

EFEITOS DE UMA INTERVENÇÃO DE PROMOÇÃO DE COMPETÊNCIAS MATEMÁTICAS NA EDUCAÇÃO PRÉ-ESCOLAR

Joana Cruz¹²

Ana Carolina Bóia¹

Beatriz Teixeira¹

Claúdia Ferreira¹

Fabiana Faria-Magalhães¹

Jéssica Cardoso¹

Joana Vara¹

Resumo

Tem vindo a crescer o interesse pela promoção de competências matemáticas na educação pré-escolar, como estratégia de promoção atempada do sucesso escolar, designadamente através da implementação de sistemas multinível de suporte. Neste estudo pretende-se analisar o efeito de uma intervenção universal de promoção de competências matemáticas. Participaram no estudo 134 crianças com idades compreendidas entre os 3 e os 7 anos. Após o despiste universal, foi implementada pelos educadores uma intervenção diferenciada em função do desempenho das crianças, ocorrendo a reavaliação no final do ano letivo. Os educadores receberam formação durante todo o processo. Os resultados evidenciam ganhos em todas as competências matemáticas avaliadas, recorrendo-se a testes de diferenças de médias e à análise da magnitude dos efeitos.

Palavras-chave: competências matemáticas; educação pré-escolar; intervenção universal; despiste universal; educação inclusiva.

¹ Instituto de Educação e Psicologia, Universidade Lusíada, Porto, Portugal

² Centro de Investigação em Psicologia para o Desenvolvimento (CIPD)

Endereço para correspondência: Joana Cruz, Instituto de Educação e Psicologia, Universidade Lusíada, R. de Moçambique 21, 4100-346 Porto, Portugal. Email: joanacruz@por.ulusiada.pt

Introdução

As competências matemáticas são fundamentais para a atividade quotidiana dos indivíduos e são fortemente preditivas do seu desempenho a longo prazo (Dumas et al., 2019). Desde muito cedo as crianças adquirem competências matemáticas informais, na sua contínua interação com o meio ambiente e na interação com objetos (Tepeš et al., 2016), designadamente através de jogos lúdicos (Cohrssen & Niklas, 2019).

O conhecimento matemático parece seguir uma lógica hierárquica que varia desde a aquisição de competências mais simples até às mais complexas (Casey et al., 2018), em que as crianças vão construindo um sentido de número, ou seja, a compreensão do número e a sua relação com os restantes números, assim como a compreensão das possíveis operações entre eles (Pinho, 2020; Santos, 2015).

Uma das competências mais simples e, contudo, mais relevantes para a construção do conhecimento matemático, é a contagem (Dias, 2020; Lorena et al., 2013). A contagem oral é uma competência basilar do conhecimento matemático informal e refere-se à capacidade de contar oralmente (Lorena et al., 2013) e implica o conhecimento dos números e da sua sequência (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, ...), bem como o conhecimento relacionado com as irregularidades entre os números (Dias, 2020; Pinho, 2020). O domínio da contagem oral permite a aquisição da cardinalidade (Fritz et al., 2013). Esta competência direciona-se para a aplicação da contagem oral a objetos (correspondência um a um) e refere-se à capacidade de compreender que o último número contado, representa o número total de objetos contados (Pinho, 2020). À medida que as crianças se tornam proficientes nestas duas competências, conseguem discriminar quantidades, ou seja, comparar quantidades numéricas, percebendo qual a maior e menor (Elliott et al., 2018) e perceber qual é o número maior entre dois (por exemplo, a criança sabe que entre o número 2 e o número 3, o número 3 é maior do que o número 2) (Pinho, 2020). Esta automatização da contagem e da cardinalidade facilita ainda a emergência da subitização, que consiste na capacidade de indicar a quantidade de objetos observados sem haver uma contagem prévia dos mesmos (Jansen et al., 2014), ou seja, a criança consegue indicar quantos objetos vê, sem recorrer à contagem. A criança consegue perceber a quantidade, sem a necessidade de fazer correspondência de um para um, mas antes através da percepção da quantidade (Jansen et al., 2014).

As competências anteriormente descritas vão condicionar o modo como as crianças realizam operações. As operações matemáticas variam em função do processo realizado face a determinada quantidade de elementos, seja uma soma, subtração, multiplicação ou divisão (Dias, 2020). Os primeiros cálculos das crianças na educação pré-escolar são feitos por cálculos

de contagem, pelo que a soma resulta da sequência crescente da contagem e a subtração implica a contagem regressiva (Santos, 2015).

Outro domínio de competências que se vão desenvolvendo em crianças em idade pré-escolar encontram-se associadas às convenções matemáticas e integram o reconhecimento e a escrita de números. O reconhecimento de números reflete a capacidade de conhecer e identificar os números e de combinar os diferentes símbolos dos números com a sua palavra escrita, ou seja, a combinação entre o símbolo “6” com a palavra “seis” (Leyva et al., 2018), enquanto a escrita de números se refere à representação escrita dos números (Byrge et al., 2014). De acordo com Leyva et al. (2018), o reconhecimento de números prediz o desempenho académico à entrada do ensino formal, mais do que o vocabulário e o conhecimento de letras.

A aquisição e estimulação de competências matemáticas na educação pré-escolar têm vindo a ganhar um maior destaque na investigação, na medida em que parecem constituir-se como fortes preditores do sucesso na aprendizagem formal (Dumas et al., 2019; Ehlert & Fritz, 2013; Leyva et al., 2018). A investigação tem evidenciado que crianças que entram para o 1º CEB sendo proficientes nas competências matemáticas basilares (contagem, cardinalidade, discriminação de quantidades, subitização, reconhecimento e escrita de números) tendem a iniciar com sucesso as aprendizagens formais neste domínio e a manter um bom desempenho ao longo da escolaridade (Ehlert & Fritz, 2013). Em contrapartida, crianças que iniciam a aprendizagem formal com reduzidas competências matemáticas, têm tendência a permanecer entre os alunos com desempenhos mais fracos (Ehlert & Fritz, 2013; Toll & van Luit, 2014).

Face a estas evidências e à crescente preocupação nacional de promoção do sucesso escolar, decisores políticos, docentes e investigadores têm procurado criar mecanismos para identificar atempadamente crianças em risco de apresentarem dificuldades no âmbito da aprendizagem da matemática e desenvolverem intervenções universais e complementares, com o intuito de esbater diferenças interindividuais no desempenho das crianças, na educação pré-escolar (Pinho, 2020). Estas intervenções têm sido, recentemente, enquadradas à luz dos Sistemas Multinível de Suporte (MTSS), que se baseiam numa lógica de atuação proativa e preventiva e de resolução de problemas (Harlacher et al., 2014; Mendes, 2019). Quando aplicados à aprendizagem, os modelos são designados de Resposta à Intervenção (Machado & Almeida, 2014), tendo vindo a crescer o corpo de investigação sobre intervenções de promoção de competências matemáticas, implementadas no contexto da educação pré-escolar (Assel et al., 2020; Clarke et al., 2017). Esta abordagem tem sido cada vez mais aplicada a crianças mais novas, no sentido de identificar precocemente o risco de eventuais dificuldades e, atempadamente, acompanhar e responder às características de todas e de cada criança (Bayat et

al., 2010; Silva et al., 2016). Não obstante, a maioria das investigações realizadas na educação pré-escolar direcionam-se para a promoção de competências facilitadoras da aprendizagem da leitura e da escrita (Assel et al., 2020; Greenwood et al., 2019).

Os sistemas multinível de suporte organizam-se em diferentes níveis de intervenção, em que se assume que o despiste universal é uma das componentes-chave, a partir da qual será possível adequar a intensidade e frequência de apoio, de acordo com as características e competências das crianças (Bayat et al., 2010; Brown-Chidsey & Steege, 2010; McIntosh & Goodman, 2016; Mendes, 2019). O despiste é particularmente relevante, pois facilita a tomada de decisão com base nos dados e a possibilidade de diferenciação pedagógica em contexto de sala (Dias, 2020; Mendes, 2019). Esta intervenção universal tende a ser implementada pelo educador, uma vez que é o profissional que passa mais tempo com as crianças em contexto de grupo (Assel et al., 2020). A investigação sugere que, em termos universais, de grande grupo, a promoção de competências matemáticas pode variar entre os 10/15 minutos (TASN, 2018) e uma hora e meia diária (Abreu-Lima et al., 2012). A duração deste tipo de intervenção pode variar entre 2 semanas (Dias, 2020) a um ano letivo (Shepley & Grisham-Brown, 2019), dependendo das estratégias implementadas e cientificamente baseadas. A monitorização do progresso das crianças é outra das componentes-chave dos sistemas multinível de suporte e permite perceber a evolução dos desempenhos das crianças e ajustar estratégias de intervenção (Reis, 2015). Se as crianças inicialmente identificadas no despiste continuarem a apresentar risco e/ou dificuldades na aquisição das competências matemáticas, a literatura sugere que devem ser alvo de uma intervenção mais intensiva além da intervenção universal (Bayal et al., 2010). Surge, assim, a necessidade de se desenvolver uma intervenção complementar, em pequeno grupo e com uma lógica preventiva. A investigação sugere que o grupo de elementos neste tipo de intervenção seja constituído por um máximo de 6 a 8 crianças e que as sessões ocorram entre 2 a 3 vezes por semana, com uma duração entre 10 e 15 minutos (TASN, 2019). Se o desempenho das crianças justificar, pode ser necessária a implementação de uma intervenção mais intensiva e individualizada, sendo sugerido um número máximo de 2 crianças com necessidades de intervenção similares e a implementação de sessões curtas (10 a 15 minutos), com uma frequência de 4 a 5 vezes por semana (Brown-Chidsey & Steege, 2010; TASN, 2018).

Parece existir consenso na investigação sobre as competências que devem ser alvo de estimulação sistemática e baseada cientificamente na educação pré-escolar, designadamente a contagem, a cardinalidade, a discriminação de quantidades, a subitização, as operações, o reconhecimento e a escrita de números (Clarke et al., 2017; Cohnsen & Niklas, 2019; Shepley & Grisham-Brown, 2019; Starkey et al., 2022). No entanto, em Portugal são reduzidos os estudos

que procuram descrever e avaliar a eficácia de intervenções universais de promoção de competências matemáticas na educação pré-escolar, nomeadamente, através da implementação de despistes universais e da tomada de decisão com base nos dados.

Objetivo do Estudo

Neste estudo pretende-se analisar o efeito de uma intervenção universal de promoção de competências matemáticas junto de crianças da educação pré-escolar. Face aos resultados da investigação neste domínio, é esperado que, através de procedimentos de despiste universal e tomada de decisão com base nos dados, ocorra uma ação intencional e sistemática por parte dos educadores de infância, que promova as diferentes competências matemáticas.

Método

Participantes

Participaram no estudo 134 crianças portuguesas que frequentavam a educação pré-escolar no ano letivo 2021/2022. A idade das crianças variava entre os 3 e os 7 anos ($M = 4.75$; $DP = .66$). Das 134 crianças, 52.6% eram raparigas e 47.4% rapazes. As crianças pertenciam a 9 jardins de infância e 12 salas de educação pré-escolar de um agrupamento de escolas do norte de Portugal. 57.1% das crianças frequentava a educação pré-escolar pelo 3º ano consecutivo e 5 crianças frequentavam a educação pré-escolar pela 1ª vez (5.5%). As habilitações literárias da mãe variavam entre o 2º Ciclo do Ensino Básico (2.7%) e a Licenciatura (14.9%) e a maioria das mães possuía o Ensino Secundário (47.3%). 85.9% das mães encontravam-se empregadas. As habilitações literárias do pai variavam entre o 2º Ciclo do Ensino Básico (17.5%) e a Licenciatura (19.0%) e a maioria dos pais possuía o 3º Ciclo do Ensino Básico (36.5%). 97.4% dos pais encontravam-se empregados.

Medidas

Questionário sociodemográfico: no sentido de recolher informações sociodemográficas sobre as crianças, os educadores preencheram um questionário onde se solicitava informação sobre o género, data de nascimento, habilitações literárias do pai e da mãe, situação profissional atual dos progenitores e número de anos de frequência na educação pré-escolar.

Tarefas de despiste universal: com o objetivo de se avaliarem as competências matemáticas das crianças, procedeu-se a um despiste constituído por uma aplicação coletiva (cardinalidade, reconhecimento de números e escrita de números) e outra individual (contagem, cardinalidade,

subitização, discriminação da quantidade, adição e subtração). As tarefas utilizadas serão descritas de seguida.

Contagem: É solicitado às crianças para contarem oralmente até onde se recordam. Regista-se o último número que contaram na ordem correta.

Cardinalidade: A cardinalidade é avaliada coletivamente e individualmente. Na prova coletiva ("Jogo das Pintas"), é explicado que devem desenhar o número de pintas pedido, ao lado de uma determinada imagem. Por exemplo, é solicitado que desenhem 5 pintas ao lado da imagem de uma estrela. Contabilizam-se as respostas corretas. Na prova individual, são colocados objetos em cima da mesa e é pedido para a criança dar ao avaliador um número específico de objetos, por exemplo, "Dá-me 5 lápis". Posteriormente, colocam-se objetos em cima da mesa e solicita-se à criança que os conte, informando do total do conjunto de objetos contados. Nas provas de cardinalidade avalia-se a capacidade de a criança fazer correspondências de 1 para 1 e identificar o último objeto contado como correspondendo ao total de objetos contados. Contabiliza-se cada resposta correta com um ponto, nas tarefas coletivas e individuais. O total desta dimensão obtém-se somando as respostas corretas nas diferentes tarefas. O *alpha* de *cronbach* para esta tarefa é de .914.

Discriminação da quantidade: é solicitado às crianças individualmente que nomeiem o maior número, entre dois dos apresentados (varia entre 0 e 10). Esta prova tem a duração de um minuto, onde são apresentados no máximo 28 itens (Seethaler & Fuchs, 2010). Por exemplo, é pedido à criança para nomear, entre o número 4 e o número 5, qual é o maior. O *alpha* de *cronbach* para esta tarefa é de .933.

Subitização: Esta tarefa é composta por 5 itens e é de aplicação individual. Em cada, é apresentado à criança um slide com um determinado número de pintas (entre 3 e 7 pintas). É esperado que a criança diga em voz alta o número de pintas apresentadas em casa slide, o mais rapidamente possível, sem contar. Cada resposta correta equivale a 1 ponto. O total é calculado pela soma de respostas corretas. O *alpha* de *cronbach* para esta tarefa é de .808.

Adição: "Histórias de somar". Prova individual com 4 itens, utilizada com materiais para as crianças poderem manipular (por exemplo, lápis, tampas de garrafas, etc.), onde são apresentadas situações do quotidiano às crianças e são efetuadas perguntas que envolvem a soma, como por exemplo: "O Pedro tinha 1 goma. A mãe deu-lhe mais 2 gomas. Com quantas gomas ficou?". Contabiliza-se o número de respostas corretas. O *alpha* de *cronbach* para esta tarefa é de .785.

Subtração: “*Histórias de subtrair*”. Prova individual com 4 itens, utilizada com materiais para as crianças poderem manipular, onde são apresentadas situações do quotidiano às crianças e são efetuadas perguntas que envolvem a subtração, como por exemplo: “A Inês estava a brincar na praia e tinha 4 conchas. Veio uma onda e levou 2 conchas. Com quantas conchas ficou a Inês?”. Contabiliza-se o número de respostas corretas. O *alpha* de *cronbach* para esta tarefa é de .815.

Reconhecimento de Números: é uma prova coletiva composta por 9 itens, em que são apresentados às crianças algarismos de 1 a 9, aleatoriamente. Em cada item existem 3 alternativas de respostas. A criança ouve o nome do algarismo e deve rodear aquele que corresponde ao que foi solicitado. Cada resposta correta equivale a 1 ponto, podendo atingir um total de 9 pontos, sendo este total calculado pela soma de respostas corretas. O *alpha* de *cronbach* para esta tarefa é de .913.

Escrita de Números: à semelhança da prova anterior, esta tarefa é administrada coletivamente, sem tempo limite. A tarefa é composta por 9 itens em que é solicitado que a criança escreva o algarismo solicitado (de 1 a 9, de forma aleatória). Contabiliza-se o número de respostas corretas. O *alpha* de *cronbach* para esta tarefa é de .934.

Procedimentos

O estudo integrou-se no Centro de Investigação em Psicologia para o Desenvolvimento (CIPD/2122/DEED/3), decorreu de acordo com as orientações éticas da Comissão de Ética da Universidade Lusíada e após serem recolhidas as autorizações necessárias. A recolha de dados ocorreu, inicialmente entre novembro de 2021 e janeiro de 2022 e, no final do ano letivo, entre maio e junho e foi realizada pelos educadores de infância. Previamente à avaliação das competências matemáticas ocorreu formação dos educadores sobre as tarefas da avaliação e o despiste universal no âmbito da abordagem multinível. No despiste adotaram-se duas modalidades de recolha de dados: coletiva (com grupos de 4 crianças) e individual. As tarefas coletivas avaliaram a cardinalidade, reconhecimento de números e a escrita de números e as restantes tarefas realizaram-se de modo individual. As provas coletivas tiveram uma duração máxima de 10 minutos e as provas individuais tiveram uma duração máxima de 15 minutos. Os resultados do despiste universal permitiram uma tomada de decisão sobre as competências a valorizar na intervenção, que ocorreu entre janeiro e maio de 2022. No final do ano letivo as crianças foram reavaliadas com as mesmas tarefas de avaliação.

Capacitação dos Educadores

A capacitação foi realizada pelas investigadoras e prolongou-se ao longo do ano letivo 2021/2022, com a duração de 50 horas de formação (25h síncronas e 25h de trabalho autónomo). Participaram na formação 12 educadores do mesmo Agrupamento de Escolas. A oficina de formação foi acreditada pelo CCPFC e realizada em articulação com o CENFIPE - Centro de Formação das Escolas do Alto Lima e Paredes de Coura. A formação foi efetuada ao longo de 8 sessões, realizadas entre outubro de 2021 e julho de 2022. As sessões foram realizadas a distância, por videoconferência, sendo utilizada a Plataforma Zoom. Esta capacitação teve como objetivo promover uma visão integrada sobre a aprendizagem de competências matemáticas na educação pré-escolar, no âmbito de uma abordagem multinível, de forma a apoiar a implementação de práticas promotoras do sucesso escolar, num quadro de maior equidade. A exploração dos conteúdos envolveu a discussão crítica sobre modelos de aprendizagem das competências matemáticas, bem como sobre os sistemas multinível de suporte (Bayat et al., 2010; Brown-Chidsey & Steege, 2010; Cohrssen & Niklas, 2019; McIntosh & Goodman, 2016; Mendes, 2019; Shepley & Grisham-Brown, 2019; Starkey et al., 2022). Previamente à aplicação das tarefas de despiste universal foram exploradas as atividades a desenvolver e os cuidados a ter durante a avaliação. Face aos resultados obtidos foi possível a análise do desempenho de cada grupo e a identificação de crianças em risco em cada competência. Esta reflexão possibilitou o planeamento intencional de atividades de promoção das competências matemáticas. Ao longo das sessões, os educadores tiveram a oportunidade de refletir sobre o envolvimento das crianças, a eficácia das estratégias utilizadas e os constrangimentos encontrados. Esta formação incidiu sobre as experiências quotidianas dos educadores, favorecendo a tomada de decisão com base nas evidências e a implementação de estratégias intencionais, deliberadas e baseadas cientificamente na promoção de competências matemáticas (Lindmeier et al., 2020).

Intervenção de Promoção de Competências Matemáticas

As crianças receberam a intervenção de promoção de competências matemáticas pelos educadores que participaram na formação acreditada de desenvolvimento profissional. Através da formação, os educadores analisaram criticamente os desempenhos do seu grupo de crianças e tomaram decisões face às estratégias a implementar com o grupo e com cada criança e implementaram atividades interativas de promoção de competências de contagem, cardinalidade, cálculo mental (subitização e discriminação de quantidades) operações e conhecimento dos números, proporcionando apoio à aquisição e consolidação destas competências (Cohrssen & Niklas, 2019; Shepley & Grisham-Brown, 2019; Starkey et al., 2022).

Especificamente, a intervenção direcionou-se inicialmente para a intencionalidade pedagógica nas rotinas do dia a dia (por exemplo, contagem das crianças, faltas, dia da semana e mês, limitação do número de criança por área). Posteriormente, foram definidas atividades semanais, distintas para cada grupo, mas similares na frequência de implementação das atividades. Foram construídas atividades relacionadas com o quotidiano e funcionalidade da matemática e exploradas dinâmicas associadas à leitura de histórias, lengalengas e jogos de sala. Os pais e as mães também foram envolvidos nestas atividades, sendo desafiados a desenvolver tarefas em contexto familiar, que as crianças partilhavam posteriormente com o grupo. No final do ano letivo, as atividades desenvolvidas fomentaram a realização de uma exposição do departamento da Educação Pré-Escolar, que inclui trabalhos realizados nas salas e atividades implementadas pelos pais e mães das crianças dos diversos Jardins de Infância.

A intervenção promovida pelos educadores foi orientada pelos seguintes pressupostos: i) repetição de atividades para aumentar a automatização das competências; ii) *feedback* imediato para facilitar a correção de erros e a automatização; iii) reforço e encorajamento dos educadores e pais, para aumentar a motivação para este domínio; iv) atividades lúdicas através das rotinas da sala, jogos e tarefas deliberadas para a promoção das competências matemáticas (van de Ven et al., 2017; Verhoeven et al., 2020).

Entre janeiro e maio foram implementadas atividades semanais em contexto de grupo, para além das rotinas diárias associadas ao acolhimento das crianças. As atividades semanais tinham a duração aproximada de 45 minutos e as rotinas diárias cerca de 10 minutos.

No sentido de garantir a fidelidade da intervenção, as investigadoras desenvolveram nas sessões de formação momentos de reflexão sobre a implementação das sessões, relacionadas com a dosagem (duração e periodicidade das atividades) e a adesão das crianças e implementação de tarefas que correspondessem às competências avaliadas como a necessitar de maior estimulação (Morrison et al., 2021; Sutherland et al., 2022).

Plano Analítico/Análise de Dados

Com o objetivo de analisar o efeito da intervenção na promoção de competências matemáticas junto de crianças da educação pré-escolar foram realizados testes de diferenças de médias em dois momentos no tempo, através da realização de *Testes T-Student* para amostras emparelhadas. Para efeito do cálculo da magnitude dos efeitos foi utilizado a medida d de Cohen, de acordo com a qual $d > .30$ indica um efeito muito grande; $d > .80$ um efeito grande, $d > .50$ um efeito médio e $d > .20$ um efeito pequeno (Cohen, 1992). Foram realizadas análises descritivas dos

desempenhos das crianças no despiste universal e no final do ano letivo. De forma a verificar em que medida os ganhos obtidos pelas crianças foram condicionados pelos desempenhos iniciais, efetuaram-se correlações de *Pearson* entre os ganhos observados (calculados através da subtração entre os resultados do final do ano letivo e do despiste universal) e os resultados obtidos no despiste universal. Foi ainda calculado o coeficiente de correlação intraclasses para analisar a estabilidade na mudança, de acordo com as sugestões de Field (2009), em que valores superiores a .80 sugerem estabilidade na mudança. Para efetuar as análises estatísticas recorreu-se ao programa IBM SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*).

Resultados e Discussão dos Resultados

No sentido de avaliar o efeito da intervenção na promoção de competências matemáticas foram realizados testes de diferenças de médias para amostras emparelhadas. Os resultados apresentados na Tabela 1 sugerem que ocorreram mudanças estatisticamente significativas em todas as competências entre o despiste universal e a avaliação final.

Tabela 1

Diferenças no Desempenho nas Competências Matemáticas nos Dois Momentos de Avaliação

Competências	Despiste Universal Média (DP)	Final ano letivo Média (DP)	N	t(df)	P	d de Cohen
Contagem	24.02 (15.38)	48.69 (94.04)	113	-2.936 (112)	.01	.36
Cardinalidade	8.32 (2.71)	8.97 (2.12)	116	-3.911 (115)	.001	.27
Discriminação da quantidade	11.86 (6.96)	16.91 (7.66)	116	-10.504 (115)	.001	.69
Subitização	2.85 (1.66)	3.81 (1.35)	115	-8.332 (114)	.001	.63
Soma	2.93 (1.36)	3.56 (1.03)	116	-5.914 (115)	.001	.52
Subtração	3.24 (1.21)	3.51 (1.08)	116	-3.961 (115)	.001	.24
Reconhecimento de números	7.64 (2.30)	8.24 (1.93)	116	-4.446 (115)	.001	.24
Escrita de números	6.06 (3.30)	7.70 (2.42)	116	-6.850 (115)	.001	.57

Nota: DP= desvio-padrão; gl=graus de liberdade.

Os resultados vão ao encontro de outros estudos internacionais, que verificaram a eficácia de intervenções de promoção de competências matemáticas na educação pré-escolar, designadamente quando implementadas de um modo universal, em contexto de grande grupo (Starkey et al., 2022). Starkey et al. (2022) constataram que a intervenção desenvolvida pelos educadores, numa lógica de grande grupo, foi eficaz na melhoria das competências relacionadas

com os números, as operações, a geometria e as medidas. Também Cohrssen & Niklas (2019) analisaram a eficácia de uma intervenção de promoção de competências de contagem, reconhecimento de números e resolução de problemas, através da realização de jogos matemáticos na sala de jardim de infância. Os resultados evidenciaram ganhos estatisticamente significativos nas crianças que beneficiaram desta intervenção, quando comparadas com um grupo de controlo.

A análise da magnitude dos efeitos sugere que ocorreram efeitos médios nas competências relacionadas com a discriminação de quantidade, a subitização, a soma e a escrita de números ($d > .50$). Nas restantes competências os efeitos, embora significativos, foram pequenos ($d > .20$). Estes resultados são similares aos comumente encontrados neste tipo de estudos sobre a eficácia das intervenções (Clarke et al., 2017; Cohrssen & Niklas, 2019).

De forma a verificar em que medida os ganhos obtidos pelas crianças foram condicionados pelos desempenhos iniciais, calculou-se a correlação entre os ganhos observados e os resultados obtidos no despiste universal. Os valores obtidos são estatisticamente significativos ($p < .05$), o que indica que os ganhos são condicionados pelo desempenho inicial nas competências relacionadas com a contagem ($r = .228$), a cardinalidade ($r = -.623$), a discriminação da quantidade ($r = -.230$), a subitização ($r = -.599$), a soma ($r = -.674$), a subtração ($r = -.461$), o reconhecimento de números ($r = -.554$) e a escrita de números ($r = -.686$). A correlação é negativa para todas as competências, exceto para a competência de contagem, sugerindo que as crianças com resultados mais baixos no despiste universal foram aquelas que tiveram maiores ganhos com a intervenção realizada. Na contagem, os resultados sugerem que quem contava mais, continua a ser quem mais evolui nesta competência. Estas evidências realçam a pertinência das intervenções sistemáticas e deliberadas na educação pré-escolar, designadamente desenvolvidas de acordo com os sistemas multinível de suporte (Van Norman et al., 2020), em que são implementados momentos de despiste universal e, como tal, envolvendo todas as crianças, que facilitam a diferenciação pedagógica no contexto de sala e grande grupo (Dias, 2020; Mendes, 2019).

Os valores do coeficiente de correlação intraclasse mostraram-se estatisticamente significativos e inferiores a $r = .80$ nas variáveis relacionadas com a contagem ($r = .205, p < .001$), discriminação da quantidade ($r = .755, p < .001$), subitização ($r = .717, p < .001$), soma ($r = .654, p < .001$) e escrita de números ($r = .685, p < .001$) e estatisticamente significativos e superior a $r = .80$ nas variáveis relacionadas com a cardinalidade ($r = .830, p < .001$), a subtração ($r = .876, p < .001$) e o reconhecimento de números ($r = .847, p < .001$). Estes resultados sugerem que as competências de contagem, discriminação da quantidade, subitização, soma e escrita de números parecem ser passíveis de mudanças intra e interindividuais, já que as crianças não mantêm as

posições relativas dentro do grupo de pares, alterando as trajetórias de evolução, em função da intervenção (Field, 2009).

Este estudo apresenta algumas limitações. Por um lado, a seleção dos participantes ocorreu por conveniência e integram todos o mesmo agrupamento de escolas, pelo que deve existir precaução na análise dos dados e não os generalizar à população. Outra limitação relaciona-se com os procedimentos utilizados para assegurar a fidelidade da intervenção. Embora tenham sido desenvolvidas estratégias anteriormente descritas para aumentar a probabilidade de a implementação da intervenção ir ao encontro do seu propósito inicial, não foram considerados outros procedimentos como a observação das atividades nas salas de jardins-de-infância (Morrison et al., 2021; Sutherland et al., 2022). A principal limitação do estudo é a ausência de um grupo de controlo, o que inibe a possibilidade de concluir que os ganhos observados se podem atribuir à intervenção realizada. Estudos posteriores devem integrar momentos de monitorização do progresso das crianças, bem como atender a critérios quantitativos e qualitativos de avaliação da fidelidade das intervenções. A investigação deve manter o interesse, designadamente em Portugal, em perceber como pode ser apoiada a aquisição de competências matemáticas antes da escolaridade formal, nomeadamente através da implementação de estudos randomizados (Starkey et al., 2022).

Conclusões

A investigação no domínio da matemática, mesmo em termos internacionais, é ainda inicial (Clarke et al., 2017). Este estudo pretendeu contribuir para um melhor conhecimento sobre a implementação de Sistemas Multinível de Suporte na promoção de competências matemáticas, na educação pré-escolar. A existência do despiste universal, recorrendo a diferentes tarefas e não apenas a um *score* total permitiu a recolha de informação sobre cada competência, facilitou a tomada de decisão sobre as competências que deviam ser privilegiadas na intervenção, bem como sobre as crianças que necessitavam de maior estimulação (Assel et al., 2020; McIntosh & Goodman, 2016). Os resultados do estudo contribuem para o corpo de investigação sobre a promoção de competências matemáticas na educação pré-escolar, através de uma intervenção universal. Estes resultados são relevantes, na medida em que os Sistemas Multinível de Suporte evidenciam a necessidade de se implementarem intervenções intencionais e de base científica, em contexto de grupo, como uma forma de reduzir o número de crianças que poderão necessitar de intervenções mais intensivas e individualizadas (Mendes, 2019; Shepley & Grisham-Brown, 2019).

Para estes resultados, a capacitação dos educadores foi a estratégia adotada, o que possibilitou a discussão sobre as componentes dos Sistemas Multinível de Suporte e a reflexão sobre as estratégias baseadas em evidência que podem ser implementadas em função da realidade de cada grupo, revelando-se uma mais-valia para a evolução nas competências matemáticas das crianças e, eventualmente, para a sustentabilidade das mudanças ocorridas nas práticas educativas (Lindmeier et al., 2020). Neste estudo, os educadores foram responsáveis pela avaliação, análise e implementação das diferentes componentes dos Sistemas Multinível de Suporte, promovendo competências numéricas basilares e predictoras do sucesso neste domínio (Cohrssen & Niklas, 2019).

Os resultados encontrados apresentam como principal implicação prática, a necessidade de se desenvolver uma intervenção atempada na promoção de competências matemáticas que proporcione respostas diferenciadas para todas e cada criança (Dumas et al., 2019; Pereira et al., 2018). Intimamente relacionada com esta evidência, o desenvolvimento profissional dos docentes parece ser uma componente importante para o envolvimento, mudança e sustentabilidade das intervenções de base científica (Lindmeier et al., 2020).

Financiamento: Este trabalho foi financiado por fundos nacionais através da Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do Centro de Investigação em Psicologia para o Desenvolvimento, com registo UIDB/04375/2020.

Referências Bibliográficas

Abreu-Lima, I., Coelho, V., Lobo, C., Castro, C., Gomes, V., & Monteiro, A. F. (2012). Promoção da competência matemática pré-escolar: Resultados de um programa de intervenção. In L. Mata, F. Peixoto, J. Morgado, J. C. Silva, & V. Monteiro (Eds.), *12º Colóquio psicologia e educação - Educação, aprendizagem e desenvolvimento: Olhares contemporâneos através da investigação e da prática Actas*. ISPA – Instituto Universitário. <http://hdl.handle.net/10400.12/5431>

Assel, M. A., Montroy, J. J., Williams, J. M., Foster, M., Landry, S. H., Zucker, T., Crawford, A., Hyatt, H., & Bhavsar, V. (2020). Initial validation of a math progress monitoring measure for prekindergarten students. *Journal of Psychoeducational Assessment*, *38*(8), 1014-1032. <https://doi.org/10.1177/0734282920922078>

Bayat, M., Mindes, G., & Covitt, S. (2010). What does RTI (response to intervention) look like in preschool? *Early Childhood Education Journal*, *37*(6), 493–500. <https://doi.org/10.1007/s10643-010-0372-6>

Brito, G., Seabra, A., & Macedo, E. (2022). Implementação do modelo de resposta à intervenção em uma classe de 5º ano do ensino fundamental da rede pública de ensino: Relato de experiência. *Revista de Psicopedagogia*, *35*(106), 82-93. http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862018000100010

Brown-Chidsey, R., & Steege, M. W. (2010). *Response to Intervention: Principles and Strategies for Effective Practice* (2nd). Guilford Press.

Byrge, L., & Smith, L. B. (2014). Beginnings of place value: How preschoolers write three-digit numbers. *Child Development*, 85(2), 437-443. <https://doi.org/10.1111/cdev.12162>

Casey, B. M., Lombardi, C. M., Thomson, D., Nguyen, H. N., Paz, M., Theriault, C. A., & Dearing, E. (2018). Maternal support of children's early numerical concept learning predicts preschool and first-grade math achievement. *Child Development*, 89(1), 156-173. <https://doi.org/10.1111/cdev.12676>

Clarke, B., Doabler, C. T., Kosty, D., Kurtz Nelson, E., Smolkowski, K., Fien, H., & Turtura, J. (2017). Testing the efficacy of a kindergarten mathematics intervention by small group size. *AERA Open*, 3(2). <https://doi.org/10.1177/2332858417706899>

Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155-159. <https://doi.org/10.1037//0033-2909.112.1.155>

Cohrssen, C., & Niklas, F. (2019). Using mathematics games in preschool settings to support the development of children's numeracy skills. *International Journal of Early Years Education*, 27(3), 322-339. <https://doi.org/10.1080/09669760.2019.1629882>

Dias, R. (2020). *Matemática e literacia em idade pré-escolar: Contributos para um programa integrado de promoção de competências com ênfase na matemática* [Dissertação de mestrado, Universidade do Porto]. Repositório Aberto. <https://hdl.handle.net/10216/130898>

Dumas, D., McNeish, D., Sarama, J., & Clements, D. (2019). Preschool mathematics intervention can significantly improve student learning trajectories through elementary school. *AERA Open*, 5(4). <https://doi.org/10.1177/2332858419879446>

Ehlert, A., & Fritz, A. (2013). Evaluation of math's training program for children with learning difficulties. *South African Journal of Childhood Education*, 3(1), 117-141. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1187403.pdf>

Elliot, L., Feigenson, L., Halberda, J., Libertus, M. E. (2018). Bidirectional, longitudinal associations between math ability and approximate number system precision in childhood. *Journal of Cognition and Development*, 20(1), 1-19. <http://doi.org/10.1080/15248372.2018.1551218>

Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS: And sex and drugs and rock 'n' roll*. Sage.

Fritz, A., Ehlert, a., & Balzer, L. (2013). Development of mathematical concepts as basis for an elaborated mathematical understanding. *South African Journal of Childhood Education*, 3(1), 38-96. <https://doi.org/10.4102/sajce.v3i1.31>

Greenwood, R., Carta, J., Schnitz, G., Irvin, W., Jia, F., & Atwater, J. (2019). Filling an information gap in preschool MTSS and RTI decision making. *Exceptional Children*, 85(3), 271-290. <https://doi.org/10.1177/0014402918812473>

Harlacher, J. E., Sakelaris, T. L., & Kattelman, N. M. (2014). *Practitioner's guide to curriculum-based evaluation in reading*. Springer

Jansen, B., Hofman, A., Staatemeier, M., van Bers, V., Raijmakers, M., & Maas, H. (2014). The role of pattern recognition in children's exact enumeration of small numbers. *British Journal of Developmental Psychology*, 32(2), 178-194. <https://doi.org/10.1111/bjdp.12032>

Kansas Technical Assistance System Network (TASN, 2018). *Kansas multi-tier system of supports & alignment: Early childhood structuring guide for math*.

https://ksdetasn.s3.amazonaws.com/uploads/ckeditor/attachments/176/Math_Pr eK_Structuring_Guide_July_2018.pdf

Leyva, D., Davism A., & Skorb, L. (2018). Math intervention for Latino parents and kindergarteners based on food routines. *Journal of Child and Family Studies*, 27, 2541–2551. <https://doi.org/10.1007/s10826-018-1085-5>

Lindmeier, A., Seemann, S., Kuratli-Geeler, S., Wullschleger, A., Dunekacke, S., Leuchter, M., Vogt, F., Opitz, E.M., & Heinze, A. (2020). Modelling early childhood teachers' mathematics-specific professional competence and its differential growth through professional development – An aspect of structural validity. *Research in Mathematics Education*, 22(2), 168-187. <https://doi.org/10.1080/14794802.2019.1710558>

Lorena, A. B., Castro-Caneguim, J. F., Carmo, J. S. (2013). Habilidades numéricas básicas: Algumas contribuições da análise do comportamento. *Estudos de Psicologia*, 18(3), 439-446. <http://doi.org/10.1590/S1413-294X2013000300004>

Machado, C., & Almeida, A. (2014). O modelo RTI – Resposta à Intervenção como proposta inclusiva para escolares com dificuldades em leitura e escrita. *Revista de Psicopedagogia*, 31(95), 130-143. http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862014000200006

Mendes, S. (2019). *Prática Profissional da Psicologia Escolar*. Ordem dos Psicólogos Portugueses.

McIntosh, K., & Goodman, S. (2016). *The Guilford practical intervention in the school's series. Integrated multi-tiered systems of support: Blending RTI and PBIS*. Guilford Press.

Morrison, J., Newman, D., & Amy, G. (2021) Process evaluation of literacy practices within a multi-tiered system of supports framework. *Journal of Applied School Psychology*, 37(2), 140-164. <https://doi.org/10.1080/15377903.2020.1804030>

Pereira, F. (coord.) et al. (2018). *Para uma Educação Inclusiva: Manual de apoio à prática*. Ministério da Educação: Direção-Geral da Educação (DGE).

Pinho, V. (2020). *A relação entre as competências cognitivas da memória e da velocidade de processamento e as competências matemáticas na educação pré-escolar* [Dissertação de mestrado, Universidades Lusíada]. Repositório das Universidades Lusíada. <http://hdl.handle.net/11067/5894>

Reis, A. (2015). *A aquisição de competências matemáticas no 1º e 2º ciclos: Construção de um instrumento e intervenção com base nos seus resultados*. [Dissertação de mestrado, Escola Superior de Educação]. Repositório P. Porto. <http://hdl.handle.net/10400.22/7633>

Santos, V.M. (2015). *Análise da influência recíproca entre competências matemáticas e competências de literacia emergente na educação pré-escolar* [Dissertação de mestrado, Universidade Fernando Pessoa]. Repositório Institucional. <http://hdl.handle.net/10284/4810>

Seethaler, P. M., & Fuchs, L.S. (2010). The predictive utility of kindergarten screening for math difficulty. *Exceptional Children*, 77(1), 37-59. <https://doi.org/10.1177/001440291007700102>

Shepley, C., & Grisham-Brown, J. (2019). Multi-tiered systems of support for preschool-aged children: A review and meta-analysis. *Early Childhood Research Quarterly*, 47, 296–308. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2019.01.004>

Silva, I., Marques, L., Mata, L., & Rosa, M. (2016). *Orientações curriculares para a educação pré-escolar*. Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação. <https://www.dge.mec.pt/ocepe/node/83>

Starkey, P., Klein, A., Clarke, B., Baker, S., & Thomas, J. (2022). Effects of early mathematics intervention for low-SES pre-kindergarten and kindergarten students: A replication study. *Educational Research and Evaluation*, 27(1-2), 61-82. <https://doi.org/10.1080/13803611.2021.2022316>

Sutherland, K. S., McLeod, B. D., Conroy, M. A., & McCormick, N. (2022). Developing treatment integrity measures for teacher-delivered interventions: Progress, recommendations and future directions. *School Mental Health*, 14, 7-19. <https://doi.org/10.1007/s12310-021-09423-z>

Tepeš, B., Lešin, G., Hrkač, A., & Tepeš, K. (2016). Causal bayes model of mathematical competence in kindergarten. *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics*, 14(3), 14-17. <http://www.iiisci.org/journal/sci/Abstract.asp?var=&id=EA396PU16>

Toll, M., & van Luit, H. (2014). The developmental relationship between language and low early numeracy skills throughout kindergarten. *Exceptional Children*, 81(1), 64-78. <https://doi.org/10.1177/0014402914532233>

van de Ven, M., van Weerdenburg, M. & Steenbeek-Planting, E.G (2017). Early reading intervention by means of a multicomponent reading game: Intervention affects reading game. *Journal of Computer Assisted Learning*, 33(4), 320-334. <http://doi.org/10.1111/jcal.12181>

Verhoeven, L, Voeten, M., van Setten, E., Segers, E. (2020). Computer-supported early literacy intervention effects in preschool and kindergarten: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 30, 100325. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100325>.

EFFECTS OF A MATHEMATICS SKILLS' INTERVENTION IN PRESCHOOL EDUCATION

Abstract

Interest has been growing in the promotion of mathematical competences in preschool education, as a predictor for school success, namely through the implementation of multilevel systems of support. This study aims to analyze the effect of a universal intervention to promote mathematical skills. 134 children aged between 3 and 7 years participated in the study. After the universal screening, a differentiated intervention was implemented by the educators depending on the children's performance, with the reassessment taking place at the end of the school year. Educators received training throughout the process. The results show gains in all the mathematical skills evaluated, using tests of differences in means and analysis of the magnitude of the effects.

Keywords: math skills; preschool; universal intervention; universal screening; inclusive education.