam a confirmar a sua própria atividade e capacidade de cálculo numérico. Concluiu, deste modo, que bebés de cinco meses eram, em média, capazes de discriminar as operações cujos resultados eram numericamente possíveis e impossíveis e interpretou esses resultados como uma demonstração de que as crianças reconhecem, desde bastante cedo, que a adição e a subtração de uma quantidade resultam de uma certa transformação de um número inicial de elementos.

Investigações similares às de Wynn (1992a,1992b) foram sucedendo corroborando as suas hipóteses, destacamos em seguida alguns desses estudos. Strauss e Curtis (1981) utilizaram o mesmo método de habituação, mas para avaliarem o efeito de outras variáveis percetivas, usaram fotografias de objetos que variavam de acordo com os seguintes critérios: forma, dimensão, cor, perspetiva e localização espacial. Verificaram, de novo, que os bebés entre os dez e os doze meses de idade eram capazes de diferenciar dois ou três elementos, mas eram incapazes de o fazer quando o número variava entre quatro e cinco.

Por sua vez, Antell e Keating (1983), com o objetivo de verificarem se os bebés diferenciavam, durante a primeira semana de vida, pequenas quantidades de estímulos, utilizaram também o procedimento de habituação/desabituação, expondo as crianças a estímulos de dois a seis pontos, redondos e negros, sobre fundo branco, o que induzia a atração do bebé visto se tratar de estímulos visuais novos. Durante a fase de habituação, o bebé era submetido, alternadamente, a dois cartões com o mesmo número de pontos pretos (por exemplo, dois), que variavam no comprimento da linha e densidade entre os pontos; assim que os bebés atingiam o critério de habituação, ou seja, duas apresentações consecutivas em que ocorria um decréscimo mínimo de oito segundos da média do tempo de olhar, era apresentado um terceiro cartão com diferente número de pontos (por exemplo, três), mas mantendo as mesmas características de comprimento da linha e densidade entre os pontos apresentada no segundo cartão da fase de habituação. Os resultados indicaram, novamente,

um efeito da quantidade numérica sobre o tempo de olhar, ou seja, com coleções de 1 a 3 elementos os bebés diferenciavam situações familiares e não familiares, não ocorrendo o mesmo para quantidades numéricas iguais ou superiores a quatro, o que foi interpretado pelos autores como uma capacidade de *subitizing*, de abstraírem invariâncias numéricas num número pequeno de elementos.

Posteriormente, Wynn (1998) apresenta um outro estudo acrescentando uma nova operação impossível (1+1=3), obtendo os mesmos resultados. As crianças olharam um maior período de tempo para o resultado impossível (1+1=3), em comparação com o resultado possível (1+1=2). Argumenta, assim, que os seus resultados evidenciam que os bebés estavam, na realidade, a prever o resultado exato, anulando a explicação percetiva ou direcional, da qual os seus estudos vinham sendo alvo de crítica.

2.2. Críticas aos estudos de Karen Wynn

Wynn (1992a, 1992b, 1998) foi das primeiras investigadoras a apresentar resultados que contestaram a teoria de Piaget e argumentam em favor da hipótese da existência de conhecimentos matemáticos, entre os quais conhecimentos de subtração inatos. Os seus estudos sugerem que a contagem verbal é um processo desenvolvido a partir da interação da criança com o meio, tal como defendia Piaget. Contudo, alega a autora que, os mecanismos cognitivos que sustentam esse desenvolvimento são inatos ao ser humano.

Os resultados e a hipótese de Wynn (1992b;1998) originaram um vasto conjunto de estudos cujos resultados nem sempre são consistentes entre si e que têm alimentado um acréscimo debate teórico e metodológico sobre esta temática. Apontando para a fragilidade metodológica dos estudos de Wynn e criticando a análise da hipótese percetiva aparecem diferentes estudos.

Clearfield e Mix, (1999), apresentam resultados que fragilizam a hipótese inatista, evidenciando que os estudos de habituação, desenvolvidos até à data, neste domínio não têm em consideração os fatores percetivos ao não dissociar as dimensões percetivas das dimensões quantitativas, de natureza numérica. Procurando ultrapassar esta limitação nos seus estudos Clearfield e Mix (1999) submeteram os bebés a oito ensaios de teste, que eram alternados entre mudanças no número e mudanças na dimensão espacial, na qual metade das crianças começou por ser confrontada à diferença de tamanho e a outra metade à diferença de número dos quadrados. Os resultados demonstraram que os bebés olharam por maior período de tempo para as mudanças de tamanho, ou seja, para as mudanças percetivas, do que para as mudanças numéricas. Novas replicações deste estudo evidenciaram resultados idênticos, a

sensibilidade dos bebés às variáveis percetivas (comprimento e área de ocupação espacial), e não às variáveis numéricas (Feigenson, Carey & Spelke, 2002).

Partindo destes resultados diversos investigadores defenderam que, as representações que os bebés elaboram em relação às quantidades não são controladas por um conceito de número inato, mas constituem antes representações quantitativo-numéricas de natureza percetiva. Ou seja, as competências percetivas gerais podem influenciar o desenvolvimento do conceito de número natural (Barbosa, 2012).

Moore e Cocas (2006) defendem que o fenómeno relatado por Wynn (1992) não apela para competências de natureza matemática mas reflete a preferência dessas crianças por certos estímulos. Ao replicarem os estudos de Wynn (1992) obteram resultados idênticos, no entanto, quando aplicaram uma análise de variância (o que não ocorreu nos estudos de Wynn), concluíram que os bebés apresentavam, entre si, diferentes desempenhos entre géneros na situação em que tinham sido familiarizados. Os sujeitos femininos correspondiam às predições de Wynn (1992), o que já não ocorria com os sujeitos masculinos, que tendiam a dar respostas influenciadas pela experiência prévia com os materiais.

Vilette (2002) defende que a capacidade de raciocinar sobre transformações numéricas surge no início da vida, antes de as crianças receberem educação explícita em matemática em contexto escolar. Argumenta que o conhecimento das crianças sobre transformações numéricas não é de base aritmética mas baseada em objetos, ou seja, de acordo com o autor, crianças de 2 ou 3 anos de idade, podem realizar raciocínio numérico envolvendo simples adição e subtração desde que os números abrangidos sejam pequenos. Podem resolver problemas de cálculo, tais como "2 + 1" e "3-1", desde que a adição ou a subtração seja realizada com objetos reais que as crianças possam ver. A hipótese de que o desempenho de pré-escolares não implica raciocínio aritmético é baseada em dois pressupostos. A primeira é que as crianças não manipulam a adição e subtração de formas numericamente significativas. A segunda é que as crianças usam um mecanismo não-numérico para resolver tarefas de adição e subtração.

Wynn (2000), em resposta a tais argumentos, começa por invocar uma série de estudos que replicaram os seus resultados originais, tanto com o mesmo procedimento, como com procedimentos modificados. Relativamente à inconsistência dos resultados obtidos, invocada por Wakeley, Rivera e Langer (2000), Wynn argumenta que esta se deve, essencialmente, a duas questões: em primeiro lugar, vários estudos introduziram mudanças metodológicas que os conduziram a avaliar outras competências numéricas; em segundo

lugar, a inconsistência referida não respeita os resultados obtidos, mas sim a sua interpretação, o que permanece, de facto, em debate.

Outro objeto de crítica foi a metodologia utilizada neste domínio de estudos, centrado na medida de tempo de olhar, pois o facto de o bebé olhar por mais tempo para uma dada situação não indica necessariamente que a esteja a reconhecer como uma situação logicamente impossível (Barbosa, 2012).

Procurando uma interpretação eventualmente mais realista dos resultados de Wynn (1992b, 1998), Cohen e Marks (2002) realizaram três experiências, com bebés de 5 meses, sobre as capacidades de adição e de subtração. A primeira hipótese, prevê que os bebés calculam, na realidade, somas ou subtrações simples; a segunda hipótese, prevê que as respostas são de natureza ordinal, ou seja, os bebés são sensíveis à direção da operação, compreendendo que, quando é adicionado um objeto, o resultado deve ser mais objetos e, quando é subtraído, o resultado deve ser menos objetos. Uma terceira hipótese, prevê que os bebés respondem à preferência de uma situação familiar. Os resultados revelam que as crianças olham mais tempo para as situações numericamente impossíveis não implicam necessariamente que sejam capazes de adicionar objetos. Este tipo de resposta pode simplesmente revelar uma sensibilidade global à direção da operação de adição e subtração e também à habituação a um estímulo familiar.

Lourenço (2010) argumenta que a metodologia de habituação e, particularmente, a medida de tempo de olhar está excessivamente direcionada para captar no bebé sinais mínimos de competência. Os bebés ao olharem por um maior período de tempo para situações impossíveis pode manifestar simplesmente uma competência percetiva.

Nos estudos de Houdé (1997), Villete (2002) e Lubin et al., (2009,2010) sobre as competências de subtração em crianças pré-escolares já é possível utilizar uma medida verbal, o que oferece um indicador mais "forte" de competência do que a medida do tempo de olhar habitualmente utilizada na investigação com bebés.

Capítulo 3 - Influência da linguagem: abordagens recentes sobre a emergência da competência de subtração

Neste último capítulo centraremos a atenção nas investigações recentes sobre o desenvolvimento das competências lógico-matemáticas implícitas na noção de número, nas operações e nas estratégias precoces envolvidas na resolução de problemas aritméticos. Sendo a habilidade matemática uma função cognitiva complexa pretendemos analisar as competências precoces de subtração e as suas relações com o desenvolvimento linguístico em crianças pré-escolares.

3.1. Investigações recentes centradas nas competências aritméticas

O debate metodológico no que concerne às investigações sobre as competências lógico matemáticas remete-nos, num primeiro momento, para as investigações de Houdé (1997) e Lubin (2006,2010), relativamente às competências de adição de crianças pré-escolares e, num segundo momento, para o estudo das competências de subtração de Villete (2002) e Lubin, (2009), visto que se assiste a um desenvolvimento linguístico nesta faixa etária. Lourenço (1994) defende que, do ponto de vista metodológico, a avaliação através do recurso à linguagem, neste nível etário, oferece um indicador mais *forte* de competência comparativamente à medida do tempo de olhar habitualmente utilizada nas investigações de Wynn (1992b; 1998).

Centrado numa metodologia de investigação que reflita um sinal mais *forte* de competência, Houdé (1997) investiga as capacidades numéricas avaliadas por Wynn (1992b,1998) em crianças de língua francesa com idades compreendidas entre os 2 e os 3 anos, com o objetivo de analisar a resposta verbal à situação impossível. Mais precisamente, Houdé (1997) replica a investigação de Wynn (1992b, 1998) e estuda as situações impossíveis (1+1=1) e (1+1=3), mas a medida do tempo de olhar é substituída por indagação verbal, ou seja, coloca as questões *é assim?* ou *não é assim?* (tradução literal) e, em seguida, solicita à criança uma resposta verbal e a respetiva justificação. Os resultados revelaram que, enquanto aos 3 anos, as crianças já respondem corretamente a ambas as operações impossíveis, aos 2 anos só respondem corretamente à situação impossível (1+1=1), mas não a (1+1=3). Neste caso, verbalizam que "está bem", "é assim", justificando a sua resposta com a afirmação "porque há muitos". Estes resultados mostraram portanto que o desempenho dos bebés de 4/5 meses, medido através da duração do olhar, só é atingido aos 3/4 anos através da medida de linguagem verbal e após uma fase intermédia de (des) estruturação temporária dessa nova competência linguística (2anos).

Ora, por um lado, a literatura mostra que o período crítico para o desenvolvimento da linguagem verbal ocorre durante os primeiros três anos de vida, uma vez que é durante esse

período que as estruturas neurológicas responsáveis pelo processamento linguístico (área de Wernicke/expressão e área de Broca/compreensão) se encontram em grande desenvolvimento e maturação (*National Institute on Deafness and Other Communication Disorders*, 2004, citado por Rebelo & Vital, 2006). Por outro lado, os estudos também revelam que o período pré-escolar é marcado por aquisições linguísticas importantes para que a criança se torne um falante da sua língua materna (e.g., Sim-Sim, 1998; Sim-Sim, Nunes & Silva, 2008). Assim, Houdé (1997) interpretou as respostas obtidas nas suas investigações como resultados da influência da aquisição do que designou o "número-na-linguagem", uma vez que, nas situações adaptadas de Wynn (1992b,1998) se manipula a utilização do esquema de oposição entre o singular/plural na língua francesa. Concretamente, na situação impossível (1+1=1), a criança de língua francesa, é sistematicamente induzida a utilizar o singular (1, *un*); pelo contrário, nas situações (1+1=2 e 1+1=3), a criança é inicialmente induzida a verbalizar o singular (1, *un*), para passar em seguida a utilizar o plural (2 ou 3, *deux* ou *trois*). Houdé coloca então a hipótese que o fracasso das crianças francesas de 2 anos na situação impossível (1+1=3) está relacionado com o facto de o resultado ser plural (3), sendo diferente daquele apresentado na situação inicial que é singular (1). Neste sentido, os insucessos registados nas crianças de 2 anos podem não estar relacionados com as suas capacidades numéricas, mas sim com um período complexo do desenvolvimento cognitivo, designadamente da relação entre a linguagem e o pensamento, em que a distinção linguística singular/plural se encontra ainda insuficientemente adquirida. A hipótese da interferência da linguagem verbal na resolução de vários tipos de tarefas-problema parece globalmente corroborada por diversos autores e estudos recentes.

Para Villete (2002), a investigação sobre o raciocínio lógico-numérico em crianças pré-escolares torna-se fundamental, antes de se afirmar, que estas já possuem uma compreensão completa de conceitos associados às operações de adição e subtração, ou seja, se já compreendem a relação inversa entre estas duas operações. Tendo em conta essa premissa, Villete (2002) analisa as capacidades numéricas avaliadas por Wynn (1992b, 1998) em crianças de língua materna francesa com idades compreendidas entre os 2 e os 4 anos. Pretende fundamentalmente averiguar se o raciocínio lógico-matemático das crianças pré-escolares sobre as transformações numéricas, implícitas na relação inversa entre a adição e a subtração (e.g. 2+1-1=2), que estão associadas a representações numéricas ou se são baseadas na representação de objetos. Assim, a maior dificuldade do autor consistiu precisamente no

objetivo de induzir as crianças a refletirem acerca das transformações inversas, sem processarem os valores numéricos de tais transformações.

Villete (2002) testou três grupos etários, crianças de 2 anos (entre os 26 e 32 meses, M=2,5), 3 anos (entre os 38 e os 44 meses, M=3,5) e 4 anos (entre os 50 e 57 meses, M=4,6), que foram sujeitos a três situações-problema: (1) *problemas de adição*, com evento possível (2+1=3) e impossível (2+1=2); (2) *problemas de subtração*, com evento possível (3-1=2) impossível (3-1=3); e (3) *problemas de inversão*, com evento possível (2+1-1=2) e impossível (2+1-1=3). A lógica da escolha destes três problemas de investigação incidiu nos seguintes fundamentos: (1) foram escolhidas quantidades numéricas inferiores a quatro porque, de acordo com investigações anteriores (Gelman & Galister, 1978; Wynn, 1992b, 1998), as crianças, poderiam abstrair invariâncias numéricas através de *subitizing*, por um processo de perceção direta de pequenos conjuntos até quatro elementos, ou através da contagem; (2) antes da fase de teste, os sujeitos foram submetidos a duas operações de adição e subtração simples (1+1 e 2-1), com feed-back do experimentador, destinadas a familiarizar a criança com o material e com o procedimento experimental; e (3) foram escolhidas numerosidades equivalentes, em que o resultado final das operações era sempre igual a 2 ou 3. Além disso, a medida do tempo de olhar foi substituída por indagação verbal, colocando as questões *"é normal?"* ou *"não é normal?"* (tradução literal); o material de Wynn foi substituído pelo boneco *Babar*, uma vez que é mais popular nas crianças francesas; foi sempre solicitada à criança uma resposta verbal; e uma resposta só era considerada correta e cotada com 1 ponto quando a criança discriminava corretamente as duas situações, numericamente possível e impossível, de cada par de operações.

Os resultados desta investigação revelam que, na amostra total, a operação adição é obteve mais sucesso que as operações de subtração e inversão. Verificou-se ainda que a maioria das crianças do grupo de 2 anos de idade obteve insucesso nas três operações, dando geralmente respostas ao acaso. Mais precisamente, verificou-se que existe uma dificuldade para, aos 2 anos de idade, as crianças conseguirem discriminar as situações numericamente possíveis e impossíveis em tarefas que impliquem operações de adição, subtração e relação inversa. Por sua vez, as crianças de 3 anos obtiveram geralmente bons desempenhos nos problemas de adição, o que já havia sido constatado anteriormente nas investigações de Houdé (1997), cujos resultados indicaram que, aos 3 anos, as crianças já respondem corretamente a ambas as operações impossíveis de adição (1+1=1) e (1+1=3). Com efeito, Houdé (1997) alegara que os bebés podem possuir capacidades numéricas pré-verbais que

lhes permitem apreender determinados acontecimentos do seu ambiente, mas que podem não ser, sempre, utilizadas por crianças pré-escolares, após a aquisição da língua materna. Contudo, nas tarefas de subtração e de relação inversa, foi ainda registado insucesso global aos 3 anos em ambas as tarefas, pois a criança tendia a não discriminar verbalmente as situações numericamente possíveis e impossíveis. Apenas aos quatro anos e meio, a maioria das crianças observadas respondiam adequadamente às três situações problemáticas. Perante tais resultados, Villete (2002) coloca a hipótese que a capacidade das crianças pré-escolares para adicionar e subtrair se baseia na representação de combinação de objetos, por correspondência termo-a-termo, que lhe permite separar os conjuntos de objetos sem recorrerem a estratégias de calculo aritmético. Mais precisamente, as crianças mais novas respondem aos problemas de adição, subtração e inversão com base na representação do objeto e não utilizam a representação numérica. Investigações anteriores, como os estudos de Bryant et al., (1999), também demonstraram que só aos 5 anos, é que as crianças são capazes de evocar o princípio de inversão, tendo consciência quantitativa da relação ordinal e cardinal na relação numérica.

Outros estudos foram realizados, com crianças entre os 2 e 3 anos, para testar a influência da aquisição da linguagem no cálculo numérico. Em 2005, Hodent, Bryant e Houdé (citado por Lubin et al., 2006), com o mesmo plano experimental, compararam as respostas de crianças de língua inglesa, onde não existe a oposição singular/plural (*one, two, three*), com crianças de língua francesa. Os resultados obtidos sugerem que, comparativamente às inglesas, as crianças francesas apresentaram pior desempenho na operação (1+1=3), pois a aceitam como numericamente possível. Mais tarde, na mesma linha de investigação Lubin et al., (2006), voltaram a comparar as respostas de crianças de diferentes línguas maternas, designadamente de língua espanhola e finlandesa. Estes resultados também foram ao encontro da hipótese de interferência linguística entre o singular/plural, pois mostraram que as crianças finlandesas de 2 anos obtinham mais sucesso na situação impossível (1+1=3), quando comparado com as crianças espanholas. A investigação revela então que as crianças cuja língua materna associa a distinção entre o plural/singular com a designação do valor cardinal, como é o caso do Francês (*un, deux, trois*) e Espanhol (*uno, dos, três*), tendem a obter pior desempenho, afirmando possível a operação (1+1=3), quando comparadas com as crianças de língua materna Inglesa (*one, two, three*) e Finlandesa (*yksi, kaksi, kolme*), onde esta distinção está ausente.

Posteriormente, Lubin (2010) investiga as capacidades numéricas estudadas por Wynn (1992b, 1998) em crianças pré-escolares com o objetivo de analisar a resposta verbal à situação impossível e de testar a interferência da linguagem verbal na resolução de tarefas que impliquem o raciocínio lógico-matemático (cf. estudos de Houdé, 1997). Além disso, autora pretende agora explorar o papel pedagógico da ação e coloca a hipótese que uma condição ator facilita a resolução de operações aritméticas.

Na literatura mais recente, destacamos contudo o estudo de Lubin (2009) sobre as competências de subtração em crianças pré-escolares, uma vez que este inspirou diretamente a presente investigação.

3.2. Investigação de Lubin

Para testar a hipótese de interferência da linguagem no cálculo mental, nomeadamente, a oposição entre o singular/plural que se constatara nas tarefas de adição (adição possível, 1+1=2; adição impossível, 1+1=3), Lubin (2009) comparou duas condições de participação das crianças inquiridas nas situações, possível e impossível, nomeadamente a participação passiva, habitual neste domínio de estudos, e uma participação mais ativa. Para esse efeito, constituiu um grupo de controlo com tarefas de subtração, uma vez que a situação numericamente impossível não pressupõe a oposição entre o singular/plural (subtração possível, 2-1= 1; subtração impossível, 2-1=2).

Na metodologia utilizada, a criança começa por ser familiarizada com um boneco, agora representando o *Babar* (um desenho animado popular em França) e, em seguida, é confrontada com uma sucessão de pares de ensaios de subtração possível, 2-1=1, e impossível, 2-1=2. Contudo, nos estudos de Lubin et al., (2009, 2010), os participantes de cada faixa etária são aleatoriamente distribuídos por uma de quatro condições experimentais: *espectador*, se a criança apenas observa a situação que lhe é apresentada pelo experimentador, tal como ocorria nos estudos originais; *ator*, se a criança observa e manipula ativamente os materiais; *espectador-ator*, se a criança desempenha primeiro o papel de espectador e depois de ator; *ator-espectador*, se a criança desempenha primeiro o papel de ator e depois de espectador. Às crianças do *grupo espectador* era apresentada uma caixa com uma abertura frontal, uma abertura lateral e outra abertura, na parte traseira da caixa, que permanecia invisível para a criança e permitia a manipulação dos objetos por um experimentador auxiliar (que passaremos a designar experimentador 2). O experimentador principal (que passaremos a designar experimentador 1) começa por familiarizar a criança com a situação: "*Estás a ver esta casa? Alguns Babar vão aparecer aqui dentro para brincarem contigo. Tu tens que ver*

muito bem o que eles estão a fazer e depois vais dizer-me se está bem ou não está bem. Percebeste?". Em seguida, o experimentador 1 mostra dois *Babares* dentro da caixa, o experimentador 2 baixa uma tela opaca, ocultando os *Babares* da vista da criança, e o experimentador 1 retira um *Babar* através da abertura lateral, mostra à criança e faz desaparecer o *Babar*. Tal como na tarefa original de Wynn (1992b; 1998), esta operação acontece à vista da criança e só o resultado permanece invisível. Nas situações de subtração impossível, o experimentador 1 retira um *Babar* da caixa através da abertura lateral (procedimento visualizado pela criança), enquanto o experimentador 2, sem a criança se aperceber, introduzia outro *Babar* na caixa através da abertura traseira e, em seguida, abria a porta, deixando à vista da criança o resultado impossível, 2 *Babares.* Por fim, o experimentador 1 questionava a criança sobre o resultado proposto, "se está bem" ou "se não está bem", mas sem lhe fornecer qualquer *feedback* às respostas obtidas. No grupo *ator* é a própria criança que manipula o material: após a apresentação inicial da situação, o experimentador 2 dá dois *Babares* à criança e convida-a a "*meter os Babares dentro da casa e a fechar a porta",* de seguida é pedido à criança que retire um *Babar* através da abertura lateral da caixa; posteriormente, é submetida ao mesmo procedimento experimental do grupo espectador. Os grupos espetador e ator foram respetivamente confrontados a quatro ensaios, alternando-se as operações possíveis e impossíveis. Por sua vez, o grupo ator-espetador foi inicialmente submetido a quatro ensaios (dois possíveis e dois impossíveis) na condição de ator e, em seguida, a mais quatro ensaios na condição de espectador; e ao grupo espetador-ator foram apresentados os quatro ensaios na condição de espetador, seguidos de quatro ensaios na condição de ator.

Na amostra de crianças de língua francesa observadas por Lubin et al., (2009), os resultados mostram que as crianças tendem a realizar com sucesso a situação impossível (2-1=2), pois são sistematicamente induzidas a utilizar o plural (2). Mais precisamente, nas operações de subtração impossível, os resultados mostram efetivamente respostas semelhantes aos dois e três anos de idade em ambas as condições ator e espectador, devido à ausência do efeito perturbador da utilização de uma estratégia linguística para a resolução da operação aritmética.

Nesta tarefa de subtração exclui-se portanto a interferência linguística induzida nos estudos de Houdé (1997) sobre a adição onde, nas situações (1+1=2 e 1+1=3), a criança era inicialmente induzida a verbalizar o singular (1), para passar a utilizar o plural (2 ou 3). Com efeito, nas tarefas de adição (1+1=2 e 1+1=3), os resultados, de uma forma geral, sugerem que

o grupo de crianças de 3 anos tende apresentar melhores desempenhos, quando comparado com o grupo de 2 anos. Por um lado, em ambas as faixas etárias, permanece uma tendência para a produção de respostas similares na condição ator. Por outro lado, as crianças de 2 anos são afetadas pela condição experimental, obtendo melhores desempenhos na condição ator, comparativamente à condição espectador. E, ainda nesta linha de pensamento, Garon, Bryson e Smith (2008) ressaltam que as dificuldades que as crianças apresentam no uso da linguagem em idade pré-escolar, nomeadamente, entre 1-4 anos, poderão explicar as dificuldades observadas no desempenho de tarefas mentais que exigem uma resposta verbal.

Relativamente, à influência do desenvolvimento da linguagem verbal, estudos recentes de neuropsicologia salientam que a capacidade de controlar voluntariamente um comportamento ou uma ação pode estar associada ao desenvolvimento da linguagem, juntamente com o desenvolvimento contínuo do córtex frontal, em tarefas que envolvem um controlo maior da atenção (Wolfe & Bell, 2004). Também, Chalon-Blanc (2008) defende que o aparecimento da linguagem pode ser um indicador relevante da passagem de uma capacidade percetiva global, para uma conceção mais abstrata do número.

3.3. Implicações na realização de operações de subtração

Mesmo supondo que as crianças pré-escolares já têm mecanismos que lhes permitem distinguir os efeitos das transformações numéricas, será então que podemos dizer que as crianças têm uma compreensão exata da adição e subtração no sentido mais amplo? Piaget e Szemniska (1975) argumentavam que para a criança compreender a natureza de uma transformação numérica, esta deveria possuir previamente a noção de que existem números maiores que são compostos por números menores, e que a combinação de diferentes números pode resultar na mesma quantidade final, o que de acordo com os autores constitui um aspeto essencial para o pensamento aritmético. Os investigadores, defendem assim que a compreensão dos procedimentos aritméticos nas crianças pré- escolares é normalmente pobre, pois as crianças resolvem problemas de adição e subtração com pequenos números através de mecanismos percetivos, o que não carateriza um raciocínio aritmético verdadeiramente lógico, uma vez que não está associado à reversibilidade do pensamento. De acordo com estes autores, uma operação só é reversível quando a criança consegue compreender que a uma operação direta, corresponde sempre uma operação inversa, como por exemplo, a adição e a subtração lógica ou aritmética, ou seja, as duas operações não podem ser percecionadas independentemente uma da outra, pois são solidarias entre si como, por exemplo, a operação direta da adição (A+A`=B) e a operação inversa da subtração, que assenta na reversibilidade

por inversão (B-A`=A) ou por negação (A-A=0). De acordo com Vergnaud (1996), o campo conceptual das estruturas aditivas é portanto formado a partir do conjunto de situações que evocam cálculos de operações associadas à adição, à subtração ou à combinação de ambas (relação inversa). O sujeito tende a resolver essas operações a partir do conhecimento implícito que adquire da relação dos conceitos em si, o que lhe vai permitir, posteriormente, elaborar estratégias de análise da situação problemática. Na mesma linha de pensamento, Citoler (1996, citado por Cruz, 1999) defende que é a partir das experiências informais e formais associadas à contagem, que a criança vai elaborando um conjunto de conceitos aritméticos que lhe permitem identificar as operações de adição (entendida como aumentar ou adicionar), como por exemplo, três pastilhas mais uma são quatro, e de subtração (entendida como diminuir ou tirar). Deste modo, para que a criança possa realizar as operações aritméticas deve ser capaz de analisar e verbalizar uma série de transformações que decorrem no tempo e no espaço, para posteriormente as traduzir simbolicamente e, simultaneamente, é necessário que tenha a consciência da reversibilidade das operações em si (Casas, 1988, citado por Cruz, 1999).

Assim, para a operação de subtração poder ser entendida como "tirar", as crianças realizam procedimentos informais durante a infância, utilizando objetos físicos ou os dedos antes de chegarem à aprendizagem formal deste conceito (Citoler, 1996, citado por Cruz, 1999). Destacamos como exemplo de uma estratégia precoce, o contar para a frente (e.g. resolver 5-3 contando "4", "5" a partir do 3) ou o contar para trás (e.g. a partir do 5 ir tirando um número de cada vez até chegar a 3). Contudo, de acordo com o autor o domínio do algoritmo da subtração e das combinações numéricas básicas é lento, comparativamente aos que são realizados na adição. Deste modo, para facilitar a aprendizagem de cálculo aritmético, as crianças devem, em primeiro lugar, utilizar os dedos ou materiais concretos como ajuda (estratégia de modelação direta), para depois deixarem de utilizar os modelos (estratégia de contagem).

Capítulo 4 - Problema de investigação: problemática, objetivos e hipóteses

A análise da literatura que apresentámos anteriormente tornou-se pertinente para a compreensão do desenvolvimento das competências matemáticas precoces. Apesar da dificuldade em se conseguir uma definição única do sentido de número, o debate teórico e metodológico permitiu averiguar que a compreensão que cada sujeito adquire dos números diz respeito ao desenvolvimento da representação numérica, enquanto a capacidade flexível de estratégias na resolução de situações, está associada à resolução de operações numéricas (McIntosh et al., 1992; Reys & Yang, 1998; Yang, Hsu & Huang, 2004; Yang & Hsu, 2009). Porém, o desenvolvimento do indivíduo não se caracteriza por estados estáveis, pelo contrário, o desenvolvimento cognitivo é interpretado por Piaget (1976) como uma sucessão de estados em equilibração progressiva, com exceção do que se refere às estruturas lógico-matemáticas que, uma vez adquiridas, não se modificam mais, embora possam integrar-se em estruturas mais complexas. O autor defende que as crianças com menos de 4 anos não desenvolvem o sentido numérico uma vez que ainda não está presente a reversibilidade do pensamento. Neste sentido, um dos problemas assentes na literatura está relacionado com a natureza das representações quantitativas: Serão essas representações baseadas em conhecimento de natureza conceptual? Ou, serão essas representações fruto de um complexo processo de desenvolvimento? Karen Wynn (1992b,1998) foi das primeiras investigadoras a apresentar resultados que contestaram a teoria piagetiana e argumentaram a favor da existência de conhecimentos matemáticos inatos, procurando dar resposta ao seguinte enigma: Serão as crianças muito novas capazes de subtrair pequenas quantidades numéricas? De acordo com a autora, os seres humanos nascem providos do conceito de número, sendo capazes de representar e raciocinar sobre quantidades numéricas. Para comprovar essa hipótese, recorreu à metodologia de habituação, apresentando vários estudos sobre o raciocínio lógico-matemático de bebés e mostrando que, além da capacidade de *subitizing* (enumeração percetiva de pequenas coleções), eles já possuem conhecimentos primitivos de adição e subtração. Contudo, Lourenço (2010) argumenta que a metodologia de habituação e, particularmente, a medida de tempo de olhar está excessivamente direcionada para captar no bebé sinais mínimos de competência. Na sua opinião, o facto de os bebés olharem por um maior período de tempo para situações numericamente impossíveis pode manifestar simplesmente uma competência percetiva. Todavia, a investigação recente, mostra-nos que os estudos de Houdé (1997), Villete (2002) e Lubin (2009) sobre o raciocínio lógico-matemático em crianças pré-escolares já é possível utilizar uma medida verbal, o que oferece um indicador mais "forte" de competência do que a medida do tempo de olhar habitualmente

utilizada na investigação com bebés: Será que o desenvolvimento linguístico interfere no sucesso/insucesso na resolução de tarefas-problemas? Neste sentido, Houdé (1997), Villete (2002) e Lubin (2009) replicam então os estudos de Wynn (1992b) com crianças de 2 e 3 anos de idade e de língua materna francesa, com o objetivo de recolher respostas verbais que forneçam um sinal mais *forte* de competência.

Tendo em conta as premissas citadas anteriormente, a presente investigação procura entender o conhecimento aritmético que está implícito nas competências precoces de subtração tendo como objetivo contribuir para o debate teórico e metodológico sobre os efeitos do conhecimento linguístico nos processos de subtração em crianças pré-escolares. Mais exatamente, pretendemos avaliar a influência da emergência da linguagem verbal em crianças de língua materna portuguesa onde, tal como nas línguas francesa e espanhola, existe a distinção singular/plural na designação dos números e comparar o efeito da participação, ativa ou passiva, nas tarefas de subtração de pequenos números: Serão as crianças pré-escolares, de língua materna portuguesa, sensíveis à subtração? Qual será a influência do desenvolvimento linguístico no processo de subtração? Neste sentido, procurámos avaliar o tipo de linguagem utilizado por crianças de 2 e de 3 anos de idade e a lógica das respostas fornecidas, ou seja, as estratégias utilizadas na resolução de problemas de subtração através de uma abordagem quantitativo-qualitativa. Mais precisamente, procedeu-se à replicação parcial do procedimento experimental das tarefas de cálculo numérico de Wynn (1992b), tarefas de subtração possível (2-1=1) e impossível (2-1=2), sendo o material apresentado idêntico ao modelo proposto por Lubin (2010), mas utilizámos a figura de desenho animado do Mickey, uma vez que é mais popular entre as crianças portuguesas do que a figura do Babar proposta pelo estudo francês.

Esta investigação pretende também contribuir para o estudo do desenvolvimento das competências de subtração precoces proposto nos estudos de Lubin (2009). Na amostra de crianças de língua francesa observadas por Lubin et al., (2009), os resultados mostraram que, as crianças de 2 anos tendem a obter mais sucesso na situação impossível (2-1=2) porque são menos induzidas a utilizar o plural (2, *deux*) e tendem mais a utilizar uma estratégia de cálculo numérico. Neste sentido, é esperado que o desempenho das crianças face às operações de subtração impossível revelem resultados semelhantes nos dois grupos etários (2 e 3 anos), simultaneamente nos papéis de ator e espectador, visto o efeito perturbador de natureza linguística estar ausente na resolução da operação aritmética. Mais precisamente, é esperado que, aos 2 anos de idade, a ação sensório-motora favoreça o desenvolvimento de estratégias

cognitivas e promova o uso da linguagem verbal no desempenho de tarefas mentais que exijam respostas verbais

Com este prepósito utilizámos para cada grupo etário (2 e 3 anos de idade), 8 sujeitos de género feminino e 7 de género masculino que foram sujeitos à ordem de aplicação *espectador-ator*, realizando 4 ensaios alternados de subtração possível e impossível na condição de observador, seguidos de 4 ensaios alternados de subtração possível e impossível na condição de agente; enquanto 7 sujeitos de género feminino e 8 de género masculino obedeceram à ordem de aplicação *ator-espectador*, realizando 4 ensaios alternados de subtração possível e impossível na condição de agente, seguidos de 4 ensaios alternados de subtração possível e impossível na condição de observador. A lógica das respostas e as respetivas justificações verbais fornecidas pelas crianças foram estudadas através do método interpretativo, análise de conteúdo, e a totalidade das respostas obtidas foram classificadas de acordo com um sistema de categorias exclusivas (cf. Quadro 1), sendo os resultados posteriormente, submetidos ao tratamento estatístico através do programa SPSS (Statistical Package For the Social Sciences).

Em síntese, com o objetivo de contribuir para o debate atual sobre as competências lógico-matemáticas precoces, de crianças de 2 e 3 anos de idade, colocámos as seguintes hipóteses de investigação: o tipo de linguagem, gestual e/ou verbal, utilizada pela criança varia com a idade (hipótese 1) e com a condição de participação na tarefa, no papel de ator e espectador (hipótese 2); e que a lógica das respostas fornecidas pela criança varia com a idade (hipótese 3) e com a condição de participação na tarefa, no papel de ator e espectador (hipótese 4).

Capítulo 5 - Método

5.1. Participantes

Participaram no presente estudo, 60 crianças de nacionalidade portuguesa distribuídas por dois grupos etários: 30 crianças de 2 anos de idade (entre os 24 e os 35 meses, M= 28,4; D.P.= 3); e 30 crianças de 3 anos de idade (entre os 36 e os 47 meses, M= 40,3; D.P.=2,9). Em cada grupo etário, 15 crianças eram do género feminino e 15 crianças do género masculino. As crianças eram de nível socioeconómico médio e frequentavam instituições educativas situadas na área de Almada. Como critério de exclusão consideraram-se crianças referenciadas com necessidades educativas especiais e crianças que não forneceram qualquer tipo de resposta.

5.2. Materiais

Para a avaliação das crianças foram utilizados 2 Mickeys e uma caixa vermelha com uma abertura frontal (que passaremos a designar *porta*), uma abertura lateral e uma abertura à retaguarda, que permaneceu sempre escondida da criança (Apêndice I). A caixa era idêntica ao modelo proposto por Lubin (2010), mas utilizámos a figura de desenho animado do Mickey, uma vez que é mais popular entre as crianças portuguesas do que a figura do Babar proposta pelo estudo francês.

A caixa vermelha era colocada em cima de uma mesa, estando a criança e dois experimentadores sentados à volta da mesa.

5.3. Procedimento e plano experimental

O procedimento experimental foi parcialmente replicado do estudo de Lubin (2010), sendo as operações utilizadas replicadas do estudo de Wynn (1992b; 1998).

Todos os participantes foram observados com a autorização informada das Escolas e dos Encarregados de Educação, onde constava o objetivo do estudo, bem como a garantia de confidencialidade e anonimato dos dados recolhidos (Apêndices II e III).

O estudo foi realizado numa sala isolada e calma, disponibilizada pela instituição frequentada pelos participantes. As crianças foram avaliadas individualmente por dois experimentadores que passamos a designar *experimentador 1* e *experimentador 2*. O experimentador 1 (principal) forneceu as instruções, enquanto o experimentador 2 (ajudante) manipulou os materiais e registou as respostas da criança. A criança e os experimentadores permaneceram sentados à volta da mesa, ficando a criança de frente para a porta da caixa, o experimentador 1 diante da abertura lateral e o experimentador 2 posicionado diante da outra parte lateral, ou na retaguarda da caixa, mas sempre com acesso à abertura que permaneceu escondida da criança.

Familiarização. O experimentador 1 começou por familiarizar a criança com os materiais e com a situação, explicando: *"Estás a ver esta pequena casa? Alguns Mickeys vão aparecer aqui dentro para brincarem contigo. Tu tens que ver muito bem aquilo que eles estão a fazer e, depois, vais dizer-me se está bem ou não está bem. Percebeste?"*

Teste. Na condição *espectador* e na tarefa de subtração possível (2-1=1), o experimentador 1 colocava, à vista da criança, dois Mickeys na caixa e, em seguida, o experimentador 2 fechava a porta, ocultando os Mickeys da criança. Posteriormente, o experimentador 1 retirava um Mickey através da abertura lateral, mostrava à criança e fazia desaparecer o Mickey (operação que acontecia à vista da criança mas o resultado permanecia invisível). Em seguida, o experimentador 2 abria a porta da caixa e deixava à vista da criança o resultado possível, 1 Mickey, enquanto o experimentador 1 a questionava: *"Achas que está bem ou que não está bem? Porquê?"*. O experimentador 2 registava as respostas da criança, a quem nunca era dado qualquer *feed-back* sobre o seu desempenho.

Na condição *espectador* e na tarefa de subtração impossível (2-1=2), utilizava-se o mesmo procedimento. Mas, enquanto o experimentador 1 retirava um Mickey da caixa através da abertura lateral (procedimento visualizado pela criança), o experimentador 2, sem a criança se aperceber, introduzia outro Mickey na caixa através da abertura traseira e, em seguida, abria a porta, deixando à vista da criança o resultado impossível, 2 Mickeys.

Na condição *ator*, repetiram-se os mesmos procedimentos, mas a criança era agora solicitada a participar ativamente na experiência. Assim, nas duas tarefas, de subtração possível (2-1=1) e impossível (2-1=2), o experimentador 2 começou por dar dois Mickeys à criança, enquanto o experimentador 1 lhe fornecia a seguinte instrução: *"Agora vais meter estes Mickeys dentro da casa, aqui* (apontando), *e depois fechas esta porta* (apontando) ". Após a criança ter fechado a porta da caixa, os Mickeys ficavam escondidos e, então o experimentador 1 dizia-lhe "*Agora vais tirar um Mickey da casa, mas tens que o tirar por esta janela, aqui* (apontando a abertura lateral). Após a ação da criança, o Mickey permanecia escondido e o procedimento prosseguiu idêntico àquele que foi utilizado na condição observador.

Cada sujeito foi sucessivamente confrontado a 8 ensaios, 4 ensaios alternados e contrabalançados inter-sujeitos de *subtração possível* (2-1=1) e de *subtração impossível* (2-1=2) na condição de *espectador* e 4 ensaios alternados e contrabalançados inter-sujeitos de *subtração possível* (2-1=1) e *impossível* (2-1=2) na condição de *ator*. Assim, em cada grupo etário (2 e 3 anos de idade), 8 sujeitos de género feminino e 7 de género masculino foram

submetidos à ordem de aplicação *espectador-ator*, realizando 4 ensaios alternados de subtração possível e impossível na condição de observador, seguidos de 4 ensaios alternados de subtração possível e impossível na condição de agente; enquanto 7 sujeitos de género feminino e 8 de género masculino obedeceram à ordem de aplicação *ator-espectador*, realizando 4 ensaios alternados de subtração possível e impossível na condição de agente, seguidos de 4 ensaios alternados de subtração possível e impossível na condição de observador. No seu conjunto, o tempo de aplicação das 8 tarefas foi sensivelmente de 10-15 minutos por sujeito.

5.4. Classificação das respostas

Após a recolha da totalidade da amostra procedeu-se à análise de conteúdo e à classificação das respostas obtidas.

Conforme Bardin, (1977), a análise de conteúdo: é utilizada para estudar e analisar material qualitativo, procurando-se obter uma melhor compreensão de uma mensagem ou discurso, visto permitir *"uma análise das comunicações que visa obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção e receção dessas mensagens" (p.42).* Uma vez definidos objetivos claros e precisos da investigação, seguida de uma pré-análise e organização das respostas, procedemos à codificação do material em tantas categorias quanto possíveis, à comparação, agrupamento e reagrupamento progressivos das unidades de análise codificadas e à redução, nomeação e definição de categorias de análise adequadas aos objetivos de estudo.

Neste sentido, começámos por discriminar *unidades de análise* que correspondiam às respostas do sujeito a cada par de tarefas constituído por uma situação possível (SP) e uma situação impossível (SI) e a cada uma das questões colocadas ao sujeito: (1) a r*esposta final* (RF) de resolução do problema colocado por cada par de situações, possível e impossível, ou seja, as duas respostas às questões "Está bem ou não está bem?"; e (2) a *justificação* (J) dessas respostas finais, ou seja, as duas respostas às questões "Porquê?" (cf. Apêndices IV e V).

Quadro 1 – Sistema de Classificação das Respostas

<table>
<tr><td rowspan="4">Nível de Análise 1
Modalidade de resposta</td><td colspan="3">Resposta Final (RF) e Justificação (J)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Categorias e Definição</td><td>Exemplos</td></tr>
<tr><td colspan="2">V – Verbal

Respostas verbais ou Verbais e Não Verbais</td><td>Verbaliza sim ou não (RF)</td></tr>
<tr><td colspan="2">NV - Não verbal Só respostas não verbais</td><td>Abana cabeça (sim/não) (RF) Procura, aponta, pega, exprime surpresa com gestos ou expressão facial (J)</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Nível de Análise 2
Lógica da resposta</td><td>Resposta Final (RF)</td><td colspan="2">Justificação (J)</td></tr>
<tr><td>Categorias e Definição</td><td>Categorias e Definição</td><td>Exemplos</td></tr>
<tr><td>ND - Não discrimina Resposta igual, positiva ou negativa, na SP e SI</td><td>NJ - Não justifica Não responde, não sabe, não justifica ou dá resposta fantasista.</td><td>Porque sim; porque está; porque está bem; porque não sei; é a casa do Mickey; já brincaram muito.</td></tr>
<tr><td>DI - Discriminação incorreta Diferentes respostas na SP e SI, mas incorretas</td><td>JI - Justificação lógica incorreta Na SP, regista falta de um Mickey, independentemente da justificação fornecida na situação impossível (SI) e/ou troca explicitamente a SP pela SI.</td><td>Procura o Mickey que saiu Verbaliza: O Mickey fugiu!?O outro Mickey? O Mickey estava aqui! Porque só tem um Mickey. Porque tem aqui um Mickey.</td></tr>
<tr><td>DC - Discriminação correta Diferentes respostas na SP e SI, mas corretas</td><td>JA - Justificação lógica ambígua Na SI, regista e/ou conta corretamente a quantidade total de Mickeys; aponta ou pega no 2º Mickey.</td><td>Conta os Mickeys; Verbaliza nº total de Mickeys: porque estão 2 Mickeys; outro Mickey mais são 2; Aponta ou faz expressão de surpresa ao 2º Mickey</td></tr>
<tr><td></td><td>JC - Justificação lógica correta Na SI, verbaliza aparecimento de um Mickey, verbaliza a resposta e o raciocínio correto.</td><td>Porque tiraste 1 Mickey e puseste aqui; Porque puseste aqui 1 Mickey foi magia tu puseste o Mickey.</td></tr>
</table>

A partir de uma subamostra de respostas de 20 sujeitos de cada nível etário, construímos um sistema de classificação dos resultados, constituído por categorias exclusivas organizadas em dois níveis de análise (cf. Quadro 1).

O primeiro nível de análise pretende avaliar a modalidade de resposta, ou seja, o tipo de linguagem utilizada pelo sujeito, tanto na resposta final, como na sua justificação. Este nível de análise permite portanto discriminar se o sujeito já produz uma resposta verbal (V) ou uma resposta apenas não verbal /gestual (NV).

O segundo nível de análise pretende avaliar a lógica da resposta, concretamente, a forma como o sujeito representa e resolve a situação problema configurada por cada par de situações, possível (SP) e impossível (SI). Sendo que a classificação das respostas finais de resolução de problema vai permitir avaliar se o sujeito não discrimina as situações, possível (SP) e impossível (SI), limitando-se a repetir a mesma resposta, positiva ou negativa (ND); se discrimina as duas situações, mas de forma incorreta (DI); ou se discrimina as duas situações, identificando corretamente o resultado numericamente possível e o resultado numericamente impossível (DC). A classificação das justificações das respostas finais de resolução de problema vai permitir avaliar se o sujeito não responde ou apresenta uma qualquer resposta fantasista (NJ); se propõe uma justificação relacionada com a tarefa, mas logicamente incorreta (JI), pois regista a falta de um Mickey na situação possível e / ou troca explicitamente a SP pela SI; se propõe uma justificação relacionada com a tarefa, mas logicamente ambígua (JA), na medida em que conta ou regista a quantidade correta de Mickeys ou a presença do segundo Mickey na situação impossível; ou se apresenta uma justificação logicamente correta (JC) e, na situação impossível, não só regista o aparecimento do segundo Mickey, como verbaliza o resultado ou mesmo o raciocínio correto. A classificação referente a este segundo nível de análise da justificação lógica do sujeito foi sujeita à cotação independente de dois juízes, obtendo-se 96% de acordo (Fórmula Simples de Bellack).

Encontram-se também em apêndice os exemplos de protocolo de avaliação das respostas fornecidas pelas crianças de 2 e 3 anos de idade (cf. Apêndices VI e VII).

A totalidade das respostas obtidas foi classificada segundo este sistema de categorias exclusivas e os resultados submetidos a tratamento estatístico através do programa SPSS (Statistical Package For the Social Sciences.)

Capítulo 6 - Resultados

6.1. Comparação das Categorias de Resposta por Grupo Etário

6.1.1. Tipo de linguagem

Num primeiro nível de análise de conteúdo, foi avaliado o tipo de linguagem produzida pelos participantes e, para esse efeito, procedeu-se à categorização da modalidade da resposta em verbal (V) ou não verbal (NV).

Foi utilizado o teste comparativo para amostras emparelhadas em variáveis de medida intervalar, *General Linear Model (GLM)*, para medidas repetidas, visto ser uma medida adequada para avaliar as respostas por grupo etário (Tabela 1) e por género (Anexos 1 e 2), respeitantes à modalidade das respostas finais e das justificações fornecidas pelos participantes nas condições ator e espectador (A e E). Em Anexo apresentam-se os resultados relativos ao género dos participantes, visto o efeito desta variável não ser considerado pelas hipóteses de estudo, tratando-se assim de uma avaliação meramente de controlo.

Tabela 1.Tipo de linguagem utilizada nas respostas finais e nas justificações

Categorias de resposta	2 anos								3 anos							
	Ator				Espectador				Ator				Espectador			
	Tarefa 1		Tarefa 2		Tarefa 1		Tarefa 2		Tarefa 1		Tarefa 2		Tarefa 1		Tarefa 2	
	M	Dp	M	Dp	M	Dp	M	Dp	M	Dp	M	Dp	M	Dp	M	Dp
RFV	,77	,43	,77	,43	,73	,45	,80	,41	,90	,31	,93	,25	,90	,31	,90	,31
RFNV	,23	,43	,23	,43	,27	,45	,20	,41	,10	,31	,07	,25	,10	,31	,10	,31
JV	,83	,38	,83	,38	,77	,43	,80	,41	,90	,31	,93	,25	,90	,31	,93	,25
JNV	,17	,38	,17	,38	,23	,43	,20	,41	,10	,31	,07	,25	,10	,31	,07	,25

Visto não se ter verificado o pressuposto de esfericidade através do teste de Mauchly (p=0,000), recorreu-se ao fator épsilon de Greenhouse-Geisser, mais apropriado para amostras de pequena dimensão (Marôco, 2000).

A análise dos resultados relativos às categorias de resposta final (RFV e RFNV) mostra que não existe interação entre género e idade (F =,098; p=,817), nem efeito provocado pela idade (F= 2,442; p=,115). O mesmo não se comprova em relação ao género, cuja, análise demonstra existir um efeito estatisticamente significativo (F=5,177; p=,018). No que respeita às duas categorias de justificação da resposta final (JV e JNV), os resultados indicam que não existe interação entre género e idade (F=,184; p=,739), nem efeito provocado pela idade

(F=1,658; p=,203), mas é possível verificar que existe, novamente, interação provocado pelo género (F=4,90; p=,021).

Considerando a totalidade da amostra, a análise descritiva dos resultados revela que cerca de 82% dos participantes, de 2 e 3 anos de idade, utilizam linguagem verbal na resolução de operações de subtração. Através da Tabela 1 é possível constatar uma tendência generalizada para a utilização de linguagem verbal na resposta final (RFV, M=,82 a ,85 *versus* RFNV, M =,15 a ,18) e na respetiva justificação (JV, M=,83 a ,88 *versus* JNV, M=,12 a ,17). No entanto, os resultados sugerem uma tendência mais acentuada para, aos 2 anos de idade, as crianças privilegiarem menos a linguagem verbal, na resposta final e na justificação (RFV, M=,73 a ,80; JV, M=,77 a ,83) do que aos 3 anos de idade (RFV e JV, M=,90 a ,93). No que respeita à comparação entre géneros, observamos uma tendência generalizada para os rapazes recorrerem com mais frequência à utilização de linguagem verbal nas respostas finais e justificações (RFV, M=,93 a ,97; JV, M=, 93 a ,97) do que as raparigas (RFV, M=,70 a ,77; JV, M=,73 a ,80).

6.1.2. Lógica das respostas

Num segundo nível de análise de conteúdo procurou-se averiguar o tipo de representação das tarefas manifestado pelos participantes e, para esse efeito, categorizou-se a lógica da resposta (cf. Quadro 1). Para avaliar a lógica das respostas finais, procedeu-se então à classificação em8 três categorias de resposta final: não discrimina (ND), discriminação incorreta (DI) e discriminação correta (DC). Por sua vez, a lógica da justificação foi classificada em quatro categorias: ausência de justificação (NJ), justificação incorreta (JI), justificação ambígua (JA) e justificação correta (JC).

Para avaliar as diferenças por grupo etário (Tabela 2) e por género (Anexos 3 e 4), referentes à lógica das respostas finais e das justificações dos participantes nas condições ator e espetador (A e E), utilizou-se um teste comparativo para amostras emparelhadas em variáveis de medida intervalar, *General Linear Model* (GLM), para medidas repetidas. Os resultados relativos ao género dos participantes são, apresentados, novamente, em Anexo uma vez que o efeito desta variável não é considerado pelas hipóteses do estudo, tratando-se assim de uma avaliação meramente de controlo.

Tabela 2. Lógica utilizada nas respostas finais e nas justificações

Categorias de resposta	2 anos								3 anos							
	Ator				Espectador				Ator				Espectador			
	Tarefa 1		Tarefa 2		Tarefa 1		Tarefa 2		Tarefa 1		Tarefa 2		Tarefa 1		Tarefa 2	
	M	Dp	M	Dp	M	Dp	M	Dp	M	Dp	M	Dp	M	Dp	M	Dp
RFND	,87	,35	,87	,35	,60	,50	,83	,38	,47	,51	,50	,51	,43	,50	,57	,50
RFDI	,03	,18	,07	,25	,20	,41	,10	,31	,37	,49	,40	,50	,40	,50	,37	,49
RFDC	,10	,31	,07	,26	,20	,41	,07	,26	,17	,38	,10	,31	,17	,38	,07	,25
NJ	,47	,51	,60	,50	,53	,51	,57	,50	,47	,51	,43	,50	,57	,51	,57	,50
JI	,27	,46	,20	,41	,23	,43	,23	,43	,30	,47	,33	,48	,20	,41	,30	,47
JÁ	,27	,45	,20	,41	,23	,43	,17	,38	,23	,43	,20	,41	,23	,43	,13	,35
JC	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,03	,18	,00	,00	,03	,18	,00	,00	,00	,00

Os resultados referentes à lógica da resposta final (RFND, RFDI e RFDC) mostram que não existe interação entre género e idade (F=1,541; p=,205), mas verifica-se, novamente, o efeito provocado pelo género (F=3,450; p=,017) e observa-se agora um efeito estatisticamente significativo provocado pela idade (F=6,055; p=,001). No que respeita à lógica das categorias de justificação da resposta final (NJ, JI, JA e JC), os resultados obtidos indicam que não existe interação entre género e idade (F=,531; p=,679), nem efeito provocado pelo género (F=1,514; p=,208), nem pela idade (F=,345; p=,834).

A análise descritiva (Anexo 3) sugere que a maioria dos participantes, de 2 e 3 anos de idade, não discrimina (ND, M=,52 a ,70), ou discrimina incorretamente as situações possíveis e impossíveis (DI, M=,20 a ,30), havendo apenas um pequeno número de crianças que consegue distinguir corretamente os dois tipos de situação numérica, possível e impossível (DC, M=,07 a ,18).

A análise descritiva da Tabela 2 permite ainda verificar que embora a maioria das respostas, de ambos os grupos etários, se incluam na categoria de não discriminação, esta categoria é mais frequente aos 2 anos (ND, M=,60 a ,87) do que aos 3 anos (ND, M=,43 a ,57). Por sua vez, a discriminação incorreta das situações numericamente possíveis e impossíveis é globalmente mais frequentes no grupo de 3 anos comparativamente ao de 2 anos (DI, 3 anos, M=,37 a ,40 *versus* 2 anos, M=,03 a ,20). Por fim, é ainda possível observar que não existe um padrão de diferenças relativamente estável, entre os dois níveis etários, na categoria de discriminação correta, verificando-se apenas uma tendência ligeira para os

participantes de 3 anos produzirem, na condição ator, mais respostas de discriminação correta em relação aos de 2 anos (DC, 3 anos, M=,10 a ,17 *versus* 2 anos, M=,07 a ,10).

A partir da análise descritiva global (Anexo 4) podemos observar que os participantes de ambos os níveis etários produzem maioritariamente respostas que se incluem na categoria de não justificação (NJ, M=,47 a ,57), sendo a justificação incorreta ligeiramente mais frequente do que a ambígua (JI, M=,22 a ,28 *versus* JA, M=,15 a ,25) e a justificação logicamente correta praticamente inexistente (JC, M=,00 a ,02).

A análise descritiva da Tabela 2 mostra ainda uma ligeira tendência para os participantes mais velhos recorrerem mais a respostas de justificação incorreta (JI, 3 anos, M=,30 a ,33 *versus* 2 anos, M=,20 a ,27) e os mais novos a justificações logicamente ambíguas (JI, 2 anos, M=,17 a ,27 *versus* 3 anos, M=,13 a ,23).

6.2. Comparação das categorias de resposta por condição de participação na tarefa, na condição espectador e ator

Para cada grupo etário, recorreu-se a uma análise comparativa das categorias de resposta final e das respetivas justificações, segundo a condição de participação na tarefa, como espectador ou ator. Para esta avaliação foi utilizado o teste t, para amostras emparelhadas, *Paired Samples T test* (Tabelas 1 e 2).

6.2.1. Tipo de linguagem

Relativamente às duas categorias de resposta final (RFV e RFNV) e de justificação da resposta final (JV e JNV), os resultados obtidos mostram que, em ambos os níveis etários, não se verificam diferenças estatísticas inter-condições de participação na tarefa, na condição ator e espectador.

Embora a análise descritiva da Tabela 1 revele, uma tendência generalizada para utilização de linguagem verbal, em ambos os grupos etários tendem apresentar um maior número de respostas verbais, em ambas as condições (espectador e ator). Aos 2 anos, verifica-se uma ligeira tendência para, na condição ator, as crianças privilegiarem mais a verbalização da resposta final (RFV, ator, M=,77 *versus* espetador, M=,73) e a justificação verbal nas duas tarefas (JV, ator, M=,83 *versus* espetador, M=,77 a ,80). Já aos 3 anos de idade, é possível observar um padrão, relativamente estável, de verbalização da resposta verbal e da justificação inter-condições ator e espectador (RFV, M=,90 a, 93; JFV, M=,90 a, 93).

6.2.2. Lógica das respostas

Aos 2 anos, na comparação em função da condição de participação na tarefa, ator e espetador, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas em duas categorias

relativas à lógica da resposta final, RFND (p=,003) e RFDI (p=,023). Aos 3 anos, foram apenas encontradas diferenças estatisticamente significativas, respeitantes à não justificação da resposta final, NJ (p=,043).

A análise descritiva da Tabela 2 mostra que, nas crianças de 2 anos, o papel de ator, induz mais a não discriminação das situações numericamente possíveis e impossíveis (ND, M=,87) comparativamente ao papel de espectador (ND, espetador, M=,60 a ,83). Também é possível observar que a condição ator tende a induzir menos a discriminação incorreta (DI, M=,03 a ,07) das situações numericamente possíveis e impossíveis comparativamente à condição espetador (DI, M=,10 a, 20). Nas crianças de 3 anos, a condição ator, tende a promover a diminuição de não justificações (NJ, M=,43 a, 47) comparativamente à condição espectador (NJ, M=,57).

Capítulo 7 - Discussão e Conclusão

Com o objetivo de contribuir para o debate atual sobre as competências lógico-matemáticas precoces, a presente investigação pretende avaliar a competência de subtração de crianças de 2 e 3 anos de idade confrontadas às tarefas e procedimentos experimentais de Wynn (1992) e Lubin (2009, 2010) e, mais precisamente, o efeito da mediação linguística na resolução deste tipo de operações aritméticas. Colocámos assim as hipóteses que: o tipo de linguagem, gestual e/ou verbal, utilizada pela criança varia com a idade (hipótese 1) e com a condição de participação na tarefa, no papel de ator e espectador (hipótese 2); e que a lógica das respostas fornecidas pela criança varia com a idade (hipótese 3) e com a condição de participação na tarefa, no papel de ator e espectador (hipótese 4).

A análise dos resultados mostra, em primeiro lugar, que as hipóteses 1 e 2 foram infirmadas, uma vez que a maioria dos participantes, dos dois níveis etários e nas duas condições experimentais, utiliza a linguagem verbal na resolução de operações aritméticas de subtração. No entanto, por um lado, a utilização de linguagem verbal tende a acentuar-se com a idade, sendo mais frequente aos 3 anos, tanto na resposta final, como na sua justificação. Por outro lado, apesar de verificarmos que a condição de participação na tarefa, como ator ou espectador, não influencia o tipo de linguagem mobilizada na resolução de operações de subtração, constatámos que, aos 2 anos, a participação mais ativa tende a promover mais a verbalização do que o papel de espectador o que, de acordo com as hipóteses de Houdé (1997) e Lubin (2006), poderá interferir negativamente no raciocínio das crianças mais novas.

Embora estes resultados pareçam globalmente consistentes com os estudos do desenvolvimento da linguagem verbal durante os primeiros três anos de vida, revelando que o período pré-escolar é marcado por aquisições linguísticas importantes para que a criança se torne um falante da sua língua materna (e.g., Sim-Sim, 1998; Sim-Sim, Nunes & Silva, 2008), as investigações de Lubin (2006,2009,2010) não se propuseram avaliar o tipo de linguagem, verbal ou gestual, utilizado pelos participantes, visto que nos seus estudos era sempre solicitada à criança uma resposta verbal. Contudo, a análise proposta no presente estudo tende a confirmar o pressuposto de Lubin, uma vez que cerca de 82% das crianças pré-escolares que avaliámos recorrem efetivamente à utilização da linguagem verbal para responderem e justificarem o seu desempenho neste tipo de tarefas.

Em segundo lugar, no que respeita a lógica das respostas, os resultados obtidos confirmam a hipótese 3, uma vez que a representação das tarefas numéricas manifestada pelos participantes varia e melhora com a idade. Considerando a totalidade da amostra, constatámos que mais de metade das crianças não distingue as tarefas de subtração possível (2-1=1) e

impossível (2-1=2) e não justificam as suas respostas de resolução das situações problema (RFND e NJ), tendência que é mais acentuada no grupo de 2 anos, onde 24 crianças, num universo de 30, não conseguem representar corretamente as tarefas de subtração, limitando-se a repetir a mesma resposta, positiva ou negativa, nas duas operações numéricas. É também possível verificar que, apesar de existirem poucos participantes que já discriminam, mas ainda de forma logicamente incorreta as operações, esta tendência é mais frequente aos 3 anos de idade, sendo precisamente as crianças mais velhas que fornecem mais justificações incorretas, o que as leva a considerar numericamente consistente a operação impossível e inconsistente a operação possível. Por fim, na presente investigação, o desempenho melhora com a idade, mas apenas 11% das crianças pré-escolares discrimina corretamente problemas de subtração, o que vai ao encontro dos resultados de Villete (2002), que já havia constatado a dificuldade para, aos 2 e 3 anos de idade, as crianças discriminarem verbalmente as situações numericamente possíveis e impossíveis. Além disso, Villete (2002) verificou que, mesmo aos 3 anos, as crianças obtinham mais sucesso nas operações de adição do que de subtração, o que também fora constatado nas investigações de Houdé (1997), cujos resultados indicam que as crianças deste grupo etário já respondem corretamente a ambas as operações impossíveis de adição (1+1=1) e (1+1=3). Tal constatação, também vai ao encontro de Citoler (1996, citado por Cruz, 1999), que argumenta que o domínio do algoritmo da subtração e das combinações numéricas básicas é normalmente lento, comparativamente aos que são manifestados nos problemas de adição.

Como podemos então interpretar o facto de as crianças que observámos manifestarem globalmente um fraco desempenho na resolução de problemas de subtração que, contudo, melhora dos 2 para os 3 anos de idade?

Uma das hipóteses é sugerida por Villete (2002) que considera que as crianças tendem ainda a responder aos problemas de subtração com base na perceção ou mesmo na representação de objetos, mas não utilizam ainda, de forma sistemática, estratégias de cálculo numérico.

De acordo com Morgado (1993), durante o período sensório-motor (sensivelmente até aos 2 anos), as capacidades discriminativas de natureza percetiva ainda não se encontram ligadas à classificação hierárquica, mas constituem-se essenciais ao seu desenvolvimento e é particularmente no período pré-operatório (sensivelmente a partir dos 3 anos) que a criança mostra progressivas capacidades discriminativas, de natureza percetiva, intuitiva, pois nesta fase, a criança já é capaz, por exemplo, de organizar objetos a partir dos seus atributos,

embora não consiga ainda compreender a lógica de classe. Por sua vez, os resultados que confirmam a nossa hipótese 3 parecem também corroborados por Piaget e Szemniska (1975) e Villete (2002) pois, de acordo com estes investigadores, a compreensão dos procedimentos aritméticos nas crianças pré-escolares é normalmente rudimentar, visto que estas tendem a resolver problemas de subtração com pequenos números através de mecanismos percetivos, o que não carateriza um raciocínio aritmético verdadeiramente lógico, associado a reversibilidade do pensamento. Com efeito, para a criança poder realizar operações aritméticas de subtração deve ser capaz de analisar uma série de transformações que decorrem no tempo e no espaço, para posteriormente as traduzir simbolicamente e, simultaneamente, torna-se necessária a consciência da reversibilidade das operações em si (Casas,1988, citado por Cruz, 1999).

Uma outra hipótese é sugerida por Houdé (1997) e Lubin (2010), que argumentam que os insucessos ocorridos nas crianças de 2 anos em problemas de adição não indicam necessariamente dificuldades de cálculo numérico, mas parecem estar associados a um período complexo do desenvolvimento cognitivo-linguístico, designadamente da relação entre a linguagem verbal e o pensamento, uma vez que a distinção singular/plural se encontra ainda insuficientemente adquirida. Contudo, os nossos resultados parecem pouco consistentes com os que foram obtidos por Lubin (2009), embora permaneça na língua portuguesa a distinção singular/plural das palavras-número. Segundo esta autora, as crianças de 2 e 3 anos de idade, de língua materna francesa, tendem a realizar com sucesso as operações de subtração numericamente impossíveis (2-1=2), porque são induzidas a utilizar o plural (*deux*), não se verificando um efeito perturbador da utilização de uma estratégia linguística para a resolução da operação aritmética. Nesta tarefa de subtração, exclui-se portanto a interferência linguística induzida nos estudos de Houdé (1997) sobre a adição onde, nas situações (1+1=2 e 1+1=3), a criança era inicialmente induzida a verbalizar o singular (*un*), para passar a utilizar o plural (*deux* ou *trois*). Ora, considerando a totalidade da amostra da presente investigação, só cerca de 7 crianças, num universo de 30, distinguiram corretamente as operações de subtração possível e impossível (2-1=1 e 2-1=2), mas nenhuma conseguiu justificar logicamente as suas respostas, o que nos leva a considerar que os insucessos observados na representação da subtração poderão estar mais relacionados com uma incapacidade de natureza percetiva do que com a referida a insuficiência da distinção cognitivo-linguística entre singular/plural. Aliás, de acordo com Chalon-Blanc (2008), o próprio aparecimento da linguagem pode ser

um indicador relevante da passagem de uma capacidade percetiva global, para uma conceção mais abstrata do número.

Em terceiro lugar, no que respeita a lógica das respostas, os resultados obtidos confirmam parcialmente a nossa hipótese 4, uma vez que foram encontradas algumas diferenças estatisticamente significativas com a condição de participação nas tarefas experimentais. Aos 2 anos, constatámos que a participação ativa tende a promover mais a verbalização da resposta final o que, de acordo com Houdé (1997) e Lubin (2006), poderá interferir negativamente no raciocínio das crianças. Constatámos também que, relativamente à condição espectador, aos 2 anos, o papel pedagógico da ação promove mais respostas de não discriminação e menos respostas de discriminação incorreta e, aos 3 anos, induz menos respostas de não justificação. Os nossos resultados contribuem portanto para corroborar ligeiramente o efeito da condição de participação na tarefa, mas contrariam os resultados de Lubin (2009), que verificou, na condição ator, um padrão semelhante de respostas das crianças de 2 e 3 anos à situação de subtração impossível, o que, do seu ponto de vista, se deve à ausência do efeito perturbador da utilização de uma estratégia linguística para a resolução desta operação aritmética.

Em síntese, pensamos que os resultados do nosso estudo fragilizam, de alguma forma, as teorias inatistas e levam-nos a manter em aberto a questão inatismo *versus* construtivismo das capacidades aritméticas iniciais. A nossa investigação permitiu constatar que a compreensão dos procedimentos aritméticos necessários à resolução de operações de subtração em crianças pré-escolares permanece ainda bastante rudimentar, pois as crianças de 2-3 anos de idade que observámos tendem sistematicamente a responder às situações problemáticas com base numa representação do objeto, de natureza percetiva, e parecem não recorrer à representação numérica. Apesar de poucas crianças discriminarem incorretamente os dois tipos de operação de subtração, considerando consistente a operação impossível e inconsistente a operação possível, foi possível constatar 26% de justificações incorretas em que, na situação numericamente possível, a criança registava a falta de um Mickey, verbalizando: "*O Mickey fugiu!?O outro Mickey? O Mickey estava aqui! Porque só tem um Mickey"*. Neste sentido, os insucessos globalmente observados nas crianças pré-escolares podem estar mais associados a representações de natureza percetiva, figurativa, do que a um período complexo do desenvolvimento cognitivo-linguístico, que se manifesta na incidência da questão singular/plural.

Particularmente os resultados que confirmam a hipótese 3 do presente estudo parecem portanto infirmar as hipóteses de Gallistel e Gelman (1978), que argumentam que as crianças apresentam capacidades precoces para discriminarem as semelhanças dentro e entre os conjuntos de objetos, conseguindo identificar a sua cardinalidade em termos absolutos, assim como de Wynn (1992), Dehaene (1997) e Butterworth (1999), que defendem que os bebés de 4/5 meses já possuem conhecimentos primitivos de subtração que lhes permitem discriminar corretamente as situações numéricas possíveis e impossíveis.

Uma das limitações da presente investigação está relacionada com o reduzido número de estudos e com a ausência de modelos neuropsicológicos em populações de crianças entre os 2 e 3 anos de idade que associem a avaliação da linguagem ao desempenho de problemas subtração. Por outro lado, também consideramos que os nossos resultados podem ter sido afetados pelo facto da amostra ter um número reduzido de participantes, ser de conveniência e, portanto, não corresponder a uma amostra representativa da população portuguesa. Por outro lado ainda, as questões colocadas (*Está bem?/Não está bem?* ou *É assim?/Não é assim?*) pareciam não ser compreendidas pelas crianças, o que poderá ter influenciado a compreensão e representação das operações de subtração propostas.

O estudo que realizámos sugere-nos, contudo, algumas linhas de investigação que poderão ser exploradas em futuros estudos.

Pensamos que seria desejável complementar o enunciado de indagação acrescentando a expressão "O que aconteceu?", e só posteriormente, a criança seria questionada se "Achas que está bem ou está mal?" e o "Porquê?", com o intuito de ficar mais claro e objetivo.

Pensamos ainda que deveríamos integrar as categorias de classificação das respostas em diferentes níveis de desempenho e conseguir assim uma avaliação mais económica e precisa da associação entre o tipo de linguagem utilizada e a representação que a criança constrói sobre as tarefas de subtração possível e impossível. Sugerimos, então, que deveriam ser excluídos da amostra os participantes que não produzissem nenhuma resposta às tarefas propostas (NRF e NJ). Relativamente ao tipo de linguagem (verbal ou gestual), sugeríamos quatro níveis de resposta: um nível 1, se o sujeito produz uma resposta final gestual sem justificação (RFNV+NJ); um nível 2, se verbaliza a resposta final, mas fornece uma justificação gestual (RFV+JNV); um nível 3, se produz uma resposta final gestual que justifica verbalmente (RFNV+NJ); e um nível 4, se o sujeito utiliza sistematicamente a linguagem verbal (RFV+JV). Em relação à lógica da resposta sugerimos, novamente, 4 níveis de resposta, mas agora com alguns subníveis: um nível 1, em que o sujeito não discrimina as

situações (possível e impossível), e não justifica ou justifica incorretamente a sua resposta (RFND+NJ ou RFND+JI); um nível 2, em que o sujeito já discrimina as situações, mas incorretamente e não justifica ou justifica incorretamente a resposta (nível 2.a, RFDI+NJ ou RFDI+JI) ou então apresenta uma justificação ambígua ou correta (nível 2.b, RFDI+JA ou RFDI+JC); um nível 3, em que o sujeito já discrimina corretamente as operações, mas não justifica ou justifica incorretamente a resposta (nível 3.a, RFDC+NJ ou RFDC+JI) ou então justifica de forma ambígua (nível 3.b, RFDC+JA); e, por último, um nível 4, o mais elevado, em que o sujeito discrimina e justifica corretamente as duas operações (RFDC+JC).

Pensamos que, perante o desafio colocado pela literatura recente e por este nosso estudo, permanece a necessidade de se prosseguir a investigação do desenvolvimento cognitivo das crianças pré-escolares, observando e identificando as transformações das representações numéricas implícitas no raciocínio lógico-matemático precoce e, designadamente, na capacidade de resolução de operações de subtração.

Bibliografia citada

Antell, S., & Keating, D. P. (1983). Perception of numerical invariance in neonates. *Child Development, 54,* 695-701.

Barbosa, H. (2007). Sentido de número na infância: uma interconexão dinâmica entre conceitos e procedimentos. *Paidéia 17 (37),* 181-194.

Barbosa, H. (2012). Das competências quantitativas iniciais para o conceito de número natural: Quais as trilhas possíveis? *Psicologia: Reflexão e Crítica, 25 (2),* 350-358.

Bardin, L. (1977). *Análise de conteúdo.* Lisboa: Edições 70.

Berch, D. B. (2005). Making sense of number sense: Implications for children with mathematical disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 38 (4),* 333-339.

Blakemore, S-J. & Frith, U. (2009). *O Cérebro que aprende: Lições para a educação.* Lisboa: Gradiva Publicações**.**

Butterworth, B. (1999). What counts: How every brain is hardwired for math. Acedido em 20 de novembro de 2013, em http://www.dana.org/news/cerebrum/detail.aspx?id=2828

Callegaro, M., Sartorio, R., Frainer, J., & Ferreira, S. (2009). A psicogénese das habilidades matemáticas. *Revista de Psicologia, nº2*.

Carey, S. (1991). Knowledge acquisition: Enrichment or conceptual change? In S. Carey & R. Gelman (Eds.), *The epigenesis of mind: Essays on biology and cognition* (pp. 257-291). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Carey, S., & Spelke, E. (1994). Domain-specific knowledge and conceptual change: Mapping the mind. In L. A. Hirschfield & S. Gelman (Eds.), *Domain specificity in cognition and culture* (pp. 169-200). New York, NY: Cambridge University Press.

Chalon-Blanc, A. (2008). *Inventar contar e classificar: De Piaget aos debates.* Lisboa. Instituto Piaget. Horizontes Pedagógicos.

Clearfield, M. W., & Mix, K. S. (1999). Number versus contour lenght in infants' discrimination of small visual sets. *Psychological Science, 10(5),* 408-411.

Clearfield, M. W., & Mix, K. S. (2001). Amount versus number: Infants' use of area and contour length to discriminate small sets. *Journal of Cognition and Development, 2,* 243-260.

Cohen, L., & Marks, K. (2002). Article with peer commentaries and response. How infants process addition and subtraction events. *Developmental science* 5:2 186-212. Department of Psychology, the University of Texas at Austin, USA.

Cruz, V. (1999). *Dificuldades de Aprendizagem – Fundamentos*. Colecção Educação Especial, 4, (pp. 194-199). Porto Editora.

Dehaene, S. (1997). The number sense: How mind creates mathematics. Acedido a 20 de novembro de 2013, em http://books.google.pt/books?id=2zkS7ylIDlsC&printsec=frontcover&hl=pt-PT&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Feigenson, L., Carey, S., & Spelke, E. (2002). Infants' discrimination of number vs. Continuous extent. *Cognitive Psychology, 44(1),*33-66.

Ferreira, M. (2008). A construção do número: a controvérsia construtivismo-inatismo. *Educ. Mat. Pesqui., São Paulo, v.10, n.2,* 247-278.

Garon, N., Bryson, S., & Smith, I. (2008). 'Executive functions in preschoolers: A review using and integrative Framework.' *Psychological Bulletin, 134,* 1, 31-60.

Gelman, R., & Gallistel, C. R. (1978). The child's understanding of number. Acedido a 18 de novembro de 2013, em http://books.google.pt/books?id=YjhEBe129H0C&printsec=frontcover&hl=pt-PT&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Gelman, R. (1991). Epigenetic foundations of knowledge structures: Initial and transcendent constructions. In S. Carey & R. Gelman (Eds.), *The epigenesis of mind: Essays on biology and cognition* (pp. 293-322). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Hodent, C., Bryant, P., & Houdé, O. (2005). Language-specific effects on number computation in toddlers. *Developmental Science 8:5,* 420-423.

Houdé, O. (1997). Numerical development: From the infant to the child. Wynn's (1992) paradigm in 2- and 3-year-olds. *Cognitive Development, 12,* 373-392.

Huttenlocher, J., Duffy, S., & Levine, S. (2002). Infants and toddlers discriminate amount: Are they measuring? *Psychological Science, 13,* 244-249.

Lourenço, O. (1994). *Além de Piaget? Sim, Mas Devagar!...*Coimbra: Almedina.

Lourenço, O. (2010). *Psicologia de desenvolvimento cognitivo. Teoria, dados e implicações,* (2ª edição). Coimbra: Almedina.

Lubin, A., Pineau, A., Hodent, C., & Houdé, O. (2006). Language-specific effects on number computation in toddlers: A European cross-linguistic cartography. *Cognitive Development 21,* 11-16.

Lubin, A., Poirel. N., Rossi, S., Pineau, A., & Houdé, O. (2009). Math in actions: Actor mode reveals the true arithmetic abilities of French-speaking two-year-old in a magic task. *Journal of Experimental child Psychology, 103*, 376-385.

Lubin, A., Poirel, N., Rossi, S., Lanae, C., Pineau, A., & Houdé, O. (2010). Pedagogical effect of action on arithmetic performances in Wynn – Like tasks solved by 2-year-olds. *Experimental Psychology*; *vol 57(6):* 405-411.

McIntosh, A., Reys, B. J., & Reys, R. E. (1992). A proposed framework for examining basic number sense. *For the Learning of Mathematics, 12 (3),* 2-8 e 44.

Mix, K. S. (2002). The construction of number concepts. *Cognitive Development, 17*, 1345-1363.

Mix, K. S., Huttenlocher, J., & Levine, S. C. (2002a). *Quantitative development in infancy and early childhood*. New York: Oxford University Press.

Mix, K. S., Huttenlocher, J., & Levine, S. C. (2002b). Multiple cues for quantification in infancy: Is number one of them? *Psychological Bulletin, 128,* 278-294.

Mix, K., & Sandhofer, C. (2007). Do we need a number sense? In M. J. Roberts (Ed.), *Integrating the mind* (pp. 293-326). Hove, UK: Psychology Press.

Moore, D. S., & Cocas, L. A. (2006). Perception precedes computation: Can familiarity preferences explain apparent calculation by human babies? *Developmental Psychology, 42,* 666-678.

Morgado, L. (1988). *A aprendizagem operatória da conservação das quantidades numéricas.* Coimbra: Instituto Nacional de Investigação Científica.

Morgado, L. (1993). *O ensino da aritmética: perspetiva construtivista*. Coimbra: Livraria Almedina.

Nogueira, C. (2011). Pesquisas atuais sobre a construção do conceito de número: Para além de Piaget? *Educar em Revista, Curitiba, Brasil,* 109-124. Editora: UFPR.

Piaget, J., & Inhelder, B. (1993). *A psicologia da criança* (O. M. Cajado, Trad.). Lisboa: Edições Asa. (Obra original publicada em 1966).

Piaget, J., & Szeminska, A. (1975). *A génese do número na criança*. Tradução de: Oiticica, C. Rio de Janeiro: Zahar.

Piaget, J. (1976). A equilibração das estrutras cognitivas. O problema central do desenvolvimento. Rio de Janeiro: Zahar (Edição original em 1975).

Rato, J., & Caldas, A. (2010). *Competências matemáticas emergentes: Avaliação neuropsicológica de crianças em idade pré-escolar*. Grupo de Investigação em Neurociências Cognitivas, Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Católica Portuguesa. Atas do VII Simpósio Nacional de Investigação em Psicologia. Universidade do Minho (pp. 607-625). Acedido em 20 de novembro, em http://www.actassnip2010.com

Rebelo, A., & Vital, P. (2006). 'Desenvolvimento da linguagem e sinais de alerta: Construção e validação de um folheto informativo'. *Re(habilitar) – Revista da ESSA*, 2, 69-98.

Reys, R., & Yang, D. (1998). Relationship between computational perfomance and number sense among sixth – and eighth-grade students in Taiwan. *Journal for Research in Mathematics Education*, *29*, 39-58.

Sequeira, M. (1990). Contributos e limitações da teoria de Piaget para a educação em ciências. *Revista Portuguesa de Educação, 3, 2,* 21-35.

Sim-Sim, I., (1998). *Desenvolvimento da linguagem*. Lisboa: Universidade Aberta.

Sim-Sim, I., Silva, A., & Nunes, C. (2008). *Linguagem e comunicação no jardim de infância.* Lisboa: Ministério da Educação – Direção Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular.

Starkey, P., & Cooper, R. (1980). Perception of number by human infant. *Science, 210,* 1033-1035.

Strauss, M., & Curtis, L. (1981). Infant perception of numerosity. *Child Development, 52,* 1146-1152.

Vergnaud, G. (1996). A teoria dos campos conceptuais na construção do conhecimento. *Revista do Geempa,* Porto Alegre, 9-19.

Vilette, B. (2002). Do young children grasp the inverse relationship between addition and subtraction? Evidence against early arithmetic. *Cognitive* Development, *v. 17*, 1365-1383.

Wakeley, A., Rivera, S., & Langer, J. (2000). Can young infants add and subtract? *Child Development, vol.71, 6*, 1525-1534.

Wiese, H. (2003). *Numbers, language and the human mind*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Wolfe, C., & Bell, M. (2004). Working memory and inhibitory control in early childhood: Contributions from physiology, temperament, and language. *Development Psychobiology, 44,* 68-83.

Wynn, K. (1992a). Children's acquisition of the number words and the counting system. *Cognitive Psychology, 24,* 224-251.

Wynn, K. (1992b). Addition and subtraction by human infants. *Nature, 358,* 749-750.

Wynn, K. (1998). Numerical competence in infants. In C. in Developmental Psychology, (pp. 3-25).

Wynn, K. (2000). Findings of addition and subtraction in infants are robust and consistent: Reply to Wakeley, Rivera, and Langer. *Child Developmental. Vol.71, 6,* 1535-1536.

Xu, F., & Spelke, E. (2000). Large number discrimination in 6- month old infants. *Cognition, 74,* 1-11.

Yang, D., Hsu, C., & Huang, M. (2004). A study of teaching and learning number sense for sixth grade students in Taiwan. *International Journal of Science and Mathematics Education, 2(3),* 407-430.

Yang, D., & Hsu, C. (2009). Teaching number sense for 6th graders in Taiwan. *International Electronic Journal of Mathematics Education, 4(2),* 92-108.

APÊNDICES

Apêndice I - Material de avaliação utilizado na investigação







Apêndice II - Confidencialidade e Anonimato dos dados recolhidos na investigação

Ana Sofia Novais da Silva Lemos
Faculdade de Psicologia – Universidade Lusófona
2º ciclo de Psicologia da Educação
ananovaislemos@gmail.com

Ao Exmo.(o) Diretor Pedagógico:

_____

Assunto: Pedido de autorização do trabalho de investigação para recolha de dados

Exmo. (o) Diretor Pedagógico,

No âmbito do trabalho de investigação exigido no 2º ano do 2º ciclo do mestrado de Psicologia da Educação, solicito o consentimento de V. Exa, para recolha de dados no presente estabelecimento de ensino, no âmbito de uma investigação que se irá realizar para uma dissertação de Mestrado sobre Sensibilidade à Matemática em crianças de dois e três anos de idade.

Estes tipos de metodologias são frequentemente aplicados em contexto escolar e têm um cariz lúdico e adaptado ao nível do desenvolvimento, garantindo o bem-estar da criança, bem como a confidencialidade dos dados adquiridos, sendo estes apenas utilizados para fins de investigação científica.

Esta investigação contará com o apoio de estudantes de Psicologia da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias e será orientado pela Professora Doutora Maria Stella Aguiar, docente da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.
Solicita-se ainda o recurso ao registo audiovisual, garantindo o respeito pelo código deontológico e ético da Psicologia. O objetivo desta investigação centra-se no desenvolvimento de competências aritméticas.

Na qualidade de Diretor Pedagógico do estabelecimento: _____, **autorizo / não autorizo** a realização da investigação.

Grata pela atenção disponibilizada para este assunto.

As Discentes

_____

(Ana Lemos); (Ana Graça)

A Docente,

_____

(Doutora Stella Aguiar)

Apêndice III - Confidencialidade e anonimato dos dados recolhidos na investigação- encarregados de educação

Ana Sofia Novais da Silva Lemos
Faculdade de Psicologia – Universidade Lusófona
2º ciclo de Psicologia da Educação
ananovaislemos@gmail.com

Ao Exmo. (o) Encarregado de Educação

_____

Assunto: Pedido de autorização para recolha de dados / trabalho de investigação

Exmo. (o) Encarregado de Educação,

No âmbito do trabalho de investigação exigido no 2º ano do 2º ciclo do mestrado de Psicologia da Educação, solicito o consentimento de V. Exa. para que possa efetuar uma pequena intervenção com o seu educando. Tal investigação tem por base avaliar capacidades numéricas em crianças entre os dois e os três anos e meio de idade. A intervenção com a criança é realizada numa sala à parte, com a ajuda de uma colega, de modo a conseguirmos captar a atenção da criança para a atividade, a qual consiste na manipulação de bonecos (Mickey), e observação das respetivas respostas (verbais ou gestuais).

Solicitamos ainda o recurso ao registo audiovisual, garantindo o respeito pelo código deontológico e ético da Psicologia. Informamos que os dados recolhidos se destinam exclusivamente a fins pedagógicos, sendo garantida a confidencialidade da identidade do seu educando. O objetivo desta investigação centra-se no desenvolvimento de competências aritméticas.

Na qualidade de Encarregado de Educação de: _____, da sala _____, **autorizo / não autorizo** a realização da intervenção.

Gratas pela atenção disponibilizada ao assunto.

As Discentes

_____

(Ana Lemos); (Ana Graça)

A Docente,

_____

(Doutora Stella Aguiar)

_____,_____de_____de _____

Apêndice IV – Guião do procedimento experimental

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

(Adaptado de Wynn, 1992 e Lubin & al., 2010)

<table>
<tr><td>Participantes</td><td colspan="2">2 experimentadores e 1 criança</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Experimentadores</td><td>Exp 1</td><td>Principal - Fornece instruções à criança</td></tr>
<tr><td>Exp 2</td><td>Ajudante – manipula os materiais e regista respostas da criança</td></tr>
<tr><td>Local</td><td colspan="2">Sala calma
Criança e experimentadores sentados em volta de uma mesa:

Exp 1 diante da abertura lateral da caixa
Criança diante da parte frontal da caixa
Exp 2 diante da outra parte lateral, com acesso à parte traseira da caixa</td></tr>
<tr><td>Material</td><td colspan="2">2 Mickeys
1 caixa idêntica a Lubin & al., 2006</td></tr>
<tr><td>Duração</td><td colspan="2">Cerca de 10-15 minutos por criança</td></tr>
<tr><td>Medidas</td><td colspan="2">Resposta verbal: sim/não; “está/não está”, “está bem/não está bem”, ou outras verbalizações que exprimam claramente a opção da criança.
Eventual justificação adequada à tarefa e/ou à resposta
Registar respostas na folha de protocolo e, se possível, gravar</td></tr>
<tr><td colspan="3">Familiarização</td></tr>
<tr><td>Exp 1</td><td colspan="2">Mostra à criança 1 ou 2 Mickeys e a casa/caixa e dá a seguinte instrução:
Estás a ver esta casa?
Alguns Mickeys vão aparecer aqui dentro para brincarem contigo.
Tu tens que ver muito bem aquilo que eles estão a fazer e vais dizer-me se está bem ou não está bem.
Percebeste?</td></tr>
</table>

Teste **Condição: Subtração - Espectador**		
Ensaios (2-1=1): Subtração Possível		
1º	Exp 1	Coloca 2 Mickeys na caixa
2º	Exp 2	Baixa a tela (Os Mickeys ficam escondidos por detrás da tela)
3º	Exp 1	Retira 1 Mickey da caixa através da abertura lateral, mostra à criança e faz desaparecer o Mickey (Esta operação acontece à vista da criança, só o resultado não é visível)
4º	Exp 2	Levanta a tela (Deixando à vista da criança o resultado possível, ou seja, 1 Mickey)
5º	Exp 1	*Achas que está bem ou não está bem?* *Porquê?*
	Exp 2	Regista resposta da criança
	Exp 1 e 2	Não dão qualquer feed-back à criança
Ensaios (2-1=2): Subtração Impossível		
1º	Exp 1	Coloca 2 Mickeys na caixa
2º	Exp 2	Baixa a tela (Os Mickeys ficam escondidos por detrás da tela)
3º	Exp 1	Retira 1 Mickey da caixa através da abertura lateral, mostra à criança e faz desaparecer o Mickey (Esta operação acontece à vista da criança, só o resultado não é visível)
	Exp 2	Enquanto o Exp 1 realiza o 3º procedimento, sem a criança se aperceber, introduz 1 Mickey na caixa através da abertura traseira
4º	Exp 2	Levanta a tela (Deixando à vista da criança o resultado impossível, ou seja, 2 Mickeys)
5º	Exp 1	*Achas que está bem ou não está bem?* *Porquê?*
	Exp 2	Regista resposta da criança
	Exp 1 e 2	Não dão qualquer feed-back à criança

Teste **Condição: Subtração - Ator**		
Ensaios (2-1=1): Subtração Possível		
1º	Exp 2	Dá 2 Mickeys à criança
2º	Exp 1	Dá a seguinte instrução à criança: *Agora vais meter estes* Mickeys *dentro da casa, aqui* (aponta), *e depois fechas esta porta* (aponta a tela) (Após a ação da criança, os Mickeys ficam escondidos por detrás da tela)
3º	Exp 1	Dá a seguinte instrução à criança: *Agora vais tirar um* Mickey *da casa. Tira por aqui, por esta janela* (indica abertura lateral) (Após a ação da criança, o Mickey fica escondido por detrás da tela e o resultado não é visível)
4º	Exp 2	Levanta a tela (Deixando à vista da criança o resultado possível, ou seja, 1 Mickey)
5º	Exp 1	*Achas que está bem ou não está bem?* *Porquê?*
	Exp 2	Regista resposta da criança
	Exp 1 e 2	Não dão qualquer feed-back à criança
Ensaios (2-1=2): Subtração Impossível		
1º	Exp 2	Dá 2 Mickeys à criança
2º	Exp 1	Dá a seguinte instrução à criança: *Agora vais meter estes* Mickeys *dentro da casa, aqui* (aponta), *e depois fechas esta porta* (aponta a tela) (Após a ação da criança, os Mickeys ficam escondidos por detrás da tela)
3º	Exp 1	Dá a seguinte instrução à criança: *Agora vais tirar um* Mickey *da casa. Tira por aqui, por esta janela* (indica abertura lateral) (Após a ação da criança, o Mickey fica escondido por detrás da tela e o resultado não é visível)
	Exp 2	Enquanto o Exp 1 e a criança realizam o 3º procedimento, sem a criança se aperceber, introduz 1 Mickey na caixa através da abertura traseira
4º	Exp 2	Levanta a tela (Deixando à vista da criança o resultado possível, ou seja, 2 Mickeys)
5º	Exp 1	*Achas que está bem ou não está bem? Porquê?*
	Exp 2	Regista resposta da criança
	Exp 1 e 2	Não dão qualquer feed-back à criança

Apêndice V – Folha de registo

FOLHA DE RESPOSTAS

(Adaptado de Wynn, 1992**;** Lubin & al., 2010)

Nome: _____ Idade (em meses):_____ Género: Feminino_____ Masculino_____ Local de exame:_____

1º Ensaio (2-1=1) - Espectador Subtração Possível		**1º Ensaio (2-1=2) – Espectador Subtração Impossível**	
Está bem	Não está bem	Está bem	Não está bem
Justificação/ Observação		Justificação/ Observação	
Cotação			

2º Ensaio (2-1=1) - Espectador Subtração Possível		**2º Ensaio (2-1=2) - Espectador Subtração Impossível**	
Está bem	Não está bem	Está bem	Não está bem
Justificação/ Observação		Justificação/ Observação	
Cotação			

1º Ensaio (2-1=1) - Actor Subtração Possível		**1º Ensaio (2-1=2) – Actor Subtração Impossível**	
Está bem	Não está bem	Está bem	Não está bem
Justificação/ Observação		Justificação/ Observação	
Cotação			

2º Ensaio (2-1=1) - Actor Subtração Possível		**2º Ensaio (2-1=2) - Actor Subtração Impossível**	
Está bem	Não está bem	Está bem	Não está bem
Justificação/ Observação		Justificação/ Observação	
Cotação			

Medidas/Respostas
Verbalização do resultado - "está bem" ou "não está bem"
Eventual justificação da resposta numérica (para evitar respostas ao acaso).

Cotação
1 ponto por resposta correta em cada par de ensaios, possível e impossível

Apêndice VI – Protocolo de avaliação de crianças em idade pré-escolar (2 anos)

Nome: Lúcia Idade: 25 meses Género: F Local: Pinheirinho Verde

1º Ensaio (2-1=1) - Espectador **Subtração Possível**		**1º Ensaio (2-1=2) – Espectador** **Subtração Impossível**	
Está bem X	Não está bem	Está bem X	Não está bem
Justificação/ Observação Abana a cabeça em sinal positivo "sim" Fica a olhar para a caixa. Não responde.		Justificação/ Observação Abana a cabeça em sinal positivo "sim" Fica a olhar para a caixa. Não responde.	
Cotação: RF=NV+ND+J= NV+NJ			

2º Ensaio (2-1=1) - Espectador **Subtração Possível**		**2º Ensaio (2-1=2) – Espectador** **Subtração Impossível**	
Está bem X	Não está bem	Está bem X	Não está bem
Justificação/ Observação Abana a cabeça em sinal positivo "sim" Fica a olhar para a caixa. Não responde.		Justificação/ Observação Abana a cabeça em sinal positivo "sim" Fica a olhar para a caixa. Não responde.	
Cotação : RF=NV+ND+J= NV+NJ			

1º Ensaio (2-1=1) - Ator **Subtração Possível**		**1º Ensaio (2-1=2) - Ator** **Subtração Impossível**	
Está bem X	Não está bem	Está bem X	Não está bem
Justificação/ Observação Abana a cabeça em sinal positivo "sim" Fica a olhar para a caixa. Não responde.		Justificação/ Observação Abana a cabeça em sinal positivo "sim" Fica a olhar para a caixa. Não responde.	
Cotação: RF=NV+ND+J= NV+NJ			

2º Ensaio (2-1=1) - Ator **Subtração Possível**		**2º Ensaio (2-1=2) – Ator** **Subtração Impossível**	
Está bem X	Não está bem	Está bem X	Não está bem
Justificação/ Observação Abana a cabeça em sinal positivo "sim" Fica a olhar para a caixa. Não responde.		Justificação/ Observação Abana a cabeça em sinal positivo "sim" Fica a olhar para a caixa. Não responde.	
Cotação: RF=NV+ND+J= NV+NJ			

Apêndice VII – Protocolo de avaliação de crianças em idade pré-escolar (3 anos)

Nome: Afonso Idade: 43 meses Género: M Local: Colégio Tim-Tim

1º Ensaio (2-1=1) - Espectador Subtração Possível		**1º Ensaio (2-1=2) – Espectador Subtração Impossível**	
Está bem X	Não está bem	Está bem X	Não está bem
Justificação/ Observação Porque está bem.		Justificação/ Observação Porque sim. Estão dois.	
Cotação: RF=V+ND+J= V+JI			

2º Ensaio (2-1=1) - Espectador Subtração Possível		**2º Ensaio (2-1=2) – Espectador Subtração Impossível**	
Está bem X	Não está bem	Está bem X	Não está bem
Justificação/ Observação Porque está bem. Porque está só um.		Justificação/ Observação Porque estão dois.	
Cotação : RF= V+ND+J= V+ JI			

1º Ensaio (2-1=1) - Ator Subtração Possível		**1º Ensaio (2-1=2) - Ator Subtração Impossível**	
Está bem X	Não está bem	Está bem X	Não está bem
Justificação/ Observação Porque sim. Porque está aqui só um.		Justificação/ Observação. Porque está aqui dois.	
Cotação: RF= V+ ND+ J= V+JI			

2º Ensaio (2-1=1) - Ator Subtração Possível		**2º Ensaio (2-1=2) – Ator Subtração Impossível**	
Está bem X	Não está bem	Está bem X	Não está bem
Justificação/ Observação Porque está só um.		Justificação/ Observação Porque está dois.	
Cotação: RF= V+ND+J= V+JI			

ANEXOS

Anexo 1. Tipo de linguagem utilizada na resposta final por grupo etário, género, modo e tarefa.

	Grupo Etário	Género					
		Masculino		Feminino		Total	
		M	DP	M	DP	M	DP
A1RFV							
	2 anos	,87	,35	,67	,49	,77	,43
	3 anos	1	,00	,80	,41	,90	,31
	total	,93	,25	,73	,45	,83	,38
A1RFNV							
	2 anos	,13	,35	,33	,49	,23	,43
	3 anos	,00	,00	,20	,41	,10	,31
	total	,07	,25	,27	,45	,17	,38
A2RFV							
	2 anos	,87	,35	,67	,49	,77	,43
	3 anos	1	,00	,87	,35	,93	,25
	total	,93	,25	,77	,43	,85	,36
A2RFNV							
	2 anos	,13	,35	,33	,49	,23	,43
	3 anos	,00	,00	,13	,35	,07	,25
	total	,07	,25	,23	,43	,15	,36
E1RFV							
	2 anos	,87	,35	,60	,51	,73	,45
	3 anos	1	,00	,80	,41	,90	,31
	total	,93	,25	,70	,47	,82	,39
E1RFNV							
	2 anos	,13	,35	,40	,51	,27	,45
	3 anos	,00	,00	,20	,41	,10	,31
	total	,07	,25	,30	,47	,18	,39
E2RFV							
	2 anos	,93	,26	,67	,49	,80	,41
	3 anos	1	,00	,80	,41	,90	,31
	total	,97	,18	,73	,45	,85	,36
E2RFNV							
	2 anos	,07	,26	,33	,49	,20	,41
	3 anos	,00	,00	,20	,41	,10	,31
	total	,03	,18	,27	,45	,15	,36

Anexo 2. Tipo de linguagem utilizada na justificação da resposta final por grupo etário, género, modo e tarefa.

	Grupo Etário	Género					
		Masculino		Feminino		Total	
		M	DP	M	DP	M	DP
A1JV							
	2 anos	,93	,26	,73	,46	,83	,38
	3 anos	1	,00	,80	,41	,90	,31
	total	,97	,18	,77	,43	,87	,34
A1JNV							
	2 anos	,07	,26	,27	,46	,17	,38
	3 anos	,00	,00	,20	,41	,10	,31
	total	,03	,18	,23	,43	,13	,34
A2JV							
	2 anos	,93	,26	,73	,46	,83	,38
	3 anos	1	,00	,87	,35	,93	,25
	total	,97	,18	,80	,41	,88	,32
A2JNV							
	2 anos	,07	,26	,27	,46	,17	,38
	3 anos	,00	,00	,13	,35	,07	,25
	total	,03	,18	,20	,41	,12	,32
E1JV							
	2 anos	,87	,35	,67	,49	,77	,43
	3 anos	1	,00	,80	,41	,90	,31
	total	,93	,25	,73	,45	,83	,38
E1JNV							
	2 anos	,13	,35	,33	,49	,23	,43
	3 anos	,00	,00	,20	,41	,10	,31
	total	,07	,25	,27	,45	,17	,38
E2JV							
	2 anos	,93	,26	,67	,49	,80	,41
	3 anos	1	,00	,87	,35	,93	,25
	total	,97	,18	,77	,43	,87	,34
E2JNV							
	2 anos	,07	,26	,33	,49	,20	,41
	3 anos	,00	,00	,13	,35	,07	,25
	total	,03	,18	,23	,43	,13	,34

Anexo 3. Lógica aplicada nas respostas finais, por grupo etário, género, modo e tarefa

	Grupo Etário	Género					
		Masculino		Feminino		Total	
		M	DP	M	DP	M	DP
A1RFND							
	2 anos	,87	,35	,87	,35	,87	,35
	3 anos	,53	,51	,40	,51	,47	,51
	total	,70	,47	,63	,49	,67	,48
A1RFDI							
	2 anos	,00	,00	,07	,26	,03	,18
	3 anos	,13	,35	,60	,51	,37	,49
	total	,07	,25	,33	,48	,20	,40
A1RFDC							
	2 anos	,13	,35	,07	,26	,10	,31
	3 anos	,33	,49	,00	,00	,17	,38
	total	,23	,43	,03	,18	,13	,34
A2RFND							
	2 anos	,93	,26	,80	,41	,87	,35
	3 anos	,60	,51	,40	,51	,50	,51
	total	,77	,43	,60	,50	,68	,47
A2RFDI							
	2 anos	,00	,00	,13	,35	,07	,25
	3 anos	,20	,41	,60	,51	,40	,50
	total	,10	,31	,37	,49	,23	,42
A2RFDC							
	2 anos	,07	,26	,07	,26	,07	,26
	3 anos	,20	,41	,00	,00	,10	,31
	total	,13	,35	,03	,18	,08	,28
E1RFND							
	2 anos	,60	,51	,60	,51	,60	,50
	3 anos	,47	,51	,40	,51	,43	,50
	total	,53	,51	,50	,51	,52	,50
E1RFDI							
	2 anos	,27	,46	,13	,35	,20	,41
	3 anos	,27	,46	,53	,51	,40	,50
	total	,27	,45	,33	,48	,30	,46
E1RFDC							
	2 anos	,13	,35	,27	,46	,20	,41
	3 anos	,27	,46	,07	,26	,17	,38
	total	,20	,41	,17	,38	,18	,39
E2RFND							
	2 anos	,93	,26	,73	,46	,83	,38
	3 anos	,73	,46	,40	,51	,57	,50
	total	,83	,38	,57	,50	,70	,46
E2RFDI							
	2 anos	,00	,00	,20	,41	,10	,31
	3 anos	,13	,35	,60	,51	,37	,49
	total	,07	,25	,40	,50	,23	,42
E2RFDC							
	2 anos	,07	,26	,07	,26	,07	,26
	3 anos	,13	,35	,00	,00	,07	,25
	total	,10	,31	,03	,18	,07	,25

Anexo 4. Lógica aplicada nas justificações, por grupo etário, género, modo e tarefa

	Grupo Etário	Género					
		Masculino		Feminino		Total	
		M	DP	M	DP	M	DP
A1NJ							
	2 anos	,33	,49	,60	,51	,47	,51
	3 anos	,40	,51	,53	,51	,47	,51
	total	,37	,49	,57	,50	,47	,50
A1JI							
	2 anos	,27	,46	,27	,46	,27	,46
	3 anos	,20	,41	,40	,51	,30	,47
	total	,23	,43	,33	,48	,28	,45
A1JA							
	2 anos	,40	,51	,13	,35	,27	,45
	3 anos	,40	,51	,07	,26	,23	,43
	total	,40	,50	,10	,31	,25	,43
A1JC							
	2 anos	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	3 anos	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	total	,00	,00	,00	,00	,00	,00
A2NJ							
	2 anos	,60	,51	,60	,51	,60	,50
	3 anos	,40	,51	,47	,52	,43	,50
	total	,50	,51	,53	,51	,52	,50
A2JI							
	2 anos	,13	,35	,27	,46	,20	,41
	3 anos	,27	,46	,40	,51	,33	,48
	total	,20	,41	,33	,48	,27	,45
A2JA							
	2 anos	,27	,46	,13	,35	,20	,41
	3 anos	,33	,49	,07	,26	,20	,41
	total	,30	,47	,10	,31	,20	,40
A2JC							
	2 anos	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	3 anos	,00	,00	,07	,26	,03	,18
	total	,00	,00	,03	,18	,02	,12
E1NJ							
	2 anos	,60	,51	,47	,51	,53	,51
	3 anos	,60	,51	,53	,51	,57	,51
	total	,60	,50	,50	,51	,55	,50
E1JI							
	2 anos	,20	,41	,27	,46	,23	,43
	3 anos	,07	,26	,33	,49	,20	,41
	total	,13	,35	,30	,45	,22	,42
E1JA							
	2 anos	,20	,41	,27	,46	,23	,43
	3 anos	,33	,49	,13	,35	,23	,43
	total	,27	,45	,20	,41	,23	,42
E1JC							
	2 anos	,00	,00	, 00	, 00	, 00	, 00

	3 anos	,00	,00	, 00	, 00	, 00	, 00
	total	,00	,00	, 00	, 00	, 00	, 00
E2NJ							
	2 anos	,53	,52	,60	,51	,57	,50
	3 anos	,67	,49	,47	,52	,57	,50
	total	,60	,50	,53	,51	,57	,50
E2JI							
	2 anos	,27	,46	,20	,41	,23	,43
	3 anos	,20	,41	,40	,51	,30	,47
	total	,23	,43	,30	,47	,27	,45
E2JA							
	2 anos	,20	,41	,13	,35	,17	,38
	3 anos	,13	,35	,13	,35	,13	,35
	total	,17	,38	,13	,35	,15	,36
E2JC							
	2 anos	,00	,00	,07	,26	,03	,18
	3 anos	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	total	,00	,00	,03	,18	,02	,12