



Universidade de Coimbra  
Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação

UC / FPCE – 2012

**Cognição Espacial em crianças pequenas:  
comparação de dois métodos de investigação**

Mikael da Silva Mendes (mick.mendes@sapo.pt)

Dissertação de Mestrado em Psicologia da Educação,  
Desenvolvimento e Aconselhamento sob a orientação da  
Professora Doutora Ana Cristina Almeida

## **Cognição Espacial em crianças pequenas: comparação de dois métodos de investigação**

### **Resumo**

Em 1995, Hood apresenta uma estrutura com tubos para avaliar a cognição espacial em crianças de 2 a 4 anos. O objetivo passava por desenvolver um método de investigação da cognição espacial que não envolvesse competências motoras finas, por oposição às tarefas de construção com blocos. Em 2003, Cummins-Sebree introduz duas novas variações na experiência de Hood (1995), para que cada tarefa correspondesse a um dos processos parcialmente dependente do raciocínio espacial do seu modelo (*Reconhecimento, Produção e Previsão*). Neste estudo, propomo-nos averiguar as relações entre as diferentes tarefas espaciais propostas por Cummins-Sebree (2003), quais os fatores que influenciam cada tarefa espacial e qual a relação da construção de torres de cubos com as restantes tarefas espaciais, controlando o efeito das variáveis preditoras. A amostra incluiu crianças de uma creche e jardim-de-infância de Coimbra, com idades compreendidas entre os 25 e os 49 meses (n=30). Os resultados apontam para um ajustamento parcial entre o modelo dos três processos parcialmente dependentes do raciocínio espacial apresentados por Cummins-Sebree (2003) e as tarefas com tubos. A idade tende a ser o melhor preditor dos desempenhos nas tarefas espaciais. Comparativamente à construção de torres de cubos, apenas a tarefa de *Produção* apresenta uma correlação significativa, o que sugere a valia da avaliação de processos na identificação do grau de desenvolvimento da cognição espacial.

Palavras chave: Cognição espacial, métodos de investigação, crianças pequenas

## **Spatial Cognition in children: Comparison of two research methods**

### **Abstract**

In 1995, Hood presents a structure with tubes to measure the spatial cognition of 2 to 4 years old children. The objective was developing a research method of spatial cognition that did not involve fine motor skills as opposed to construction tasks with blocks. In 2003, Cummins-Sebree adds two new variations on the experience of Hood (1995), for which each task corresponds to a partially dependent process of spatial reasoning of her model (Recognition, Production and Prevision). In this study, we will investigate the relationships between different spatial tasks proposed by Cummins-Sebree (2003), which factors influence each spatial task and the relationship between building towers of cubes with other spatial tasks, controlling the effect of predictor variables. The sample included children from a nursery and kindergarten of Coimbra aged between 25 and 49 months (n = 30). The results indicate a partial fit between the model of three partially dependent processes of spatial reasoning presented by Cummins-Sebree (2003) and tasks with tubes. Age tends to be the best predictor of performance on spatial tasks. Compared to the construction of cubes towers, only the task Production presents a significant correlation, which suggests the value of the assessment of the processes to identify the degree of development of the spatial cognition.

Key Words: Spatial cognition, research methods, childhood

## **Agradecimentos**

À Professora Doutora Ana Cristina Almeida, pela orientação, pelo apoio, pela compreensão e pelo entusiasmo.

À Creche e Jardim-de-Infância e equipa educativa que me acolheu, pela abertura e suporte.

Aos encarregados de educação e às crianças que participaram nesta investigação.

À minha família, pelo carinho, pelo apoio incondicional, pelos ensinamentos e por acreditarem em mim.

À Bié, pela preocupação, pela ajuda e pela boa disposição.

À Cindy, pelas gargalhadas e por me ajudar a “crescer”.

À Magda, pela disponibilidade e pela compreensão.

## Índice

<b>Introdução</b> .....	1
<b>Enquadramento Teórico</b> .....	3
<i>Cognição Espacial: Como se desenvolve?</i> .....	3
Perspetiva construtivista.....	3
Perspetiva ambientalista/ecológica.....	6
Processamento dual.....	9
Fatores que influenciam o desenvolvimento.....	10
<i>Métodos de investigação da cognição espacial</i> .....	13
Construções com cubos.....	14
Estudos de Hood e suas variantes.....	15
<b>Estudo Empírico</b> .....	18
<i>Objetivos</i> .....	18
<i>Metodologia</i> .....	19
Participantes.....	19
Instrumentos/materiais.....	19
Procedimentos.....	21
<i>Resultados</i> .....	23
<i>Discussão</i> .....	30
<b>Conclusão</b> .....	36
<b>Referências bibliográficas</b> .....	37
<b>Anexo 1. Gráficos de dispersão dos resíduos</b> .....	41

## Introdução

A Psicologia da Educação, sendo um vasto campo de estudo e de intervenção, não versa tão intensamente questões de aprendizagem e de capitalização de competências na jovem infância, quanto se dedica a outras etapas do desenvolvimento humano.

E muito particularmente no que respeita a subdomínios como seja o caso da cognição espacial, são ainda escassos os contributos disponíveis, o que se repercute, inclusivamente, nas práticas de educação pré-escolar. Todavia, numa perspetiva de desenvolvimento, antevemos que seja na estruturação cognitiva mais precoce que possamos prevenir para o bom sucesso nas aprendizagens ulteriores, formais, como seja o caso da matemática ou do pensamento científico.

Também por isso, o interesse neste estudo. Sob outro ponto de vista, depois de um contacto experiencial com crianças pequenas em contexto de creche e de jardim-de-infância na situação de estágio curricular, o suposto que o espectro de atividades de estimulação e oferta de exploração de potencialidades poderia abrir-se num leque maior e mais variado de possibilidades. Por fim, mas prioritariamente, o interesse pela investigação e objetivo de melhor conhecer métodos de investigação de processos cognitivos junto de uma população muito jovem, levou a que este estudo se realizasse.

Efetivamente, ainda atualmente, são poucos os estudos que investigam a cognição espacial em idades precoces. Segundo Hood (1995) os maiores avanços no estudo do desenvolvimento da cognição espacial em idades mais precoces (dos dois aos quatro anos) foram alcançados recorrendo a tarefas de construção com blocos (e.g., construção de torres, cópia de padrões, reprodução de modelos com cubos). Porém este mesmo autor considera que estas tarefas espaciais são excessivamente influenciadas pela motricidade fina. Por isso apresenta uma experiência que envolve uma estrutura com tubos como alternativa. Este é o mote para a realização deste estudo.

O principal objetivo será comparar dois métodos de investigação da cognição espacial em crianças dos 2 aos 4 anos, para averiguar se medem o mesmo construto, ou como o desempenho em diferentes tarefas se pode ler comparativamente, em termos de desenvolvimento e emergência de capacidades.

Previamente ao estudo da cognição espacial, há que identificar a conceção de representação do espaço que se adota. Se acreditarmos que existe uma única representação mental do espaço para o indivíduo, que o espaço apenas pode ser representado sob uma única forma, teremos problemas em explicar/compreender divergências nos resultados passíveis de obter em tarefas espaciais distintas. Este problema deixa de existir, se considerarmos que o conhecimento espacial é usado de formas distintas nas diferentes tarefas. Nesta perspetiva, o foco da investigação desloca-se da “perseguição a uma representação mental do espaço” para a tentativa de compreender como é usado o conhecimento na resolução de problemas espaciais (Newcombe, 1985).

Para além disso, importa pressupor que comparar dois métodos de investigação implica uma análise das vantagens e desvantagens de cada um, mais do que a categorização dos referidos métodos em bom ou mau ou a eleição de um em detrimento do outro. Diferentes métodos podem avaliar competências espaciais distintas; o importante é compreender o que é que a tarefa em causa avalia, para a ela recorrer em uso adequado às finalidades (Newcombe, 1985).

O documento que agora se apresenta encontra-se organizado em duas partes principais. Na primeira é feita uma síntese da revisão da literatura relevante e acessível. Tendo-se evocado, num primeiro momento, as principais teorias do desenvolvimento da cognição espacial, termina-se com a sistematização de fatores que influenciam o domínio espacial. Este tópico serve para introduzir os principais construtos avaliados pelos métodos de investigação em foco, e permite extrair algumas das características que se espera encontrar no estudo atual. Segue-se uma breve apresentação dos principais desenvolvimentos decorrentes de cada método de investigação em apreço.

Na segunda parte deste trabalho expõe-se o estudo empírico, nos seus objetivos, metodologia e resultados, finalizando com a discussão dos resultados e do seu significado.

Na conclusão retomam-se os dados mais relevantes do estudo empírico, confrontando com a revisão da literatura e avançam-se sugestões de investigações futuras.

## **Enquadramento Teórico**

### **Cognição Espacial: Como se desenvolve?**

Neste tópico serão apresentadas as duas perspetivas que surgem com maior frequência na literatura relativa à cognição espacial. Segundo Acredolo (1981), a grande diferença entre estas duas linhas de investigação, construtivista e ambientalista/ecológica, prende-se com o método de análise da perceção. Os psicólogos ambientalistas focam-se nos efeitos que determinadas características do meio têm nas atitudes e comportamentos dos sujeitos. Por sua vez os psicólogos do desenvolvimento tendem a interpretar a reatividade dos indivíduos perante particularidades do meio como pistas para a compreensão do desenvolvimento cognitivo e da perceção, em geral. Com o objetivo de integrar a informação das duas perspetivas abordar-se-á a teoria do processamento dual proposta por Norman (2002).

Posto isto, apresenta-se brevemente alguns dados representativos de cada perspetiva. Não seria possível apresentar uma revisão exaustiva dos trabalhos desenvolvidos por cada linha de investigação considerando as restrições para a construção deste documento. Portanto apresentar-se-á apenas os dados mais relevantes tendo em conta os objetivos deste estudo. Na perspetiva construtivista dá-se maior ênfase à teoria de Piaget e Inhelder (1977), e na perspetiva ambientalista destacam-se os trabalhos de Gibson e Pick (2000).

### **Perspetiva construtivista**

Em 1973, Piaget apresenta os seus primeiros trabalhos sistemáticos sobre o desenvolvimento das noções espaciais, defendendo que, quando nasce, a criança não possui noções de espaço, ela depende das impressões sensoriais, tais como as perceções de luminosidade e obscuridade. Nesta fase, os objetos são compreendidos apenas como um prolongamento da atividade sensoriomotora. As noções espaciais tais como a forma, dimensões ou profundidade, bem como a conceção do objeto independente do sujeito, vão-se construindo progressivamente. A criança parte de uma conceção de universo dependente da sua ação, o espaço centra-se na sua atividade. No entanto, ela ainda não tem consciência de si própria, foca-se apenas na ação sensoriomotora e nas suas consequências imediatas. A evolução culmina com a capacidade de se perceber como sendo um dos múltiplos objetos

pertencentes a um universo estável e cuja existência é independente da sua atividade.

Esta evolução reflete, em parte, uma complexificação das relações espaciais estabelecidas. Pick e Lockman (1981) referem que, em idades mais precoces, as crianças estabelecem essencialmente relações corpo-corpo, isto é, os movimentos e interações focam-se essencialmente no próprio corpo (e.g. o bebé que leva o polegar à boca). A etapa seguinte passa por estabelecer relações com outros objetos (relações corpo-objeto) através da exploração do meio envolvente. Este tipo de relações torna-se especialmente rico com a aquisição da marcha e outros desenvolvimentos locomotores. O último tipo de relação espacial a surgir é a relação objeto-objeto usada em tarefas mais complexas de manipulação de objetos. Para além da evolução do tipo de relação que o indivíduo estabelece com o espaço, também ocorre uma complexificação das tarefas realizadas dentro de cada tipo de relação durante toda a vida, por exemplo, fazer malabarismo apresenta-se como uma relação corpo-objeto muito mais complexa do que agarrar um copo, ainda que o tipo de relação envolvida seja o mesmo.

Quando o corpo é um ponto de referência nas relações espaciais que se estabelecem (corpo-corpo e corpo-objeto) estamos perante um referencial egocêntrico, quando os pontos de referência são externos ao indivíduo (relações objeto-objeto) designamos o referencial de allocêntrico. Muitas das tarefas que executamos exigem o recurso a ambos os referenciais. Por exemplo, quando uma criança brinca com um jogo de encaixes, para ter sucesso deve fazer corresponder uma peça com um dos buracos do tabuleiro de encaixe (referencial allocêntrico, relação objeto-objeto) e, por sua vez, rodar com as mãos a peça de forma a encaixar no sítio correto (referencial egocêntrico, relação corpo-objeto). No entanto, o recurso ao sistema de referência allocêntrico conjugado com um referencial egocêntrico pode ser particularmente difícil para crianças mais novas, nomeadamente em tarefas locomotoras (Pick & Lockman, 1981).

Assim, partimos de uma intuição espacial, uma inteligência elementar do espaço formada de perceções e imagens, espaço percetivo, para construir um raciocínio espacial operatório, constituído essencialmente de representações do espaço, espaço representativo (Piaget & Inhelder, 1977).

A perceção depende da presença do objeto sendo que as representações ou imagens do espaço existem na sua ausência e, portanto, o

espaço perceptivo constrói-se mais rapidamente que o espaço representativo, podendo haver uma diferença de anos entre a construção dos dois.

A compreensão do espaço depende da construção da noção de objeto, no entanto, Piaget e Inhelder (1977) alertam que:

L'intuition de l'espace n'est pas une lecture des propriétés des objets, mais bien, dès le début, une action exercée sur eux ; et c'est parce que cette action enrichit la réalité physique, au lieu d'en extraire sans plus des structures toutes formées, qu'elle parvient à la dépasser peu à peu, jusqu'à constituer des schémas opératoires susceptible d'être formalisés et de fonctionner déductivement par eux-mêmes. De l'action sensori-motrice élémentaire à l'opération formelle, l'histoire de l'intuition géométrique est donc celle d'une activité proprement dite, d'abord liée à l'objet auquel elle s'accommode, mais en l'assimilant à son propre fonctionnement jusqu'à la transformer autant que la géométrie a transformé la physique. (p.523)

O espaço perceptivo baseia-se não só na própria percepção do meio, mas sobretudo na atividade sensoriomotora que afeta o meio. A motricidade permite estabelecer as relações no espaço, mas são os indicadores sensoriais que lhes atribuem significado. A atividade sensoriomotora evolui com a idade, englobando os domínios motores e perceptivos que constituem as subestruturas da construção das representações. Se a ação é o pilar do espaço perceptivo, no espaço representativo a ação efetiva deixa de ser necessária, partimos agora das ações já efetuadas ou mesmo imaginadas para construir o espaço. Quer consideremos que a imaginação substitui a ação, quer vejamos a imagem como expressão simbólica da atividade (ação interiorizada), a imagem ganha um papel fundamental no espaço representativo. Ainda assim, as representações apenas existem quando a ação foi realizada pelo sujeito. Uma não pode existir sem a outra. A representação surge da compreensão das relações entre as próprias ações, mais do que a simples constatação dos resultados das ações (e.g. quando uma criança passa com a ponta de um fio pela argola de forma a fazer um nó e puxa, ela compreende que quanto mais puxar mais o nó fica apertado, mas também entenderá que apenas a ação inversa poderá desenlaçar o nó).

À semelhança do proposto por Piaget para o desenvolvimento da inteligência geral, também na evolução da cognição espacial há uma passagem de uma intuição pré-lógica, para as operações concretas, atingindo na adolescência as operações formais. Assim, Piaget e Inhelder (1977)

apresentam o desenvolvimento da cognição espacial organizado em quatro estádios sucessivos principais.

No primeiro estádio (até aos 4/5 anos) falamos de uma intuição elementar caracterizada pelo início da interiorização das ações espaciais. As crianças de dois a quatro anos constroem um espaço muito perceptivo que ainda não é assimilado no espaço representativo. Parte-se da atividade sensoriomotora baseada na percepção para as ações imaginadas, mas só depois de terem sido efetuadas fisicamente (o pensamento mantém a materialidade e irreversibilidade do ato).

No segundo estádio (dos 4/5 anos aos 7/8 anos) desenvolve-se uma maior coordenação entre as intuições, a criança compreende algumas relações ente diferentes atividades e começa a ser capaz de antecipar possíveis ações posterior ao ato executado.

Com as operações concretas (dos 7/8 aos 11/12anos) as intuições estão suficientemente coordenadas para que a criança compreenda a reversibilidade das ações. O reconhecimento desta propriedade confere equilíbrio aos primeiros sistemas operatórios.

A partir dos 11/12 anos a criança desenvolve a capacidade de evocar simultaneamente múltiplos sistemas operatórios, acedendo assim às proposições hipotético-dedutivas características das operações formais.

### **Perspetiva ambientalista/ecológica**

Gibson e Pick (2000) apresentaram uma perspetiva ecológica da percepção. Enquanto perspetiva ecológica, esta abordagem reconhece o ciclo de interações mútuas que se estabelecem entre o meio e o indivíduo. O meio contém múltiplos estímulos e informações que podem guiar a ação do indivíduo e, por sua vez, as ações têm consequências no meio que podem ser percebidas. Estas ações podem surgir espontaneamente, pois o ser humano é um ser capaz de criar movimento e interação desde o seu nascimento. Esta perspetiva assenta em três conceitos essenciais: *affordance*, informação e recolha de informação (*information pickup*).

As *affordances* são características objetivas do meio interpretadas de modo funcional. As *affordances* são a ligação entre as capacidades do sujeito e as oportunidades fornecidas pelo meio que permitem executar determinadas ações. As *affordances* de determinado componente do meio são específicas para cada sujeito tendo em conta as suas características (e.g.

uma cadeira permite a um adulto saudável que se sente, mas pelas suas dimensões, pode impossibilitar que uma criança se sente nela autonomamente). As *affordances* existem mesmo quando não são percebidas pelo sujeito. A descoberta destas características pelo sujeito depende da aprendizagem perceptiva, por exemplo se um indivíduo nunca viu pauzinhos serem usados para comer, poderá não lhes reconhecer essa *affordance*. Ainda assim, o reconhecimento das *affordances* não é automático, o tempo e esforço necessário para a compreensão de algumas destas características varia muito.

A informação é concetualizada como “the structured distribution of energy in an ambient array that specifies events or aspects of events in the environment” (Gibson & Pick, 200, p.18). A informação é específica dos objetos e eventos que constituem o meio e encontra-se dispersa no tempo e no espaço. A informação não corresponde à energia medida pela Física, mas apenas àquela que pode ser percebida pelo indivíduo. Mais uma vez, o mais importante é a complementaridade entre o sujeito e o meio. A informação disponível não é constante e o indivíduo não é um recetor passivo desta informação. O ser humano procura ativamente essa informação (e.g., informações visuais, acústicas, mecânicas), com o movimento vai alterando a sua perspetiva, descobrindo objetos que não eram visíveis até então, recolhendo mais informação do meio que o rodeia. O reconhecimento das *affordances* sustenta-se num processo de diferenciação e seleção da informação disponível, em que as informações são relacionadas aos objetos, ao *layout* (espaço estável em que os objetos estão contidos) ou aos eventos a que dizem respeito, excluindo todas as informações irrelevantes. O processo de seleção da informação respeita dois princípios. O primeiro, designado de ajustamento da *affordance* (*affordance fit*), refere que apenas é selecionado o ciclo percepção-ação mais adaptativo tendo em conta a relação entre o organismo e o ambiente. O outro princípio é o da economia que defende que é selecionado o mínimo de informação que especifica a *affordance* para o organismo.

O ser humano possui múltiplos sistemas para recolher ativamente informação (e.g. o toque ativo que permite a exploração dos objetos pelo tato). Estes podem ser organizados em atividades exploratórias e atividades performativas. Nas atividades exploratórias, prevalentes na infância, o sujeito recolhe informação com objetivo de construir o seu conhecimento do

meio (reconhecendo as *affordances* desse ambiente), por exemplo, quando alguém com baixa visão usa o tato para criar uma imagem mental da forma de um dado objeto estamos perante uma atividade exploratória. Nas atividades performativas o sujeito já conhece a informação e aplica a ação para obter um resultado esperado. Por vezes, o que inicialmente se apresenta como uma atividade performativa, por exemplo, usar uma chave para abrir a porta, pode revelar-se uma atividade exploratória (e.g. se a chave usada não entrar na fechadura e for necessário procurar a chave correta no porta-chaves).

Nesta abordagem há uma ligação recíproca muito forte entre a ação e a perceção, por um lado, a perceção estimula/guia a ação, e por outro lado, a ação enriquece o ambiente percecionado. Esta ligação é mediada pela maturação do organismo, pois com o desenvolvimento do corpo, o indivíduo acede a novos sistemas de recolha de informação do meio (e.g. quando a criança tem força suficiente nos membros inferiores, e o ambiente permite/*affords* a deslocação bípede, a criança acede a novos estímulos apenas alcançáveis desta nova perspetiva). Assim, a tarefa do desenvolvimento espacial mais relevante da criança é reconhecer as *affordances* dos diferentes meios com que contacta, sendo que a maturação, permite aceder a novos sistemas perceptuais e de ação e a novas perspetivas, o que resulta numa constante atualização da informação que o sujeito possui dos múltiplos ambientes que o rodeiam.

Partindo desta abordagem, Cummins-Sebree (2003) organizou o desenvolvimento do raciocínio espacial em três processos parcialmente dependentes, são eles: o *Reconhecimento*, a *Produção* e a *Previsão*. O *Reconhecimento* consiste em detetar as diferenças entre dois eventos. Para tal, o sujeito deve analisar as *affordances* envolvidas, indo para além das leis físicas que já conhece. Na *Produção*, o indivíduo recorre a um comportamento motor para resolver um problema espacial, procurando ajustar esta atividade às *affordance* que condicionam o evento. A *Previsão* é o processo inferencial pelo qual, partindo do reconhecimento das *affordances* presentes na situação e da compreensão das relações que se estabelecem entre os objetos, eventos e *layout*, o sujeito consegue antecipar as consequências de uma ação ou evento.

## Processamento dual

Como se pretendeu destacar, estas duas perspetivas teóricas diferem em alguns dos respetivos pressupostos. Segundo Norman (2002), a grande diferença entre estas duas abordagens baseia-se na riqueza atribuída aos estímulos do meio e ao papel dos processos cognitivos na interpretação do ambiente, para além da já referida divergência de metodologias. Se para os ecologistas os estímulos do meio fornecem informação suficiente e inequívoca, que permite uma interpretação inconsciente do meio, para os construtivistas os estímulos são contraditórios e exigem o recurso a processos cognitivos que mediem a perceção pura e a interpretação do que é observado. Assim na perspetiva ecológica o processo percetivo é direto, enquanto para os construtivistas intervém processos cognitivos influenciados pelas memórias, pelas experiências passadas e pelos esquemas conhecidos do indivíduo.

Norman (2002) procurou aproximar as duas abordagens. Para isso comparou cada perspetiva a uma das vias neuronais da perceção visual conhecidas. A perspetiva ecológica corresponderia à via dorsal<sup>1</sup>, enquanto a construtivista estaria associada à via ventral<sup>2</sup>. As principais conclusões da abordagem do processamento dual são as seguintes: (1) o sistema dorsal encarrega-se de recolher a informação visual que permite ao organismo adaptar-se ao meio que o rodeia, sendo mais rápido que o sistema ventral nesta tarefa, pois não sobrecarrega o sistema cognitivo com a interpretação dessa informação; (2) o sistema ventral funciona na identificação e reconhecimento dos objetos e eventos do meio, no armazenamento de conhecimento do meio e na atribuição de significado aos *inputs*, bem como na sua interpretação; (3) o sistema ventral pode ainda intervir nos julgamentos das propriedades percetivas dos componentes do ambiente, tais

---

<sup>1</sup> A via dorsal está principalmente localizada no córtex parietal superior e parece receber a maioria da informação do canal retinocortical magnocelular. A função primária desta estrutura neuronal é a análise dos *inputs* visuais para guiar o comportamento, tendo em conta o meio e os objetos que o constituem. Este sistema é especialmente sensível ao movimento e recorre a referenciais egocêntricos (Norman, 2002).

<sup>2</sup> A via ventral está principalmente localizada no córtex inferotemporal e parece receber a maioria da informação do canal retinocortical parvocelular. A função primária desta estrutura neuronal é o reconhecimento e identificação dos *inputs* visuais. Este sistema é especialmente sensível aos detalhes finos e recorre a referenciais aloecêntricos (Norman, 2002).

como a dimensão ou distância; (4) ainda que tenham funções distintas, ambos os sistemas comunicam entre si de forma sinérgica, por exemplo, quando a informação disponível é contraditória, o sistema ventral apoia o sistema dorsal na integração da informação.

Partindo destes dados, o que parece mais adequado será adotar a teoria do processamento dual, tentando integrar as perspectivas construtivista e ecológica. Assim, assume-se que os estímulos do meio tendem a ser suficiente para a interpretação inconsciente da informação. A interpretação permite reconhecer as *affordances* do ambiente. No entanto, alguns estímulos são contraditórios e exigem o recurso a processos cognitivos para poderem ser interpretados. Por outro lado, é possível encontrar situações em que os dois modelos se cruzam, por exemplo, quando uma educadora tenta perceber as potencialidades de um espaço para as crianças, ela deve identificar as *affordances* dos objetos, *layout* e possíveis eventos para as crianças. Nesta situação a educadora descobre as valências do meio, adaptando as *affordances* que já reconhecia àquele espaço às características das crianças, podendo representar mentalmente algumas das possibilidades.

### **Fatores que influenciam o desenvolvimento**

Independentemente da perspectiva que se decida adotar, existe um conjunto de fatores, empiricamente comprovados, que influenciam o desenvolvimento das representações e atividades espaciais. Para organizar a apresentação desses fatores, adotar-se-á o modelo proposto por Liben em 1981 (cf. Figura 1). Este modelo não pretende ser uma apresentação exaustiva dos fatores que influenciam o desenvolvimento das representações espaciais; apenas foram incluídos as principais variáveis. As setas representam o sentido das influências e, mais uma vez, só foram inseridas as relações mais relevantes.

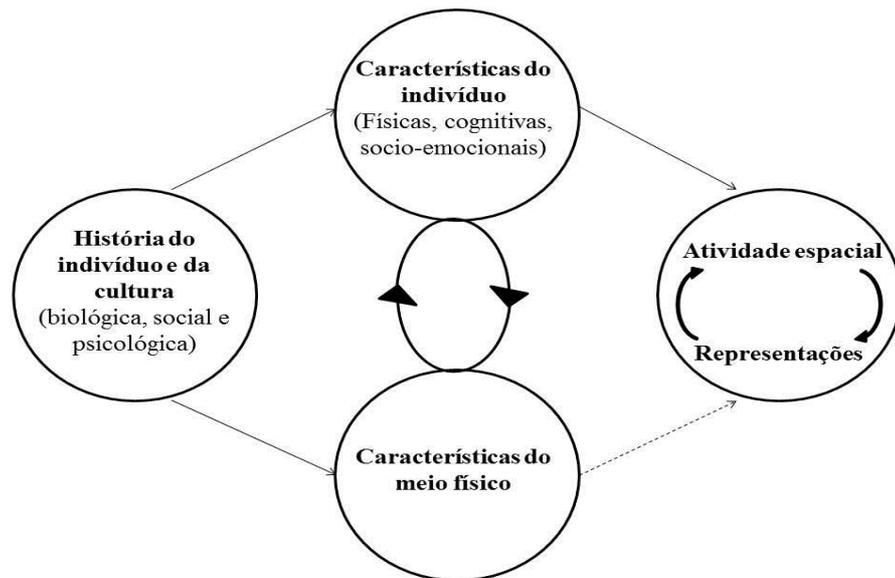


Figura 1. Influências no desenvolvimento das representações e atividades espaciais (adaptado de Liben, 1981, p.18)

Nesta figura, a atividade e a representação espacial é simultaneamente variável dependente e independente, pois todas as experiências no espaço e a reflexão em torno do próprio raciocínio espacial (metacognição espacial) contribuem para o desenvolvimento do próprio conhecimento espacial. Esta ideia está muito patente nas perspetivas sobre o desenvolvimento da cognição espacial apresentadas, especialmente pelo relevo dado em ambas à ação como impulsionadora de desenvolvimento.

Por outro lado encontramos as características do indivíduo que podem ser organizadas em características físicas, cognitivas e socio-emocionais. No domínio físico destaca-se a idade, pelo seu impacto na atividade e representação a nível motor (e.g. alterações na forma de locomoção, permitem aceder a novas perspetivas). Variações nas competências sensoriais ou motores afetaram as representações e o comportamento espacial. As questões referentes ao domínio cognitivo estão plasmadas na perspetiva construtivista. No domínio socio-emocional, destaca-se as crenças relativas às próprias competências espaciais que se pressupõe influenciarem o desempenho em tarefas espaciais, sendo que a falta de confiança pode despertar ansiedade e resultar em evitamento das referidas tarefas.

Identificar características do ambiente é difícil por um lado, ao considerar-se apenas as características físicas, existe sempre uma multiplicidade de variáveis a considerar (e.g. estrutura natural ou estrutura construída). Por outro lado, os psicólogos tendem a valorizar mais a forma

como o indivíduo percebe e interpreta o espaço que o rodeia, ou seja, os processos de construção da estrutura. Assim existe uma grande variedade de possibilidades em torno do tema da cognição espacial, mais, atendendo à construção situada da noção de espaço. Na literatura, tal implica uma diferenciação de perspectivas que exploram diferentes componentes, do meio, do indivíduo e sua relação, sendo que os resultados nem sempre são convergentes. Independentemente de se focarem as componentes do meio, a forma como o meio está organizado ou a extensão do mesmo, as características do ambiente têm demonstrado influenciar os desempenhos em tarefas espaciais.

Tal como já foi referido, a interação indivíduo-ambiente é o fator mais determinante (espelhado no conceito de *affordance*), pois se é verdade que o ambiente pode restringir a ação (e.g. prender numa determinada perceção), também as motivações do indivíduo determinam as suas iniciativas de exploração do espaço. Uma ênfase nas variáveis isoladas não permite uma real compreensão da cognição espacial, porque o mesmo espaço tem potenciais diferentes mediante as características do indivíduo em cada momento da interação.

Finalmente, não se pode descartar o papel da história biossocial de cada indivíduo. A história individual de cada um é marcada pelas influências genéticas e pelo ambiente social em que a pessoa está inserida. Um bom exemplo da interação entre os valores e expectativas de uma cultura com as características geneticamente determinadas são as diferenças entre sexos (Liben, 1981). Existem muitos estudos que se focam nas diferenças de desempenho em tarefas explicadas pelo género. Da revisão de estudos realizada por Harris (1981) retiram-se as seguintes conclusões: os homens demonstram maior confiança nas suas competências de raciocínio espacial do que as mulheres; os homens apresentam menos erros e tempos de reação mais curtos do que as mulheres em tarefas de rotação mental e de “dobragem” mental (*mental folding*); também no que o autor designa de “sentido de direção”, os resultados apontam para melhor desempenhos dos sujeitos de sexo masculino do que por parte dos sujeitos de sexo feminino; a diferença mantém-se quando se testa a compreensão de mecanismos e princípios físicos; em áreas académicas relacionadas com o raciocínio espacial, nomeadamente em Geografia, os rapazes também tendem a apresentar resultados mais elevados. Portanto, pode concluir-se que, no

geral, os indivíduos de sexo masculino apresentam melhores desempenhos em tarefas de raciocínio espacial que os seus pares femininos.

### **Métodos de investigação da cognição espacial**

Nesta secção serão apresentados os dois métodos de investigação da cognição espacial analisados no estudo empírico, bem como algumas variantes das experiências originais, que estão na origem da sua sistematização. Mas antes é fundamental apresentar algumas ideias organizadoras dos diversos métodos de investigação do raciocínio espacial.

Com o objetivo de categorizar as múltiplas tarefas espaciais foram feitas algumas tentativas de encontrar uma taxonomia para a classificação das diversas variáveis dependentes usadas para aceder às representações do espaço, o que se revelou uma tarefa difícil pela quantidade de dimensões que diferem entre tarefas (Newcombe, 1985).

Das diferentes taxonomias existentes, optou-se por enfatizar os três tipos de representações espaciais envolvidos na resolução de tarefas/problemas espaciais de Liben (1981), são eles: os produtos espaciais (1), pensamento espacial (2) e o armazenamento espacial (3).

O produto espacial (*spatial product*) corresponde à externalização da representação do espaço (e.g., mapas). O pensamento espacial (*spatial thought*) inclui todos os pensamentos sobre o espaço ou que recorrem a noções espaciais. Neste tipo de representação do espaço o indivíduo acede aos conhecimentos do espaço que tem, reflete sobre eles e manipula-os para resolver problemas. Finalmente, no armazenamento espacial (*spatial storage*) encontra-se toda a informação relativa ao espaço armazenado no inconsciente do indivíduo (sob a forma de pressupostos, relações ou ligações estímulo-resposta, entre outras). Sempre que o sujeito toma consciência desse conhecimento tácito, este deixa de fazer parte do “armazém” espacial passando a integrar os pensamentos espaciais.

É importante recorrer a múltiplos métodos para investigar as representações e comportamentos espaciais, pois cada método de investigação acede a diferentes tipos de representação (Liben, 1981).

### Construções com cubos

Os cubos são usados para avaliar ou estimular o desenvolvimento de uma grande variedade de competências, tais como, a linguagem (Cohen & Uhury, 2007; Garlikov, 1993), a matemática (Nes & Eerde, 2010; Sarama & Clements, 2004) ou as interações sociais e a negociação (Garlikov, 1993). Num artigo de 1996, Adam e Neswith apresentam os principais resultados de um inquérito para avaliar o valor que as educadoras atribuem à inclusão dos blocos no currículo. Cinquenta e um educadores foram questionados relativamente à disponibilidade de blocos na sala e qual o tipo de blocos usado, qual o valor atribuído aos blocos e com que frequência se envolvem as crianças em brincadeiras com blocos num dia típico. Dos inquiridos, 87% reconhecem a importância de integrar os blocos no currículo.

Cohen e Uhury (2007) definiram brincar com blocos como "... any time a child manipulates proportional wooden blocks, using action and/or language to represent realistic or imaginary experiences" (p.302).

Os estudos com blocos recorrem muitas vezes à observação naturalista de situações de jogo com cubos (Cohen & Uhury, 2007; Garlikov, 1993). Por vezes os experimentadores optam por tarefas de construções com cubos mais estruturadas.

A construção de uma torre com cubos é uma tarefa muito utilizada em escalas de desenvolvimento para avaliar a motricidade fina, as competências visuo-motoras e a destreza manual (Bellman, Lingam, & Aukett, 1996; Griffiths, 2006). Para Adams e Nesmith (1996), "concepts of gravity and balance become apparent as children build towers and bridges" (p.87).

Caldera et al. (1999) analisaram as relações entre as brincadeiras preferenciais das crianças na sala, as suas capacidades espaciais (testadas com instrumentos estandardizados) e a construção com blocos estruturada e destruturada, em crianças dos 47 aos 69 meses. Neste estudo não foram encontradas diferenças de realização entre géneros. Os dados revelaram correlações significativas entre as capacidades espaciais, as atividades que envolvem arte (e.g. pintar com marcadores) e a reprodução de padrões complexos de blocos. A competência comum às diferentes tarefas parece ser a coordenação visuo-motora. Outro padrão que emergiu foi a ligação entre o interesse e envolvimento na brincadeira livre e o desempenho numa tarefa de figuras que exige a reorganização de estímulos perceptivos. Esta relação parece assentar na capacidade criativa dos sujeitos.

Chen, Keen, Rosander e Hofsten (2010) estudaram a relação entre a velocidade dos movimentos na preensão dos blocos, a competência na construção de torres com blocos e a dificuldade da tarefa. Verificou-se que as crianças que desaceleram o movimento imediatamente antes de agarrar o cubo, são aquelas que conseguem construir torres mais altas. Esta desaceleração estará associada a uma antecipação dos próximos passos a seguir na construção de uma torre, bem como na capacidade de associar a informação perceptiva (e.g. forma e peso dos cubos) com a ação motora mais apropriada. Verificou-se que quando estas competências foram adquiridas recentemente, a criança apresenta esta desaceleração do movimento mesmo em tarefas que não exigem esse grau de precisão, nomeadamente guardar os cubos numa caixa.

#### **Estudos de Hood e suas variantes.**

Hood apresentou pela primeira vez o seu aparato experimental inovador em 1993, voltando a realizar estudos com a mesma estrutura em 1995. O objetivo a que se propunha era desenvolver um método de investigação da cognição espacial que não envolve-se competências motoras finas por oposição às tarefas de construção com blocos. A experiência consistia em deixar cair uma bola num de três tubos opacos cruzados, ligados a três caixas, e pedir à criança que identificasse em que caixa estava a bola, (uma descrição mais completa da experiência encontra-se na secção instrumentos/ material do estudo empírico). Esta experiência apresenta três níveis de dificuldade correspondente ao número de tubos presentes na estrutura. Caso a criança não conseguisse ter sucesso na tarefa com um tubo, não lhe eram apresentados mais tubos.

As experiências que envolvem o deslocamento invisível de objetos para aceder ao desenvolvimento da cognição espacial da criança não eram novidade. No entanto na maioria dos estudos, o deslocamento do objeto é controlado pelo adulto, o que poderia levantar outras explicações focadas no papel do adulto na variância dos resultados (e.g. falta de confiança no adulto). O método proposto por Hood recorre à gravidade para contornar este problema. Por outro lado, o agente responsável pelo deslocamento pode igualmente explicar uma divergência entre os resultados obtidos por Hood e

os resultados noutras tarefas de deslocamento invisível de objetos (Hood 1995).

No artigo de Hood (1995), o autor apresenta os resultados da experiência original e de três variações. Os resultados da primeira experiência revelaram uma relação entre a idade e o desempenho na tarefa, sendo que apenas as crianças mais velhas conseguiam ter sucesso quando a estrutura apresentava três tubos. Nesta experiência também se observou um efeito do género, à semelhança do que se registou noutras tarefas de cognição espacial. A percentagem de crianças que não conseguiu responder corretamente à tarefa foi muito elevada (54% com um tubo, 30 % com dois tubos e 11% com três tubos). Analisando o padrão dos erros, o experimentador detetou uma tendência marcada para selecionar a caixa localizada imediatamente abaixo do orifício por onde a bola tinha caído. Hood designou esta estratégia de «erro da gravidade», pois a criança seleciona a hipótese baseada no efeito da gravidade, ignorando o desvio causado pelo tubo.

Na segunda experiência, o experimentador decidiu substituir os tubos opacos por tubos transparentes, tornando visível a trajetória da bola. Nestas novas condições, das 23 crianças testadas, 20 conseguiram escolher a caixa certa mesmo quando a estrutura apresentava três tubos.

Na terceira experiência, Hood (1995) precedeu o momento de teste com tubos opacos de cinco ensaios com tubos transparentes. Os resultados aproximaram-se dos obtidos nas experiências anteriores. Uma grande percentagem de sucessos na experiência com tubos transparentes e uma prevalência de erros de gravidade na experiência com tubos opacos. Destas observações infere-se não ter havido transferência de conhecimentos entre as diferentes condições.

Por fim, o experimentador realizou uma sessão de treino antes do teste com o mesmo material. Não houve alterações significativas nos resultados.

Em 2003, Cummins-Sebree replica a experiência original de Hood (1995) acrescentando duas novas variações baseadas nos três processos de desenvolvimento da cognição espacial (*Reconhecimento*, *Produção e Previsão*). O *Reconhecimento* corresponde à versão principal dos estudos de Hood. Na *Produção* pede-se à criança que coloque a bola num orifício para que ela caía numa caixa escolhida pelo experimentador e na *Previsão* o experimentador indica que vai largar a bola dum orifício superior da

estrutura e a criança deve colocar um copo debaixo de um tubo de forma a apanhar a bola. A experimentadora introduziu estas alterações para testar a perspetiva ecológica. Outra diferença relativamente aos estudos de Hood é a identificação dos sujeitos que seguiram com o dedo a trajetória da bola pelo tubo (designados *tracers*) como um grupo distinto dos restantes na análise estatística.

As principais conclusões foram as seguintes: (1) a idade produz um efeito diferenciado. Também o número de tubos, informa o desempenho em todas as tarefas; (2) não surgiram efeitos principais relativos ao género, apenas interações com outras variáveis; (3) as raparigas tiveram melhores resultados no *Reconhecimento*, mas piores na predição do que os rapazes; (4) as competências necessárias para o sucesso na tarefa de *Previsão* surgem mais cedo nos rapazes (aproximadamente aos 34 meses) do que nas raparigas (por volta dos 44 meses); (5) as raparigas beneficiam se lhes for apresentada a tarefa de *Produção* antes da tarefa de *Previsão* e (6) os *tracers* tiveram mais sucessos do que os restantes em todas as condições.

Para Hood (1995), o erro da gravidade é explicado por uma incapacidade da criança em inibir uma resposta proeminente baseada na experiência, apesar de esta compreender a restrição à trajetória imposta pelo tubo. Cummins-Sebree (2003) procura explicar este erro através da teoria ecológica. Nesta perspetiva o erro da gravidade ocorre pelo facto da criança ainda não ter reconhecido a *affordance* imposta pelo tubo.

Bascandziev e Harris (2010) estudaram o impacto da transmissão verbal de informação sobre o efeito do tubo na trajetória da bola pondo em causa o conhecimento da criança sobre o mecanismo dos tubos. Para isso, compararam três condições com a experiência de Hood (1995). Na condição *testemunho*, o experimentador direcionava verbalmente a atenção da criança para a presença do tubo, apontando para o topo do tubo e pedindo-lhe que identificasse a outra extremidade do mesmo. Com esta instrução pretendia-se alertar a criança para a alteração de trajetória da bola imposta pelo tubo. Na condição *atenção*, o experimentador apenas falava no topo do tubo sem referir o outro extremo. Esta condição foi criada para assegurar que os efeitos seriam imputáveis à explicação da função do tubo e não apenas a um reforço da atenção direcionada ao tubo por parte da criança. A terceira condição consistia na aplicação da experiência a um grupo controlo, a quem não eram dadas instruções adicionais. Numa segunda experiência, os autores

eliminaram a condição *testemunho* e introduziram duas novas condições. Na condição *sem escapatória* a instrução reforçava a ideia que a bola não podia fugir do tubo, sendo forçada a rolar no seu interior. Na condição *movimento ocular* a instrução pedia ao sujeito que identificasse o tubo pelo qual tinha caído a bola e que seguisse o tubo com o olhar. Estas instruções pretendiam focar-se mais no efeito causal provocado pelo tubo, por oposição a uma estratégia para resolver o problema (mais presente nas instruções da condição *testemunho*). Todas as condições apresentaram um aumento significativo de respostas corretas do pré-teste para o pós-teste, exceto no grupo de controlo e na condição *atenção* do grupo experimental. Assim, conclui-se que as instruções verbais associadas a estímulos visuais podem ajudar a contrariar os erros de gravidade. De certa forma, o efeito facilitador das instruções verbais também foi comprovado no estudo de Joh, Jaswal e Keen (2011). No entanto, estes autores estavam especificamente interessados no efeito que a imagem mental (representações mentais imagéticas) teria na realização numa tarefa de *Previsão*. O recurso à imagem, induzida pelo adulto, resultou num maior número de sucessos.

## Estudo Empírico

### Objetivos

Com este estudo pretende-se comparar dois métodos de investigação da cognição espacial, procurando explorar a relação entre os construtos avaliados por cada um e os fatores que influenciam o desempenho na tarefa. Este estudo pode ser organizado segundo três objetivos principais.

O **primeiro objetivo (A)** é analisar a relação entre as diferentes tarefas propostas por Cummins-Sebree (2003) através de correlações simples, de forma a compreender se todas medem o mesmo construto.

O **segundo objetivo (B)** prende-se com a identificação das variáveis que influenciam os desempenhos nas tarefas dos tubos, bem como na construção de torres com cubos, e quais os pesos respetivos de cada variável.

Finalmente, o **último objetivo (C)** é explorar a correlação entre as tarefas de cognição espacial, controlando o efeito das variáveis identificados como predictoras. Mais uma vez pretende averiguar-se se os diferentes métodos avaliam o mesmo construto.

## Metodologia

### Participantes.

A amostra de participantes deste estudo é de conveniência, já que se tratava de crianças que frequentavam a Creche e Jardim de Infância onde decorreu o nosso estágio curricular. Participaram no nosso estudo as 30 crianças com idades compreendidas entre os 25 e os 49 meses ( $M=35.83$ ,  $DP=7.17$ ), sendo 13 delas meninos (43.3%) e 17 meninas (56.7%). Todas as crianças vivem em meio urbano e provêm de um meio socioeconómico médio alto. Todos frequentam a mesma creche e jardim-de infância privado em Coimbra.

### Instrumentos/materiais.

Para o presente estudo recorreu-se a três subescalas da *Schedule of Growing Skills II* (SGS-II) (Bellman, Lingam, & Aukett, 1996; versão traduzida de 2003) e a uma réplica da experiência apresentada por Hood em 1995 com as variações propostas por Cummins-Sebree (2003).

A SGS-II é uma escala de avaliação formal do desenvolvimento, que permite fazer um rastreio rápido e eficaz das competências da criança dos zero aos 60 meses (cinco anos). Este instrumento, apesar de ser utilizado em Portugal há muitos anos, ainda não está aferido para a nossa população, existindo apenas versões traduzidas. Esta escala de desenvolvimento é composta por nove subescalas: (1) controlo postural passivo, (2) controlo postural ativo, competências locomotoras, (4) competências manipulativas, (5) competências visuais, (6) audição e linguagem, (7) fala e linguagem, (8) interação social e (9) autonomia pessoal. Para além destas nove áreas de desenvolvimento, é possível avaliar a cognição somando itens das diferentes subescalas. Foram apenas aplicadas as subescalas relativas às competências locomotoras, às competências manipulativas e às competências visuais por se considerar que captavam as capacidades mais relevantes, tendo em conta os objetivos deste estudo.

Os estudos de fidedignidade citados por Bellman, Lingam e Aukett (1996) apresentaram uma boa consistência interna das diferentes áreas, com os valores do alfa de *Cronbach* a variar entre 0.61 e 0.97. Quando comparado com a Escala de Desenvolvimento de Griffiths com a SGS-II, encontramos correlações satisfatórias a muito boas, com coeficientes entre 0.52 e 0.96.

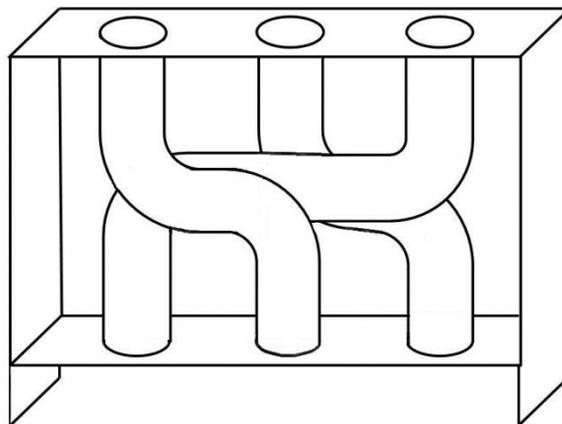
Os itens que compõem a SGS-II correspondem a comportamentos observáveis ou a respostas verbais e estão organizados, dentro de cada subescala, pela complexidade, o que quer dizer que o sucesso num item mais avançado de uma área implica a competência para conseguir realizar as tarefas anteriores. A SGS-II contém uma série de materiais necessários para a observação de determinados comportamentos, dos quais se destaca os 16 cubos coloridos de 2,5 cm utilizados na construção de torres.

A subescala das competências locomotoras, que avalia a motricidade grossa, ligada aos movimentos mais amplos do corpo que começam a surgir por volta dos nove meses, é composta por 20 itens, 14 dos quais se focam no movimento e no balanço (e.g. consegue caminhar “em bico dos pés”) e os restantes seis itens avaliam a forma como o sujeito sobe escadas (e.g. sobe escadas pela mão com dois pés no mesmo degrau).

A subescala das competências manipulativas contém 28 itens ligados à motricidade fina, organizados em 19 itens que avaliam a aptidão manual (e.g. vira uma página de cada vez), seis itens de tarefas que envolvem construções com cubos (e.g. copia ponte), seis itens referentes ao desenho (e.g. imita cruz) e três itens dedicados especificamente ao desenho da figura humana (e.g. cabeça, pernas e (geralmente) braços e dedos).

A subescala das competências visuais é composta por 20 itens, em que seis itens dizem respeito à resposta funcional a estímulos visuais (e.g. segue objeto 180°) e os restantes 14 itens focam a compreensão visual (e.g. procura objeto escondido).

Quanto à estrutura usada para reproduzir a experiência de Hood (1995) com as variações propostas por Cummins-Sebree (2003) foi cuidadosamente montada em PVC. A estrutura tinha três orifícios no topo com 6 cm de diâmetro e 15 cm de distância entre eles, havendo mais três orifícios idênticos e paralelos 50 cm abaixo (Figura 2). A estrutura possuía três tubos opacos vermelhos amovíveis que permitiam conectar os diferentes orifícios. Aos furos inferiores estavam acopladas três caixas opacas azuis com 6cm de altura por 6 cm de diâmetro cada. Utilizou-se uma bola branca translúcida de 4 cm de diâmetro e um copo opaco amarelo com 6cm de altura por 6 cm de diâmetro.



*Figura 2.* Representação esquemática da estrutura usada na experiência com três tubos.

### **Procedimentos**

Inicialmente foram recolhidos os consentimentos informados junto dos encarregados de educação, depois de esclarecidas as dúvidas relativamente ao dispositivo, sua utilização e finalidade. Na informação apresentada aos progenitores/encarregados de educação era assegurada a confidencialidade dos dados recolhidos, explicava-se brevemente em que consistia a experiência dos tubos, salvaguardando a necessidade de filmar as situações experimentais para evitar a perda de informação, e referia-se o uso da SGS-II para avaliar o desenvolvimento. Todos os momentos de teste ocorreram em ambiente familiar, nas instalações da creche ou do jardim-de-infância frequentado pelas crianças.

As avaliações do desenvolvimento começaram em Janeiro de 2012, tendo-se prolongado até Maio de 2012. A ordem das avaliações dependeu da disponibilidade das crianças e, por vezes, das educadoras (especialmente responsáveis pelas crianças mais novas). Na grande maioria dos casos a educadora não esteve presente durante as avaliações do desenvolvimento, exceto quando a criança apresentava algum desconforto que poderia afetar a sua prestação.

De salientar que o experimentador, na qualidade de estagiário na instituição onde decorreram as observações e experiência, era uma figura conhecida, tendo tido oportunidade de colaborar em diversas atividades conjuntas no quotidiano da instituição (cf. Seabra-Santos, 2005). Deste modo, considera-se que as avaliações decorreram em ambiente autêntico,

cuja tónica na interação e dinâmica usual das rotinas diárias permitiu a extensão do clima às situações de avaliação, num registo de continuidade.

As experiências com os tubos foram realizadas de Fevereiro a Maio. No caso particular destas experiências, pediu-se que a educadora estivesse sempre presente para minimizar o impacto que esta situação nova poderia ter nas crianças e diminuir os fatores explicativos de variância nos dados. Antes da experiência era dito à educadora que não deveria alertar a criança para a presença dos tubos, nem indicar o trajeto da bola, de forma a assegurar a igualdade de circunstâncias. No momento inicial da experiência, o experimentador apresentava a estrutura sem tubos à criança, focando os orifícios superiores e inferiores e as caixas que estavam no fundo. De seguida, apresentava-se um tubo e a bola, passando a bola pelo tubo duas vezes, para garantir que a criança compreendia que o tubo era oco.

Findo o momento de preparação, dava-se início à experiência propriamente dita. A situação experimental era composta por três variantes, tal como propostas por Cummins-Sebree (2003). A primeira tarefa, designada de *Reconhecimento*, consistia em pedir à criança que indicasse em que caixa se encontrava a bola depois de a ver cair num dos três orifícios do topo da estrutura (conforme a experiência apresentada em 1995 por Hodd). Na segunda tarefa (*Produção*) era pedido à criança que colocasse a bola num dos três orifícios superiores para que esta caísse na caixa escolhida pelo experimentador. Por fim, retiravam-se todas as tampas das caixas azuis e era dado um copo amarelo ao sujeito. Indicava-se que a bola iria ser colocada num dos três orifícios superiores e pedia-se que a criança colocasse o copo imediatamente abaixo de um dos orifícios inferiores, de forma a apanhar a bola quando o experimentador a largasse. Esta última tarefa é denominada *Previsão* por Cummins-Sebree (2003).

Destaca-se que as tarefas foram apresentadas por esta ordem a todos os sujeitos. Descartou-se a necessidade de aleatorizar a ordem das tarefas, pois o estudo de Cummins-Sebree (2003) não encontrou efeitos significativos imputáveis à ordem das tarefas. Assim, a ordem não pode ser considerado um fator explicativo da variância dos dados. Escolheu-se esta ordem específica (*Reconhecimento -Produção -Previsão*), por um lado, com base nos pressupostos da teoria dos três processos, que sugerem um efeito facilitador quando a *Previsão* é precedida pela *Produção* (ainda que este efeito não tenha sido empiricamente confirmado). Por outro lado, pelo facto

das instruções do *Reconhecimento* serem mais fáceis de compreender. Ora, como não se realizaram ensaios de treino (pois a experiência já tinha 12 ensaios experimentais e com mais quatro ensaios de treino a situação experimental poderia torna-se demasiado longa, especialmente para a crianças mais pequenas), considerou-se adequado começar com o *Reconhecimento*, de forma ao sujeito se adaptar gradualmente às exigências das tarefas.

Foram dedicados quatro ensaios a cada tarefa. No primeiro ensaio estava apenas um tubo na estrutura, no segundo ensaio colocava-se um segundo tubo, no terceiro juntava-se o terceiro e último tubo, no quarto ensaio rodava-se a estrutura 180° invertendo completamente a orientação dos tubos (este ensaio permitiu excluir respostas com base na aprendizagem das ligações por observação dos ensaios anteriores). A colocação de tubos entre ensaios e a remoção de tubos entre tarefas era realizada na presença da criança.

Finalmente em Maio foi pedido a cada criança que construísse uma torre usando os 16 cubos coloridos do *kit* da SGS-II. Foi registado o número de cubos integrados na construção antes do desmoronamento da mesma. Eram dadas três tentativas, sendo registado apenas o número mais elevado. Este valor apresenta-se como uma medida objetiva da cognição espacial presente na construção com cubos. A presença da educadora não foi necessária durante estes momentos.

## Resultados

Nesta secção serão apresentados os resultados obtidos através de análises estatísticas com recurso ao *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS – versão 17). A exposição dos dados está organizada pelos objetivos anteriormente apresentados.

No entanto, antes de partir para as análises especificamente ligadas aos objetivos, é essencial identificar todos os *outliers* univariados e multivariados que poderão influenciar as análises multivariadas. Tabachnick e Fidell (2007) sugerem que se considere as variáveis com valores  $Z$  superiores a 3.29 como sendo *outliers* univariados, exceto se a amostra for muito grande. Utilizando este critério, apenas um sujeito apresentou um *outlier* nos resultados da subescala de Visão da SGS-II ( $Z = -5.01$ ). Considerando que a amostra tem uma dimensão reduzida e porque excluindo

o *outlier* os resultados na subescala de Visão da SGS-II não apresentam uma dispersão que diferencie os sujeitos ( $M=18.90$ ,  $DP=0.31$ ) com um valor mínimo de 18 e máximo de 19, escolheu-se excluir a variável relativa à visão, mantendo o sujeito na base de dados.

Para identificar os *outliers* multivariados, focar-se-á apenas uma medida da influência, o D de Cook, para as análises que se realizarão nos próximos passos. Não surgiram distâncias de Cook superiores a um, o que sugere que não existem *outliers* multivariados nesta amostra.

Com o objetivo de caracterizar a dispersão das diferentes variáveis apresentam-se as principais estatísticas descritivas no Quadro 1.

Quadro 1

*Estatísticas descritivas das principais variáveis do estudo*

	Mínimo	Máximo	M	DP
Reconhecimento	0	4	3.23	1.194
Produção	0	4	1.87	1.137
Previsão	0	4	1.70	1.291
Tarefa com tubos (total)	1	12	6.80	2.797
Construção de uma torre de cubos	3	13	8.70	2.292
Idade	25	49	35.83	7.168
Subescala Locomoção da SGS-II	10	18	14.20	1.808
Subescala Manipulação da SGS-II	11	24	18.27	2.982

#### A. Relação entre as diferentes tarefas com tubos

A análise da relação entre as diferentes tarefas com tubos assenta na exploração das correlações simples entre os resultados obtidos em cada tarefa. A análise apoia-se no coeficiente de correlação de Spearman (cf. Quadro 2), pois as variáveis comparadas não seguem distribuições normais, facto que os respetivos testes confirmam (*Reconhecimento* –  $K-S_{(30)}=.373$ ,

$p < .001$ ; *Produção* -  $K-S_{(30)} = .180$ ,  $p = .014$ ; *Previsão* -  $K-S_{(30)} = .273$ ,  $p < .001$ ), inviabilizando o recurso ao coeficiente  $r$  de Pearson.

O *Reconhecimento* está moderadamente<sup>3</sup> correlacionado com a tarefa de *Produção* ( $r_s = .415$ ,  $p = .023$ ), mas não está correlacionada com a tarefa de *Previsão* ( $r_s = -.015$ ,  $p = .937$ ). Por sua vez, a correlação entre a tarefa de *Previsão* e a tarefa de *Produção* é elevada e significativa a  $.01$  ( $r_s = .659$ ,  $p < .001$ ).

É ainda importante explorar qual o contributo de cada tarefa para o total de todas as tarefas com tubos. Apesar dos totais nas tarefas com tubos respeitarem uma distribuição normal ( $K-S_{(30)} = .138$ ,  $p = .149$ ), recorreu-se novamente ao coeficiente de Spearman (cf. Quadro 2). Tal como seria de esperar, todas as tarefas estão altamente correlacionadas com os resultados totais, sendo que dos acertos totais nas tarefas com tubos, 36% da variância é predita pelos resultados obtidos no *Reconhecimento* ( $r_s = .600$ ,  $p < .001$ ), 84.6% é predita pelos acertos na *Produção* ( $r_s = .920$ ,  $p < .001$ ) e aproximadamente 49.4% pelos desempenhos na *Previsão* ( $r_s = .703$ ,  $p < .001$ ).

Quadro 2

*Correlações de Spearman entre as diferentes tarefas com cubos e o total*

	<i>Acertos na tarefa de Reconhecimento</i>	<i>Acertos na tarefa de Produção</i>	<i>Acertos na tarefa de Previsão</i>
Acertos na tarefa de Produção	.415*		
Acertos na tarefa de Previsão	-.015	.659**	
Total de acertos nas tarefas com tubos	.600**	.920**	.703**

\*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$

## B. Fatores que influenciam o desempenho em cada tarefa de cognição espacial

À semelhança do referido no enquadramento teórico, não seria possível fazer uma exploração exaustiva dos fatores que influenciam o desempenho em tarefas de cognição espacial. Por isso, apenas será analisada

<sup>3</sup> Segundo Cohen (1988) a magnitude da correlação pode ser classificada de pequena para valores desde  $.10$ , média para  $.30$  e elevada quando a correlação é de  $.50$  ou superior.

a influência da idade, das competências de motricidade fina e das competências de motricidade grossa. Escolheu-se enfatizar as competências ligadas à ação pela sua importância nas teorias do desenvolvimento da cognição espacial. Por outro lado, um dos fatores que Hood (1995) aponta como mais explicativo das diferenças entre as duas tarefas é a influência da motricidade na performance.

Para excluir efeitos de singularidade, retirou-se dos resultados na subescala de Manipulação da SGS-II os valores referentes à construção de uma torre de cubos. Para a multicolinearidade utilizou-se o critério apresentado por El-Habil e Almgari (2011) e por El-Denery e Rashwan (2011), segundo o qual, apenas existe multicolinearidade quando o valor de “*Variance Inflation Factor*” (VIF) é superior a 10. Segundo este critério, as variáveis em estudo não apresentam multicolinearidade (cf. Quadro 3).

Da análise dos gráficos de dispersão entre os diferentes pares de variáveis que serão explorados, parece que a linearidade está assegurada. No entanto, “assessing linearity through bivariate scatterplots is reminiscent of reading tea leaves, especially with small samples” (Tabachnick & Fidell, 2007, p.84). Através dos mesmos gráficos procurou-se analisar a homocedasticidade. Na maioria dos gráficos este pressuposto aparenta estar cumprido, sendo que, no cruzamento de algumas tarefas com tubos com outras variáveis independentes (e.g., a idade), a dispersão não era esclarecedora. Contudo, a heteroscedasticidade ou mesmo a não linearidade não invalidam a análise da regressão múltipla, apenas diminuem a robustez do processo.

Observando os gráficos de dispersão dos resíduos, seguindo as diretrizes propostas por Tabachnick e Fidell (2007), o pressuposto da normalidade dos resíduos parece cumprido para as regressões múltiplas que se apresentam de seguida, ainda que o gráfico da dispersão dos resíduos para a tarefa de *Reconhecimento* deixe algumas dúvidas (cf. Anexo 1).

Realizou-se o método *backward elimination* com a idade, resultados nas subescalas Locomoção e Manipulação da SGS-II, separadamente, como preditores para cada tarefa espacial (cf. Quadro 3). Cohen (2008) afirma que a *backward elimination* se apresenta como um bom método de análise com três preditores, mas que o aumento do número de preditores, também aumenta os riscos deste método estatístico. Por outro lado, o autor alerta que em amostras pequenas uma *stepwise regression* pode falhar na eliminação de

preditores do modelo, cuja influência perde significância com a entrada de outras variáveis na equação de regressão, obtendo por isso resultados semelhantes a uma análise *forward*. Com base nestas informações, optou-se por realizar uma *backward elimination para cada tarefa espacial*.

Na primeira análise a construção de torres com cubos foi introduzida como variável dependente no modelo. As três variáveis independentes analisadas revelaram ser preditoras do desempenho na construção de torres com cubos (cf. Quadro 3). Este modelo mostrou-se estatisticamente significativo,  $F(3)= 19.435$ ,  $p<.001$ , e explicativo de 69.2% da variância dos desempenhos nesta tarefa para esta amostra.

Seguiu-se com a análise das variáveis preditoras da realização na tarefa de *Reconhecimento*. Neste modelo apenas os resultados na subescala de Manipulação da SGS-II, excluídos os valores atribuídos pela construção de uma torre de cubos se revelaram como melhor preditor (cf. Quadro 3). Este modelo mostrou-se estatisticamente significativo,  $F(1)= 12.984$ ,  $p= .001$ , e explicativo de 31.7% da variância dos desempenhos nesta tarefa para esta amostra.

Quando os desempenhos na tarefa de *Produção* foram introduzidos como variável do modelo, a idade destacou-se como melhor preditor (cf. Quadro 3). Este modelo mostrou-se estatisticamente significativo,  $F(1)= 41.214$ ,  $p<.001$ , e explicativo de 59.5% da variância dos desempenhos nesta tarefa para esta amostra.

A idade voltou a ser o melhor preditor, no modelo de regressão dos desempenhos na tarefa de *Previsão* (cf. Quadro 3). Este modelo mostrou-se estatisticamente significativo,  $F(1)= 12.14$ ,  $p= .005$ , e explicativo de 25.1% da variância dos desempenhos nesta tarefa para esta amostra.

Finalmente, para os resultados em todas as tarefas com tubos, o modelo mais robusto na explicação revela a idade como melhor preditor do desempenho (cf. Quadro 3). Este modelo mostrou-se estatisticamente significativo,  $F(1)= 39.194$ ,  $p<.001$ , e explicativo de 58.3% da variância dos desempenhos nesta tarefa para esta amostra.

Quadro 3

*Variáveis preditoras nas tarefas de cognição espacial (backward elimination)*

<b>Construção de torres com cubos</b>	<b>B</b>	<b>EP</b>	<b><math>\beta</math></b>	<b>p</b>	<b>sr<sup>2</sup></b>	<b>VIF</b>
<b>Idade</b>	-.177	.079	-.555	.035	.06	5.213
<b>Subescala Locomoção da SGS-II</b>	.479	.196	.378	.021	.07	2.011
<b>Subescala Manipulação da SGS-II</b>	.767	.193	.998	.000	.19	5.308
<b>Construção de torres com cubos: R<sup>2</sup>= .692</b>						
<b>Reconhecimento</b>	<b>B</b>	<b>EP</b>	<b><math>\beta</math></b>	<b>p</b>	<b>sr<sup>2</sup></b>	<b>VIF</b>
<b>Subescala Manipulação da SGS-II</b>	.225	.063	.563	.001	.32	1.000
<b>Reconhecimento: R<sup>2</sup>= .317</b>						
<b>Produção</b>	<b>B</b>	<b>EP</b>	<b><math>\beta</math></b>	<b>p</b>	<b>sr<sup>2</sup></b>	<b>VIF</b>
<b>Idade</b>	.122	.019	.772	.000	.60	1.000
<b>Produção: R<sup>2</sup>= .595</b>						
<b>Previsão</b>	<b>B</b>	<b>EP</b>	<b><math>\beta</math></b>	<b>p</b>	<b>sr<sup>2</sup></b>	<b>VIF</b>
<b>Idade</b>	.090	.029	.501	.005	.25	1.000
<b>Previsão: R<sup>2</sup>= .251</b>						
<b>Tarefa com tubos (total)</b>	<b>B</b>	<b>EP</b>	<b><math>\beta</math></b>	<b>p</b>	<b>sr<sup>2</sup></b>	<b>VIF</b>
<b>Idade</b>	.298	.048	.764	.000	.58	1.000
<b>Tarefa com tubos (total): R<sup>2</sup>= .583</b>						

### C. Relação entre os dois métodos de investigação da cognição espacial

Finalmente analisou-se a relação entre a construção de torres com cubos e as tarefas com tubos. Considerando que os modelos de regressão de cada uma das tarefas e do total apresentaram preditores diferentes na explicação da variância ou pesos da sua influência na performance na tarefa diferenciados, optou-se por realizar a análise com cada tarefa separadamente, bem como com o total dos acertos nas tarefas com tubos.

Também com base nesses modelos, se definiu que se controlaria o efeito da idade, dos resultados na subescala Locomoção e da subescala Manipulação da SGS-II, pois todas as variáveis têm influência na construção de torres com cubos.

Nesta exploração apenas surgiram duas correlações significativas (cf. Quadro 4), foram elas, as correlações entre: a construção de torres com cubos e a tarefa de *Produção* ( $r = .420$ ,  $p = .029$ ) e a construção de torres com cubos e o total de acertos nas tarefas com tubos ( $r = .432$ ,  $p = .024$ ).

Quadro 4

*Correlações entre as tarefas de cognição espacial em estudo controlando o efeito de outras variáveis*

	Construção de torres com cubos
Reconhecimento	.199
Produção	<b>.420*</b>
Previsão	.248
Tarefa com tubos (total)	<b>.432*</b>

*Nota.* As variáveis cujo efeito na correlação foi controlado foram as seguintes: Idade, Resultados na subescala Locomoção da SGS-II e os Resultados na subescala Manipulação (excluindo os valores relativos a construção de uma torres de cubos).

\*  $p < .05$

## Discussão

Antes de iniciar a discussão dos resultados, importa enumerar algumas limitações deste estudo que influenciam a interpretação dos resultados. Em primeiro lugar, a reduzida dimensão da amostra fragiliza os processos estatísticos usados. Cohen (2008) refere que para a análise de correlações simples, 30 a 40 sujeitos representa o mínimo necessário, na maioria das situações, para fazer uma análise precisa. No entanto, quando se recorre à regressão múltipla, o autor discorda que dez sujeitos por cada preditor sejam suficientes (especialmente quando se usam menos de cinco preditores), defendendo o uso de pelo menos 30 a 40 sujeitos por preditor, pois com amostras pequenas há um maior risco das análises não captarem significância, mesmo para variáveis moderadamente correlacionadas. Por outro lado, a amostra não é representativa da população, sendo que algumas variáveis são constantes em toda a amostra (e.g., nível socioeconómico, área de residência).

Refletindo sobre os procedimentos, encontram-se algumas lacunas no processo. A ordem das avaliações deveria ser contrabalanceada e a sequência de colocação dos tubos aleatorizada para cada sujeito. Estes procedimentos foram incluídos no planeamento inicial da investigação, contudo questões práticas não permitiram seguir a estruturação ideal. O contrabalanceamento não era possível, a ordem das experiências assentou nas disponibilidades dos participantes (crianças e educadoras), respeitando sempre as dinâmicas da instituição. Quanto à aleatorização, foi ponderado o impacto deste método na prática tendo em conta as características da estrutura experimental (e.g. tempo necessário à remoção/colocação de cada tubo). Minimizando as quebras no envolvimento da criança na tarefa, inerentes à remoção e recolocação de tubos na estrutura, apenas duas disposições de tubos eram possíveis (disposição apresentada na Figura 2, secção Instrumentos/Materiais), sendo que uma é a disposição em espelho e era usada no ensaio em que se rodava a estrutura 180°.

Posto isto, considerando as particularidades da amostra e dos procedimentos, este estudo tem um carácter puramente exploratório e qualquer tentativa de generalização dos resultados deve ser feita com muitas reservas.

Assim, tendo em conta o carácter exploratório e preliminar deste estudo e das limitações já identificadas, segue-se a discussão dos resultados. Esta

parte está organizada pelos principais objetivos, tendo sido acrescentado um quarto tópico relativo a dados informais qualitativos relevantes na comparação dos métodos de investigação da cognição espacial.

#### A. Relação entre as diferentes tarefas com tubos

A análise da correlação simples entre as três tarefas espaciais com tubos tem duas implicações. Em termos práticos permitiu compreender se as análises posteriores deveriam incidir no total dos resultados das três tarefas com tubos, como um todo, ou se as diferenças justificavam uma análise com os resultados de cada tarefa separadamente. Tendo em conta o carácter exploratório e porque surgiram algumas correlações menos fortes, optou-se pela análise dos totais e de cada tarefa separadamente em todos os passos da análise estatística.

De uma perspetiva mais teórica, é possível por à prova a correspondência entre os processos de raciocínio espacial apresentados por Cummins-Sebree (2003) e as tarefas com tubos. Para que esta correspondência se verifique, espera-se uma correlação moderada entre as diferentes tarefas que indique que cada uma avalia um processo distinto incluído no raciocínio espacial. Uma correlação demasiado forte sugere que ambas as tarefas serão redundantes, que medem o mesmo construto. Por sua vez, uma correlação fraca afasta a possibilidade das tarefas avaliarem processos integrados no mesmo construto (e.g. cognição espacial). Cohen (2008) refere que correlações bastante superiores a 0.05 implicam que as duas variáveis medem o mesmo construto. Por outro lado, também se espera que as correlações entre as diferentes tarefas com tubos sejam inferiores às correlações dessas variáveis com o total.

Os dados que apoiam um ajustamento do modelo dos três processos parcialmente dependentes do raciocínio espacial às três tarefas são os seguintes: a correlação significativa moderada entre o *Reconhecimento* e a *Produção* ( $r_s = .415$ ,  $p = .023$ ), a correlação significativa um pouco superior a .05 entre a *Produção* e a *Previsão* ( $r_s = .659$ ,  $p < .001$ ) e o facto de cada variável estar mais correlacionada com o total do que com qualquer outra tarefa espacial (cf. Quadro 2, secção Resultados).

Por outro lado, a correlação entre o *Reconhecimento* e a *Previsão* ( $r_s = -.015$ ,  $p = .937$ ), não parecem integrar o modelo proposto por Cummins-Sebree (2003). Este distanciamento entre as duas tarefas poderá ser o reflexo

das discrepâncias de dificuldade entre tarefas. A *Previsão* é uma tarefa muito mais difícil que o *Reconhecimento*, o que pode ser comprovado pela grande diferença entre as médias de cada tarefa (cf. Quadro 1, secção Resultados). Para além disso, o sucesso na tarefa de *Previsão* sustenta-se em capacidades de planificação e de abstração mais desenvolvidas. Em certa medida, poderá supor-se que será o impacto destas competências que distanciam a *Previsão* do *Reconhecimento* (e que eventualmente explicaram uma parte da forte correlação entre a *Produção* e a *Previsão*, pois na *Produção* também são exigidas competências de planificação e abstração). Seria interessante em próximos estudos averiguar as correlações entre estas tarefas controlando o efeito das competências de planificação.

Ainda assim, numa perspetiva mais ampla, o modelo dos três processos parece ajustar-se parcialmente às três tarefas espaciais.

#### **B. Fatores que influenciam o desempenho em cada tarefa de cognição espacial**

Antes de começar a análise dos dados, considerou-se integrar as competências visuais avaliadas pela subescala Visão da SGS-II nas regressões múltiplas. Porém pelos motivos apresentados na secção dos Resultados, excluiu-se essa variável da base de dados. Apesar de não se ter usado esta variável nos modelos de regressão, a avaliação das competências visuais foi fundamental para assegurar que todas as crianças possuíam as competências esperadas para a sua idade.

A variável idade foi incluída na análise, como representante das evoluções (físicas ou cognitivas) ligadas à maturação (direta ou indiretamente) e para garantir alguma diversidade nas variáveis predictoras. A idade revelou ser o melhor preditor na grande maioria dos casos (cf. Quadro 3, secção Resultados). Analisando os pesos *beta* que esta variável apresenta nos diferentes modelos, destaca-se o sinal de  $-.177$  no modelo explicativo do desempenho na construção de torres, que indica que a correlação semipartial é negativa. O sentido desta relação não tem enquadramento teórico que a sustente. Provavelmente este valor resulta da reduzida dimensão da amostra, sendo uma relação accidental que dificilmente se repetirá noutra amostra.

Por outro lado, a idade não é o preditor mais forte do número de cubos que a criança consegue incluir na construção de uma torre, antes que esta desmoroze (apenas 6% da variância nesta tarefa se deve exclusivamente à idade). Os resultados na subescala Locomoção também surgiram como

preditores, explicando exclusivamente 7% da variância na construção de torres de cubos. Tal como seria de esperar, a motricidade fina destaca-se como o preditor mais forte do desempenho na construção de torres, sendo congruente com a perspectiva de que as construções com cubos são tarefas com uma grande influência da motricidade fina na resposta (Hood, 1995).

No entanto, a interpretação desta correlação poderá não ser tão linear. Sobretudo, se considerarmos que apesar do sucesso no *Reconhecimento* não depender da precisão da resposta motora, o resultado na subescala de Manipulação da SGS-II emergiu na regressão como único preditor significativo, explicativo de aproximadamente 32% da variância desta tarefa espacial.

Uma hipótese teórica para explicar a correlação baseia-se na integração das teorias apresentadas no enquadramento. Da perspectiva construtivista sabemos que a ação é crucial para o desenvolvimento do raciocínio espacial, especialmente a manipulação dos objetos que permite a construção da noção de objeto e o desenvolvimento das relações estabelecidas no espaço. Numa perspectiva ecológica, as competências de motricidade fina estarão associadas à capacidade de manipular os objetos de formas novas, o que permite reconhecer novas *affordances* nesses mesmos objetos. Ainda que esta seja uma inferência teórica válida, os dados do presente estudo não são suficientes para sustentar esta hipótese. Somente um estudo mais aprofundado poderia revelar a validade desta suposição.

Apenas a idade se manteve enquanto preditor significativo das tarefas de *Previsão*, de *Produção* e dos totais nas tarefas com tubos, com 25%, 60% e 58% das variâncias explicada exclusivamente pela idade, respetivamente.

As semelhanças entre a quantidade da variância explicada pela idade na *Produção* e no total era expectável, considerando que 84.6% da variância dos totais é explicada pela variância na *Produção*.

### **C. Relação entre os dois métodos de investigação da cognição espacial**

Das diversas análises (cf. Quadro 4, secção Resultados), apenas a *Produção* alcançou uma correlação moderada significativa com os desempenhos na construção de torres de cubos (sendo que a correlação alcançada entre a construção com cubos e o total nas experiências é explicada pela elevada correlação entre a tarefa de *Produção* e o total). Com uma correlação de 0.42 significativa a 0.05, podemos afirmar que os

construtos avaliados estão relacionados, mas não serão o mesmo. Segue-se a apresentação de duas hipóteses possíveis para explicar que apenas a *Produção* de entre as tarefas com tubos, tenha alcançado correlações significativas com a construção de torres.

Recorrendo à taxonomia dos tipos de representações espaciais envolvidos na resolução de tarefas/problemas espaciais de Liben (1981), pode considerar-se que as correlações refletem a correspondência ou discrepância das representações espaciais mais relevantes para o sucesso em cada tarefa. Nesta perspectiva, as três representações espaciais integram o processo de resolução de problemas, mas a importância relativa de cada varia com a tarefa. Por exemplo, para construir uma torre de cubos, o sujeito deve possuir noções inconscientes de equilíbrio (armazenamento espacial), deve organizar os cubos mentalmente e planejar como colocar o próximo cubo ou como ajustar os cubos para melhorar o equilíbrio da estrutura (pensamento espacial), mas o sucesso nesta tarefa depende fortemente da externalização precisa destes pensamento e representações (produto espacial), ou seja, pode considerar-se que o produto espacial tem o maior peso no resultado final.

Neste sentido, a *Produção* será a tarefa com tubos que atribui maior peso ao produto espacial, sem negar a importância das restantes representações espaciais, mas apenas nesta tarefa é a ação da criança que determina o resultado final.

Esta hipótese também consegue explicar a ausência de correlações com o *Reconhecimento*, pois nesta tarefa o maior peso está claramente nas representações mais internas, sendo que a única externalização é apontar para a caixa que contém a bola. A escolha do armazenamento ou do pensamento espacial como fator mais relevante do resultado na tarefa assenta unicamente no grau de consciência atribuído ao processo de reconhecimento da *affordance* do tubo.

Porém, esta hipótese não é tão resistente quando se considera a ausência de correlação com a tarefa de *Previsão*. Nesta tarefa, a ação do sujeito (“apanhar” a bola com o copo) é determinante do sucesso. Parecendo que também nesta tarefa, o peso do produto espacial no resultado final.

A segunda hipótese baseia-se no modelo dos três processos do raciocínio espacial de Cummins-Sebree (2003). Tentando enquadrar a construção de torres de cubos num desses processos, a *Produção* parece ser

o mais adequado. Na *Produção* o indivíduo recorre a um comportamento motor para resolver um problema espacial, procurando ajustar esta atividade às *affordance* que condicionam o evento. Esta definição seria perfeitamente adequada para descrever o processo de construção de uma torre de cubos.

Estas duas hipóteses são convergentes, considerando que a ênfase é colocada na relevância da atividade espacial do sujeito.

#### **D. Dados qualitativos informais relevantes na comparação dos métodos de investigação da cognição espacial**

Os vários momentos experimentais permitiram recolher alguns dados informais que podem ser relevantes na comparação dos métodos de investigação da cognição espacial.

Considerando as experiências com tubos e a construções de torres com cubos, o argumento apresentado por Hood (1995) de que a motricidade afeta a realização ou o comportamento espacial, pode ser traduzido numa diferença de “fatores de carga” (*load factors*) envolvidos nas tarefas. Newcombe (1981) alerta para a dificuldade de reduzir estes fatores. Objetivamente, se as experiências dos tubos diminuem o envolvimento motor na tarefa (retirando o peso de um fator), por outro lado as instruções verbais necessárias para que a criança compreenda a finalidade da atividade são mais complexas (o que poderá constituir um fator de carga adicional).

Nos casos observados esta diferença torna-se especialmente relevante com crianças mais pequenas. A tarefa de construção de uma torre de cubos apresenta muitas semelhanças com os materiais e atividades diárias de um jardim-de-infância. A familiaridade com a tarefa torna a adesão inicial mais fácil. A maioria das crianças começa a construir uma torre com os cubos espontaneamente, sem serem necessárias instruções específicas (ainda assim o experimentador reforçava a ideia de construir a torre o mais alto possível).

A experiência com tubos difere das atividades habituais de jardim-de-infância. A criança ficava mais dependente das instruções para compreender o objetivo da tarefa. Para além disso, com a introdução de cada variância da tarefa, as instruções tornavam-se mais complexas pelo aumento de abstração da própria tarefa. Aparentemente, a ordem das tarefas (*Reconhecimento - Produção - Previsão*) ajudava as crianças a ambientar-se à tarefa.

## Conclusão

O presente trabalho pretendeu colaborar na compreensão de dois métodos de investigação da cognição espacial em crianças dos dois aos quatro anos. Focou-se nas principais semelhanças e diferenças entre tarefas espaciais, procurando dar pistas para futuras investigações e eventualmente contribuir para o uso eficaz e rigoroso dos métodos de investigação.

Ainda que este estudo tenha um carácter exploratório, é possível retirar algumas conclusões. Os resultados apontam para um ajustamento parcial entre o modelo dos três processos parcialmente dependentes do raciocínio espacial apresentados por Cummins-Sebree (2003) e as tarefas com tubos. No entanto, parece mais informativo utilizar os resultados de cada tarefa separadamente do que o total dessas mesmas experiências. Para além disso, com base nos dados informais, a ordem (*Reconhecimento – Produção – Previsão*) apresenta-se como facilitadora do envolvimento da criança na tarefa.

Quando se analisou a influência de alguns fatores nas tarefas espaciais em estudo, a idade destacou-se frequentemente como um preditor fiável. Curiosamente, a motricidade fina emergiu como preditor único na tarefa de *Reconhecimento*. A exploração desta relação em futuros estudos seria importante. Por um lado, para assegurar que esta relação não é específica desta amostra. Por outro, a compreensão do fenómeno que explica esta relação poderia fornecer informações importantes para a compreensão do desenvolvimento da cognição espacial. Também seria relevante analisar os modelos de regressão de cada tarefa com mais algumas variáveis (tais como o nível socioeconómico).

Finalmente, destaca-se a correlação encontrada entre a construção de torres de cubos com a tarefa de *Produção*, que sugere que ambas as tarefas avaliam construtos semelhantes. Na busca de uma explicação para esta relação privilegiada, a singularidade específica das duas tarefas parece ser a ação no espaço. Tendo em conta os resultados, a inclusão da tarefa de construção de torres com cubos no modelo dos três processos parcialmente dependentes do raciocínio espacial apresentados por Cummins-Sebree (2003) parece bastante vantajoso, pois permite organizar os métodos de investigação num modelo teórico único, que levaria a um uso mais eficaz de cada tarefa.

Considerando que teoricamente a ação é entendida como essencial ao desenvolvimento da cognição espacial e que a atividade espacial surge associada às tarefas, mesmo quando se tenta minimizar o seu efeito (e.g., a motricidade fina como preditora do *Reconhecimento*), terá sentido considerar a motricidade um fator de carga? Será que encontrar uma tarefa espacial “livre” do impacto da motricidade é relevante? Ou possível?

Para se poder responder a questões desta natureza, é essencial uma compreensão dos métodos de investigação a usar. Espera-se que este trabalho contribua significativamente para uma compreensão mais aprofundada dos métodos de investigação da cognição espacial em idades precoces. Por sua vez, esta compreensão terá, necessariamente, implicações em termos de intervenção psicopedagógica, designadamente, ao nível das orientações para os planos educativos em idades pré-escolares.

### Referências bibliográficas

- Acredolo, L. P. (1981). Small- and large-scale spatial concepts in infancy and childhood. In L. S. Liben, A. H. Patterson & N. Newcombe (Ed.). *Spatial representation and behavior across the life span* (pp.63-81). New York: Academic Press.
- Adams, P. K., & Nesmith, J. (1996). Blockbusters: Ideas for the block center. *Early Childhood Education Journal*, 24 (2), 87-92.
- Bascandziev, I., & Harris, P. (2010). The role of testimony in young children's solution of a gravity-driven invisible displacement task. *Cognitive Development*, 25, 233-246.
- Bellman, M., Lingam, S., & Aukett, A. (1996). *SGS-II - Escala de Avaliação das Competências no Desenvolvimento Infantil* (2ª ed.). Lisboa: CEGOC.
- Caldera, Y. M., Culp, A. M., O'Brien, M., Truglio, R. T., Alvarez, M. & Huston, A. C. (1999). Children's play preferences, construction play with blocks, and visual-spatial skills: Are they related?. *International Journal of Behavioral Development*, 23 (4), 855-872.

- Chen, Y., Keen, R., Rosander, K. & Hofsten, C. (2010). Movement planning reflects skill level and age changes in toddlers. *Child Development*, 81 (6), 1846-1858. Doi:10.1111/j.1467-8624.2010.01514.x.
- Cohen, B. (2008). *Explaining psychological statistics* (3rd ed.). Hoboken, NJ: Wiley.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, N.J : Lawrence Erlbaum Associates.
- Cohen, L. & Uhury, J. (2007). Young children's discourse strategies during block play: A bakhtinian approach. *Journal of Research in Childhood Education*, 21(3), 302-315.
- Cummins-Sebree, S. E. (2003). *Development of spatial reasoning in young children*. (PHD Thesis). Athens: University Georgia
- El-Denery, M. & Rashwan, N. I. (2011). Solving multicollinearity problem using ridge regression models. *International Journal Of Contemporary Mathematical Sciences*, 6 (12), 585-600.
- El-Habil, A. M. & Almghari, K. (2011). Remedy of multicollinearity using Ridge regression. *Journal of Al Azhar University-Gaza (Natural Sciences)*, 13, 119-134.
- Garlikov, P. M. (1993). *Block play in kindergarten: A naturalistic study*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Atlanta, Georgia.
- Gibson, E. J. & Pick, A. D. (2000). *An ecological approach to perceptual learning and development*. New York: Oxford University Press, Inc.
- Griffiths, R. (2006). *Escala de Desenvolvimento Mental de Griffiths (2-8 anos)*. Lisboa: CEGOC.

- Harris, L. J. (1981). Sex-related variations in spatial skill. In L. S. Liben, A. H. Patterson & N. Newcombe (Ed.). *Spatial representation and behavior across the life span* (pp.83-125). New York: Academic Press.
- Hood, B. (1995). Gravity Rules for 2- to 4-Years Olds?. *Cognitive Development, 10*, 577-598.
- Joh, A., Jaswal, V. & Keen, R. (2011). Imagining a way out of the gravity bias: preschoolers can visualize the solution to a spatial problem. *Child Development, 82*(3), 744-750.
- Liben, L. S. (1981). Spatial representation and behavior: Multiple perspectives. In L. S. Liben, A. H. Patterson & N. Newcombe (Ed.). *Spatial representation and behavior across the life span* (pp.03-36). New York: Academic Press.
- Nes, F. V. & Eerde, D. V. (2010). Spatial structuring and the development of number sense: A case study of young children working with blocks. *Journal of Mathematical Behavior, 29*, 145–159.
- Newcombe, N. (1981). Spatial representation and behavior: Retrospect and prospect. In L. S. Liben, A. H. Patterson & N. Newcombe (Ed.). *Spatial representation and behavior across the life span* (pp.83-125). New York: Academic Press.
- Newcombe, N. (1985). Methods for the Study of Spatial Cognition. In R. Cohen (Ed.). *The Development of Spatial Cognition* (pp.277-300). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers.
- Norman, J. (2002). Two visual systems and two theories of perception: An attempt to reconcile the constructivist and ecological approaches. *Behavioral and Brain Sciences, 25*, 75-144.

- Piaget, J. & Inhelder, B. (1977). *La représentation de l'espace chez l'enfant* (3rd ed.). Neuchatel : Délachaux et Niestlé.
- Piaget, J. (1973). *La construction du réel chez l'enfant* (6th ed.). Neuchatel : Délachaux et Niestlé.
- Pick, H. L. & Lockman, J. J. (1981). From frames of Reference to Spatial Representations. In L. S. Liben, A. H. Patterson & N. Newcombe (Ed.). *Spatial representation and behavior across the life span* (pp.39-61). New York: Academic Press.
- Sarama, J. & Clements, D. H. (2004). Building blocks for early childhood mathematics. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 181-189. Doi:10.1016/j.ecresq.2004.01.014.
- Seabra-Santos, M. J. (2005). Avaliação dinâmica com provas de Wechsler. *Revista Portuguesa de Pedagogia*, 39 (3), 369 - 389.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics* (5<sup>th</sup> ed.). Boston: Pearson Education, Inc.

### Anexo 1. Gráficos de dispersão dos resíduos

Seguem-se os gráficos de dispersão dos resíduos usados para analisar o pressuposto da normalidade dos resíduos. Estes gráficos foram obtidos no SPSS com as *backward elimination*. As variáveis dependentes introduzidas na análise foram sempre a idade, as competências locomotoras e as competências de manipulação. Portanto, os gráficos diferem na variável dependente.

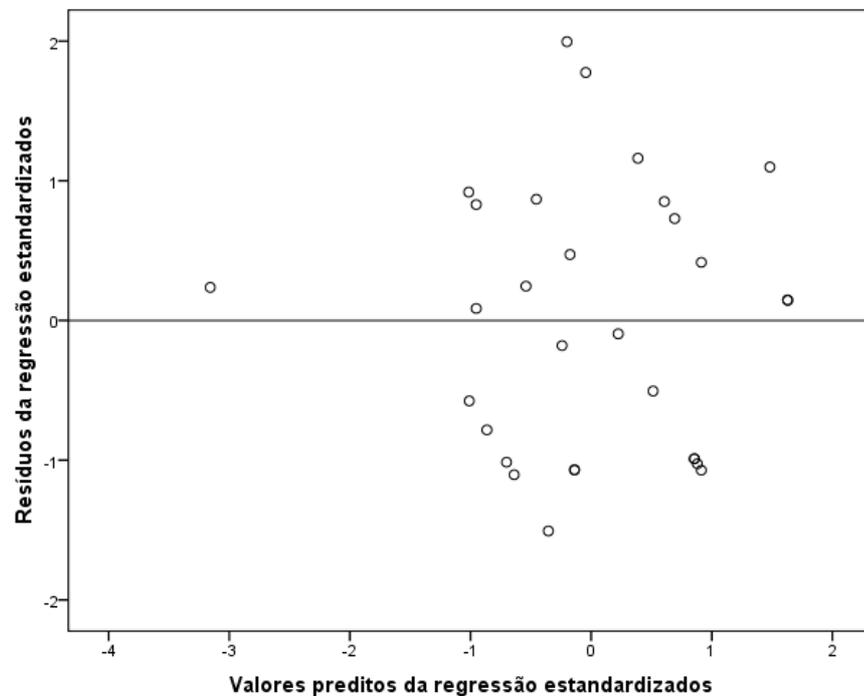


Figura 3. Gráfico de dispersão dos resíduos para o número de cubos incluídos na construção de uma torre como variável dependente.

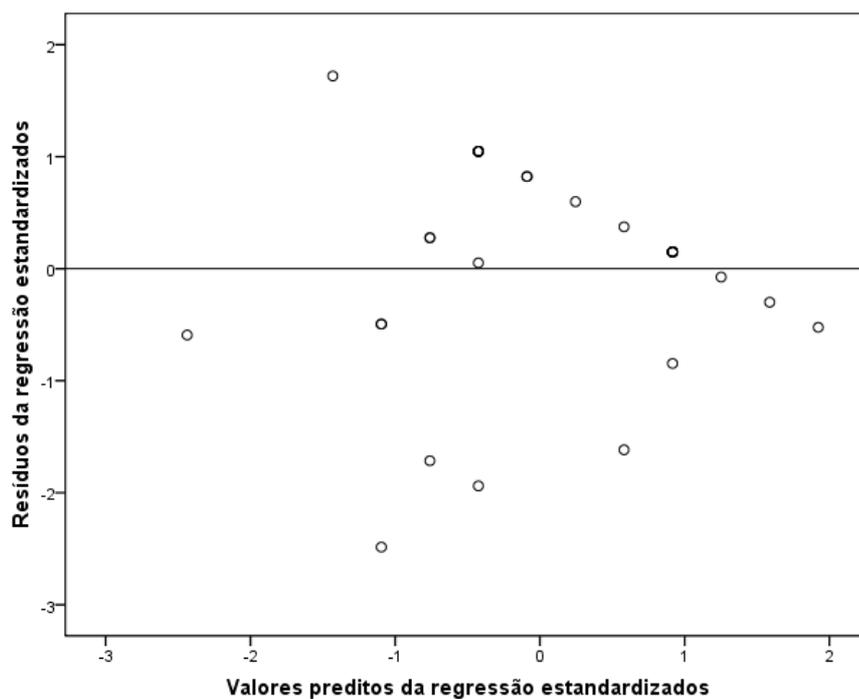


Figura 4. Gráfico de dispersão dos resíduos para os acertos na tarefa de *Reconhecimento* como variável dependente.

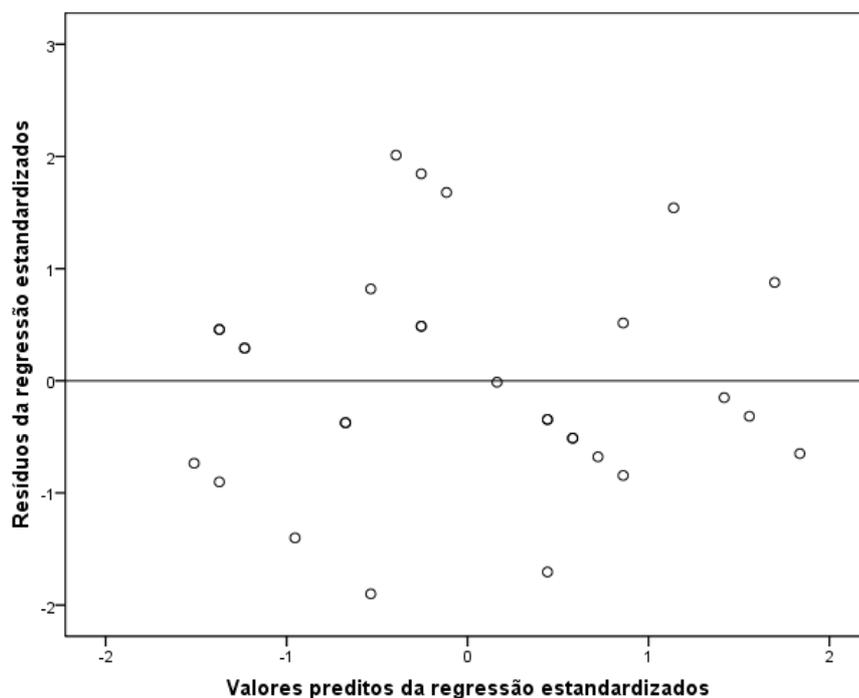


Figura 5. Gráfico de dispersão dos resíduos para os acertos na tarefa de *Produção* como variável dependente.

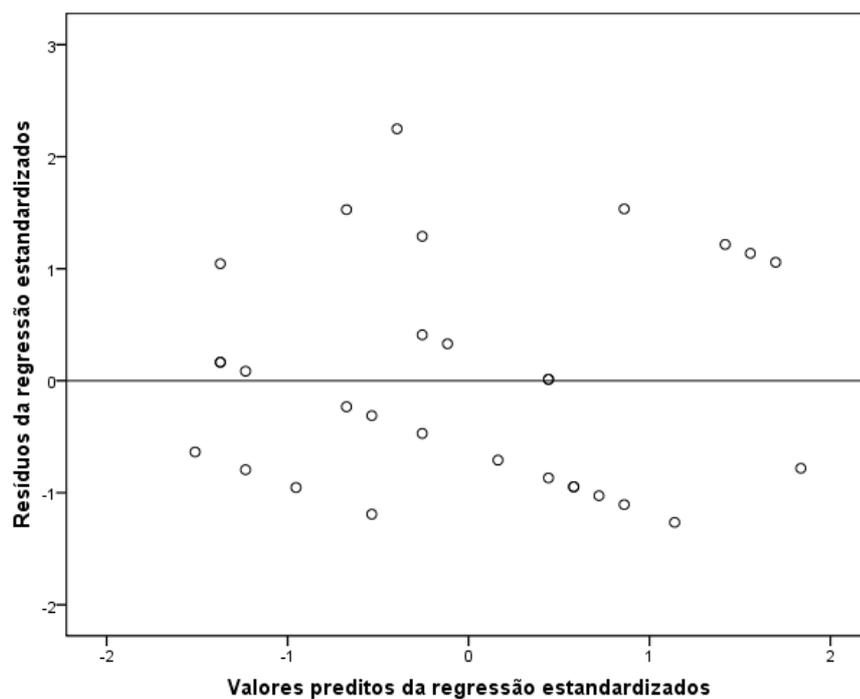


Figura 6. Gráfico de dispersão dos resíduos para os acertos na tarefa de *Previsão* como variável dependente.

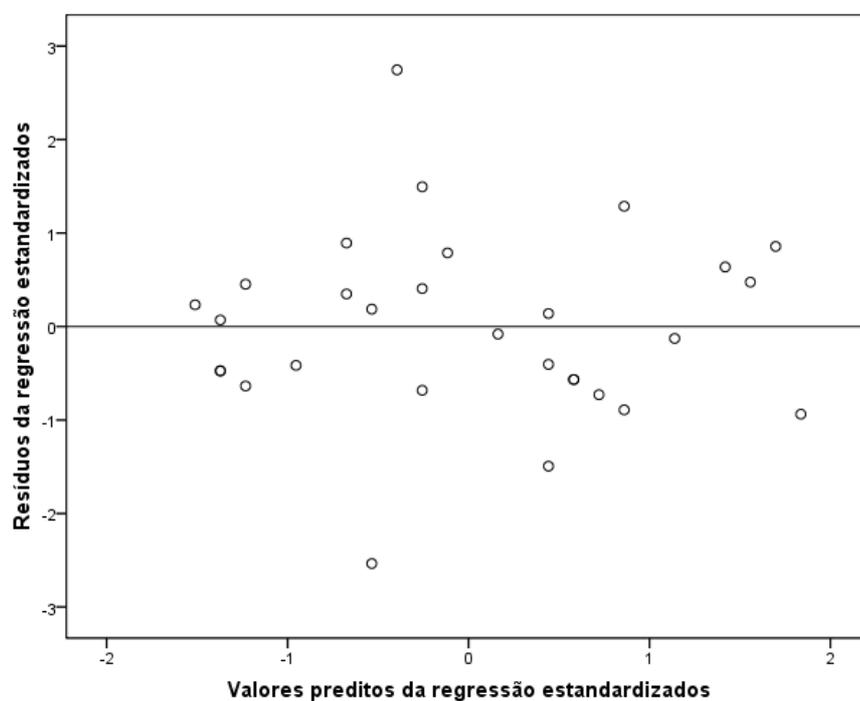


Figura 7. Gráfico de dispersão dos resíduos para o total de acertos na tarefa com tubos como variável dependente.