

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

**CONTRIBUIÇÃO DA EXPERIÊNCIA PERCEPTO-MOTORA PARA O
DESEMPENHO DE HABILIDADES MANUAIS EM LACTENTES,
CRIANÇAS E JOVENS COM INCAPACIDADES.**

Ana Carolina de Campos

Orientadora: Profa. Dra. Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha

São Carlos

2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

**CONTRIBUIÇÃO DA EXPERIÊNCIA PERCEPTO-MOTORA PARA O
DESEMPENHO DE HABILIDADES MANUAIS EM LACTENTES,
CRIANÇAS E JOVENS COM INCAPACIDADES.**

Ana Carolina de Campos

Orientadora: Profa. Dra. Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Fisioterapia, área de concentração: Processos de Avaliação e Intervenção em Fisioterapia.

São Carlos

2012

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

C198ce

Campos, Ana Carolina de.

Contribuição da experiência percepto-motora para o desempenho de habilidades manuais em lactentes, crianças e jovens com incapacidades / Ana Carolina de Campos. -- São Carlos : UFSCar, 2013.
203 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2012.

1. Fisioterapia. 2. Capacidade motora. 3. Down, Síndrome de. 4. Hemiplegia. 5. Distonia. 6. Alcance manual. I. Título.

CDD: 615.82 (20^a)

FOLHA DE APROVAÇÃO

Membros da banca examinadora para defesa de Tese de Doutorado de Ana Carolina de Campos apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, em 17 de dezembro de 2012.

Banca Examinadora:



Prof. Dra. Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha
(UFSCar)



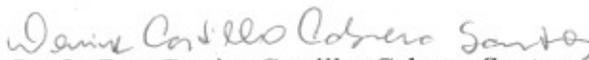
Prof. Dra. Paula Henschel Lobo da Costa
(UFSCar)



Prof. Dra. Thelma Simões Matsukura
(UFSCar)



Prof. Dra. Karina Pereira
(UFTM)



Prof. Dra. Denise Castilho Cabrera Santos
(UNIMEP)



Dedicatória

Dedico esta tese à minha mãe, Alzira, e ao meu marido, Daniel Papoti.

Dedico também às crianças com necessidades especiais e suas famílias, que me ensinam a ver o mundo sob a ótica do amor.

“As crianças (...) são sementes de Paz e Esperança. Não existe ser humano mais perfeito, mais justo, mais solidário e sem preconceitos.”

Zilda Arns

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me guiado durante todo este percurso, por vezes tortuoso, e por ter me dado forças que eu não sabia possuir.

À minha orientadora, Nelci Adriana, por ter confiado em mim e me permitido explorar novos caminhos. Pelo suporte em todas as horas, e pelas valiosíssimas lições não apenas acadêmicas, mas também de vida, integridade e dedicação, que fizeram toda a diferença na minha formação pessoal e profissional. Você tem minha gratidão e carinho sempre! Que Deus abençoe você e sua família!

À minha mãezinha, Alzira, por ter me ensinado a amar os livros e as crianças. Por ter cultivado em mim sonhos e perseverança. Pelo amor e apoio incondicionais. Vivo para retribuí-los.

Ao meu marido Daniel Papoti, por me ensinar a ver as coisas que realmente importam na vida. Por ser a melhor companhia que eu poderia desejar em todas as horas. E também pelo auxílio na formatação da tese e capricho com o desenho do arranjo experimental.

À minha irmã, Ana Karina, e meu cunhado Jefferson, por terem apoiado minhas escolhas mesmo elas me colocando geograficamente distante quando vocês mais precisaram. Aos meus sobrinhos João Pedro e Lucas Rafael, alegria do meu coração, por me fazerem a tia mais feliz do mundo. Transponho a distância necessária para estar ao seu lado.

Ao meu irmão, Junior, por estar sempre próximo, mesmo distante, e por se mostrar tão grande nas horas em que mais precisei.

Às famílias Bertolo e Papoti, por me acolherem como filha e por todo o amor e carinho, recíprocos.

À querida família Silva, por tornar acolhedora e prazerosa nossa chegada aos Estados Unidos, e pelo suporte em todas as horas.

À minha família adotiva: Milena, Aline, Juliana, Mariama e Giu, e respectivos pares. Devo muito do que sou a vocês. Obrigada por trilharem comigo caminhos tão felizes e pela certeza de que tenho anjos com quem contar.

À equipe do LADI: Carol, Larissa, Fernanda, Adrianinha, Silvia, Mariana, Joice, Lívia, Aline Coppede, Aline Christine e Talita. Cada uma de vocês teve um papel fundamental nesta tese, seja na montagem do laboratório, coletas, viagens, procura por crianças “perdidas”, relatórios, troca de idéias, enfim... MUITO OBRIGADA por tudo! Foi uma honra compartilhar com vocês esta caminhada. Obrigada pelo aprendizado diário.

Aos (ex-) alunos e amigos do PPG-FT, em especial Rosana Souza, Daniele Soares e Andréa Baraldi (não esquecerei as caronas para a Bayley!), Jadiane Dionísio. Obrigada pela companhia, e, principalmente, pela paciência em me ouvir.

À profa. Dra. Denise Castilho Cabrera Santos, pela disponibilidade e colaboração com o uso do instrumento BSITD, e pelas contribuições no exame de qualificação .

Às professoras Dr. Silvana Maria Blascovi de Assis, e Dra. Thelma Simões Matsukura, pelas valiosas contribuições no exame de qualificação.

Ao membros que compuseram a banca de defesa de doutorado: Profa. Dra. Karina Pereira Profa. Dra. Denise Castilho Cabrera Santos Profa. Dra. Thelma Simões Matsukira e Profa. Dra. Paula Hentschel Lobo da Costa, pelas excelentes colocações e disponibilidade em compartilhar seus conhecimentos e aos membros suplentes: Profa. Dra. Eliane Mauerberg de Castro, Profa. Dra. Cibelle Kayenne Martins Roberto Formiga e Prof. Dr. Thiago Luiz Russo, pela disponibilidade em colaborar.

To Dr. Geert Savelsbergh, for your kindness and availability to share your academic excellence with our group.

To the Hemidystonia group at the National Institutes of Health: Dr. Mark Hallett, Dr. Diane Damiano, Dr. Katharine Alter, Dr. Sahana Kukke, Lindsey Curatalo, Laurie Ohlrich, Sophia Francis, and Francesca Gajofatto. Thank you for receiving me as part of the group and for the valuable learning opportunities. Special thanks to Sahana Kukke for kindly sharing your research project, your time and your incredible competence. I also owe many thanks to the staff and fellows at the Human Motor Control Section and Functional and Applied Biomechanics Lab. It has been wonderful working with you.

To Dr. James Galloway, Dr. Michele Lobo and Elena Kokkoni at the University of Delaware. Thank you for sharing with me your love for what you do and your amazing knowledge in the field.

Às crianças que participaram dos estudos e suas famílias. Obrigada por confiarem em mim e me permitirem fazer parte da sua história. Foi uma honra. Vocês tem um lugar muito especial no meu coração.

À Fapesp e ao CNPq, pelo apoio financeiro, e à população brasileira, que indiretamente financia estudos como este através destas agências. Espero fazer jus ao papel social que hoje me cabe graças a este suporte.

Em memória de meu pai, Antônio Garcia de Campos.

RESUMO

De Campos, A.C. (2012). Contribuição da experiência percepto-motora para o desempenho de ações manuais em lactentes, crianças e jovens com incapacidades. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, Brasil.

As ações manuais voluntárias sobre objetos emergem durante o primeiro semestre de vida dos lactentes, expressando-se inicialmente como ações exploratórias e evoluindo para ações de manipulação direcionadas à utilização funcional dos objetos. Seu desempenho é modulado pela habilidade motora dos membros, pela experiência na tarefa de alcançar e pelas propriedades dos objetos a serem manipulados. Estudos indicam que as experiências percepto-motoras proporcionadas pelas ações manuais modificam a interação dos lactentes com o ambiente, sendo importantes para seu desenvolvimento motor, perceptual e cognitivo. Visando identificar o papel de fatores de risco para atraso no desenvolvimento sobre o desempenho de ações exploratórias sobre objetos, foi realizado o Estudo 1, uma revisão de literatura acerca dos estudos de lactentes em condição de risco, e dos aspectos teóricos e metodológicos envolvidos na avaliação de tais ações. Os resultados mostraram que cada condição de risco afeta o desempenho dos lactentes de maneira particular, e que poucos estudos têm investigado o desenvolvimento precoce das ações exploratórias em lactentes de risco, levando em consideração as mudanças na habilidade motora no período de aquisição do alcançar. Diante disso, foi realizado o Estudo 2, que avaliou 16 lactentes típicos e 9 lactentes com síndrome de Down (SD) na idade de aquisição da habilidade de alcançar e nos dois meses subsequentes, comparando as ações sobre objetos entre os grupos e as propriedades de tamanho e rigidez dos objetos. Os resultados indicaram que os lactentes com SD alcançaram e exploraram objetos menos frequentemente que os típicos, especialmente os objetos pequenos. Lactentes de ambos os grupos aumentaram a quantidade de alcances com a experiência em alcançar, mas apenas os típicos aumentaram a quantidade de exploração no mesmo período. As ações pré-apreensão foram diferentes para cada objeto, porém menos eficientes para geração de informação nos lactentes com SD. Lactentes deste grupo também tiveram dificuldades para realizar comportamentos exploratórios que impõem maior demanda motora. Visando obter um panorama longitudinal do desenvolvimento das ações manuais, 13 participantes foram reavaliados aos 2 anos de idade, cujos resultados são apresentados no Estudo 3. Nesta idade, as crianças com SD apresentaram desempenho de ações manipulativas inferior às típicas, em especial na realização de ajustes antecipatórios diante de objetos pequenos e de estratégias que utilizem sequenciamento de ações para encaixar objetos com formas complexas. O grupo a que a criança pertence foi preditivo do desempenho motor fino e cognitivo avaliados segundo a Bayley Scales of Infant and Toddler Development – Third edition, sendo que crianças com SD apresentaram desempenho inferior. O desempenho em apreender objetos no período após a aquisição do alcance foi preditivo do desempenho na tarefa de encaixar objetos em ambos os grupos. Por fim, no Estudo 4 foi investigada a função manual em 11 indivíduos com hemiplegia distônica e 9 voluntários saudáveis com idade de 8 a 24 anos. Foram encontrados déficits motores e sensoriais bilaterais, que se correlacionaram com a severidade do comprometimento da mão. Em conjunto, os resultados indicam que as habilidades manuais emergem e são modificadas segundo as experiências percepto-motoras vivenciadas, sendo que reduzidas experiências têm impacto importante no desempenho funcional de indivíduos com incapacidades em diversas fases do desenvolvimento. **Palavras-chave:** criança, lactente, síndrome de Down, hemiplegia, distonia, habilidade manual.

ABSTRACT

De Campos, A.C. (2012). Contribution of perceptual-motor experience to the performance of manual skills in infants, children and youngsters with disabilities. PhD dissertation. Federal University of São Carlos, São Carlos-Brazil.

Voluntary manual actions over objects emerge during the first half year of infants' lives. These actions evolve from an exploratory characteristic to functional manipulative use of objects and its development is mediated by the limbs' motor skill, by the experience in the task, and by the object properties. Research in the field has suggested that the perceptual-motor experiences arising from manual actions change the infants' interactions with the world and impact their motor, perceptual and cognitive development. The first study of this manuscript is a literature review aimed at gathering information on the role of risk factors for developmental delay in the performance of exploratory actions over objects, and on the theoretical and methodological aspects underlying the assessment of these actions. The results from Study 1 showed that different risk conditions affect infants' performance in particular ways. Few studies have investigated the early development of exploratory actions in infants at risk and taken into account the remarkable changes in motor skill seen in the period of emergence of reaching. Therefore, in Study 2 the development of exploratory actions was assessed in 16 typically-developing (TD) infants and 9 infants with Down syndrome (DS) at the age of reaching onset and the two subsequent months, considering the infants' group and the object properties of size and rigidity. The results showed that infants with DS reach for and explore objects less frequently than TD infants, especially the small objects. Infants from both groups changed the amount of reaches with the experience in grasping, but only TD infants changed the amount of exploration in the same period. Pre-grasping actions were different for each object, but less efficient in generating action-relevant information in the DS group. These infants also performed fewer behaviors that required greater motor skill. To obtain a longitudinal view of the development of manual actions, 13 of the same participants were reassessed at the age 2 years, and the results are presented in Study 3. This study showed that children with DS at that age have difficulties in manipulating objects, especially in performing anticipatory adjustments to small objects and sequential strategies required to manipulate objects with complex shapes. The child's group was predictive of the fine motor and cognitive performance assessed by the Bayley Scales of Infants and Toddler Development – Third edition, in that children with DS had inferior performance compared to the TD group. The ability to grasp objects in the period after reaching onset was predictive of the performance in the fitting task in both groups. This result shows the contribution of perceptual-motor experience in early developmental stages to the performance of manual actions later in life. Finally, in Study 4 it was assessed the hand function in 11 individuals with hemidystonia and 9 healthy volunteers. Bilateral sensory and motor deficits were found in the hemidystonia group, and these deficits were correlated with the hand impairment level. Taken together, the results show that manual skills emerge and are modified by the individuals' perceptual-motor experiences and that reduced experiences may impact the functional performance of people with disabilities throughout the development.

Keywords: child, infant, Down syndrome, hemidystonia, manual skill.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
CONTEXTUALIZAÇÃO	15
O desenvolvimento paralelo de habilidades exploratórias e manipulativas	15
Contribuição da experiência percepto-motora para o desempenho das habilidades manuais	20
Síndrome de Down	25
Hemiplegia distônica	31
Delineamento dos estudos	33
ESTUDO 1: Explorando objetos: revisão sobre o desempenho de lactentes expostos a condições de risco.¹	36
1. Introdução	36
2. Método	37
3. Resultados e Discussão	38
4. Considerações finais	51
ESTUDO 2: Desenvolvimento de ações exploratórias sobre objetos com diferentes propriedades em lactentes típicos e com síndrome de Down²	53
1. Introdução	53
2. Método	57
3. Resultados	65
4. Discussão	79
5. Conclusão	95
ESTUDO 3: Desempenho na apreensão e manipulação de objetos em crianças com síndrome de Down: efeito das experiências percepto-motoras nas fases iniciais do desenvolvimento.....	96
1. Introdução	96
2. Método	100
3. Resultados	109
4. Discussão	115

5. Conclusão	125
Estudo 4: Característica da função manual em crianças e jovens com hemiplegia distônica: aspectos motores e sensoriais.....	126
1. Introdução.....	126
2. Método.....	128
3. Resultados.....	135
4. Discussão	140
5. Conclusão	145
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	146
REFERÊNCIAS	148
APÊNDICES.....	165
ANEXOS.....	201

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Condições de risco avaliadas nos estudos incluídos na revisão.	39
Tabela 2: Condições de teste e classificação do comportamento exploratório.	43
Tabela 3: Quantidade de participantes em cada idade de aquisição do alcance (nível de habilidade 1) entre lactentes típicos (DT) e com síndrome de Down (SD).	61
Tabela 4: Efeito das variáveis preditivas sobre a frequência de alcances.	66
Tabela 5: Porcentagem média de observação dos comportamentos exploratórios pré-apreensão com relação ao total de alcances realizados para cada objeto.	68
Tabela 6: Porcentagem média de observação das categorias de comportamentos de apreensão com relação ao total de alcances realizados para cada objeto.	71
Tabela 7: Efeito das variáveis preditivas sobre a frequência de exploração pós-apreensão.	74
Tabela 8: Porcentagem média de observação dos comportamentos exploratórios pós-apreensão com relação ao total de alcances realizados para cada objeto.	76
Tabela 9: Resultados do GLM, tendo como variável-resposta o desempenho na tarefa de encaixe aos dois anos de idade.	113
Tabela 10: Resultados do GLM, tendo como variáveis-resposta o desempenho motor fino e o desempenho cognitivo segundo a BSTID-III.	114
Tabela 11: Características dos participantes.	129
Tabela 12: Escores BFM obtidos pelos participantes.	135
Tabela 13: Correlação entre respostas motoras e sensoriais.	139

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Intervalos etários avaliados em cada estudo.	41
Figura 2: Objetos apresentados aos lactentes, da esquerda para a direita: MG; RG; MP; RP.	59
Figura 3: Desenho esquemático do posicionamento das câmeras.	60
Figura 4: Média estimada da frequência de alcances realizados, comparando lactentes do gênero masculino e feminino (A), e lactentes típicos (DT) e com síndrome de Down (SD) (B).	66
Figura 5: Média estimada da frequência de alcances realizados para os diferentes objetos (A), e em cada nível de habilidade (B).	67
Figura 6: Média estimada da frequência de alcances considerando lactentes típicos (DT) e com síndrome de Down, e os objetos Rígido grande (RG), Maleável grande (MG), Rígido pequeno (RP) e Maleável pequeno (MP).	67
Figura 7: Número mediano dos comportamentos pré-apreensão de tatear o objeto (A), da combinação tatear e bater (B) e de bater no objeto (C).	70
Figura 8: Número mediano de observações dos comportamentos de apreensão: apreensão após explorar (A), apreensão direta (B) e falha em apreender (C).	73
Figura 9: Média estimada da frequência de exploração pós-apreensão para os lactentes típicos (DT) e com síndrome de Down (SD) (A), e em cada nível de habilidade (B). ..	74
Figura 10: Média estimada da frequência de exploração pós-apreensão para os lactentes típicos (DT) e com síndrome de Down (SD) (A) em cada nível de habilidade (B).	75
Figura 11: Média estimada da frequência de exploração pós-apreensão para cada um dos objetos apresentados.	75
Figura 12: Número mediano de observações do comportamento de levar o objeto à boca realizado pelos lactentes típicos (DT) e com síndrome de Down (SD) para cada objeto e em cada nível de habilidade.	77
Figura 13: Número mediano de observações do comportamento de exploração motora grossa nos lactentes típicos (DT) e com síndrome de Down (SD) para cada objeto e em cada nível de habilidade.	78
Figura 14: Número mediano de observações dos comportamentos pós-apreensão de exploração motora fina.	79
Figura 15: Posicionamento dos participantes (A) e das câmeras para avaliação da tarefa de apreensão (B).	102

Figura 16: Objetos apresentados aos participantes. A: Tarefa de apreensão (A); B: Tarefa de encaixe. A forma dos objetos da esquerda para a direita: cilindro, quadrado, retângulo, elipse, triângulo equilátero, triângulo isósceles, triângulo escaleno.	103
Figura 17: Situação experimental durante a avaliação da tarefa de encaixe.	104
Figura 18: A-B: exemplos de orientação vertical consideradas corretas; C-D: exemplos de orientação horizontal consideradas corretas.	107
Figura 19: Valores do Tempo de abertura máxima (A), Abertura da mão no toque (B) e Latência para apreensão (C) observados em crianças com desenvolvimento típico (DT) e com SD na tarefa de apreensão do objeto grande (G) e pequeno (P).	111
Figura 20: A: Frequência de Sucesso nos Ajustes Vertical, Horizontal e Sucesso no encaixe dos objetos para crianças típicas (DT) e com síndrome de Down (SD); B: Frequência de sucesso no ajuste horizontal em relação aos objetos para ambos os grupos; C: Frequência de sucesso no encaixe de cada objeto para ambos os grupos...	112
Figura 21: Distribuição dos participantes segundo o desempenho na tarefa de encaixe e ações realizadas nos períodos iniciais do desenvolvimento: apreensão (A) e exploração (B) de objetos.	114
Figura 22: <i>Scaled scores</i> obtidos por cada participante segundo a BSITD-III nos domínios Cognitivo (A) e Motor Fino (B). A linha contínua representa a média da amostra normativa do instrumento, e as linhas pontilhadas o intervalo de um desvio-padrão acima e abaixo da média.	115
Figura 23: Botões posicionados sobre a superfície do dedo indicador, em orientação vertical (A) e horizontal (B).	131
Figura 24: Comportamento de apreensão observado em participantes com hemiplegia distônica e voluntários saudáveis.	136
Figura 25: Valores médios do limiar de discriminação espacial (LDE) (A), do limiar de discriminação temporal (B) e número médio de acertos no teste de estereognosia (C) em voluntários saudáveis (VS) e com hemiplegia distônica (DIS). Barras representam desvio-padrão.	137
Figura 26: Valores de mediana, mínimo e máximo para a Duração do alcance (A) e Latência para levantar o objeto (B) dos movimentos realizados pelos voluntários saudáveis (VS) e participantes com hemiplegia distônica (DIS) usando a mão (D) e não-dominante (ND).	138
Figura 27A: Escores BFM para o braço e desempenho no teste de estereognosia. Um escore igual a 8 significa respostas corretas para todos os objetos e 0 indica nenhuma resposta correta. B: Latência normalizada e escores BFM para o braço. Valores de latência iguais a zero indicam longo tempo para levantar o objeto; 0 representa falha em levantar.	139

LISTA DE ABREVIACÕES

BFM: Burke-Fahn-Marsden dystonia scale

BSITD-III: Bayley Scales of Infant and Toddler Development – third edition

Cog: Cognitivo

D: lado dominante

DIS: hemiplegia distônica

DT: desenvolvimento típico

F: Feminino

G: grande

GLM: general linear model

HAT: Hypertonia assessment tool

LDE: limiar de discriminação espacial

LDT: limiar de discriminação temporal

M: Masculino

MACS: Manual ability classification system

MF: motor fino

MG: maleável grande

MP: maleável pequeno

ND: Lado não dominante

P: pequeno

RG: rígido grande

RP: rígido pequeno

SD: síndrome de Down

VS: voluntário saudável

INTRODUÇÃO

A presente tese foi elaborada segundo a estrutura de artigos sugerida pelo Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). A temática central do manuscrito é a influência de fatores perceptuais na realização de ações manuais em lactentes, crianças e adultos jovens com desenvolvimento típico e com incapacidades.

A abordagem do tema no grupo de pesquisa teve início com estudos sobre o desenvolvimento típico dos ajustes realizados durante o alcance de objetos com propriedades físicas distintas. O achado de que lactentes típicos em período precoce realizam ações manuais adaptadas às propriedades dos objetos (Rocha, de Campos, Silva, & Tudella, 2012; Rocha, Silva, & Tudella, 2006a), aliado ao interesse em obter informações clinicamente relevantes, motivaram a investigação do desenvolvimento atípico. Os principais questionamentos referem-se à caracterização do desempenho de ações manuais frente às propriedades dos objetos e ao papel de fatores como a experiência percepto-motora e a integridade de sistemas motores e sensoriais.

Dentro deste tema, será apresentada uma Contextualização, que visa situar e justificar o estudo com relação às perspectivas teóricas e ao estado da arte, e apresentar as questões que nortearam os estudos.

Em seguida, serão apresentados quatro artigos desenvolvidos ao longo do curso de Doutorado. Os três primeiros artigos resultam do período inicial de coleta de dados realizados no Laboratório de Análise do Desenvolvimento Infantil – UFSCar e compõem o corpo principal da tese. O quarto artigo resulta do estágio de doutorado sanduíche no *National Institutes of Neurological Disorders and Stroke/ National Institutes of Health* – EUA. Este último artigo aborda a mesma temática, porém expande a população estudada e explora diferentes aspectos metodológicos, visando adicionar informações a respeito da influência de fatores perceptuais, mas, principalmente, motivar futuras investigações.

CONTEXTUALIZAÇÃO

A habilidade manual é uma das características mais notáveis do ser humano, constituindo um dos aspectos que nos diferencia das demais espécies de primatas (Fragaszy, 1998). Por meio das mãos, indivíduos obtêm objetos e os utilizam com finalidades que vão de necessidades básicas, como a alimentação, ao uso de ferramentas e produção de cultura.

O uso das mãos com estas finalidades tem início muito cedo no desenvolvimento. Dentre as primeiras interações com objetos, têm destaque as ações exploratórias, às quais cabe o papel de tornar conhecidas as propriedades físicas dos mesmos (Gibson, 1988). A necessidade de vir a conhecer os objetos e suas funções motiva a curiosidade que é característica de bebês, visto que tudo o que existe é novo para eles. Uma vez tornados familiares por meio da exploração, os objetos passam a ser manipulados segundo suas funções específicas. No entanto, durante toda a vida as ações exploratórias manuais podem ser novamente utilizadas em situação de novidade, por exemplo, diante de um novo aparelho, ou de um objeto especialmente difícil de ser manipulado (Gibson, 1988; Klatzky & Lederman, 1995; Lederman & Klatzky, 1987).

As seções seguintes apresentarão aspectos relacionados ao desenvolvimento das habilidades manuais, tanto com finalidade exploratória quanto com finalidade manipulativa. Será abordada, ainda, a contribuição das experiências percepto-motoras para a emergência e refinamento destas habilidades e para o desenvolvimento como um todo, bem como o efeito de condições de risco para atraso no desenvolvimento.

O desenvolvimento paralelo de habilidades exploratórias e manipulativas

De acordo com a perspectiva ecológica proposta por Gibson (1979), os seres humanos percebem ao agir sobre os objetos, e agem sobre objetos para percebê-los, o que implica uma íntima relação entre percepção e ação. Segundo esta perspectiva, as mudanças na habilidade manual se processam por meio da percepção e aprendizagem das *affordances*, ou seja, da descoberta por parte da criança das oportunidades de ação sobre os objetos disponíveis em um ambiente que é rico em informações (Adolph, Eppler, & Gibson, 1993; Gibson & Pick, 2000). Uma das maiores contribuições da abordagem ecológica para as pesquisas em desenvolvimento motor foi introduzir a

importância da atividade exploratória como requisito para a percepção das *affordances*, e, portanto, como fator gerador de mudanças desenvolvimentais (Thelen, 2000).

Exploração pode ser definida como a realização de movimentos específicos que geram informação ou permitem colher informação relevante para planejar futuras ações (Adolph, Eppler, Marin, Weise, & Clearfield, 2000). O mecanismo pelo qual tais informações são reunidas envolve a observação do objeto em movimento sob diferentes pontos de vista, aliada às informações táteis e proprioceptivas resultantes, que deriva na aquisição das informações que caracterizam cada tipo de objeto (Bushnell & Boudreau, 1993)

Especificamente quanto à exploração manual de objetos, Klatzky e Lederman (1995) defendem que existem determinados padrões específicos de movimentos da mão que maximizam o *input* sensorial, sendo ótimos para informar sobre cada propriedade de objetos. Por exemplo, o procedimento exploratório de tatear o objeto é específico para descobrir a textura do objeto, o comportamento de rodar o objeto para descobrir sua forma (Bushnell & Boudreau, 1993; Klatzky & Lederman, 1995).

Estudos têm fornecido evidências de que algumas destas ações estão presentes no repertório infantil desde o período neonatal.

Antes da aquisição do alcance manual, a exploração oral constitui a principal fonte de informações sobre os objetos da qual o lactente se utiliza, tendo em vista que a coordenação mão-boca precede a coordenação olho-mão (Lew & Butterworth, 1997). Em geral, o lactente leva à boca objetos que foram posicionados próximos à sua mão, por ainda não possuir a habilidade de projetar o membro superior no espaço para alcançar e apreender os objetos (Lew & Butterworth, 1997; Rochat, 1989).

Há evidências de que neonatos são capazes de realizar exploração oral diferenciada de acordo com a propriedade dos objetos (Rochat, 1987). Por meio de um experimento que desafiou a suposta predominância dos comportamentos de sucção e preensão reflexa no recém-nascido, Rochat (1987) demonstrou que, ao realizar contato oral com um objeto de textura maleável, os neonatos tendem a aumentar a frequência do comportamento de apertar o objeto, além de aumentar a ação de apertar e soltar em sequência, em comparação com um objeto rígido. Propriedades como forma, textura e

substância de objetos explorados oralmente são reconhecidas em lactentes com um mês de vida (Gibson & Walker, 1984).

Ao avaliar a exploração manual de diferentes objetos em neonatos, Rochat (1987) observou maior frequência do comportamento de apertar, e maior frequência do comportamento de segurar diante do objeto maleável. Desta forma, a interação com o objeto foi considerada objeto-dependente e modalidade-dependente.

Em lactentes de três meses há relatos de percepção de propriedades como textura e peso de objetos por meio da atividade manual (Striano & Bushnell, 2005). Entretanto, segundo estas autoras, as ações exploratórias manuais realizadas nesta faixa etária possuem caráter genérico, sendo observados procedimentos exploratórios simples, como segurar e soltar o objeto. Esta atividade cíclica de abrir e fechar as mãos constitui o repertório básico de padrões gerais de exploração, que possibilita perceber algumas propriedades dos objetos que são acessíveis por meio destes comportamentos (Jouen & Molina, 2005). A dificuldade de lactentes jovens em realizar ações exploratórias complexas tem sido atribuída a restrições biomecânicas, como a incapacidade do lactente em mover os dedos de maneira independente e precisa (Striano & Bushnell, 2005).

Avanços importantes nas ações exploratórias ocorrem no período que coincide com a aquisição das habilidades de alcance e apreensão, sendo observado aumento na frequência e duração de comportamentos de exploração oral, do comportamento de tatear, e de comportamentos de exploração multimodal como tatear ou olhar o objeto após levá-lo à boca (Lobo & Galloway, in press).

Embora lactentes no período de aquisição do alcance ainda apresentem dificuldades para manter o objeto em mãos (Eppler, 1995), ações mais específicas para as propriedades dos objetos começam a surgir, sendo observado a partir de quatro meses o comportamento de tatear objetos para explorar diferenças de textura de uma superfície (Morange-Majoux, Cougnot, & Bloch, 1997) e o comportamento de apertar mais objetos maleáveis do que rígidos aos cinco meses (Barrett & Needham, 2008). Verifica-se, ainda, maior frequência de bater e levar à boca objetos pequenos em comparação com grandes (Palmer, 1989; Whyte, McDonald, Baillargeon, & Newell, 1994), e maior

frequência de apertar objetos rígidos em comparação com maleáveis em lactentes de seis meses de idade (Palmer, 1989).

Um dos fatores responsáveis pelas mudanças características desta fase parece ser refinamento das estratégias motoras utilizadas para alcançar e apreender, sendo que os movimentos de alcance, pouco tempo após a aquisição da habilidade, se tornam mais retilíneos e suaves (Rocha, et al., 2006a; Von Hofsten, 1991), e a apreensão passa a ser mais frequente (Sgandurra, et al., 2012). A capacidade de ajustar antecipadamente os movimentos de alcance também começa a ser observada, ocorrendo por exemplo, seleção do ajuste proximal (uni ou bimanual) adequado para o tamanho dos objetos (Rocha, et al., 2012). Concomitantemente, observa-se aprimoramento do sistema visual (melhor acuidade e binocularidade) e do controle de tronco (Eppler, 1995; Gibson & Pick, 2000), capacidades que possivelmente contribuem para expandir a capacidade do lactente em utilizar as mãos para explorar objetos. Em conjunto, tais aquisições proporcionam novas experiências diárias para os lactentes. Ao praticar estas atividades espontaneamente, os lactentes passam a perceber os objetos diferentemente, aprendendo novas formas de usar suas habilidades para explorar suas *affordances* (Lobo & Galloway, *in press*).

Diante do exposto, constata-se que existe uma nítida ligação entre a aquisição do alcance manual e o desenvolvimento das ações exploratórias. Por isso, alguns estudiosos passaram a investigar as relações causais envolvidas. Embora alguns destes estudos tenham demonstrado que os comportamentos exploratórios se relacionam menos com a idade do que com a habilidade motora (Carvalho, Tudella, Caljouw, & Savelsbergh, 2008; Lobo & Galloway, *in press*; Soska, Adolph, & Johnson, 2010), ainda são escassos os estudos que testem diretamente a relação entre a emergência do alcance e o desenvolvimento das ações exploratórias, bem como as mudanças decorrentes da prática natural da tarefa. A maior parte dos estudos tem avaliado o desenvolvimento das ações exploratórias com base na idade cronológica. O pareamento por idade não contempla a variedade individual na idade de aquisição do alcance manual que é vista no desenvolvimento típico (Spencer, Vereijken, Diedrich, & Thelen, 2000; Thelen, et al., 1993). No caso de lactentes com desenvolvimento atípico, que são mais prováveis de apresentar atraso na aquisição das habilidades motoras, esta

abordagem dificulta a compreensão dos fatores que contribuem para seu desempenho, por não considerar o efeito da experiência e da prática na tarefa.

Após o período de destacadas mudanças nas atividades exploratórias que acompanha a aquisição do alcançar, uma nova transição no repertório infantil tem início com a aquisição da locomoção independente, que ocorre por volta de oito meses de vida e expande consideravelmente as oportunidades de exploração de objetos e do ambiente como um todo (Gibson, 1988; Thelen, 2000). Nesta fase, procedimentos exploratórios sistematizados são descritos com relação às propriedades dos objetos: comportamento de tatear objetos com diferentes texturas, rodar objetos de diferentes formas ao redor de sua própria superfície (Ruff, 1984), movimentar diferenciadamente objetos leves com relação a objetos pesados, e chacoalhar objetos que produzem som (Palmer, 1989). Ações menos diferenciadas como levar o objeto à boca tornam-se menos frequentes.

Paralelamente, estudos têm demonstrado que as habilidades de alcançar e apreender encontram-se bastante aprimoradas neste mesmo período: por volta de oito meses de vida lactentes são capazes de realizar movimentos de alcances utilizando estratégias antecipatórias, tais como abertura da mão consistente com o tamanho do objeto (Von Hofsten & Ronnqvist, 1988) e orientação da mão apropriada para a orientação do objeto (Lee, Liu, & Newell, 2006). Tais capacidades tornam o lactente apto a alcançar e apreender objetos em movimento (Fagard, Spelke, & von Hofsten, 2009), e objetos de diferentes formas e tamanhos (Barrett & Needham, 2008; Lee, et al., 2006; Zaal & Thelen, 2005).

Conforme mostra a literatura pertinente, as sofisticadas ações exploratórias que acompanham tal capacidade manual já estão consolidadas por volta de oito meses de vida, mas não se sabe exatamente quando elas emergem. As evidências da literatura permitem supor que estas ações se originam anteriormente no desenvolvimento, possivelmente no período próximo à aquisição do alcance manual. Entretanto, os estudos sobre as ações exploratórias direcionadas a objetos com diferentes propriedades enfocam principalmente lactentes no segundo semestre de vida.

No período entre um e dois anos de vida, a ocorrência de ações exploratórias diminui linearmente, dando lugar a complexas formas de interações com objetos, na forma de manipulação funcional (ex: empurrar um carrinho, discar um telefone),

brincadeira relacional-funcional (ex: encaixar um pino no tabuleiro) e fantasia (pentear o próprio cabelo com uma escova de brinquedo, dar comida a um boneco) (Belsky & Most, 1981). Atividades como encaixar objetos de diferentes formas são ilustrativas do desenvolvimento da habilidade motora e perceptual, da cognição espacial e solução de problemas, constituindo parte de diversos instrumentos de avaliação do desenvolvimento infantil.

O refinamento de habilidades motoras é parte integral destas interações, sendo observada a capacidade de uso das duas mãos em tarefas assimétricas (Greaves, Imms, Krumlinde-Sundholm, Dodd, & Eliasson, 2012) e a seleção de estratégias refinadas ao apreender objetos pequenos (Barrett & Needham, 2008; Case-Smith, Bigsby, & Clutter, 1998) e manipular objetos com formas complexas (Ornkloo & Von Hofsten, 2007).

Segundo diversos estudiosos têm defendido, embora fatores maturacionais (por exemplo, aumento na densidade de mecanorreceptores das mãos e mielinização de fibras nervosas) e antropométricos (por exemplo, aumento no tamanho da mão) influenciem habilidades perceptuais e manipulativas, as experiências proporcionadas pela prática espontânea do alcançar e apreender objetos têm papel primordial (Adolph, et al., 2000; Bushnell & Boudreau, 1998; Gibson, 1988). O refinamento das habilidades manuais possibilita exploração mais sofisticada, que por sua vez contribui para o surgimento de capacidades motoras mais avançadas (Lobo & Galloway, *in press*).

Além das mútuas influências entre o refinamento de habilidades motoras e o desempenho de ações exploratórias, as experiências percepto-motoras proporcionadas por ambas parecem ter impacto sobre múltiplos domínios do desenvolvimento, incluindo cognitivo, social e linguagem (Campos, et al., 2000; Lobo & Galloway, 2008; Needham & Modi, 1999). Estudos que suportam esta relação, e possíveis mecanismos envolvidos, serão apresentados na seção seguinte.

Contribuição da experiência percepto-motora para o desempenho das habilidades manuais.

Estudos publicados recentemente têm sido de extrema importância para demonstrar a relação bidirecional entre experiências percepto-motoras proporcionadas

pelas interações com objetos e o desempenho de habilidades manuais, e também o impacto destas experiências em diversas áreas do desenvolvimento.

A contribuição das ações exploratórias para o desempenho motor e cognitivo foi testada por Lobo e Galloway (2008), por meio da aplicação de uma prática sistematizada de contato com um objeto ao longo de nove semanas em lactentes de 2 a 5 meses. A experiência com o objeto se relacionou com aumento no tempo que os lactentes permaneciam em comportamento de exploração do objeto e com melhor desempenho nas tarefas de alcançar e manipular o objeto, além de melhor desempenho em uma tarefa cognitiva de uso de objeto intermediário. De maneira similar, Libertus e Needham (2010) demonstraram que a experiência ativa com objetos por meio de um protocolo de treino em lactentes de três meses de vida, além de adiantar a aquisição do alcance, modificou a atenção dos lactentes, aumentando a exploração visual do ambiente, enquanto lactentes que apenas tiveram experiências passivas de olhar para o objeto não apresentaram a mesma mudança.

Os estudos citados acima abordaram a influência exercida pela exploração do objeto sobre o desempenho da habilidade manual, perceptual e cognitiva. A relação recíproca, ou seja, o papel da habilidade manual sobre o desempenho das atividades exploratórias, e em outros domínios do desenvolvimento também tem sido objeto de estudo.

A capacidade do lactente em alcançar e apreender, segundo Spencer et al. (2000), e Eppler (1996), determina sua habilidade de realizar ações exploratórias progressivamente mais complexas, passando do predomínio de segurar e levar o objeto à boca, para a realização de ações como chacoalhar e transferir, observadas conforme a habilidade manual é aprimorada.

Outros estudos têm demonstrado que a habilidade manual do lactente é preditiva do reconhecimento de objetos, o que indica uma relação com suas habilidades perceptuais e cognitivas. Por exemplo, Soska et al. (2010) demonstraram que a realização de procedimentos exploratórios diferenciados como rodar objetos, tatear e transferir objetos de uma mão para outra, associados à exploração visual, é preditiva da capacidade de reconhecimento das propriedades tridimensionais de objetos em lactentes de seis meses de vida. Neste estudo, a capacidade de segurar o objeto, isoladamente, não

influenciou o desempenho, visto que o reconhecimento da forma requer exploração especializada.

Em contraste, Perone et al. (2008) demonstraram que lactentes com seis e sete meses de idade que realizam maior número de apreensões e seguram os objetos por mais tempo, apresentam maior preferência por objetos novos em contraste com objetos familiares do que lactentes que interagem pouco com os objetos. Em outras palavras, lactentes mais ativos, que vivenciam mais experiências com objetos, direcionam sua atenção para a descoberta de novas propriedades, tornando-se mais aptos a descobrir novas *affordances* em comparação com lactentes menos ativos, embora a exploração especializada seja requerida para o reconhecimento de propriedades específicas, como demonstrado por Soska et al. (2010).

Com um enfoque no desenvolvimento da linguagem, Iverson (2010) relaciona a emergência de ações exploratórias, como bater nos objetos e levá-los à boca, às primeiras vocalizações, sugerindo que o aporte de informações visuais, sonoras e táteis promovido pela ação manual facilita a prática da linguagem, além de promover habilidades cognitivas como noção de causa e efeito. Ainda, conforme a criança nota e utiliza propriedades específicas dos objetos, passando a realizar ações refinadas para agir sobre tais propriedades, a criança aprende a atribuir significado aos objetos.

Embora o presente estudo mantenha o foco no papel das habilidades manuais e das experiências com objetos, há evidências de que a emergência de outras habilidades motoras que favoreçam as interações com o ambiente também exerça contribuição única no contexto do desenvolvimento. Por exemplo, a emergência da habilidade de ficar em pé e aquisição da marcha se relacionam com avanço em tarefas cognitivas na infância e até mesmo na vida adulta (Campos, et al., 2000). Aparentemente, a maturação mais rápida dos circuitos neurais envolvidos na função motora infantil pode favorecer o desenvolvimento de circuitos corticais-subcorticais envolvidos em processos cognitivos complexos posteriormente (Ridler, et al., 2006). Tais achados têm dado suporte às ideias de Gibson (1988), de que as experiências percepto-motoras intermediam o desenvolvimento da percepção, da ação e do conhecimento, conferindo às experiências corporais o papel de agente pelo qual as mudanças se processam (Needham & Libertus, 2011).

Alguns estudos têm abordado esta temática em lactentes com desenvolvimento atípico ou risco para atraso no desenvolvimento motor. De maneira similar à observada em lactentes típicos, em lactentes prematuros com nove meses de idade corrigida, a capacidade de lactentes em realizar ações exploratórias especializadas como tatear, transferir e rodar os objetos, é preditiva do desempenho cognitivo aos 24 meses de idade (Ruff, McCarton, Kurtzberg, & Vaughan, 1984). Além disso, lactentes prematuros que aos seis meses de vida apresentam movimentos involuntários de hiperextensão de tronco apresentam desempenho cognitivo e em solucionar problemas inferior a lactentes prematuros e a termo sem tais características, além de prestarem menos atenção a tarefas propostas, quando reavaliados aos 12 e 24 meses (Van Veldhoven & Wijnroks, 2003).

Também de maneira similar ao desenvolvimento típico, lactentes prematuros demonstraram ser sensíveis a intervenções que promovam as experiências percepto-motoras precoces. Conforme demonstrado por Heathcock et al. (2008), o treino em alcançar e explorar objetos aumenta o número de alcances bem sucedidos, o tempo de interação com objetos, e a superfície de contato da mão com o objeto. Embora até o momento não existam estudos que acompanhem o efeito de tais experiências a longo prazo nesta população, os estudos do desenvolvimento típico citados previamente apontam que tais experiências são positivas em diversos domínios do desenvolvimento. Com exceção do estudo de Ruff (1984), os demais são relativamente recentes e não foram expandidos para outras populações de risco, de maneira que a contribuição das experiências percepto-motoras vivenciadas nas fases iniciais do desenvolvimento para o desempenho de lactentes expostos a condições de risco é uma área que necessita maiores investigações.

Em conjunto, os dados disponíveis na literatura mostram que as experiências percepto-motoras vivenciadas por lactentes têm papel privilegiado no desenvolvimento como um todo e podem constituir oportunidades únicas de estimular o desenvolvimento de lactentes expostos a fatores de risco para atraso no desenvolvimento. De fato, alguns estudiosos têm sugerido que pode existir um período crítico, precocemente no desenvolvimento, para a seleção de vias córtico-espinais que mediam o controle de habilidades manuais, as quais parecem ser refinadas com base nas experiências

percepto-motoras vivenciadas (Eyre, et al., 2007). Os mecanismos fisiológicos envolvidos, entretanto, não são completamente conhecidos.

Pesquisas com animais têm demonstrado que o córtex somato-sensorial é sensível às experiências percepto-motoras, apresentando plasticidade diante de condições de treinamento e prática. Por exemplo, treinar macacos a apreender pequenas bolinhas comestíveis aumenta a representação dos dedos na área motora cortical (Nudo, Milliken, Jenkins, & Merzenich, 1996). Em macacos que sofreram infarto isquêmico, o treino impede a perda do território representativo da mão no córtex, além de favorecer sua expansão para regiões previamente ocupadas pelas representações do cotovelo e ombro (Nudo, Wise, SiFuentes, & Milliken, 1996). Entretanto, há poucas informações sobre as mudanças mediadas pela experiência percepto-motora no cérebro em desenvolvimento. Em ratos recém-nascidos, foi demonstrado que a estimulação tátil aumenta as ramificações dendríticas e a densidade neuronal em diversas áreas cerebrais, com efeitos positivos no desempenho em tarefas de alcance e reconhecimento de objetos (Richards, Mychasiuk, Kolb, & Gibb, 2012). Apesar da escassez de estudos, os dados disponíveis indicam que as experiências percepto-motoras no período inicial da vida podem alterar a neuroplasticidade dramaticamente, e fornecem informações importantes sobre a capacidade plástica do cérebro, visto que muitas vezes tais mudanças podem ser difíceis de mensurar em humanos, especialmente lactentes.

Embora ainda mais escassos, estudos eletrofisiológicos com lactentes e crianças têm identificado as mudanças na organização cerebral em decorrência de experiências percepto-motoras. Com relação a habilidades manuais, a transição da preensão palmar para a preensão de precisão é acompanhada por mudanças na organização cortical que refletem melhor resposta a *inputs* sensoriais e melhor controle motor da área da mão (Gondo, et al., 2001). Além disso, resultados obtidos por meio de estimulação magnética transcraniana apontam que crianças com paralisia cerebral hemiplégica apresentam reorganização de vias descendentes atividade-dependente, sendo que compensações mal-adaptativas podem se instalar caso o hemisfério afetado não receba experiências sensório-motoras que favoreçam a seleção de vias funcionais (Eyre, et al., 2007).

Os resultados provenientes de estudos com animais e humanos sugerem que a informação tátil e proprioceptiva proveniente da manipulação e exploração de objetos

podem promover o refinamento das habilidades manuais e mediar diversos processos perceptuais e cognitivos.

De acordo com Fontenelle et al. (2007), a seletividade é uma característica da ação adaptativa. Quando ações que otimizam a relação entre as capacidades do lactente e o ambiente são selecionadas, os indivíduos se tornam mais aptos a explorar os objetos próximos para atingir seus objetivos, resolver problemas e criar novas oportunidades de aprender. Assim sendo, a habilidade de realizar ações manuais que permitam a discriminação e manipulação de objetos reflete a adaptabilidade dos lactentes, constituindo um aspecto de relevância científica e terapêutica.

Diante deste panorama, delineiam-se diversos questionamentos a respeito de quanto do desempenho de indivíduos expostos a condições de risco para atraso no desenvolvimento pode ser explicado por diferenças nas experiências percepto-motoras obtidas por meio das experiências diárias com objetos desde fases iniciais do desenvolvimento. Tais diferenças podem se originar em diversos sistemas, seja por restrições motoras na realização de ações, ou por condições que limitem a aquisição e processamento de informações e planejamento de ações. Cada característica exerce sua contribuição particular, modificando as experiências percepto-motoras ao longo do desenvolvimento. Os dados disponíveis na literatura suportam a idéia de que indivíduos que desde seu desenvolvimento precoce vivenciam menos experiências e adquirem menos informações sobre o meio, podem apresentar consequências em diversos domínios do desenvolvimento.

No presente estudo, o desempenho de habilidades manuais e sua relação com a experiência percepto- motora será estudado em crianças com síndrome de Down e em crianças e jovens com hemiplegia. Cada uma destas condições pode afetar de maneira particular o desenvolvimento percepto-motor de indivíduos, conforme descrito a seguir.

Síndrome de Down

A síndrome de Down (SD) é causada por trissomia do cromossomo 21, e representa uma das causas mais comuns de disfunção motora e cognitiva (Sherman, Allen, Bean, & Freeman, 2007). A incidência no Brasil é de aproximadamente 1:600 nascidos vivos, embora possa ser mais alta de acordo com a idade materna

(Schwartzman, 2003), sendo estimado que existam cerca de 300 mil indivíduos com a síndrome no país (Brandao, Fonseca, & Madi, 2012). Diante de sua incidência relativamente alta, e da necessidade de inserção destes indivíduos na sociedade, os esforços conjuntos de pesquisas e políticas públicas de saúde têm sido capazes de destacar junto à sociedade que os indivíduos com a síndrome têm potencial para conduzir suas vidas de maneira satisfatória e produtiva, e são fonte de orgulho e conforto para suas famílias (Fidler & Nadel, 2007; Roizen & Patterson, 2003).

Pesquisas têm mapeado a sequência de genes presentes neste cromossomo, e puderam relacionar vários deles ao desenvolvimento cerebral, por exemplo, à proliferação e diferenciação de linhagens de células, expressão de proteínas importantes para o desenvolvimento pré-natal do cerebelo, e crescimento axonal (Roizen & Patterson, 2003). Estas características explicam parte dos achados observados em indivíduos com a síndrome, que incluem alterações no desenvolvimento motor, perceptual e cognitivo.

Destaca-se, entretanto, que fatores epigenéticos, ou seja, a interação entre genes e ambiente também tem contribuição importante no desempenho de indivíduos com a síndrome. Alguns estudiosos defendem que a presença da trissomia predispõe aos sinais clínicos da SD, mas que os desafios impostos pelo ambiente são capazes de modelar e modificar o fenótipo observado (Shapiro, 1994; Silverman, 2007). Assim, diversos fatores ambientais têm sido relacionados com seu desempenho, incluindo a prática de tarefas específicas (Polastri & Barela, 2005), a participação em programas de estimulação, nível socioeconômico da família e escolaridade dos pais (Wasant, et al., 2008).

A interação desta predisposição genética com fatores ambientais pode ser responsável pela existência de indivíduos com diferentes capacidades e limitações, e instiga questionamentos a respeito de como lactentes e crianças com a síndrome podem ter sua trajetória do desenvolvimento modificada pelas experiências vivenciadas.

Atualmente os indivíduos com síndrome de Down são vistos como tendo um perfil complexo, composto por áreas de funcionamento próximo ao esperado para a população típica, e áreas de funcionamento que ainda representam desafios tanto para famílias quanto para a equipe envolvida na prestação de serviços de saúde. Por

exemplo, estudos têm revelado relativa facilidade em aspectos relacionados a linguagem receptiva e habilidades sociais não verbais, ao lado de maiores dificuldades relativas a linguagem expressiva e habilidades motoras (Fidler & Nadel, 2007; Nadel & National Down Syndrome Society (U.S.), 1988). Tais características podem ser observadas precocemente no desenvolvimento (Fidler, Hepburn, & Rogers, 2006).

Com relação ao desempenho motor precoce, lactentes com SD podem apresentar movimentos espontâneos menos variáveis (Mazzone, Mugno, & Mazzone, 2004) e menos vigorosos do que lactentes típicos (McKay & Angulo-Barroso, 2006). A aquisição de marcos motores parece acontecer na mesma sequência observada no desenvolvimento típico, porém em ritmo mais lento e com maior dificuldade para emergência de habilidades que requerem controle anti-gravitacional (Tudella, Pereira, Basso, & Savelsbergh, 2011). As dificuldades observadas possivelmente originam-se de falta de controle da ativação muscular, geração de torque e coordenação motora, mais do que da hipotonia muscular (Wu, Ulrich, Looper, Tiernan, & Angulo-Barroso, 2008).

No domínio perceptual, achados de alterações sensoriais incluem componentes centrais e periféricos do sistema nervoso. São observados déficits visuais, como respostas a estímulos visuais reduzidas e atrasadas, e demora na condução de estímulos táteis, atribuídos a atraso na maturação das vias ascendentes somato-sensoriais, que é observado principalmente no primeiro ano de vida (Chen & Fang, 2005). Também há relatos de dificuldades em testes de grafestesia, discriminação de dedos e estereognosia (Brandt, 1996). Uma das possíveis consequências de tais alterações é a dificuldade em tarefas manipulativas.

O atraso cognitivo é um dos achados mais característicos da síndrome, variando de leve a moderado (Silverman, 2007). Dentre as habilidades mais afetadas encontram-se a aquisição de informações, e armazenamento de longo prazo e resgate de informações (Pennington, Moon, Edgin, Stedron, & Nadel, 2003). Uma das bases biológicas para estes achados pode ser a dificuldade de aprendizagem por meio de processos de habituação. Ao investigar os potenciais evocados durante uma tarefa de reconhecimento de objetos em lactentes com SD aos seis meses de vida, Karrer et al (1998) identificaram que os lactentes deste grupo, em contraste com os típicos, não apresentaram os mecanismos de inibição de estímulos familiares e por isso, demoram a reconhecer objetos.

Em consequência das alterações motoras, perceptuais e cognitivas, as interações com objetos também são afetadas na presença da SD desde idades precoces.

Quanto à habilidade manual, foi observado em estudo prévio que lactentes com SD no período de quatro a seis meses de idade realizam movimentos de alcance menos retilíneos que lactentes típicos (de Campos, Rocha, & Savelsbergh, 2010). Apesar de modificar as estratégias de movimento diante de objetos com diferentes tamanhos, os lactentes com a síndrome apresentam notáveis dificuldades para apreender objetos pequenos, além de demorar mais do que os típicos para aprimorar a apreensão (de Campos, Francisco, Savelsbergh, & Rocha, 2011).

A exploração de objetos tem sido estudada em lactentes com SD no final do primeiro ano de vida. As interações com objetos em lactentes com SD nas idades de nove e doze meses parecem ser predominantemente visuais, sendo observada relativamente menor ocorrência de manipulação (Landry & Chapieski, 1989; MacTurk, Vietze, McCarthy, McQuiston, & Yarrow, 1985). Nas idades de onze a quinze meses, há relato de menor duração de exploração complexa e maior duração de exploração simples dos objetos do que em lactentes típicos de mesma idade cronológica (Gerrior, 1987). No mesmo estudo, a duração de exploração visual e manual combinada foi menor e de exploração visual isolada foi maior do que no grupo de lactentes típicos de mesma idade cronológica e do que em outro grupo típico pareado segundo a idade mental (Gerrior, 1987). Estes achados indicam que o desempenho de ações sobre objetos requerem atenção nesta população desde muito cedo no desenvolvimento. Entretanto, não foram encontrados estudos que investiguem a emergência e refinamento das habilidades manuais, e tampouco que abordem as relações entre as experiências vivenciadas nas fases iniciais do desenvolvimento e o desempenho em fases posteriores, de forma que são necessários estudos com este foco na população com SD.

Em crianças com SD de três anos de idade, a tarefa de alcance é realizada com tempo de desaceleração mais curto, pouco ajuste antecipatório da abertura da mão, e demora para erguer um objeto em comparação com crianças típicas de mesma idade cronológica ou mesma idade mental e experiência motora (Kearney & Gentile, 2002). Aos oito e dez anos, o tempo de desaceleração é mais longo do que em crianças típicas, o que indica necessidade de ajustes diante das demandas da tarefa, também sendo observado melhor planejamento quando os movimentos de alcance exigem menor

acurácia do que movimentos com maior demanda (Charlton, Ihsen, & Oxley, 1996). Ações manipulativas como apreensão de pinos, blocos e moedas, avaliadas em crianças com SD em idade escolar, são realizadas utilizando estratégias de preensão atípicas (Jover, Ayoun, Berton, & Carlier, 2010), com menor utilização de preensão de precisão em comparação com crianças com desenvolvimento típico (Thombs & Sugden, 1991).

No único estudo encontrado que avaliou o desempenho de crianças com SD em uma tarefa de encaixe de objetos cilíndricos, não foram observadas diferenças no tipo de preensão adotada e no sucesso na tarefa ao comparar as crianças com SD (com média de idade de 122.5 meses) e um grupo de crianças típicas pareado quanto à idade mental, com idade cronológica média de 82.8 meses (Hogg & Moss, 1983). Entretanto, a expressiva diferença etária entre os grupos e a relativa facilidade da tarefa de encaixar objetos cilíndricos dificultam a elaboração de inferências a respeito do desempenho das crianças com SD em habilidades manipulativas sob diferentes demandas de tarefa.

Diante do exposto, além dos poucos estudos que investiguem o desempenho de criança com SD no período de emergência do alcance, observa-se também uma lacuna na literatura quanto à compreensão das habilidades de apreensão e manipulação de objetos em crianças com SD no período de um a três anos de vida.

Apesar das limitações em diversos domínios do desenvolvimento, estudos sugerem que os indivíduos com a síndrome apresentam responsividade às experiências vivenciadas, modificando seu comportamento de acordo com elas. Por exemplo, com relação a habilidades cognitivas, o conceito de permanência de objetos emerge geralmente com atraso de cerca de dois meses com relação ao desenvolvimento típico, porém, se intensivamente treinado, pode ser adquirido sem atraso com relação ao desenvolvimento típico (Wishart, 1995). Ainda, há relatos de que crianças com SD inseridos em salas de aulas comuns apresentam melhor desempenho comunicativo do que crianças que frequentam sala especial (Fidler & Nadel, 2007), o que constitui evidência de sua sensibilidade ao estímulo ambiental e da necessidade de proporcionar experiências ricas em seu contexto.

Quanto às habilidades motoras, o treino de marcha em esteira com suporte pode adiantar a emergência da marcha e da realização de ajustes locomotores antecipatórios em lactentes com a síndrome (Angulo-Barroso, Wu, & Ulrich, 2008; Ulrich, Ulrich,

Angulo-Kinzler, & Yun, 2001). Embora tanto um treinamento genérico quanto um treinamento intensivo resultem nestes efeitos, os lactentes que passam por treinamento intensivo respondem antes do que os do outro grupo (Angulo-Barroso, et al., 2008). Ainda, para as autoras, o treinamento intensivo parece ser capaz de melhorar a coordenação entre flexores e extensores das pernas, proporcionando melhor controle postural e facilitando a transferência da habilidade aprendida (passos na esteira) para uma nova tarefa (dar um passo sobre um obstáculo).

De maneira similar a lactentes típicos, lactentes com SD modificam sua resposta postural aos estímulos vestibulares oferecidos em uma sala móvel de acordo com sua experiência na postura sentada e prática na tarefa. No entanto, a mudança é mais lenta do que em lactentes típicos com o mesmo tempo de experiência na postura sentada (Polastri & Barela, 2005). Os autores atribuem este atraso a um maior tempo necessário para estabelecer relações estáveis entre informações sensoriais e respostas motoras.

É possível que tais diferenças se originem em fatores neurais, como a capacidade dos neurônios em se ramificar e estabelecer novas conexões. Em um estudo com um modelo animal de SD, observou-se que o aumento das ramificações em ambientes enriquecidos foi menor em ratos trissômicos do que no grupo controle, ou seja, sob situação de estimulação similar, os circuitos neurais tornaram-se menos complexos (Dierssen, et al., 2003).

Os estudos com humanos e modelos animais sugerem que indivíduos com SD são sensíveis às experiências percepto-motoras, mas que a intensidade das experiências é relevante para a magnitude da resposta observada, visto que as mudanças desenvolvimentais ocorrem mais lentamente do que em lactentes típicos, e a quantidade de estimulação requerida para obter resposta é maior. É plausível supor, portanto, que reduzidas experiências percepto-motoras vivenciadas nas fases iniciais do desenvolvimento possam ter impacto no refinamento das habilidades em si, e também no desfecho do desenvolvimento em longo prazo. No entanto, não foram encontrados estudos voltados para investigar o quanto as experiências vivenciadas espontaneamente por meio das atividades de alcançar, apreender e explorar objetos, na ausência de treinamento específico, modificam-se ao longo dos meses e contribuem para o desempenho de ações manipulativas posteriormente no desenvolvimento. Tais informações são relevantes para desvendar os mecanismos envolvidos na aquisição e

refinamento de habilidades, bem como para identificar aspectos do desenvolvimento precoce que podem ser precursores de outras habilidades relevantes para a participação dos indivíduos em situações funcionais.

De acordo com Fidler e Nadel (2007), considerando que o *input* ambiental leva a reorganizações cerebrais, se for possível identificar precursores de habilidades funcionalmente relevantes, a intervenção sobre eles pode ser um caminho para modificar a trajetória do desenvolvimento de indivíduos com SD. Tais aspectos apenas podem ser identificados por meio de estudos longitudinais que levem em conta a dinâmica relação entre experiências percepto-motoras e a emergência de habilidades.

Hemiplegia distônica

Na infância, a ocorrência de movimentos distônicos em um hemicorpo geralmente decorre de lesões cerebrais contralaterais nas regiões do tálamo e/ou corpo estriado, como resultado de infartos isquêmicos, trauma perinatal, acidente vascular encefálico ou síndromes genéticas (Nardocci, et al., 1996). Em crianças com paralisia cerebral, estima-se que cerca de 14,4% da população apresente sinais distônicos (Bax, Tydeman, & Flodmark, 2006).

Nos últimos anos, diretrizes para o diagnóstico de sintomas distônicos em crianças têm sido elaboradas sob a forma de diversos instrumentos de avaliação (Barry, VanSwearingen, & Albright, 1999; Jethwa, et al., 2010; Pavone, Burton, & Gaebler-Spira, 2012). Todavia, o diagnóstico ainda oferece desafios, principalmente devido à associação entre espasticidade e distonia, observada em muitos pacientes (Delgado & Albright, 2003). Desta forma os estudos que investiguem seu efeito sobre o desempenho de atividades são escassos.

A distonia é definida como uma desordem motora na qual contrações musculares involuntárias ou intermitentes causam movimentos repetitivos e torsionais, posturas anormais, ou ambos. O movimento ou postura anormais são frequentemente associados com as tentativas de movimento voluntário (Delgado & Albright, 2003; Sanger, 2004), e os achados fisiológicos geralmente incluem co-contração de antagonistas, atividade eletromiográfica em músculos não envolvidos na tarefa, e ativação involuntária dos músculos durante o encurtamento passivo (Sanger, 2004). A presença de movimentos

involuntários pode ser extremamente incapacitante nos casos mais graves, porém a severidade do comprometimento pode ser bastante variável do ponto de vista motor (Sanger, 2003).

Um outro aspecto que tem sido abordado na literatura é a presença de distúrbios sensoriais em indivíduos com distonia (Hallett, 1995, 2009). Embora a maior parte dos estudos tenha sido realizada com adultos, especula-se que a presença dos movimentos e posturas involuntários pode estar associada com uma desorganização do processamento de informações no córtex motor e gânglios da base. Além disso, estudiosos sugerem que a presença de distonia pode envolver mudanças corticais em resposta a movimentos estereotipados dos dedos. Tais movimentos podem levar a desdiferenciação da representação somatosensorial da mão, afetando o *feedback* sensório-motor e o controle motor fino (Bara-Jimenez, Catalan, Hallett, & Gerloff, 1998; Byl, Nagarajan, Merzenich, Roberts, & McKenzie, 2002). Tais mudanças sugerem um papel da experiência percepto-motora para a severidade do comprometimento da mão.

Déficits sensoriais são frequentemente observados em crianças com diversos tipos de lesão cerebral. Em crianças com paralisia cerebral diplérgica e hemiplérgica, há relatos de déficits na discriminação espacial e estereognosia tanto na mão dominante quanto na não-dominante (Wingert, Burton, Sinclair, Brunstrom, & Damiano, 2008). Alterações desta natureza são especialmente presentes em crianças com hemiplegia espástica, com desempenho inferior em propriocepção, estereognosia e discriminação de dois pontos (Bolanos, Bleck, Firestone, & Young, 1989; Krumlinde-Sundholm & Eliasson, 2002).

A adequada realização de tarefas manuais requer integridade dos mecanismos de aquisição e processamento de informações táteis. De acordo com Forssberg et al. (1995), os receptores cutâneos presentes na palma da mão têm papel fundamental na interpretação das informações referentes às propriedades de superfície e estruturais dos objetos, a partir das quais são modulados os parâmetros da apreensão como a estratégia de preensão adotada, a força exercida, dentre outros.

A presença de restrições motoras pode, segundo Lederman e Klatzky (2004), limitar a realização das ações exploratórias necessárias para reconhecer os objetos, enquanto alterações sensoriais podem dificultar o aporte de informações sensoriais

coletadas por meio das ações. Dessa forma, a relação entre fatores motores e sensoriais é uma outra dimensão das experiências percepto-motoras, que pode afetar de maneira importante a realização de tarefas manuais

Tal relação tem sido demonstrada em crianças com hemiplegia espástica, visto que os déficits sensoriais se relacionam com pobre controle antecipatório (Gordon & Duff, 1999b) e desempenho pouco habilidoso de tarefas manuais (Krumlinde-Sundholm & Eliasson, 2002). No entanto, a relação entre estes aspectos em crianças com hemiplegia distônica, não foi investigada em estudos prévios.

A investigação do efeito da integridade dos sistemas sensoriais e motores pode fornecer maiores informações sobre os aspectos que determinam o desempenho de crianças com tais desordens, e contribuir para que suas dificuldades em tarefas manuais sejam abordadas de maneira especializada.

Delineamento dos estudos

Partindo do conhecimento a respeito do desenvolvimento típico quanto à realização de ações adaptativas perante as propriedades dos objetos, e quanto às complexas interações entre sistemas perceptuais, motores e cognitivos no desenvolvimento de ações manuais, foi primeiramente questionado se lactentes expostos a fatores de risco apresentam alterações na realização de ações exploratórias sobre objetos com diferentes propriedades, que deu origem à revisão bibliográfica que compõe o Estudo 1, intitulado “Explorando objetos: revisão sobre o desempenho de lactentes expostos a condições de risco”.

O Estudo 1 permitiu identificar que, com exceção da prematuridade, outras condições de risco têm sido pouco investigadas quanto ao impacto sobre o desenvolvimento de ações exploratórias. Ainda, são escassos os estudos investigando o desempenho de lactentes no período de aquisição da habilidade de alcançar, considerando as mudanças na sua habilidade motora, e descrevendo o desempenho com relação a objetos com diferentes propriedades.

Tais lacunas, aliadas aos achados prévios de que lactentes com síndrome de Down apresentam dificuldades para selecionar estratégias de movimento adequadas

para apreender objetos de diferentes tamanhos (de Campos, et al., 2011), motivaram a realização do Estudo 2, intitulado: “Desenvolvimento de ações exploratórias sobre objetos com diferentes propriedades em lactentes típicos e com síndrome de Down”. Neste estudo, os principais questionamentos referem-se às mudanças mediadas pela capacidade de alcançar nas interações com objetos, com foco nas ações exploratórias pré-apreensão, no comportamento de apreensão e nas ações exploratórias pós-apreensão, e também na influência das propriedades dos objetos sobre estes comportamentos.

Tendo sido observado que lactentes com SD demoram para refinar a capacidade de explorar, realizando menor quantidade de alcances e ações exploratórias, especialmente aquelas que requerem maior habilidade motora fina, foram levantados novos questionamentos a respeito do impacto destes achados em seu desempenho motor e cognitivo de longo prazo. Foi realizado, assim, o Estudo 3, que recebeu o título: “Desempenho na apreensão e manipulação de objetos em crianças com síndrome de Down: efeito das experiências percepto-motoras nas fases iniciais do desenvolvimento”. Além de revelar dificuldades na manipulação de objetos pequenos e de encaixe de objetos de formas complexas na idade de dois anos, o acompanhamento longitudinal dos lactentes desde o período de emergência do alcance até os dois anos de vida foi capaz de revelar a contribuição das interações precoces com objetos sobre a capacidade de manipular objetos de diferentes formas.

Por fim, encerrando a sequência de estudos desenvolvidos, o estudo intitulado “Características da função manual em crianças e jovens com hemiplegia distônica – aspectos motores e sensoriais” abrange questionamentos a respeito da presença de alterações motoras e sensoriais em crianças e adultos jovens com hemiplegia distônica, e da influência de déficits sensoriais para o desempenho das ações manuais por meio de uma avaliação transversal. Especificamente, é investigado o papel da integridade dos sistemas tátil e proprioceptivo, mensurado por meio dos limiares de discriminação tátil espacial e temporal, além do desempenho em um teste de estereognosia, sobre as variáveis do desempenho do alcance e apreensão de objetos na presença de um dano cerebral unilateral potencialmente afetando as vias de integração sensório-motora e as experiências vivenciadas em fases iniciais no desenvolvimento.

Sem a intenção de esgotar assuntos tão amplos e relevantes do ponto de vista da ciência do desenvolvimento e da reabilitação, a presente tese se propõe a contribuir para a compreensão dos fatores que influenciam a realização de habilidades manuais em lactentes e crianças com incapacidades. Foi conferida ênfase à influência das experiências percepto-motoras e sua ação conjunta com a presença de fatores de risco para atraso no desenvolvimento com vistas à identificação de aspectos que contribuem para suas disfunções, cujo potencial para modificação do desfecho do desenvolvimento possa ser explorado em futuros estudos.

ESTUDO 1: Explorando objetos: revisão sobre o desempenho de lactentes expostos a condições de risco.¹

1. Introdução

Durante o primeiro ano de vida, notáveis transformações caracterizam o desenvolvimento infantil, destacadamente a emergência das habilidades de alcance, apreensão e manipulação de objetos. Sob a perspectiva ecológica, tais transformações se processam por meio da percepção e aprendizagem das *affordances*, ou seja, da descoberta por parte da criança das oportunidades de ação sobre os objetos, que são mediadas pela exploração (Adolph, et al., 1993; Gibson & Pick, 2000).

Desta forma, o comportamento exploratório é um mecanismo de adaptabilidade do indivíduo aos recursos do ambiente. Como tal, é influenciado tanto por aspectos pertencentes ao ambiente, como atributos físicos do estímulo, quanto por aspectos individuais, como a habilidade de processar a informação que o estímulo fornece (Weisler & McCall, 1976).

Nos primeiros meses de vida, o comportamento exploratório é considerado indiferenciado, ou seja, o repertório dos lactentes é composto por ações não específicas para o objeto manipulado, como levar à boca e manipular rudimentarmente. No curso de desenvolvimento, as ações começam a ser aplicadas de maneira mais discriminada de acordo com as diversas características dos objetos. Além da maior adaptabilidade dos comportamentos exploratórios às propriedades dos objetos, as ações sobre objetos assumem características direcionadas para sua função, ou seja, a criança não apenas explora, mas brinca e estabelece relações entre os objetos e as pessoas. Elevados níveis de atenção e persistência na tarefa são requisitos cada vez mais essenciais para a interação com os objetos (Belsky & Most, 1981).

A ocorrência de tais mudanças na realização de ações exploratórias é influenciada por fatores variados como o conjunto de capacidades perceptuais, cognitivas e motoras dos indivíduos, além do nível de estimulação disponível no

¹ Estudo que originou o artigo: de Campos, A.C., Savelsbergh, G.J.P., Rocha, N.A.C.F. (2012). What do we know about the atypical development of exploratory actions during infancy? *Research in developmental disabilities*, 33: 2228–2235 (Apêndice 1).

ambiente (Belsky, Goode, & Most, 1980; Sorce & Emde, 1981; Weisler & McCall, 1976). Por exemplo, indivíduos em situação de privação de estímulos ambientais ou que tenham menor experiência com determinado estímulo possivelmente terão habilidade de processar informações limitada, e, portanto, comportamento exploratório menos complexo (Weisler & McCall, 1976). No entanto, em contraste com a elevada quantidade de estudos que têm investigado o desenvolvimento das ações exploratórias em lactentes típicos, relativamente poucos estudos têm abordado este aspecto em lactentes expostos a fatores de risco.

Diante disso, a presente revisão tem como objetivo delinear o panorama das pesquisas sobre o desenvolvimento das ações exploratórias sobre objetos em lactentes sujeitos a condições de risco para atraso no desenvolvimento.

A investigação das características das ações exploratórias em populações de risco alinha-se com atuais conceitos teóricos na área do desenvolvimento infantil, no sentido de buscar evidências da influência da integridade dos subsistemas orgânicos no processo de percepção e aprendizagem de *affordances*. Além disso, espera-se fornecer subsídios para profissionais que atuam com crianças expostas a fatores de risco, por meio da identificação de fatores que contribuem para a presença de disfunções.

2. Método

Os artigos foram obtidos por meio de busca nas bases de dados eletrônicas Medline (1966–1996 e 1997–2012) e Science Direct (todos os anos), realizada em Janeiro de 2012. A busca foi efetuada por combinação das palavras-chave, sendo utilizados os termos: *exploration* ou *exploratory behavior*, em combinação com *infants*. Trabalhos citados pelos estudos encontrados por meio da busca nas bases de dados também foram incluídos na presente revisão. Os estudos foram pré-selecionados a partir da leitura dos títulos e dos resumos, tendo como critérios de inclusão: estudos que avaliaram o comportamento de exploração de objetos, sendo os participantes lactentes de até 12 meses com qualquer condição que os caracterizassem como expostos a risco para atraso no desenvolvimento. Estudos que prolongassem a avaliação para além de um ano de vida também foram incluídos.

Para os propósitos do estudo, foram considerados como lactente de risco para atraso no desenvolvimento aqueles com alta probabilidade de apresentar, na infância, *déficit* motor, sensorial ou mental devido a fatores biológicos ou ambientais, possíveis ou estabelecidos (Amorim, 2002).

A leitura dos textos completos permitiu a seleção final dos artigos que fazem parte da revisão. Ao analisar os artigos, foram levantados os seguintes aspectos: 1) fator de risco a que o lactente foi exposto; 2) idade do lactente no momento da avaliação; 3) Desenho do estudo; 4) características dos objetos apresentados ao lactente; 5) condições de teste; 6) variáveis empregadas para classificar o comportamento exploratório e 7) desempenho dos lactentes na atividade de explorar os objetos.

3. Resultados e Discussão

Dentre 126 estudos resultantes da busca nas bases de dados, 17 atenderam aos critérios estabelecidos para inclusão. As principais razões para exclusão de artigos foram: avaliação apenas de lactentes com desenvolvimento típico (n=39); estudos sem foco na exploração de objetos (n=68); estudos com animais (n=1); e participantes com mais de 12 meses de vida (n=1). Um artigo foi adicionado por constar entre as referências bibliográficas de um dos estudos. Desta forma 18 artigos foram incluídos na revisão.

3.1. Aspectos metodológicos

Um dos primeiros aspectos dignos de nota observados a partir da revisão diz respeito ao ano de publicação dos artigos, como mostra a Tabela 1. Seis dos 18 artigos foram publicados nos anos 2000. Este achado é ilustrativo do interesse por parte de muitos pesquisadores nos anos 70 e 80 em entender as origens da cognição, em parte sob influência das idéias de Jean Piaget (1952) nesta época. Por outro lado, uma falta de estudos que levem em conta abordagens teóricas recentes, como a complexa interação de subsistemas orgânicos para a produção de mudanças comportamentais, e as consequências de desordens do desenvolvimento sobre a percepção e aprendizagem de *affordances*, foi evidenciada pela revisão. Sob esta ótica, a compreensão do desenvolvimento atípico de ações exploratórias encontra-se defasada com relação às pesquisas do desenvolvimento típico.

A análise dos fatores de risco a que os lactentes foram expostos demonstra interesse balanceado por parte dos pesquisadores em investigar fatores de risco ambiental (n= 6 estudos) e fatores biológicos (n=13 estudos). Ainda, sete estudo investigaram condições de risco duplo, por exemplo, associação de riscos ambientais como baixo nível socioeconômico e deficiência nutricional (Aburto et al. 2009; 2010), e associação de riscos biológicos como prematuridade e hemorragia intra-ventricular (Pridham et al., 2000), ou ainda de riscos biológicos com riscos ambientais (ex: prematuridade e baixo nível sócio-econômico (Kopp & Vaughn 1982). A investigação de múltiplos fatores encontra suporte no fato de que a associação de fatores pode potencializar o efeito negativo sobre o desenvolvimento (Smith; Ulvund; Lindemann, 1994; Feldman & Eidelman 2006).

Dentre os fatores de risco biológico, a prematuridade tem sido a condição mais presente nos estudos sobre o comportamento exploratório (n=7 estudos). Este achado pode ser em parte explicado devido ao ano de publicação dos artigos. Nos anos 70, os avanços em medicina neonatal aumentaram a população de lactentes prematuros que sobreviviam às condições de nascimento (Howard, Parmelee, Kopp, & Littman, 1976), o que pode ter criado a necessidade de aprofundar os conhecimentos sobre os efeitos da prematuridade.

Tabela 1: Condições de risco avaliadas nos estudos incluídos na revisão.

Estudo	Condição de risco
[1] Collard, 1971; [2] Van den Boom, 1994; [3,4] Aburto et al., 2009; 2010.	Baixo nível socioeconômico
[5] Sigman, 1976; [6] Kopp & Vaughn, 1982; [7] Ruff et al., 1984; [8] Landry & Chapieski, 1989; [9] Landry et al., 1993; [10] Pridham et al., 2000; [11] Feldman et al., 2002.	Prematuridade
[12] Mac Turk et al., 1985; [6] Landry & Chapieski, 1989; [13] Bradley-Johnson et al., 1982.	Síndrome de Down
[14] Ozonoff et al., 2008	Autismo
[15] Schuetze et al., 1999.	Permanência em creche
[16] Schellingerhout et al., 1997; [17] Smitsman &	Deficiência visual

<p>Schellingerhout, 2000.</p> <p>[18] Gowen et al., 1989.</p> <p>[1] Collard, 1971 (institucionalização); [2] Van den Boom, 1994 (temperamento irritável); [3,4] Aburto et al., 2009; 2010 (deficiência nutricional); [6] Kopp & Vaughn, 1982 (BPN, IG, BNS) [8] Landry et al., 1993(BPN; HIV); [10] Pridham et al., 2000 (BPN, disfunção respiratória).</p>	<p>Várias desordens</p> <p>Condições associadas</p>
--	---

Legenda: BPN: Baixo peso ao nascimento; HIV: Hemorragia intraventricular; IG: idade gestacional age; BNS: baixo nível socioeconômico.

Por outro lado, fatores de risco estabelecidos como a presença de síndromes genéticas e malformações congênitas, que podem ter consequências importantes sobre o desenvolvimento de ações exploratórias, têm sido avaliados com menor frequência (n=4 estudos). Desta forma, constata-se uma lacuna na literatura a respeito do desenvolvimento de ações exploratórias em grupos com alto risco para alterações nesta habilidade. As consequências de cada condição de risco serão abordadas na seção seguinte.

Relativamente à idade, com exceção de três estudos (Aburto, Ramirez-Zea, Neufeld, & Flores-Ayala, 2009; Feldman, Weller, Sirota, & Eidelman, 2002; van den Boom, 1994), todos os demais avaliaram lactentes no segundo semestre de vida, como mostra a Figura 1. Na mesma figura, é evidente que apenas cinco estudos avaliaram longitudinalmente o desempenho dos lactentes, e nenhum destes investigou as mudanças ocorridas em lactentes com menos de seis meses. Uma possível explicação para este fato é fornecida por Sigman (1993). Para esta autora, avaliar o comportamento exploratório é particularmente apropriado na segunda metade do primeiro ano, quando os lactentes preferem explorar manualmente os objetos ao invés de apenas olhar.

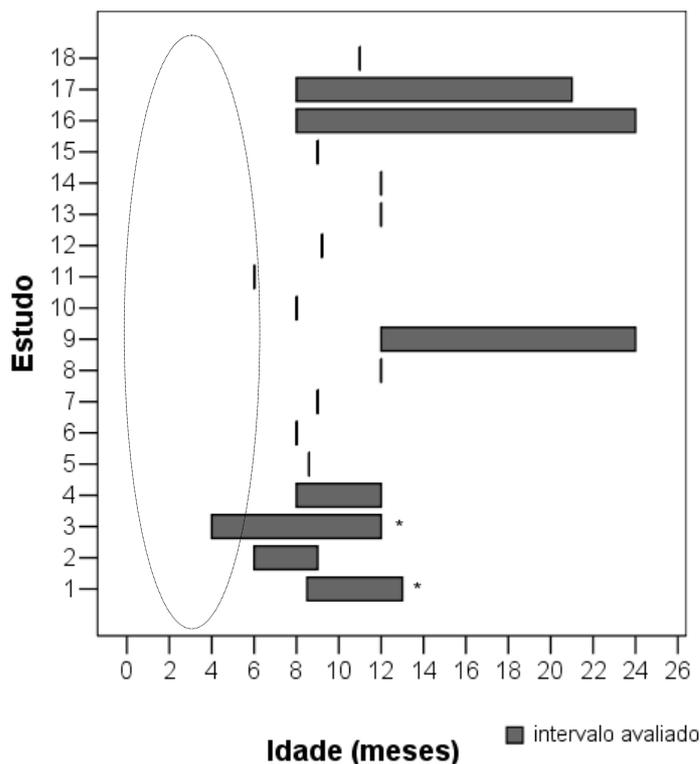


Figura 1: Intervalos etários avaliados em cada estudo.

*: Participantes foram avaliados em diferentes idades, porém este fator não foi diretamente testado; linha pontilhada= estudos avaliando lactentes de até seis meses. Para identificação dos estudos quanto ao número, referir à Tabela 1.

Além deste fator, outros autores consideram que o controle da atenção só ocorre no segundo semestre de vida, e isso influencia a aquisição de informações pelo lactente e, conseqüentemente, a manipulação exploratória (Kopp & Vaughn, 1982; Landry & Chapieski, 1989). De fato, no final do primeiro ano de vida as habilidades percepto-motoras de lactentes são variadas, sendo consenso atualmente que a emergência de habilidades como a locomoção favorece a expansão do repertório de ações exploratórias (Campos, et al., 2000). Entretanto, isso não implica que as limitadas habilidades motoras de lactentes mais jovens impedem a realização de ações exploratórias, como tem sido evidenciado por achados de competências perceptuais precoces (Molina & Jouen, 1998; Rochat, 1987).

Além disso, a emergência de comportamentos exploratórios primários como levar à boca e examinar é importante pré-requisito para competências que surgirão posteriormente no desenvolvimento (Lobo & Galloway, 2008). Por exemplo, em lactentes típicos a exploração oral tem sido relacionada à emergência da vocalização

(Fagan & Iverson, 2007; Iverson, 2010), e a exploração especializada tem sido relacionada ao refinamento do conhecimento dos objetos (Soska, et al., 2010). Portanto, avaliar a emergência e refinamento de ações exploratórias em idades mais precoces poderia contribuir para compreender a origem de desordens observadas posteriormente, visto que no primeiro semestre de vida comportamentos exploratórios menos complexos como levar o objeto à boca, são adquiridos, sendo relevante caracterizar sua emergência.

Considerando, ainda, que as ações exploratórias são adquiridas e refinadas em paralelo com a emergência de habilidades motoras como o alcance e a apreensão, é relevante que os estudos que investiguem o desenvolvimento das ações exploratórias também considerem as mudanças em sua habilidade motora, aspecto não abordado em nenhum dos estudos levantados pela presente revisão.

Com relação às características do objeto apresentado, na quase totalidade dos trabalhos incluídos foram apresentados aos lactentes brinquedos considerados apropriados para sua faixa etária, como bonecas, blocos, chocalhos e carros (Tabela 2). Ao apresentar tais estímulos, os pesquisadores esperam que os lactentes desempenhem seus comportamentos exploratórios mais sofisticados, como a brincadeira relacional e brincadeira simbólica (Belsky & Most, 1981), comportamentos que são centrais para o desenvolvimento cognitivo e funcional.

No entanto, este achado também revela a falta de estudos investigando a emergência de ações exploratórias diferenciadas quanto às propriedades físicas dos objetos. Dois dos estudos incluídos investigaram os comportamentos dos lactentes para explorar a propriedade de textura em um tapete (Schellingerhout, Smitsman, & vanGalen, 1997; Smitsman & Schellingerhout, 2000), mas nenhum dos estudos manipulou sistematicamente as propriedades dos objetos, e tampouco verificaram o efeito da capacidade de alcançar e apreender sobre estas ações.

Desta forma, constata-se uma lacuna na literatura a respeito das ações exploratórias realizadas sobre objetos com diferentes propriedades em lactentes expostos a fatores de risco. Compreender melhor tais aspectos seria importante frente à relevância adaptativa da percepção e aprendizagem das *affordances* dos objetos para realizar ações funcionais, que podem revelar as origens de disfunções percepto-motoras.

Tabela 2: Condições de teste e classificação do comportamento exploratório.

Estudo	Condições de teste	Classificação dos comportamentos
1	<i>Free-play</i> / Brinquedos adequados à idade.	F: Olhar, transferir, rodar, exploração oral, tatear, <i>poking</i> ¹ , arranhar, bater, chacoalhar, derrubar e observar, esfregar sobre a superfície.
2	<i>Free play</i> / Brinquedos adequados à idade*.	F/D: Exploração oral, manipulação indiferenciada, exploração vigorosa, exploração relacional, exploração específica, exploração simples.
3, 4	<i>Free play</i> / Brinquedos adequados à idade*.	D: Tocar, Olhar; tocar e olhar simultaneamente.
5	Preferência pela novidade/ Brinquedos adequados à idade.	D: Fixação visual sem manipulação, manipulação sem fixação, fixação visual e manipulação combinadas.
6	Atenção sustentada/ Cubos*	F/D: Olhar sem tocar, segurar e olhar, manipular/ examinar, exploração oral
7	Brinquedos adequados à idade*	F: Olhar, exploração oral, alternância olhar/ exploração oral, tatear, rodar, transferir, bater.
8	<i>Free play</i> / Brinquedos adequados à idade*	F: Sem resposta, olhar ou manipular (exploração manual detalhada ou brincadeira funcional).
9	<i>Free play</i> / Brinquedos adequados à idade*	F: Brincadeira exploratória (uso apropriado dos brinquedos).
10	Exploração focada/ Brinquedos adequados à idade*	D: Olhar, alcançar, derrubar, sem atenção, manipular (<i>tatear, poking</i> ¹ , <i>prodding</i> ² , transferir, chacoalhar, bater).
11	Exploração sustentada/ Brinquedos adequados à idade*	D: Sem interesse, exploração oral, manipulação, exploração sustentada (manipulação visual/ manual com as duas mãos e visível interesse)
12	Brinquedos adequados à idade.	F: Olhar, contato mínimo (segurar, tocar, exploração oral), exploração ativa básica (bater, chacoalhar), comportamento direcionado à tarefa;; sucesso completo na tarefa.
13	Preferência pela novidade/ Brinquedos adequados à idade.	D: Manipulação, exploração visual, exploração oral.

Continua na página seguinte

14	Brinquedos adequados à idade.	F/D: Comportamentos típicos: Chacoalhar, bater, exploração oral, jogar; e atípicos: <i>spinning</i> ³ , rolar, rodar, exploração visual atípica.
15	<i>Free play</i> / Brinquedos adequados à idade.	F/ # de estratégias: Bater, empurrar, rodar, transferir, chacoalhar, inspeção visual, tatear, exploração oral.
16,17	Tapete com gradiente de textura.	F/D: Tocar, bater, esfregar, tatear; deslocar os dedos.
18	<i>Free play</i> / Brinquedos adequados à idade*	F/D: Envolvimento ativo (exploração oral, uso indiscriminado/discriminado de um objeto, brincadeira relacional – sozinho ou com outro), envolvimento passivo (a mãe demonstra, guia, ou estimula tatilmente), envolvimento simples (olhar, mover-se na direção, segurar).

Legenda: * Estudos em que a mãe apresentou o objeto aos lactentes; F: Frequência dos comportamentos; D: Duração dos comportamentos. ¹: *Poking*: bater rapidamente o dedo contra o objeto; ²*Prodding*: Empurrar rapidamente algo utilizando o dedo. ³*Spinning*: O lactente derruba ou manipula o objeto de forma que ele gire ou rodopie; Definições fornecidas pelos artigos. Para identificação dos estudos quanto ao número, referir à Tabela 1.

Metodologias complementares de análise do comportamento exploratório incluíram: 1) *Free play*: empregado em oito estudos (numerados na Tabela 2 como 1–4, 8, 9, 15 e 18), que consiste em permitir livre interação da criança com o estímulo, sendo analisadas a duração e frequência das ações exploratórias; 2) o paradigma de preferência pela novidade, que envolve familiarização inicial com um objeto, seguida por apresentação de objetos novos e registro da preferência apresentada pelo lactente, que foi empregado por Sigman (1976) e Bradley-Johnson (1981); e 3) o paradigma da atenção ou exploração sustentada, que consiste na análise da duração do engajamento físico e visual da criança com o objeto, empregado por três estudos que investigaram lactentes prematuros (Feldman, et al., 2002; Kopp & Vaughn, 1982; Pridham, Becker, & Brown, 2000).

Diversos estudos dentre os incluídos na revisão analisaram as variáveis de exploração considerando a duração de cada comportamento exploratório (Aburto, et al., 2009; Aburto, Ramirez-Zea, Neufeld, & Flores-Ayala, 2010; Bradley-Johnson, et al., 1981; Feldman, et al., 2002; Pridham, et al., 2000; Sigman, 1976). Por outro lado, os estudos que visaram identificar a variedade de estratégias de exploração empregaram

preferencialmente a análise da frequência de cada comportamento (Collard, 1971; Landry & Chapieski, 1989; Landry, Garner, Denson, Swank, & Baldwin, 1993; MacTurk, et al., 1985; Ruff, et al., 1984; Schuetze, Lewis, & DiMartino, 1999), e outros, ainda, a combinação de duração e frequência (Gowen, Goldman, Johnson-Martin, & Hussey, 1989; Kopp & Vaughn, 1982; Ozonoff, et al., 2008; Schellingerhout, et al., 1997; Smitsman & Schellingerhout, 2000; van den Boom, 1994).

De acordo com Kopp e Vaughn (1982), a análise da duração do engajamento da criança com o objeto pode revelar aspectos importantes sobre processos cognitivos e diferenças individuais no comportamento exploratório. Com relação à análise da frequência e variedade de comportamentos, Schuetze et al. (1999) observaram relações importantes entre a quantidade e a qualidade do comportamento exploratório. Assim, os estudos sugerem que tanto avaliar a duração do comportamento quanto a frequência e qualidade de cada comportamento são métodos relevantes para mensurar o comportamento exploratório em lactentes de risco. Do ponto de vista adaptativo, destaca-se a importância de considerar tanto a frequência quanto a variedade de comportamentos diferenciados segundo as características do objeto, ou seja, verificar se os comportamentos realizados refletem a capacidade de discriminação perceptual das informações disponibilizadas pelos objetos.

Dentre os 18 estudos incluídos, em 10 deles solicitou-se que a mãe apresentasse o estímulo ao lactente. Tal método pode ter sido empregado, em alguns casos, para familiarizar o lactente com a condição de teste (Aburto, et al., 2009, 2010; Kopp & Vaughn, 1982; Ruff, et al., 1984; van den Boom, 1994). Em outros casos, a intenção era avaliar a interação da mãe com a criança (Feldman, et al., 2002; Gowen, et al., 1989; Landry & Chapieski, 1989; Landry, et al., 1993; Pridham, et al., 2000). Nestes estudos, foi investigado se o comportamento da mãe ao apresentar o objeto à criança (por exemplo, dirigir ou sustentar a atenção da criança, dar o brinquedo nas mãos da criança ou controlar a brincadeira) influenciaria o comportamento exploratório. A análise deste fator encontra suporte em achados que evidenciam que a presença e envolvimento da mãe aumentam a complexidade e duração dos comportamentos exploratórios (Slade, 1987; Sorce & Emde, 1981).

Por fim, a classificação do comportamento exploratório dividiu-se, entre os estudos, em classificação genérica da modalidade utilizada (por exemplo, olhar,

manipular) (Aburto, et al., 2009, 2010; Feldman, et al., 2002; Landry & Chapieski, 1989), e classificação do comportamento específico empregado (por exemplo, tatear, transferir, rodar), que foi a classificação utilizada nos demais estudos. Tendo em vista que as ações exploratórias realizadas pelos lactentes são específicas e de natureza discriminativa (Palmer, 1989), consideramos que a classificação detalhada do comportamento empregado pode ser mais sensível para detectar comportamentos diferenciados com relação a objetos de diferentes propriedades.

Os aspectos metodológicos levantados na revisão fornecem algumas informações sobre como o desempenho de lactentes de risco têm sido avaliados por pesquisas antigas e recentes. Mais importante, a revisão aponta aspectos que devem ser considerados em futuras pesquisas. Na próxima seção, são sintetizados os achados mostrando como as condições de risco podem interferir com o desenvolvimento de ações exploratórias.

3.2. Desempenho dos lactentes expostos a fatores de risco

As consequências dos fatores de risco ambientais sobre o comportamento exploratório foram variáveis entre os estudos. De acordo com Collard (1989), crianças institucionalizadas com idade entre oito e treze meses apresentam menos comportamentos exploratórios do que lactentes que vivem em seu lar. Este achado foi atribuído a poucas oportunidades de explorar e brincar com objetos variados na rotina de crianças institucionalizadas, que tendiam a permanecer mais tempo no berço e dispunham de pouca variedade de brinquedos.

Em contraste, apesar de a institucionalização e a permanência em creches serem tradicionalmente considerados fatores negativos para o desenvolvimento infantil, Schuetze et al. (1999) observaram que a permanência mais prolongada na creche se relaciona com mais comportamentos exploratórios e habilidades de solução de problemas em lactentes de nove meses de vida. Tal disparidade é explicada porque, neste estudo, a creche avaliada foi classificada como tendo excelente qualidade. Desta forma, os fatores ambientais relacionados ao local onde a criança passa boa parte do tempo podem tanto favorecer quanto desfavorecer o desempenho de habilidades exploratórias, dependendo da qualidade dos estímulos oferecidos.

Em lactentes em risco para deficiências de micronutrientes, o melhor estado nutricional se relacionou com mais comportamentos exploratórios. A intensidade de atividade física do lactente aos quatro e doze meses, classificada de “sedentário” a “movimentos vigorosos”, também se relacionou com mais exploração dos objetos (Aburto, et al., 2009). Nesta população, a suplementação nutricional foi capaz de promover comportamentos exploratórios mais sofisticados em relação a lactentes nas mesmas condições que não receberam suplementação (Aburto, et al., 2010). Diante de tais achados, constata-se que a disponibilidade de reservas energéticas é um fator a ser levado em conta ao avaliar o comportamento exploratório de lactentes.

Com relação ao nível socioeconômico, Collard (1971) não encontrou diferença no número de comportamentos exploratórios quando comparou lactentes de nível baixo e médio. Por outro lado, comportamentos envolvendo coordenação motora fina e interações sociais foram mais frequentes nos lactentes de nível médio, resultado atribuído a mais oportunidades de explorar e brincar com objetos variados nestes lactentes com relação aos de nível baixo (Collard, 1971).

O estudo de Van den Boom (1994) também avaliou lactentes provenientes de famílias de baixo nível socioeconômico. Embora seu desempenho não tenha sido diretamente comparado com lactentes de outros estratos sociais, os achados foram sugestivos de alta frequência de lactentes com temperamento irritadiço em famílias em condição de risco. Nos lactentes com esta característica, foi aplicada uma intervenção direcionada a melhorar o vínculo da mãe com a criança. Aos nove meses de vida, o comportamento exploratório dos lactentes que participaram da intervenção foram mais sofisticados, com predominância de exploração adequada para a função dos brinquedos e menor frequência de levar o objeto à boca. Este achado confirma o papel do vínculo com a mãe como é um fator importante na organização do temperamento da criança, conforme estudos com lactentes típicos também sugerem (Slade, 1987), visto que uma melhora na interação se reflete em comportamentos cognitivamente mais elaborados.

Fatores biológicos em geral, como atraso motor, paralisia cerebral, síndrome de Down, relacionam-se com menor tempo de envolvimento com objetos, além de resultarem com maior frequência em ausência de interação com objetos. Apesar disso, os tipos de comportamento parecem ser similares aos de lactentes sem deficiências. Fatores como hospitalizações, terapias, e outras demandas de cuidados especiais são

indicados como restritores da interação entre mãe e filho ao brincar, e podem contribuir para a menor quantidade de comportamentos exploratórios (Gowen, et al., 1989).

Ao avaliar cada condição de risco biológico isoladamente, os demais estudos identificaram influências diversas de cada condição sobre o comportamento exploratório:

Por exemplo, o desempenho de lactentes com risco para autismo foi descrito por Ozonoff et al. (2008). Os autores avaliaram uma amostra prospectiva, na qual parte dos lactentes tinha um irmão com desordem do espectro autista, o que representa elevado risco para também desenvolver uma desordem semelhante. Nesta amostra, a maior parte dos lactentes que posteriormente foram diagnosticados com autismo ou desordem do espectro autista, realizou pelo menos um comportamento exploratório considerado atípico. O comportamento atípico mais comum foi “exploração visual atípica”, que não faz parte do repertório típico de lactentes, como inspeção prolongada do objeto utilizando a visão periférica.

Lactentes que tiveram diagnóstico de outra desordem não pertencente ao espectro autista realizaram com mais frequência o comportamento de rolar o objeto em relação aos lactentes sem nenhuma alteração do desenvolvimento. Os autores sugerem que os lactentes com risco para autismo tendem a olhar por mais tempo para os objetos, o que pode levar a alteração na interação com o ambiente. Ainda, a reduzida motivação para interagir com pessoas pode induzir à procura por obter mais estímulos sensoriais por meio dos objetos. Tais fatores podem ter contribuído para o aumento da atenção para objetos em detrimento da interação com pessoas, que são características da desordem. Estes resultados são sugestivos de que presença de comportamentos exploratórios atípicos precocemente no desenvolvimento pode prever desordens presentes posteriormente no desenvolvimento.

As mudanças nas ações exploratórias realizadas sobre um gradiente de textura sugerem que em lactentes com deficiência visual congênita o curso do desenvolvimento destas ações é similar ao desenvolvimento típico (Schellingerhout, et al., 1997; Smitsman & Schellingerhout, 2000). Aos oito meses de idade, os lactentes não realizavam ações diferenciadas para perceber a mudança gradual de textura. Com a idade, comportamentos inespecíficos como exploração oral e bater no objeto foram

gradualmente substituídos por comportamentos como esfregar e tatear, considerados altamente específicos para informar sobre a textura. Estes especializados comportamentos tornaram-se predominantes na idade de 21 meses. Como lactentes com deficiência visual precisam dominar a exploração manual como compensação pela perda visual, os autores sugerem que fornecer estimulação sensorial intensiva é de primordial interesse terapêutico.

Com relação à prematuridade, que foi o fator de risco biológico mais frequentemente avaliado entre os estudos incluídos na presente revisão, os achados acerca do comportamento exploratório são heterogêneos. Fatores como gênero, peso ao nascimento e interação com o cuidador não se relacionaram com o comportamento exploratório em lactentes pré-termo com histórico de doença pulmonar (Pridham, et al., 2000). No entanto, entre os prematuros com baixo peso ao nascimento ou hemorragia intraventricular avaliados por Landry et al. (1993), foram observados menos comportamentos exploratórios nos de maior risco, e dificuldades em responder à estimulação materna com comportamentos exploratórios nos de menor risco.

Quando verificada a exploração de objetos familiares *versus* novos, lactentes prematuros apresentaram, de maneira geral, exploração do objeto familiar por tempo mais prolongado do que lactentes a termo (Sigman, 1976). Mais uma vez, diferenças expressivas foram encontradas ao comparar os prematuros de alto e baixo risco: os de alto risco tiveram menos preferência pelo objeto novo, e exploração mais longa do objeto familiar. Tal resposta, considerada imatura, foi atribuída a dificuldades em atenção, processamento de informações, e memória de curto prazo, visto que o lactente só apresenta preferência pelo objeto novo após habituar-se ao estímulo anterior, ou seja, até que o primeiro estímulo forme uma memória, tornando-se familiar. Déficits de atenção, processamento de informação e memória de curto prazo possivelmente influenciam o organização do comportamento exploratório também.

Ilustrando a influência de outros fatores relacionados à prematuridade, Feldman et al. (2002) demonstraram que os lactentes que não tiveram contato precoce com a mãe, por meio do método mãe-canguru, tiveram dificuldades na organização do comportamento exploratório e regulação emocional, em comparação com lactentes que tiveram tal experiência. Esta conclusão é baseada nos achados de menor duração da exploração de objetos, maior dificuldade em compartilhar a atenção com a mãe, e

correlação destas medidas com a organização do ciclo sono-vigília nos lactentes que não participaram do tratamento, quando avaliados aos seis meses de vida.

Corroborando a suposição de que o comportamento exploratório precoce reflete as capacidades cognitivas dos lactentes, dois estudos encontraram associações entre o comportamento exploratório e o desempenho cognitivo posterior. No estudo de Ruff (1984), poucas diferenças foram observadas entre lactentes a termo e lactentes pré-termo de baixo risco quando avaliados aos sete meses de vida. No entanto, ao comparar os lactentes de alto *versus* baixo risco, verificou-se que os de maior risco realizaram com frequência significativamente inferior os comportamentos de manipular, tatear, rodar e transferir que os de menor risco, achado atribuído à imaturidade neuromotora. Além disso, os escores relativos a estes comportamentos exploratórios aos sete meses de vida se correlacionaram com o desempenho cognitivo avaliado pela escala Bayley aos 24 meses.

De maneira similar, a duração do comportamento exploratório em prematuros avaliados aos oito meses de vida também foi preditiva do desempenho cognitivo, avaliado pela escala de Gesell quando os lactentes completaram 24 meses. Além disso, fatores como peso ao nascimento, idade gestacional e nível socioeconômico também contribuíram para predição do desempenho (Kopp & Vaughn, 1982). Tais evidências reforçam a relevância de avaliar e intervir precocemente em caso de possíveis desordens no comportamento exploratório de lactentes, a fim de minimizar repercussões no desenvolvimento tardio.

Por fim, o desempenho de lactentes prematuros de alto risco foi comparado ao de lactentes com síndrome de Down aos 12 meses de vida ao explorar brinquedos e interagir com a mãe. Tanto as técnicas utilizadas pelas mães para orientar a criança durante o brincar quanto as respostas da criança ao estímulo materno foram diferentes entre os grupos. Os lactentes com SD responderam com maior frequência olhando, ao invés de manipular o brinquedo, diante do estímulo materno de dirigir a sua atenção, em comparação com os prematuros. Além disso, as mães destes últimos tentaram com mais frequência obter a atenção da criança dando o brinquedo em suas mãos. Estes achados são sugestivos de que as mães dos lactentes com SD possivelmente se adaptam ao menor interesse de sua criança em se envolver fisicamente com o brinquedo (Landry &

Chapieski, 1989). Tais evidências apontam para a necessidade de orientar os cuidadores quanto à forma de estimular o lactente visando otimizar suas respostas.

A organização do comportamento exploratório de lactentes com SD aos nove meses de vida foi investigada em maior detalhe em um outro estudo (MacTurk, et al., 1985). Ao serem comparados com lactentes típicos, lactentes com SD não diferiram na quantidade total de comportamentos, mas na forma como os comportamentos se organizaram. Entre os lactentes com SD, o comportamento recorrente era olhar para o objeto; desta forma, antes e após explorar, os lactentes com SD tendem a voltar a olhar para o objeto. Por sua vez, o comportamento mais frequente entre os lactentes típicos era social, ou seja, antes de explorar, estes lactentes tendiam a buscar reforço, realizando interação social com a mãe ou o examinador. Os autores discutem que os lactentes com SD podem necessitar de um tempo mais longo para processar informações visuais. Por outro lado, os lactentes típicos podem ter mais habilidade para discernir sinais sociais e manter-se envolvidos com objetos.

Os estudos que avaliaram lactentes com SD são sugestivos de que diferenças no processamento de informações sensoriais, observadas em indivíduos com SD (Polastri & Barela, 2005), parecem ser importantes para o desempenho de ações exploratórias, as quais podem estar alteradas desde o desenvolvimento precoce. Desta forma, considera-se relevante caracterizar tais habilidades desde o período em que são adquiridas.

Em conjunto, os estudos levantados na revisão apontam que as origens das disfunções do comportamento exploratório, bem como seu impacto no desenvolvimento, dependem dos variados fatores envolvidos em cada condição de risco.

O levantamento dos estudos do desenvolvimento atípico revelou que a avaliação das ações exploratórias é capaz de discriminar o desempenho típico e atípico, além de ter potencial para prever o desempenho em fases posteriores do desenvolvimento.

4. Considerações finais

Diante dos resultados da presente revisão, constata-se que fatores biológicos e ambientais permeiam o desenvolvimento das ações exploratórias, influenciando o

desempenho dos lactentes de maneira conjunta. A interação única entre a condição de risco e as experiências percepto-motoras vivenciadas pelos lactentes parece contribuir para a emergência das características particulares do comportamento sob cada condição de risco.

Os achados relativos à influência de fatores emocionais, socioeconômicos, psicossociais, nutricionais e neuromotores suportam a importância de profissionais de diversas áreas avaliarem e intervirem sobre o comportamento exploratório, considerando que a modificação de desvios precoces pode contribuir para prevenção de déficits no desenvolvimento tardio. Desta forma, ações terapêuticas devem promover oportunidades precoces de interação com objetos.

A presente revisão permite, ainda, concluir que as evidências na literatura a respeito da influência de diferentes condições de risco sobre o comportamento exploratório concentram-se no período do final do primeiro ano de vida. Portanto, futuros estudos são necessários para compreender o desenvolvimento precoce das ações exploratórias em lactentes de risco, levando também em consideração as mudanças na habilidade motora que são notáveis em fases iniciais do desenvolvimento. Além disso, maiores investigações são necessárias relativamente às ações sobre objetos com diferentes propriedades, e ao o impacto de outras condições de risco além da prematuridade em fases posteriores do desenvolvimento.

ESTUDO 2: Desenvolvimento de ações exploratórias sobre objetos com diferentes propriedades em lactentes típicos e com síndrome de Down²

1. Introdução

No decorrer do desenvolvimento infantil, a aquisição de informações sobre as propriedades dos objetos e sobre as funções que eles possibilitam são obtidas ativamente por meio do comportamento exploratório (Gibson, 1988). O repertório de ações exploratórias do lactente apresenta notável expansão a partir da emergência das habilidades de alcance e apreensão, por volta de quatro a cinco meses de vida (Rocha, et al., 2006a; Von Hofsten, 1991).

Ao planejar um movimento de alcance, lactentes habilidosos em alcançar usam informações visuais sobre as propriedades dos objetos para antecipar a configuração da mão antes de tocar o objeto e atingir o seu objetivo com maior precisão. No entanto, lactentes menos habilidosos muitas vezes precisam realizar ajustes compensatórios, ou seja, mudar a posição da mão após o toque, a fim de adquirir informações táteis adicionais que aumentarão as chances de apreender o objeto (Fagard & Jacquet, 1996; Newell, Scully, Tenenbaum, & Hardiman, 1989).

Neste sentido, estudos apontam que lactentes em idades próximas à aquisição do alcance tocam o objeto várias vezes antes de estabelecer uma apreensão estável (Sgandurra, et al., 2012) e utilizam as informações táteis obtidas após o toque para selecionar configurações da mão que facilitem a apreensão (Rocha, Silva, & Tudella, 2006b). As mudanças na configuração da mão se processam por meio das informações sensoriais obtidas após o toque, possivelmente mediadas por ações exploratórias. No entanto, estudos prévios não avaliaram as ações exploratórias considerando separadamente as etapas pré e pós apreensão, de forma que é necessário identificar quais ações são realizadas, e se existe diferenciação das mesmas segundo as propriedades dos objetos em cada etapa.

Há mais informações disponíveis na literatura a respeito do desenvolvimento das ações exploratórias que lactentes realizam uma vez que o objeto foi apreendido.

² Estudo que originou o artigo: de Campos, A.C., Costa, C.S.N.; Savelsbergh, G.J.P, Rocha, N.A.C.F. “Infants with Down syndrome and their interactions with objects: development of exploratory actions after reaching onset”, Submetido ao periódico *Research in developmental disabilities* (Apêndice 2).

Estudos mostram que tão logo lactentes realizam os primeiros alcances bem sucedidos, também começam a realizar apreensão e exploração do objeto levando-o à boca (Spencer, et al., 2000). No entanto, os lactentes menos habilidosos raramente conseguem manter o objeto em suas mãos sem derrubar (Eppler, 1995). O comportamento de levar o objeto à boca, além de refletir a funcionalidade da boca como um órgão tátil, tem sido descrito como uma possível forma de manter o objeto seguro (Whyte, et al., 1994).

Comportamentos vigorosos e rítmicos como bater e chacoalhar emergem quando os lactentes adquirem maior controle sobre os membros superiores (Spencer, et al., 2000; Thelen, 1979). Tais comportamentos aparentemente geram sensações prazerosas e interações interessantes com objetos, considerando que são realizados com bastante frequência em lactentes no segundo semestre de vida e envolvem gasto energético considerável. Tem sido sugerido também que esses comportamentos constituem oportunidades de praticar o controle do membro, atuando como precursores de habilidades motoras necessárias para o uso de ferramentas, que surgirão posteriormente no desenvolvimento (Kahrs, Jung, & Lockman, 2012).

Por volta de cinco meses e meio de vida, lactentes típicos são capazes de realizar uma variedade de ações exploratórias, tanto uni quanto bimanuais (Eppler, 1995). A utilização de estratégias mais sofisticadas de exploração manual, como transferir o objeto, embora seja observada no repertório infantil logo após a emergência do alcance, torna-se predominante apenas quando o lactente atinge considerável habilidade motora (Spencer, et al., 2000).

A trajetória do desenvolvimento da manipulação exploratória de objetos converge para uma especialização de comportamentos, no sentido de que eles se tornam cada vez mais específicos para as propriedades dos objetos.

Evidências de discriminação das propriedades dos objetos em lactentes de quatro a seis meses de vida incluem a ocorrência do comportamento de tatear objetos para explorar diferenças de textura de uma superfície (Morange-Majoux, et al., 1997) e comportamento de apertar mais objetos maleáveis do que rígidos aos cinco meses (Barrett & Needham, 2008). Outros achados incluem maior frequência de bater e levar à boca objetos pequenos em comparação com grandes (Palmer, 1989; Whyte, et al.,

1994), e maior frequência de apertar e transferir objetos rígidos em comparação com maleáveis, observados em lactentes de seis meses (Palmer, 1989).

Tal cooperação entre sistemas motores e sensoriais é possível apenas em condições de integridade dos sistemas envolvidos. De fato, os dados levantados no Estudo 1 são indicativos de que condições de risco para atraso no desenvolvimento podem comprometer de maneira expressiva o comportamento exploratório sobre objetos, afetando em consequência diversas outras áreas do desenvolvimento.

Em estudo prévio, observamos que lactentes com SD no período de quatro a seis meses de vida apresentam dificuldades para selecionar estratégias de movimento adequadas para apreender objetos de diferentes tamanhos (de Campos, et al., 2011). A partir deste achado, levantou-se um questionamento a respeito de como seria o desempenho de tais lactentes ao explorar os objetos, tendo em vista que a capacidade de selecionar estratégias de apreensão é um pré-requisito para a especialização de ações exploratórias.

Alguns estudos avaliaram ações exploratórias realizadas por lactentes com síndrome de Down (SD) no segundo semestre de vida. Aos oito e doze meses de idade, o comportamento exploratório de lactentes com SD parece ser semelhante aos lactentes típicos quanto ao tipo de ações realizadas. Porém, os lactentes com a síndrome apresentam menor variabilidade de ações, tendendo a permanecer mais tempo em comportamentos não manipulativos, como olhar (MacTurk, et al., 1985). Aos onze meses de vida, não é observado com frequência o comportamento de exploração focada, que consiste em apreender e manter o objeto nas mãos, manipular e observar tanto o objeto quanto o efeito da manipulação sobre o mesmo, capacidade que se inicia em lactentes típicos por volta do quinto mês (Gerrior, 1987).

No entanto, não foram encontrados estudos que investigassem a emergência e desenvolvimento das habilidades exploratórias em lactentes com síndrome de Down. Além do foco no segundo semestre de vida dos lactentes, os estudos realizados anteriormente basearam-se na idade cronológica do lactente como parâmetro para caracterizar o comportamento exploratório. Tendo em vista que o tempo de prática na tarefa pode ser mais significativo do que a idade para explicar o desempenho do lactente (Adolph, Vereijken, & Shrout, 2003; Carvalho, et al., 2008), o presente estudo propõe-

se a estudar o desenvolvimento das ações exploratórias mediadas pela emergência do alcance manual.

Considera-se que este período seja crítico para a aprendizagem das *affordances* dos objetos, pois o lactente, dispondo de novas habilidades, é fortemente motivado a descobrir suas possibilidades de ação (Lobo & Galloway, 2008). Esta motivação resulta não apenas na seleção das estratégias mais adequadas para apreender e manipular (Eppler, 1995; Gibson, 1988; Hadders-Algra, 2000), mas também em interações mais ricas do lactente com pessoas e objetos em seu meio (Lobo & Galloway, 2008). Desta forma, estudos que esclareçam como se inicia o comportamento de explorar objetos em lactentes com síndrome de Down podem contribuir para a compreensão de suas dificuldades e para direcionar programas de estimulação.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivos:

1) Avaliar longitudinalmente o desenvolvimento das ações exploratórias sobre objetos em lactentes típicos e com SD no período após a emergência do alcance manual, visando identificar a influência da presença da síndrome e de fatores como experiência em alcançar, gênero, propriedades dos objetos e idade cronológica nos comportamentos de alcance e exploração.

2) Verificar se lactentes de ambos os grupos apresentam antes, durante e após a apreensão, ações exploratórias diferenciadas de acordo com as propriedades dos objetos apresentados.

As seguintes hipóteses foram levantadas:

1) Tendo em vista que a habilidade em alcançar media as interações com objetos (Spencer, et al., 2000), tanto lactentes típicos quanto lactentes com SD apresentarão aumento na quantidade de alcance e exploração dos objetos nos meses após a aquisição do alcance. Porém, como lactentes com SD podem preferir apenas olhar para os objetos ao invés de manipulá-los (MacTurk, et al., 1985), a hipótese levantada é de que estes realizarão menor número de alcances e ações exploratórias manuais que os lactentes típicos. Ainda, dado que as propriedades dos objetos podem facilitar ou dificultar o alcance e apreensão (Rocha, et al., 2006b), a quantidade de alcances e de ações exploratórias realizadas será diferente para cada objeto, em ambos os grupos. Sabendo-

se que a experiência é relevante para o desempenho motor de lactentes (Carvalho, et al., 2008), fatores como gênero e idade não influenciarão o desempenho dos lactentes em alcançar e explorar.

2) Considerando que lactentes com pouca habilidade em alcançar necessitam de informações sensoriais adicionais a respeito das propriedades dos objetos (Fagard & Jacquet, 1996), levanta-se a hipótese de que lactentes típicos realizarão ações exploratórias antes da apreensão no período de aquisição do alcance, mas não quando se tornarem mais habilidosos em alcançar. Com base no achado de que lactentes com SD têm dificuldades para ajustar a posição da mão após o toque (dos Santos, 2012), a hipótese formulada para o presente estudo é de que estes lactentes realizarão menos ações exploratórias pré-apreensão em comparação com lactentes típicos no período de aquisição do alcance. No período habilidoso, poderão necessitar de mais ações exploratórias do que os lactentes típicos para obter as informações necessárias a respeito das propriedades dos objetos devido a dificuldades com o uso de informações sensoriais obtidas por meio do tato (Brandt, 1996; Ocarino, 2009). Estas dificuldades, aliadas a um repertório motor precoce menos variado (Mazzone, et al., 2004), também farão com que estas ações sejam menos adaptadas às propriedades dos objetos do que no grupo típico.

3) Diante da natureza discriminatória das ações realizadas por lactentes (Palmer, 1989; Ruff, Saltarelli, Capozzoli, & Dubiner, 1992), as ações exploratórias pós-apreensão serão diferentes dependendo das propriedades dos objetos no grupo típico. Porém, como lactentes com SD apresentam menor sensibilidade a informações sensoriais (Polastri & Barela, 2005), levanta-se a hipótese de que tais respostas não serão diferenciadas neste grupo. Considerando a alta demanda motora das ações exploratórias mais sofisticadas, como transferir e tatear (Bushnell & Boudreau, 1993; Spencer, et al., 2000), é esperado que os lactentes com SD realizem tais ações com menor frequência que lactentes típicos.

2. Método

2.1. Participantes

Participaram do estudo 25 lactentes, sendo 16 lactentes com desenvolvimento típico (DT) e 9 lactentes com síndrome de Down (SD) do tipo trissomia do 21, avaliados a partir do quarto mês de vida. Dez lactentes típicos e 5 lactentes com SD eram do sexo feminino. Os mesmos foram selecionados com base em prontuários das mães e recém-nascidos nas Unidades Básicas de Saúde e associações que oferecem atendimento a populações especiais, e por encaminhamento de pediatras e geneticistas, no município de São Carlos.

Foram incluídos no estudo os lactentes cujos responsáveis aceitaram o convite para participação no estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Atendendo aos critérios de inclusão, todos os lactentes nasceram a termo ($M=38,77 \pm 1,2$ semanas de gestação), com peso ao nascer superior a 2.500g ($M=3.411; \pm 420$ g) e Apgar variando entre sete e dez no primeiro ($M= 8,5; \pm 0,78$) e quinto minutos ($M= 9,625; \pm 0,49$). Os dados individuais dos lactentes encontram-se no Apêndice 3.

Todos os lactentes com SD estavam inseridos em programas de atendimento fisioterapêutico.

2.1.1 Poder da amostra

Com relação ao tamanho da amostra, para testar uma diferença de pelo menos um desvio-padrão na frequência de alcances considerando um modelo com 5 variáveis preditivas e poder estatístico de 80% ($\alpha= 0,05$), seria necessário incluir pelo menos 26 lactentes no estudo. A presente amostra, com 25 lactentes, possui poder estatístico de 79,03%.

2.2. Aspectos éticos

O estudo está de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de saúde e foi aprovado pelo Comitê de Ética da UFSCar (Parecer nº 355/2006; Anexo A).

2.3 Materiais

Para a realização do estudo, foi necessário que os pais ou responsáveis pelo lactente assinassem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 4). Em seguida, os pais ou responsáveis foram entrevistados utilizando-se o “Protocolo para Coleta de Dados das Mães e Lactentes” (Apêndice 5), a fim de coletar informações sobre o nascimento e desenvolvimento da criança.

Os lactentes foram posicionados em uma cadeira infantil reclinada a 50°. A cadeira possui um sistema de ajuste de angulação com a horizontal, proporcionando estabilidade para tronco e quadril e permitindo movimentos livres de membros superiores e inferiores. Quatro objetos esféricos e atrativos, coloridos, com propriedades distintas, foram apresentados aos lactentes: dois de consistência maleável (“pompom” de lã antialérgica) e dois de consistência rígida (bolas de isopor coloridas com tinta guache atóxica), sendo dois de dimensões pequenas (5 cm de diâmetro) e dois de dimensões grandes (12,5cm de diâmetro) (Rocha, et al., 2006a, 2006b), sendo portanto um maleável e grande (MG), um rígido e grande (RG), um maleável e pequeno (MP) e um rígido e pequeno (RP) (Figura 2).



Figura 2: Objetos apresentados aos lactentes, da esquerda para a direita: MG; RG; MP; RP.

Os movimentos de alcance foram registrados por três câmeras de vídeo digitais (60 Hz). As câmeras foram acopladas a tripés, sendo duas delas posicionadas de cada lado e uma pósterio-superiormente à cadeira infantil (Figura 3) (de Campos, et al., 2010).

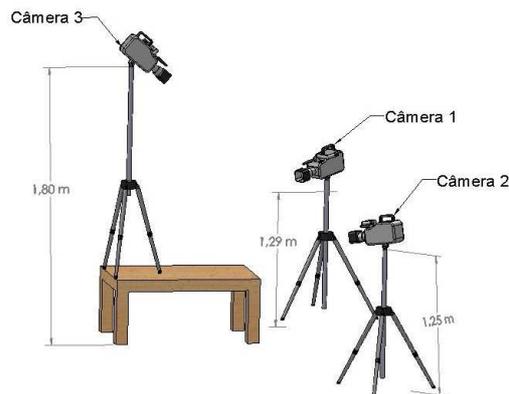


Figura 3: Desenho esquemático do posicionamento das câmeras.

2.4 Procedimentos

Os lactentes foram avaliados mensalmente a partir do quarto mês de vida considerando relatos que indicam ser esta a idade que lactentes iniciam a realização de alcances de maneira consistente (Spencer et al., 2000; Lobo & Galloway, *in press*). Como nem todos os participantes apresentaram aquisição da habilidade de alcançar aos quatro meses (Tabela 3Tabela 3), o parâmetro utilizado para pareamento das amostras não foi a idade, e sim a habilidade em alcançar. O primeiro mês em que o lactente realizou alcance foi denominado nível de habilidade 1. Os dois meses subsequentes foram denominados níveis de habilidade 2 e 3. Por exemplo, para os lactentes que realizaram alcance aos quatro meses, o nível 2 corresponde à idade de cinco meses e o nível 3 corresponde à idade de seis meses. Para os que alcançaram pela primeira vez aos cinco meses, o nível 2 corresponde à idade de seis meses e o nível 3 à idade de sete meses, e assim sucessivamente.

Em cada avaliação, os lactentes, em estado de alerta, foram posicionados na cadeira infantil, sendo permitido um intervalo de dez segundos para adaptação à postura. Na sequência, foram apresentados em ordem aleatória os objetos, posicionados na linha média, na altura dos ombros e a uma distância correspondente ao comprimento da extremidade superior do lactente por um período de um minuto.

Tabela 3: Quantidade de participantes em cada idade de aquisição do alcance (nível de habilidade 1) entre lactentes típicos (DT) e com síndrome de Down (SD).

Grupo	Idade de aquisição do alcance	N
DT	4 meses	10
	5 meses	6
SD	4 meses	4
	5 meses	3
	6 meses	2

Após cada movimento de alcance (direcionamento do membro superior e toque do objeto), o examinador permitia que o lactente apreendesse o objeto. Imediatamente após o lactente realizar uma ação exploratória (Whyte, et al., 1994), o objeto era gentilmente retirado e apresentado novamente até que se completasse um minuto. Caso o lactente retirasse o contato manual do objeto sem apreender, a tentativa era considerada encerrada e o objeto reapresentado. Da mesma forma, caso o lactente apreendesse o objeto, mas não iniciasse exploração ativa, desviando a atenção do objeto, ou derrubasse o objeto antes de explorar, a tentativa era considerada finalizada e uma nova apresentação do objeto tinha início, até se completar um minuto.

A duração média de cada tentativa, que consiste no intervalo de tempo entre o toque no objeto e o fim da tentativa (retirada do objeto pelo examinador após uma exploração, ou queda do objeto da mão do lactente, ou ainda interrupção do contato com o objeto por parte do lactente) foi de 4 segundos ($\pm 2,8$ segundos)³.

2.5. Tratamento dos dados e variáveis analisadas

As imagens das avaliações foram abertas no software Dvideow 5.0, assistidos em velocidade reduzida, e analisados por um examinador treinado.

Foram registrados o início e fim de cada movimento de alcance, definido como o movimento ininterrupto de um ou ambos os membros superiores em direção ao alvo, até a mão tocá-lo. Para ser caracterizado um alcance válido, o lactente deveria estar olhando para o objeto (Rocha, et al., 2006a).

³A duração da interação, embora não tenha sido controlada no presente estudo, é similar à duração média das interações espontâneas relatada na literatura, considerando lactentes de faixa etária similar (Lobo & Galloway, 2008).

As variáveis analisadas foram:

2.5.1. Frequência de alcances:

Definida como o número de alcances realizados pelo lactente no período de um minuto (Carvalho, et al., 2008).

2.5.2. Comportamento exploratório pré-apreensão

Caso logo após tocar o objeto o lactente tenha realizado alguma ação exploratória manual, esta foi registrada, e os tipos de ações identificados foram:

- a) Bater: quando o lactente realizou movimento rápido, golpeando o objeto (Palmer, 1989).
- b) Tatear: quando o lactente deslizou sua mão pela superfície do objeto (Ruff, 1984).
- c) Combinação tatear e bater: quando o lactente realizou ambos os comportamentos antes de apreender ou interromper o contato com o objeto.

2.5.3 Comportamento de apreensão

A tentativa foi classificada quanto à presença ou ausência de apreensão. Foi considerada apreensão do objeto quando após o toque o lactente apreendeu o objeto, realizando flexão dos dedos e agarrando o objeto das mãos do examinador (Rocha, et al., 2006b). Na presença de apreensão, este comportamento foi classificado em dois tipos:

- a) Apreensão após explorar: o lactente explorou o objeto com as mãos antes de apreender (Barrett & Needham, 2008).
- b) Apreensão direta: o lactente apreendeu o objeto imediatamente após o contato inicial, sem realizar movimentos exploratórios previamente (Barrett, Traupman, & Needham, 2008).

Na ausência de apreensão, a tentativa foi classificada como falha em apreender, que inclui alcances em que o lactente tocou o objeto, realizou ações exploratórias como tatear e/ou bater, mas não apreendeu, ou ainda quando interrompeu o contato com o objeto imediatamente após o toque.

2.5.4. Comportamentos exploratórios pós- apreensão

Foram registrados os comportamentos exploratórios realizados após a apreensão do objeto:

a) Levar à boca: boca, lábios ou língua do lactente fizeram contato com o objeto (Ruff, 1984).

b) Exploração motora grossa: categoria que agrupa os seguintes tipos de comportamentos (Caruso, 1993):

- Chacoalhar: movimento contínuo do objeto de lado a lado ou para cima e para baixo (MacTurk, et al., 1985);

- Bater: movimentos rápidos da sua mão contra a superfície do objeto, ou do objeto contra a superfície (Palmer, 1989).

c) Exploração motora fina: categoria que agrupa os seguintes tipos de comportamentos (Caruso, 1993; Soska, et al., 2010):

- Rodar: girar o objeto ao redor de sua própria superfície (Ruff, 1984).

- Transferir: levar o objeto de uma mão para a outra (Ruff, 1984).

- Tatear: percorrer as pontas dos dedos sobre a superfície do objeto (Ruff, 1984).

d) Derrubar ou jogar: derrubar ou jogar o objeto imediatamente após apreender, sem realizar exploração (Ruff, 1984).

e) Segurar: manter o objeto nas mãos sem realizar exploração manual ativa (Needham, Barrett, & Peterman, 2002).

2.5.5. Frequência de exploração pós-apreensão

Posteriormente, os comportamentos de exploração motora grossa, exploração motora fina e levar o objeto à boca foram somados, compondo a variável frequência de exploração pós-apreensão. Esta variável foi definida como a quantidade de vezes em que o lactente foi capaz de apreender o objeto e realizar qualquer um dos tipos de exploração. Comportamentos passivos como apenas segurar no objeto, ou derrubar o objeto não foram incluídos como parte desta variável.

Para testar a confiabilidade do examinador quando à classificação dos comportamentos, foi selecionado um subgrupo de imagens que compõem o conjunto de dados do presente estudo, os quais foram analisados por outro examinador, sendo obtido índice de concordância inter-examinadores de 85%.

2.6 Análise estatística

Foram elaborados dois modelos mistos, um tendo como variável-resposta a frequência de alcances, e outro tendo como variável-resposta a frequência de exploração do objeto. A variável frequência de alcances atendeu aos requisitos de normalidade dos resíduos, segundo o teste de Shapiro-Wilk ($p=0.1243$), enquanto a variável frequência de exploração foi transformada segundo o método de transformação logarítmica natural, passando a apresentar distribuição normal ($p=0.5906$).

Para ambas as variáveis-resposta, as variáveis preditivas inseridas no modelo foram: grupo (DT, SD), nível de habilidade (1, 2, 3), objeto (MG, MP, RG e RP) e sexo (masculino, feminino). A idade dos lactentes em cada avaliação foi inserida no modelo como covariável. Para controlar os resultados quanto à variabilidade entre indivíduos, a variável “participante” foi inserida na análise como *random effect*. As interações testadas foram grupo x gênero, grupo x nível, grupo x objeto e grupo x idade. Quando encontrados efeitos significativos, foi aplicado o teste de comparações múltiplas ajustado pelo método Tukey-Kramer.

Os tipos de comportamentos exploratórios pré-apreensão (tatear, bater, e tatear e bater), de comportamento de apreensão (direta, após explorar e falha em apreender), e os tipos de comportamentos exploratórios pós-apreensão (levar à boca, exploração

motora grossa, exploração motora fina e derrubar) foram analisados entre grupos utilizando-se o teste de Mann-Whitney. Nesta análise, foi dado enfoque para a comparação entre grupos, que foi realizada separadamente para cada nível e objeto.

Por fim, os comportamentos exploratórios pré-apreensão, o comportamento de apreensão e os comportamentos exploratórios pós-apreensão para cada objeto foram comparados intra-grupo por meio do teste de Wilcoxon, sem considerar os níveis de habilidade.

O comportamento de segurar o objeto não foi incluído nas comparações entre e intra-grupos devido à reduzida frequência de observações.

Os modelos mistos foram analisados no software SAS, e os demais testes no software SPSS 20.0. Todas as análises consideraram um nível de significância de 5%.

3. Resultados

Serão apresentados primeiramente os resultados quanto ao modelo misto aplicado à variável frequência de alcance. Em seguida, as comparações inter e intra-grupo das ações exploratórias pré-apreensão e do comportamento de apreensão. Na sequência, serão apresentados os resultados do modelo misto aplicado à variável frequência de exploração pós-apreensão. Por fim, serão apresentados os resultados referentes à comparação dos comportamentos exploratórios pós-apreensão inter e intra grupos.

3.1. Frequência de alcances

A Tabela 4 apresenta o efeito dos fatores sexo, grupo, objeto, nível e interação grupo x objeto sobre a frequência de alcances realizados: Como apenas a interação grupo x objeto mostrou-se relevante ($p > 0.1$), as demais foram excluídas do modelo para aumentar o poder do mesmo. A covariável idade, também não significativa, foi similarmente excluída.

Tabela 4: Efeito das variáveis preditivas sobre a frequência de alcances.

Variável preditiva	g.l. numerador	g.l. denominador	F	p
Sexo	1	257	4,95	0,027
Grupo	1	257	13,34	0,0003
Objeto	3	257	7,42	<0.0001
Nível	2	257	29,73	<0.0001
Grupo * objeto	3	257	2,39	0,0696

Legenda: g.l.= graus de liberdade

Conforme ilustra a Figura 4A, independentemente do grupo, os lactentes do gênero masculino realizaram maior frequência de alcances que os lactentes do gênero feminino no período de um minuto; no mesmo intervalo de tempo, os lactentes típicos realizaram maior frequência de alcances do que os lactentes com SD (Figura 4B).

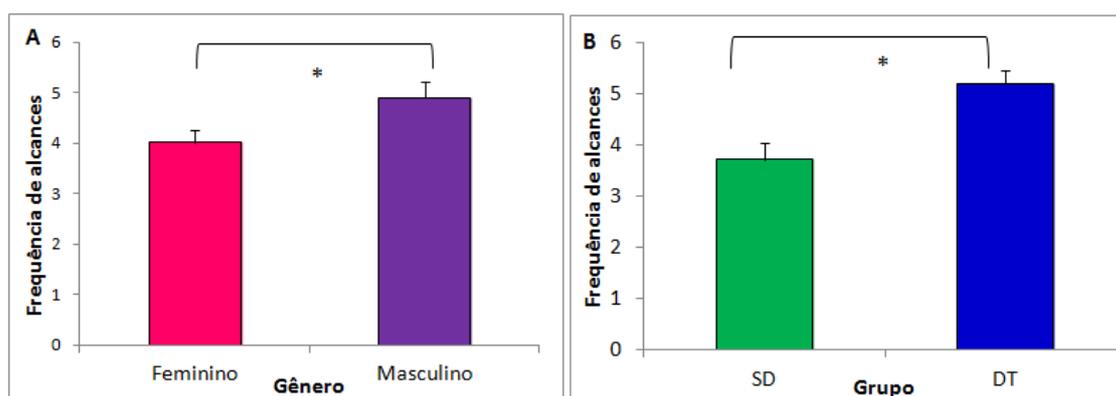


Figura 4: Média estimada da frequência de alcances realizados, comparando lactentes do gênero masculino e feminino (A), e lactentes típicos (DT) e com síndrome de Down (SD) (B).

Legenda: *: efeito significativo do fator; barras representam o erro padrão.

Os testes de comparações múltiplas revelaram que houve maior frequência de alcances para os objetos grandes do que para os pequenos, como mostra a Figura 5A. A frequência observada para o objeto RG foi maior em comparação com RP ($p=0,002$) e MP ($p=0,01$) e para o objeto MG em comparação com RP ($p=0,003$) e MP ($p=0,013$). Ainda, no nível de habilidade 1 a frequência de alcances foi significativamente inferior aos níveis 2 ($p<0,0001$) e 3 ($p<0,0001$) (Figura 5B).

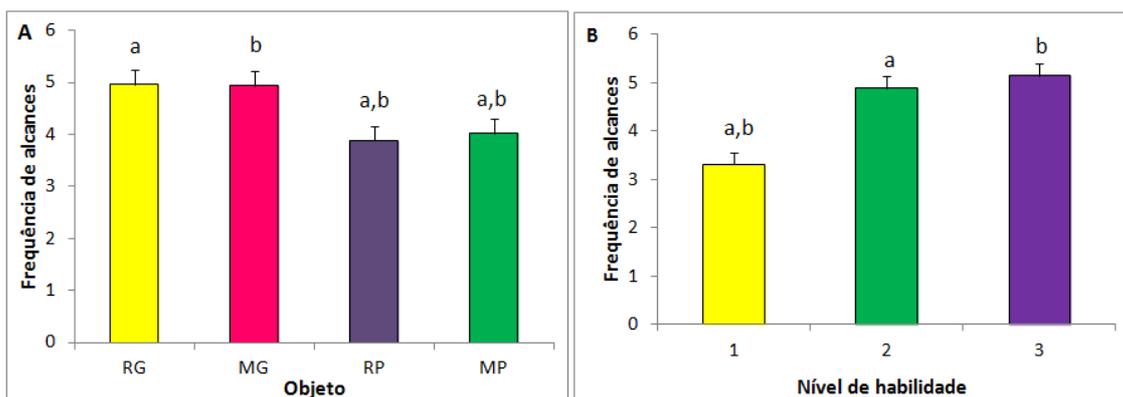


Figura 5: Média estimada da frequência de alcances realizados para os diferentes objetos (A), e em cada nível de habilidade (B).

Com relação à interação grupo x objeto, verificou-se que, em comparação com os típicos, os lactentes com SD realizaram menos alcances para o objeto MP ($p=0,0006$). Ainda, os lactentes com SD realizaram mais alcances para o objeto RG com relação ao RP ($p=0,04$) e MP ($p=0,007$), e mais alcances para o MG do que para o MP ($p=0,02$). Os lactentes típicos, por sua vez, alcançaram todos os objetos com frequência similar, como mostra a Figura 6.

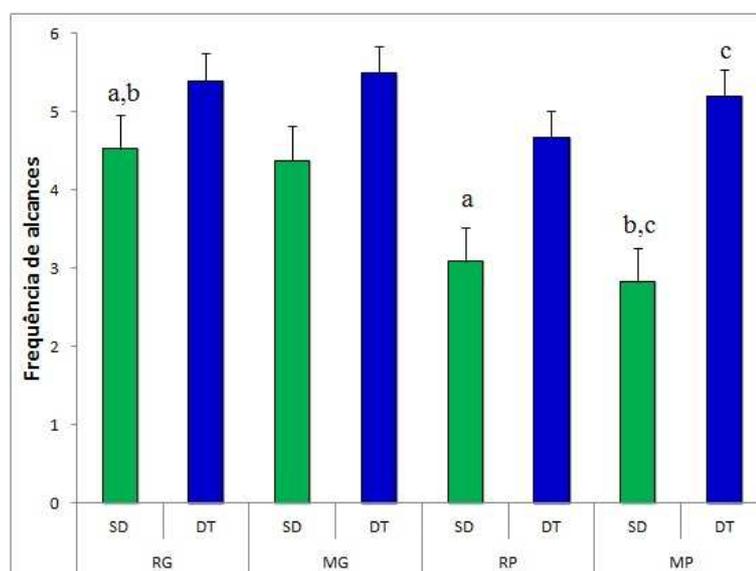


Figura 6: Média estimada da frequência de alcances considerando lactentes típicos (DT) e com síndrome de Down, e os objetos Rígido grande (RG), Maleável grande (MG), Rígido pequeno (RP) e Maleável pequeno (MP).

Legenda: letras similares indicam diferença significativa no teste de comparações múltiplas; barras representam o erro padrão.

3.2 Comportamentos exploratórios pré-apreensão

A análise intra-grupo revelou que o comportamento pré-apreensão de bater no objeto foi mais frequente para o objeto RG em comparação com o MG entre os lactentes com SD ($z=-3,080$; $p=0,002$). No grupo típico, este comportamento foi mais frequentemente realizado para o objeto RG em comparação com os objetos MG ($z=-2,459$; $p=0,014$), RP ($z=2,180$; $p=0,029$) e MP ($z=-2,163$; $p=0,031$). O comportamento de tatear o objeto no grupo SD foi mais frequente para o objeto MG em relação ao RP ($z=-3,205$; $p=0,001$) e MP ($z=-3,311$; $p=0,001$) e mais frequente para o objeto RG em relação ao MP ($z=-2,555$; $p=0,011$). Este comportamento não variou segundo os objetos no grupo típico. A distribuição dos comportamentos exploratórios pré-apreensão realizados por lactentes de cada grupo segundo as propriedades dos objetos é apresentada na Tabela 5.

Tabela 5: Porcentagem média de observação dos comportamentos exploratórios pré-apreensão com relação ao total de alcances realizados para cada objeto.

Comportamento	Objeto	SD (%)	DT (%)
Bater	RG	26,44	16,32
	MG	12,06	8,29
	RP	23,74	11,43
	MP	24,01	7,71
Tatear	RG	31,73	41,83
	MG	43,96	47,15
	RP	23,69	49,65
	MP	26,71	45,92
Tatear e bater	RG	30,50	20,94
	MG	23,86	6,57
	RP	15,47	9,74
	MP	22,80	13,34

Legenda: DT= lactentes típicos; SD= lactentes com síndrome de Down.

Os comportamentos de tatear e bater em combinação foram mais frequentemente realizados por lactentes de ambos os grupos ao explorar o objeto RG do que para o MG (SD: $z=-2,224$; $p=0,026$; DT: $z=-2,838$; $p=0,005$) e RP (SD: $z=-2,781$; $p=0,005$; DT:

$z=-2,027$; $p=0,043$). No grupo SD, estes comportamentos também foram mais frequentes para o objeto MG do que para o RP ($z=-2,055$; $p=0,038$), enquanto no grupo DT foram mais frequentes para o objeto MP em relação ao MG ($z=-1,977$; $p=0,048$).

A análise entre grupos revelou que, no nível 1, os lactentes com SD realizaram com menor frequência o comportamento de tatear o objeto do que os lactentes típicos para todos os objetos (RG: $p=0,026$; MG: $p=0,046$; RP: $p=0,028$; MP: $p=0,007$), como mostra a Figura 7A. Não houve diferença entre grupos nos demais níveis de habilidade. Com relação à combinação dos comportamentos de tatear e bater o objeto antes de apreendê-lo a única diferença entre grupos foi que os lactentes com SD realizaram tais comportamentos com maior frequência no nível 3 para o objeto MG ($p=0,044$) (Figura 7B). Quanto ao comportamento isolado de bater no objeto, ao subdividir os dados de acordo com os níveis de habilidade, não foi possível detectar diferença entre grupos.

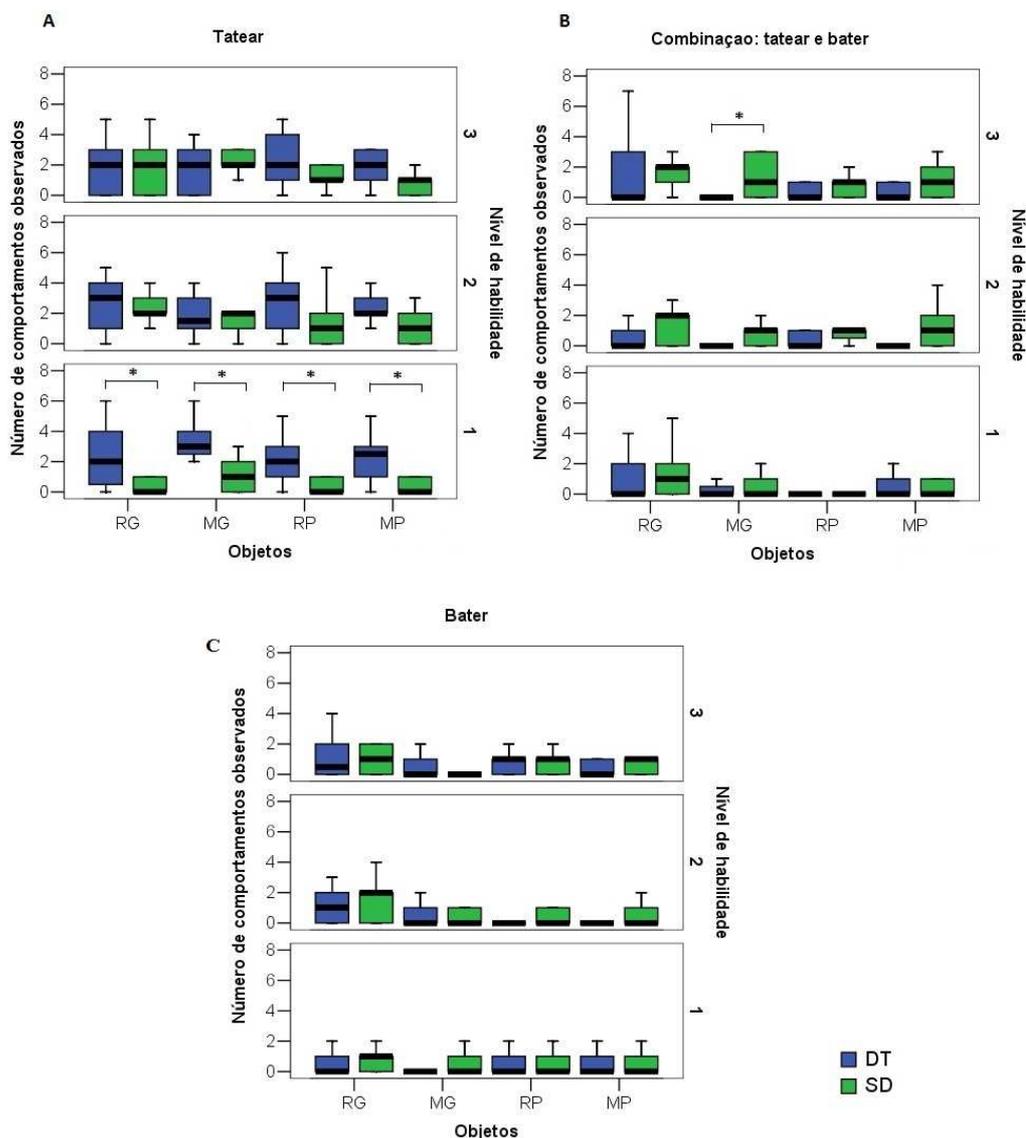


Figura 7: Número mediano dos comportamentos pré-apreensão de tatear o objeto (A), da combinação tatear e bater (B) e de bater no objeto (C).

Legenda: *=Diferença significativa entre grupos.

3.3 Comportamentos de apreensão

Na Tabela 6, é possível observar a porcentagem com que cada comportamento de apreensão foi realizado.

A comparação intra-grupo mostrou que os lactentes com SD realizam maior frequência de apreensões após explorar para o objeto MG em relação ao RG ($z=-2,781$; $p=0,005$), RP ($z=-2,411$; $p=0,016$) e MP ($z=-2,016$; $p=0,044$). Os lactentes típicos, por

sua vez, realizaram com maior frequência apreensão após explorar para o objeto MP do que para o RG ($z=-2,146$; $p=0,032$). A apreensão direta foi mais frequente para o objeto MG do que para o RG, em ambos os grupos (SD: $z=-2,585$; $p=0,010$; DT: $z=-2,716$; $p=0,007$). Adicionalmente, o grupo típico também realizou mais apreensões diretas para o objeto MG em relação ao RP ($z=-2,480$; $p=0,013$) e mais apreensões diretas para o objeto MP em relação ao RG ($z=-2,481$; $p=0,013$).

Tabela 6: Porcentagem média de observação das categorias de comportamentos de apreensão com relação ao total de alcances realizados para cada objeto.

Comportamento de apreensão	Objeto	SD (%)	DT (%)
Após explorar	RG	14,78	23,71
	MG	40,94	38,87
	RP	20,73	36,96
	MP	30,70	42,11
Direta	RG	0,62	13
	MG	14,7	33,74
	RP	6,52	20,68
	MP	5,19	27,86
Falha em apreender	RG	81,30	55,8
	MG	40,66	24,89
	RP	54,23	34,86
	MP	49,30	30,03

Ainda com relação à análise intra-grupo, lactentes de ambos os grupos falharam em apreender o objeto RG com maior frequência do que o objeto MG (SD: $z=-2,860$; $p=0,004$; DT: $z=-3,567$; $p=0,002$), RP (SD: $z=-3,648$; $p<0,0001$; DT: $z=-3,953$; $p<0,0001$) e MP (SD: $z=-3,619$; $p<0,0001$; DT: $z=-3,846$; $p<0,0001$).

Segundo a análise entre grupos, o comportamento de apreensão do objeto após explorar foi mais realizado pelos lactentes típicos no nível de habilidade 2, quando considerado o objeto RP ($p=0,027$), do que no grupo SD. Embora sem significância estatística, este comportamento também foi discretamente superior entre os lactentes

típicos no nível 1 para os objetos MG ($p=0,053$) e MP ($p=0,06$), como se observa na Figura 8A.

Na Figura 8B, observa-se que os lactentes típicos realizaram mais apreensões diretas do que os lactentes com SD. Esta diferença foi significativa no nível 1 nos alcances para o objeto MP ($p=0,035$), e no nível 2 para os objetos MG ($p=0,033$), RG ($p=0,015$) e MP ($p=0,005$). A diferença entre grupos no nível 2 para o objeto RP ($p=0,06$) e nível 3 para os objetos MG ($p=0,056$) e MP ($p=0,06$) ficou discretamente acima do limite de significância estatística estabelecido.

Conforme ilustra a Figura 8C, a falha na apreensão foi mais frequente entre os lactentes com SD no nível 2, nos alcances para o objeto MP ($p=0,013$). Ainda no nível 2, os lactentes com SD parecem falhar em apreender mais do que os lactentes típicos nos alcances para os objetos RP ($p=0,06$) e RG ($p=0,06$), porém a análise não mostrou significância estatística.

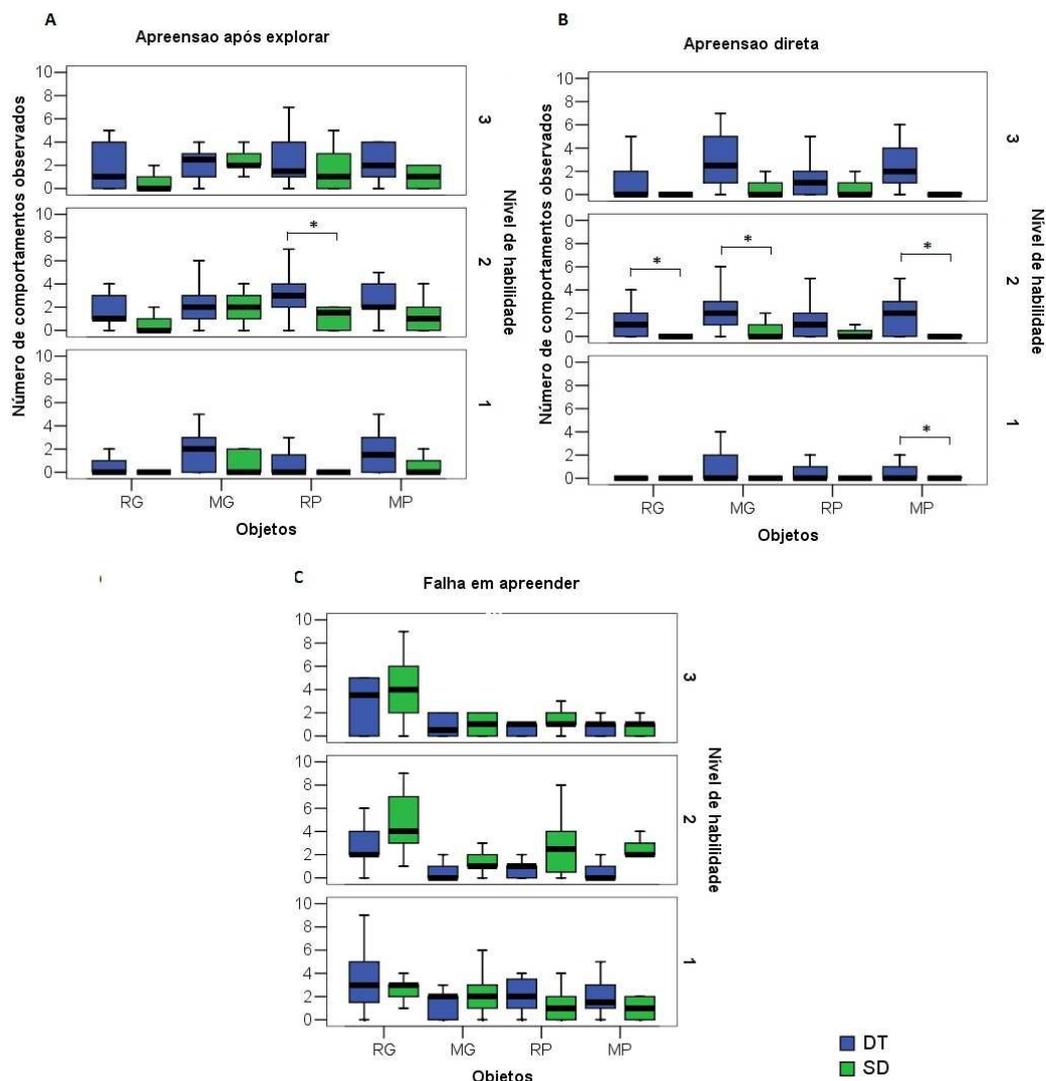


Figura 8: Número mediano de observações dos comportamentos de apreensão: apreensão após explorar (A), apreensão direta (B) e falha em aprender (C).

Legenda: *=Diferença significativa entre grupos.

3.4 Frequência de exploração pós-apreensão

Na Tabela 7, observa-se o efeito dos fatores grupo, objeto, nível, idade e interação grupo * nível sobre a frequência de exploração pós-apreensão. O fator sexo, não significativo, foi excluído do modelo para aumentar o poder do mesmo. Pelo mesmo motivo, foram excluídas as demais interações testadas.

Tabela 7: Efeito das variáveis preditivas sobre a frequência de exploração pós-apreensão.

Variável preditiva	g.l. numerador	g.l. denominador	F	p
Grupo	1	258	60,10	<0,0001
Objeto	3	258	14,99	<0,0001
Nível	2	258	10,64	<0,0001
Idade	1	258	3,04	0,0497
Grupo * nível	2	258	3,90	0,0492

Legenda: g.l.= graus de liberdade

A frequência de exploração pós-apreensão foi significativamente menor entre os lactentes com SD do que entre os lactentes típicos. Além disso, no nível de habilidade 1 foi inferior aos níveis 2 ($p<0,0001$) e 3 ($p=0,014$). Os valores de mediana para esta variável comparando os grupos (A) e níveis de habilidade (B) são apresentados na Figura 9.

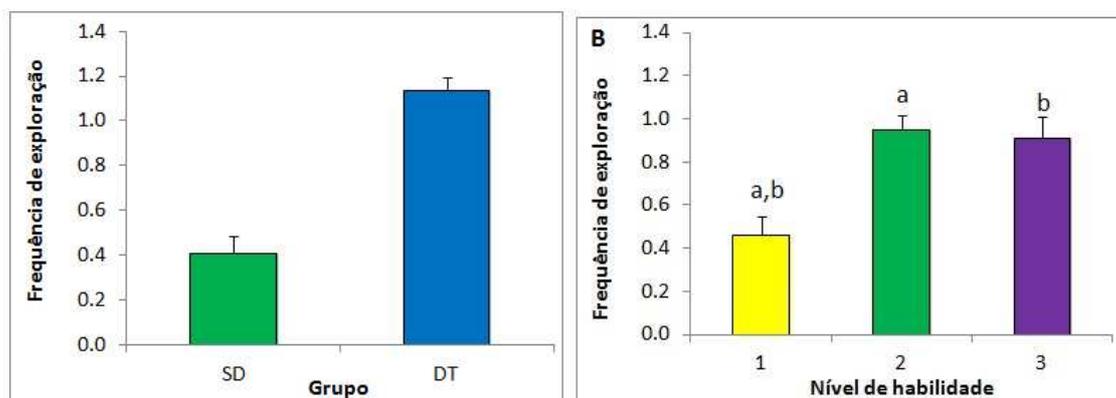


Figura 9: Média estimada da frequência de exploração pós-apreensão para os lactentes típicos (DT) e com síndrome de Down (SD) (A), e em cada nível de habilidade (B).

Legenda: *= efeito significativo do fator; letras similares indicam diferença significativa segundo o teste de comparações múltiplas; barras representam o erro padrão.

A análise da interação entre grupo e nível mostrou que, entre os lactentes típicos, houve menor frequência de exploração pós-apreensão no nível 1 em relação aos níveis 2 ($p<0,0001$.) e 3 ($p=0,03$), enquanto os lactentes com SD não mudaram significativamente a quantidade de exploração de um nível para outro, o que é possível observar na Figura 10.

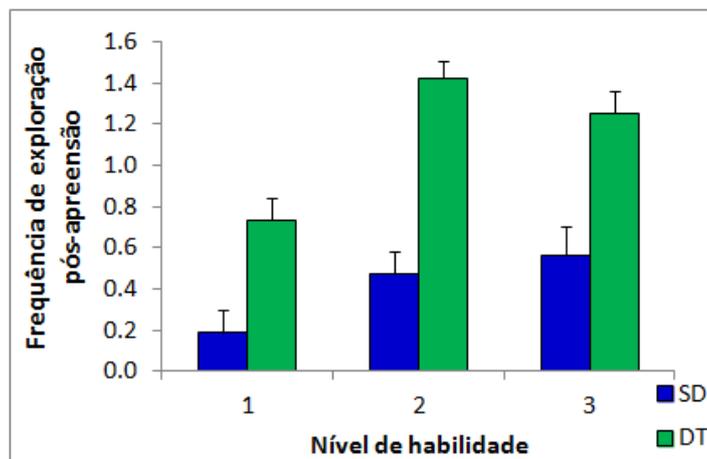


Figura 10: Média estimada da frequência de exploração pós-apreensão para os lactentes típicos (DT) e com síndrome de Down (SD) (A) em cada nível de habilidade (B).

Legenda: letras similares indicam diferença significativa no teste de comparações múltiplas; barras indicam erro padrão.

Quanto aos objetos, verificou-se que os objetos maleáveis foram mais explorados do que os rígidos: a frequência de exploração pós-apreensão do objeto MG foi maior do que dos objetos RG ($p < 0,0001$) e RP ($p = 0,0001$), e a frequência de exploração pós apreensão do objeto MP também foi maior do que dos objetos RG ($p < 0,0001$) e RP ($p = 0,0146$), como se observa na Figura 11.

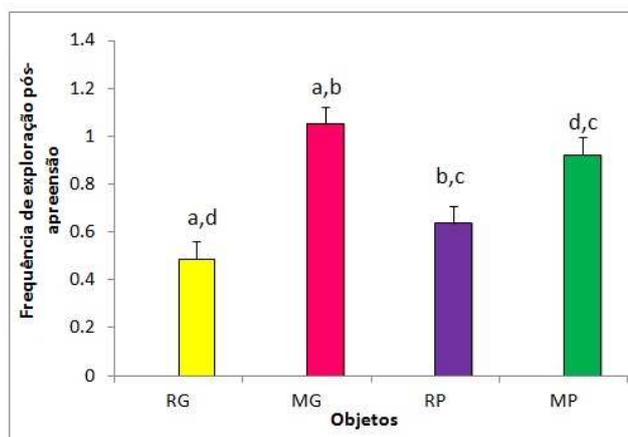


Figura 11: Média estimada da frequência de exploração pós-apreensão para cada um dos objetos apresentados.

Legenda: letras similares indicam diferença significativa no teste de comparações múltiplas.

3.5 Comportamentos exploratórios pós-apreensão

A análise intra-grupo revelou que os lactentes com SD realizaram mais o comportamento de levar o objeto à boca quando explorando o objeto MG do que o RP ($p=0,038$). A mesma tendência de maior frequência para o objeto MG se observa na comparação com o objeto RG, porém a significância foi marginal ($p=0,057$). No grupo típico, este comportamento foi mais frequente ao explorar o objeto MP em relação ao MG ($p=0,035$) e RP ($p=0,038$). A distribuição deste comportamento entre objetos em ambos os grupos, independente do nível de habilidade, é apresentada na Tabela 8.

Tabela 8: Porcentagem média de observação dos comportamentos exploratórios pós-apreensão com relação ao total de alcances realizados para cada objeto.

Comportamento exploratório	Objeto	SD (%)	DT (%)
Levar à boca	RG	11,11	32,58
	MG	33,11	32,65
	RP	12,47	39,68
	MP	34,57	49,26
Exploração motora grossa	RG	0	5,42
	MG	11,27	17,46
	RP	5,8	2,44
	MP	0,93	6,26
Exploração motora fina	RG	5,56	12,82
	MG	11,73	24,36
	RP	2,47	17,37
	MP	3,4	19,28
Derrubar	RG	23,15	6,71
	MG	3,21	5,46
	RP	21,11	11,34
	MP	9,26	2,86

Quanto à análise entre grupos, para o comportamento de levar o objeto à boca os grupos apenas foram diferentes nos níveis 1 e 2. No nível 1, lactentes típicos realizaram mais este comportamento ao explorar o objeto MP ($p=0,04$) do que os lactentes com SD (Figura 12). A mesma tendência se observa com relação ao objeto MG, porém a diferença foi limítrofe ($p=0,055$). No nível 2, os lactentes típicos realizaram este tipo de

exploração mais frequentemente do que os lactentes com SD quando apresentados os objetos RG ($p=0,016$), RP ($p=0,015$) e MP ($p=0,004$).

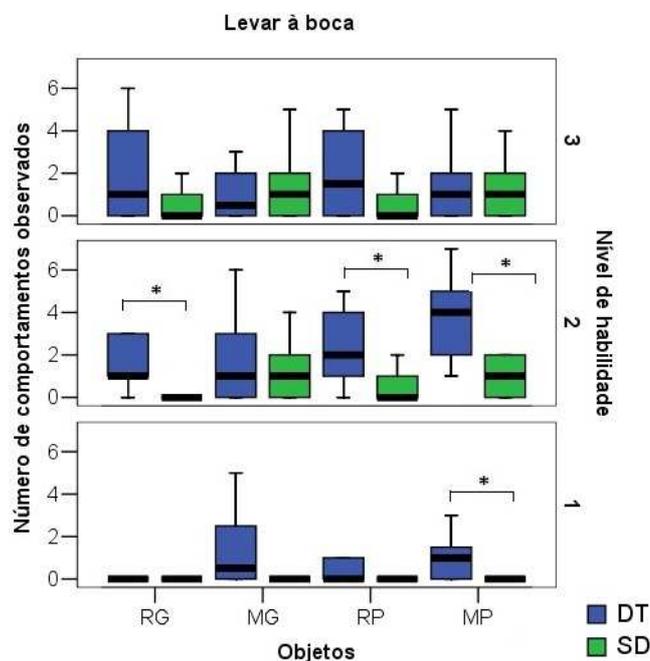


Figura 12: Número mediano de observações do comportamento de levar o objeto à boca realizado pelos lactentes típicos (DT) e com síndrome de Down (SD) para cada objeto e em cada nível de habilidade.

Legenda: *=Diferença significativa entre grupos.

Quanto aos comportamentos que envolvem exploração motora grossa, a única diferença entre grupos foi identificada no nível de habilidade 2, sendo que os lactentes típicos realizaram tais comportamentos mais do que os lactentes com SD ao explorar o objeto MG ($p=0,025$). Observa-se que os comportamentos de exploração motora grossa não são predominantes no repertório de lactentes de ambos os grupos para os objetos apresentados (Figura 13).

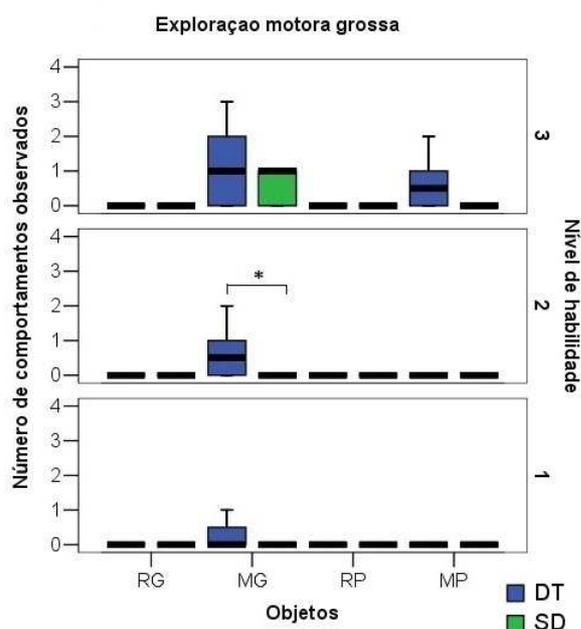


Figura 13: Número mediano de observações do comportamento de exploração motora grossa nos lactentes típicos (DT) e com síndrome de Down (SD) para cada objeto e em cada nível de habilidade.

Legenda: *=Diferença significativa entre grupos.

Na análise intra-grupo, observou-se que os lactentes com SD, independentemente do nível de habilidade, realizaram mais exploração motora grossa para o objeto MG em comparação com RG (0,039) e MP ($p=0,039$) (Tabela 8). Entre os lactentes típicos, estes comportamentos foram mais frequentes para o objeto MG do que para o RG ($p=0,002$), RP ($p<0,0001$) e MP ($p=0,004$) e mais frequentes para o objeto MP do que para o RP ($p=0,046$).

Quanto aos comportamentos que envolvem exploração motora fina, não houve diferença entre grupos no nível de habilidade 1. Tais comportamentos não foram frequentes em nenhum dos grupos e para nenhum dos objetos neste nível, como se observa na Figura 14. No nível 2, os lactentes típicos realizaram estes comportamentos ao explorar o objeto MP mais vezes do que os lactentes com SD ($p=0,041$). No nível 3, diferenças significativas entre grupos foram observadas para todos os objetos (RG: $p=0,047$; MG: $p=0,008$; RP: $p=0,045$; MP: $p=0,016$), sendo que em todos os casos os lactentes típicos realizaram tais comportamentos com mais frequência do que os lactentes com SD.

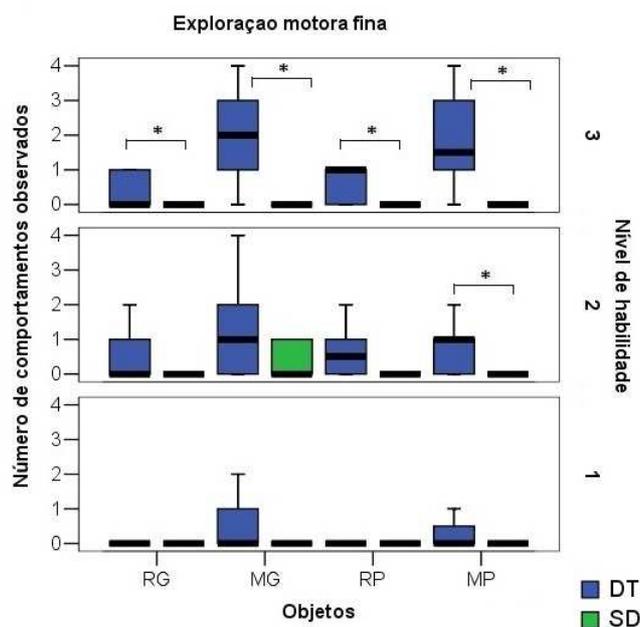


Figura 14: Número mediano de observações dos comportamentos pós-apreensão de exploração motora fina.

Legenda: *= Diferença significativa na comparação entre grupos.

A análise intra-grupo mostrou que os lactentes típicos realizaram mais exploração motora fina para o objeto MG em relação ao RG ($p=0,001$), e também mais frequentemente para o objeto MP em relação ao RG ($p=0,013$). Os lactentes com SD não realizaram este comportamento de maneira diferenciada entre objetos. A distribuição deste comportamento é ilustrada na Tabela 8

Tabela 8.

O comportamento de derrubar o objeto não foi diferente entre os grupos em nenhum dos níveis e para nenhum dos objetos. Na análise intra-grupo, observou-se que ambos os grupos tenderam a derrubar mais o objeto RP. No grupo típico, este objeto foi derrubado mais vezes do que o objeto MP ($p=0,022$) e no grupo com SD, o objeto RP foi mais derrubado do que o objeto MG ($p=0,05$).

4. Discussão

O presente estudo visou investigar o desenvolvimento das ações exploratórias sobre objetos em lactentes típicos e com SD no período a aquisição da habilidade de alcance e os dois meses seguintes, e investigar se os lactentes típicos e com SD realizam ações específicas para os objetos antes e após apreendê-los.

Os resultados apontam que entre os lactentes de ambos os grupos a frequência de alcances aumentou com a prática espontânea da tarefa, e que apenas entre os lactentes típicos a frequência de exploração pós-apreensão aumentou com a habilidade em alcançar. Os tipos de ações realizadas nas etapas pré-apreensão, apreensão e pós-apreensão foram diferentes entre os grupos, e também demonstraram ser influenciados pelo nível de habilidade em alcançar e pelas propriedades dos objetos.

4.1 Frequência de alcances

Conforme a hipótese previamente levantada, a quantidade de alcances realizados aumentou do mês de aquisição para o mês seguinte para todos os lactentes, e permaneceu estável do segundo para o terceiro nível de habilidade. O tempo após a aquisição do alcance foi relevante para as mudanças observadas, enquanto a idade não foi.

Estudos anteriores haviam identificado que lactentes de mesma idade cronológica podem possuir diferentes níveis de habilidade em alcançar (Carvalho, et al., 2008), e que a habilidade em manipular e explorar objetos resulta em melhor percepção das propriedades dos mesmos, independente da idade (Eppler, 1995; Soska, et al., 2010). O presente estudo acrescenta informações não descritas anteriormente, demonstrando que as mudanças na habilidade de alcançar resultam primordialmente da prática espontânea na tarefa, independente da idade em que a habilidade foi adquirida.

Resultados comparáveis foram obtidos por Adolph et al (2003) ao avaliar o refinamento da marcha, pois o tempo de experiência em andar foi um preditor mais forte da habilidade na tarefa que a idade. Em observações diárias do comportamento do lactente em casa, Adolph et al. (2003) demonstraram que lactentes em fase de aquisição da marcha praticam laboriosamente esta tarefa, repetindo-a milhares de vezes por dia

sob variadas condições de superfície, o que provavelmente resulta em ganho de força muscular e seleção das estratégias de movimento adequadas.

Os resultados do presente estudo sugerem que os mesmos processos resultam no refinamento do alcançar. De fato, o aumento na frequência de alcances ilustra melhor acurácia dos movimentos dos membros superiores em direção ao alvo (Carvalho, et al., 2008), sendo que fatores como o refinamento na seleção dos grupos musculares que realizam o movimento de alcance (Bakker, de Graaf-Peters, van Eykern, Otten, & Hadders-Algra, 2010), e dos grupos musculares que estabilizam a cabeça e tronco (Thelen & Spencer, 1998) têm sido citados como subjacentes a esta mudança. Estes achados, associados aos do presente estudo, destacam o papel primordial da prática espontânea na tarefa para o aumento de interações bem sucedidas com objetos no cotidiano de lactentes com desenvolvimento típico e atípico.

De fato, o aumento na frequência de alcances para todos os lactentes, aliado à ausência de interação entre grupo e nível, também indica que, para esta habilidade, os lactentes com SD apresentam desenvolvimento similar aos lactentes típicos, aumentando a frequência de alcances no mês seguinte após a aquisição da habilidade. Este achado sugere que os lactentes com SD praticam o alcance de objetos em suas interações cotidianas e são capazes de aprender com elas no mesmo intervalo de tempo que os lactentes típicos.

Embora a mudança na frequência do alcance ao longo do tempo tenha sido similar aos lactentes típicos, os lactentes com SD realizaram menos alcances do que os lactentes típicos, o que também confirma a hipótese levantada. As imagens das avaliações foram assistidas novamente a fim de identificar as possíveis origens deste achado. Na maioria dos casos de falha em alcançar após uma apresentação do objeto, os lactentes com SD realizaram tentativas que não foram bem sucedidas, ou seja, tiveram dificuldades em direcionar o membro superior com precisão e atingir o objeto. Desta forma, diferentemente das atribuições de estudo prévio, que descrevem lactentes com SD como pouco responsivos a estímulos e pouco motivados a interagir com objetos (Landry & Chapieski, 1989), os resultados do presente estudo sugerem uma importante contribuição de fatores percepto-motores para que estes lactentes interajam menos com objetos. Dificuldades para planejar a posição final do membro com base na localização visual do alvo, ou para desacelerar o membro, posicionando-o adequadamente com

relação ao objeto, aspectos cruciais para um alcance bem sucedido (Zaal & Thelen, 2005; Zoia, et al., 2006), podem ter contribuído para o desempenho observado.

Quanto às propriedades dos objetos, os resultados mostram que, em geral, a frequência de alcances para os objetos grandes é maior do que para os objetos pequenos. Entretanto, a interação entre grupo e objeto revela que esta diferença é mais marcante no grupo de lactentes com SD, que têm mais facilidade para alcançar os objetos grandes do que os pequenos, realizando menos alcances que os lactentes típicos para o objeto MP. Os lactentes típicos, por sua vez, alcançaram igualmente todos os objetos. É possível que os lactentes com SD tenham alcançado menos os objetos pequenos devido à demanda de precisão naturalmente imposta pela tarefa de atingir um alvo pequeno (Jeannerod, 1984), que exige integrar informações visuais e proprioceptivas para posicionar o membro no espaço (Pryde, Roy, & Campbell, 1998). Embora os lactentes tenham realizado tentativas de atingir o alvo, atender a esta demanda pode ser difícil em decorrência de fatores neuromotores, como a hipotonia, e de dificuldades para integrar informações sensoriais e motoras (Ocarino, 2009).

Por fim, o achado de que lactentes do sexo masculino realizaram mais alcances do objeto que lactentes do sexo feminino, embora discorde da hipótese elaborada, está de acordo com a literatura. De maneira similar, Bourgeois et al. (2005) relatam que lactentes do sexo masculino batem no objeto mais vezes em comparação com o sexo feminino. Este achado aparentemente se relaciona com níveis de atividade, visto que lactentes do sexo masculino geralmente apresentam movimentação mais intensa do que lactentes do sexo feminino, realizando, por exemplo, mais movimentos de chutes espontâneos por minuto (Almli, Ball, & Wheeler, 2001). Embora não completamente conhecidos, os fatores responsáveis pela diferença entre sexos são provavelmente genéticos, e parecem refletir a quantidade de ativação do córtex motor, a maturação de vias córtico-espinais e níveis hormonais (Almli, et al., 2001).

4.2 Comportamentos exploratórios pré-apreensão e comportamento de apreensão

Para ambos os grupos, na maioria das tentativas a apreensão não se efetiva imediatamente após o toque, e sim após realizar alguma ação exploratória. Este achado está de acordo com estudos prévios, indicando que os lactentes em fase inicial de

experiência do alcançar necessitam utilizar as informações táteis fornecidas pelos objetos após o toque, para então realizar ajustes e apreender. Esta característica é ilustrativa dos movimentos com pouco controle antecipatório realizados por lactentes no período próximo à aquisição do alcance (Berthenthal, 1996; Rocha, et al., 2006b).

O objeto RG eliciou com maior frequência de que outros objetos o comportamento isolado de bater no objeto e os comportamentos combinados de tatear e bater, tanto no grupo típico quanto no grupo SD. Esta ação pode ser considerada ajustada à rigidez do objeto, pois suas propriedades materiais permitem produção de som quando golpeado. Relatos prévios associam este comportamento à exploração de objetos que produzem algum som em lactentes típicos (Bushnell & Boudreau, 1998; Gibson & Walker, 1984; Lockman, 2000), e os achados do presente estudo demonstram que lactentes com SD exploram esta propriedade de maneira similar. Além disso, considerando que o objeto RG é mais difícil de apreender com relação aos demais, a realização de ações exploratórias pré-apreensão demonstra que os lactentes foram capazes de perceber a possibilidade ou necessidade de ação sobre ele.

Com relação ao comportamento pré-apreensão de tatear o objeto, quando não considerado o nível de habilidade, apenas lactentes com SD o realizaram diferenciadamente, com maior frequência para o objeto MG em relação ao RP e MP. Este comportamento tem sido descrito como apropriado para explorar objetos maleáveis, cuja textura provoca uma sensação agradável ao ser tateada (Palmer, 1989). Entretanto, o fato de o mesmo não ter sido observado entre os lactentes típicos pode indicar uma maior necessidade de extrair informações adicionais no grupo com SD, enquanto o grupo típico pode ter realizado ajustes antecipatórios para as propriedades deste objeto, especialmente pelo *feedback* visual, não necessitando realizar exploração antes de apreender, conforme será discutido posteriormente.

Na comparação entre grupos, foram observadas diferenças nos comportamentos exploratórios pré-apreensão nos níveis 1 e 3.

Embora a análise intra-grupo (independente do nível de habilidade) tenha mostrado que os lactentes com SD realizaram o comportamento de tatear mais frequentemente para o objeto MG do que para os objetos RG e MP, a análise entre grupos apontou que no nível de habilidade 1 este comportamento foi menos frequente

no grupo com SD do que no grupo típico, para todos os objetos (Figura 7A). Tendo em vista que lactentes com pouca habilidade em alcançar precisam reunir informações adicionais sobre os objetos após tocá-los (Fagard & Jacquet, 1996), a fim de realizar os ajustes necessários para apreender, era esperado que tal comportamento fosse frequente em ambos os grupos nesta fase.

Para lactentes com pouca habilidade em alcançar, o ato de tatear o objeto na etapa pré-apreensão parece consistir em um procedimento ativo de aquisição de informações, atuando como um mecanismo de *feedback* e correção do posicionamento da mão. De fato, em lactentes típicos tem sido descrito que a configuração da mão pode mudar de um posicionamento oblíquo no momento do toque para um posicionamento vertical, no momento da apreensão (Rocha, et al., 2006b). Em lactentes com SD, há relatos de manutenção de posicionamento oblíquo após o toque, o que pode interferir negativamente na realização da apreensão (dos Santos, de Campos, & Rocha, 2012). Uma menor responsividade ao estímulo tátil, ou dificuldade para processar as informações obtidas (Fidler, et al., 2006; Ocarino, 2009), também podem ter inibido a realização de ajuste após o toque no período em que estes ajustes são relevantes para o sucesso na tarefa.

Além dos aspectos sensoriais, características motoras também podem contribuir para que os lactentes com SD realizem menos comportamentos exploratórios pré-apreensão. No período de aquisição do alcance estes lactentes podem ainda não ter força muscular suficiente para manter os membros superiores estendidos contra a gravidade e posicionados na linha média para explorar. Achados de dificuldade na realização de comportamentos na linha média e na manutenção de posturas contra a gravidade (Tudella, et al., 2011) dão suporte a esta possibilidade.

O fato de os grupos terem sido diferentes no comportamento de tatear, e aparentemente semelhantes quanto ao comportamento de bater no objeto adiciona argumentos a favor do componente motor. Enquanto o movimento de bater no objeto não exige controle da desaceleração da trajetória do alcance (Berthier & Keen, 2006), tatear demanda tal controle, aliado à movimentação isolada da mão e dedos (Soska, et al., 2010). Tais componentes são adquiridos mais tardiamente em lactentes com SD (Cunningham, 1979; Fidler, et al., 2006), e podem limitar o acesso a propriedades dos objetos que poderiam ser aprendidas logo após a aquisição do alcance.

No nível 3 a situação dos grupos se inverte e os lactentes com SD passam a fazer mais comportamentos exploratórios pré apreensão do que os típicos. A diferença foi observada nos comportamentos combinados de tatear e bater, realizados com maior frequência do que no grupo típico quando considerado o objeto MG. O resultado sugere um atraso na utilização extensiva de estratégias para adquirir informações adicionais para os objetos, que foi verificada nos lactentes típicos na idade de aquisição do alcance. Além disso, este achado mostra que os lactentes com SD ainda necessitam de informação adicional antes da apreensão mesmo dois meses após a aquisição do alcance, e o uso de comportamentos combinados pode ser uma forma de maximizar a extração de informações. Enfatiza-se, ainda, que embora os lactentes avaliados estivessem inseridos em intervenção precoce, o que contribui positivamente para seu desempenho, pode ser necessário estimular ainda mais as atividades de apreensão e exploração de objetos a fim de promover o refinamento das mesmas.

Em síntese, a análise dos comportamentos exploratórios pré-apreensão revela que os lactentes típicos e com SD podem realizar comportamentos diferenciados para cada objeto, o que demonstra percepção das *affordances*, embora com respostas diferentes em cada grupo. Em ambos os grupos o objeto RG elicia o comportamento de bater, e no grupo com SD o objeto MG elicia o comportamento de tatear. Os lactentes com SD realizam menos comportamentos pré-apreensão no período menos habilidoso, e mais comportamentos pré-apreensão no período mais habilidoso, em comparação com os lactentes típicos, o que demonstra um atraso nas aquisições dos comportamentos exploratórios.

Com relação ao comportamento de apreensão, a observação de movimentos de alcance seguidos de apreensão direta, ou seja, sem nenhuma exploração prévia, indica alguma capacidade de usar informações visuais sobre o objeto para antecipar a estratégia de apreensão (Barrett, et al., 2008). Este comportamento foi observado em ambos os grupos com maior frequência para o objeto MG, o que reflete tanto capacidade de planejamento em ambos os grupos, como também as características do objeto, facilmente apreendido empregando-se estratégias variadas de posicionamento da mão (Rocha, et al., 2006b). As propriedades combinadas dos objetos também foram relevantes para a ocorrência de falha em apreender, que em ambos os grupos foi mais frequente para o objeto RG, achado que ilustra a demanda de estratégias específicas

imposta por este objeto, as quais podem não estar facilmente disponíveis para lactentes neste período.

Os lactentes do grupo típico começam a realizar apreensões diretas desde a aquisição do alcance, visto que no nível 1 realizaram mais apreensões diretas do que os lactentes com SD para o objeto MP. No nível 2 esta habilidade se torna mais consistente, sendo que os lactentes típicos realizaram mais apreensões diretas para os objetos MG, MP e RG do que os lactentes com SD. Apenas para o objeto RP foram observadas mais apreensões após explorar, em comparação com o grupo com SD. Neste grupo, é possível que dificuldades em processar a informação visual e/ou em planejar o movimento comprometam a realização de apreensão direta. Os achados de Kearney e Gentile (2002) dão suporte a esta possibilidade visto que crianças com SD aos três anos de idade apresentam dificuldades para usar informações sensoriais para controlar a etapa final da apreensão, que é *feedback*-dependente, raramente iniciando o fechamento antecipado da mão ao tentar apreender objetos pequenos.

Embora diversos estudos tenham descrito dificuldades para apreender objetos em lactentes com SD, no presente estudo apenas foram identificadas diferenças no nível 2, quando considerado o objeto MP, sendo que os lactentes com SD falharam em apreender esse objeto mais do que os lactentes típicos. Aparentemente, no nível de habilidade 1 os lactentes de ambos os grupos tiveram semelhantes dificuldades em apreender. No nível 2, lactentes típicos tiveram poucas falhas em apreender, o que é consistente com o salto na habilidade de apreender observado pouco tempo após a aquisição do alcance (Sgandurra, et al., 2012; Wimmers, Savelsbergh, Beek, & Hopkins, 1998). Tal salto possivelmente ocorre mais tardiamente entre os lactentes com SD, por isso no nível 2 estes lactentes tiveram mais falhas na apreensão de todos os objetos, embora diferenças significantes só tenham sido observadas para o MP. No nível 3, os lactentes com SD parecem novamente apresentar habilidade semelhante aos típicos. Estes resultados são sugestivos de que após dois meses de prática espontânea na tarefa de alcançar os lactentes com SD atingem desempenho similar aos típicos em apreender objetos. No entanto, conforme será discutido na próxima seção, a habilidade de explorar os objetos após apreender não teve mudança proporcional.

Em conjunto, a análise dos comportamentos de apreensão indica que as propriedades dos objetos têm impacto sobre a realização ou não de ações exploratórias

antes de apreender em ambos os grupos, sendo que o objeto MG elicia mais frequentemente apreensões diretas. As características do objeto RG, por outro lado, resultam em maior falha em apreender. Os lactentes típicos realizam apreensão direta mais cedo, e parecem consistentes em apreender todos os objetos um mês após a aquisição do alcance, enquanto os lactentes com SD, após dois meses.

4.3 Frequência de exploração pós-apreensão

Em conformidade com a hipótese levantada, os lactentes típicos em geral exploraram os objetos com maior frequência do que os lactentes com SD. No entanto, a diferença entre grupos nesta habilidade foi mais acentuada do que na habilidade de alcançar (Figura 4B e Figura 9A).

Um dos possíveis fatores que explica esta discrepância é a diferente demanda motora imposta pelo ato de alcançar em comparação com explorar por meio da manipulação. O critério para definir um alcance é tocar o objeto, o que envolve principalmente a ativação da musculatura proximal do membro (Berthier & Keen, 2006; Mathew & Cook, 1990). Manipular e explorar, por outro lado, envolvem atenção, coordenação olho-mão e entre membros, além de controle também da musculatura distal (Eppler, 1995; Ruff, et al., 1992; Soska, et al., 2010).

Em estudo prévio, observou-se que aos seis meses de vida lactentes com SD conseguem apreender objetos em apenas cerca de 50% das vezes que alcançaram os objetos (de Campos, et al., 2011). No entanto, a habilidade de explorar o objeto após apreender não havia sido analisada. Múltiplos aspectos presentes nos indivíduos com a síndrome, como pequeno tamanho da mão, hipotonia muscular, e déficits cognitivos são fatores potencialmente negativos para o desempenho de habilidades manuais (Jover, et al., 2010), e provavelmente contribuíram para que os lactentes explorassem com menor frequência.

Os achados específicos quanto aos tipos de ações exploratórias, que serão discutidos na próxima seção, favorecem a idéia de que fatores percepto-motores são centrais para que lactentes com SD explorem os objetos com menor frequência. Independente do mecanismo envolvido, os resultados claramente indicam que em

comparação com os típicos, os lactentes com SD têm menos oportunidades de aprender sobre os objetos em suas interações com os mesmos, uma vez que apresentam menos comportamentos exploratórios.

Com relação às mudanças na frequência de exploração, entre os lactentes típicos observou-se aumento na quantidade de ações exploratórias realizadas ao comparar o mês de aquisição do alcance e o mês seguinte, e estabilidade ao comparar os níveis 2 e 3. Este padrão de mudança é comparável ao observado quanto à frequência de alcances, e é sugestivo de que o desenvolvimento da habilidade de explorar objetos é paralelo ao desenvolvimento da habilidade de alcançar neste grupo. A contribuição da habilidade em alcançar para a exploração dos objetos também é abordada por Lobo e Galloway (2008), que observaram que a experiência em alcançar se correlacionou com maior exploração tátil dos objetos.

Os lactentes com SD não mudaram significativamente a frequência de exploração com a experiência em alcançar. Considerando que os lactentes deste grupo realizaram menos alcances do que o grupo típico, é possível que a quantidade de prática espontânea nas interações diárias destes lactentes tenha limitado a habilidade de explorar. Por isso, eles podem necessitar de mais tempo e prática mais intensa para adquirir e refinar habilidades motoras, o que também tem sido relatado em estudos relativos a habilidades de sentar e andar (Polastri & Barela, 2005; Wu, Looper, Ulrich, Ulrich, & Angulo-Barroso, 2007).

No período compreendido pelo presente estudo, não foi possível identificar em que momento após a aquisição do alcance os lactentes com SD passam a explorar os objetos consistentemente. No caso dos lactentes que já apresentaram emergência tardia da habilidade de alcançar, este atraso em iniciar as ações de explorar objetos representa um período extenso do primeiro ano de vida em que a variedade de experiências vivenciadas pela criança é pequena, o que pode ter consequências importantes para seu desenvolvimento.

A relevância de experiências ativas com objetos sobre o desempenho de outras habilidades tem sido enfatizada por diversos estudiosos nos últimos anos. Por exemplo, Libertus e Needham (2010) mostraram que lactentes típicos que tiveram experiências ativas com objetos por meio de treino específico apresentaram avanços nas habilidades

de alcançar e apreender objetos, e também na exploração visual de objetos e pessoas. O treino específico em explorar objetos também promoveu a realização de comportamentos exploratórios manuais mais sofisticados em lactentes típicos (Needham, et al., 2002) e favoreceu o desenvolvimento do alcance manual em lactentes prematuros (Heathcock, et al., 2008). Os resultados do presente estudo apontam para a necessidade de desenvolver estratégias de intervenção que abordem mais especificamente as dificuldades apresentadas pelos lactentes com SD em explorar objetos.

Os lactentes de ambos os grupos exploraram os objetos maleáveis com maior frequência do que os objetos rígidos. Este achado se relaciona nitidamente com a maior facilidade de apreensão destes objetos em termos de exigência motora, em comparação com objetos rígidos. Os objetos maleáveis são facilmente apreendidos tanto com uma quanto com duas mãos (Corbetta & Snapp-Childs, 2009; Rocha, et al., 2006b), e a presença dos fios de lã, no presente estudo, permite que o lactente faça uso do comportamento de preensão palmar, presente no repertório motor desde o período neonatal (Jouen & Molina, 2005). Os objetos rígidos, por sua vez, exigem controle da extensão dos dedos (Barrett, et al., 2008) além de ajuste bimanual e orientação vertical da mão, no caso do objeto RG (Rocha, et al., 2006b).

A ausência de influência do sexo dos lactentes na frequência de exploração dos objetos está de acordo com a literatura, visto que outros autores identificaram que a duração do contato com objetos é semelhante quando comparados lactentes do sexo masculino e feminino (Morange-Majoux, et al., 1997). Este achado, aliado à diferença entre sexos quanto à frequência de alcances, suporta a noção de que, apesar de a quantidade de ações ser diferente, a qualidade do desempenho não é diferente, ao menos no que se refere a ações exploratórias no período avaliado.

O fator idade, por sua vez, embora não tenha sido relevante para a frequência de alcances, foi uma covariável importante para a frequência de exploração. Tal resultado pode indicar que, de alguma forma, as experiências cumulativas derivadas de outras habilidades não necessariamente intermediadas pelo alcançar podem ter favorecido a exploração, de forma que lactentes com maior idade apresentassem melhor desempenho. Por meio da exploração oral e visual, por exemplo, lactentes exploram e discriminam objetos desde o período neonatal (Gibson & Walker, 1984; Rochat, 1987),

o que certamente contribui para as interações mediadas pelo alcance e apreensão posteriormente.

4.4 Comportamentos exploratórios pós-apreensão

Conforme esperado, o comportamento de levar à boca foi observado em lactentes de ambos os grupos, porém com maior frequência no grupo típico.

Para ambos os grupos, este comportamento foi eliciado principalmente por objetos maleáveis. Este resultado não coincide com relatos da literatura, pois estudos prévios referem que objetos grandes são preferencialmente levados à boca em relação a objetos pequenos (Palmer, 1989; Whyte, et al., 1994). No entanto, estes estudos não haviam avaliado a resposta a objetos com propriedades combinadas de tamanho e rigidez, o que dificulta a comparação dos resultados. Em comparação com os objetos rígidos, os objetos maleáveis se encaixam melhor na boca, sendo mais fácil de ser explorados. Além disso, o fato de estes objetos serem mais facilmente apreendidos também pode ter contribuído para esta diferença.

No nível de habilidade 1, apenas os lactentes típicos levaram o objeto à boca, sendo a frequência maior do que no grupo SD quando analisados os objetos maleáveis. No nível 2 ambos os grupos realizaram o comportamento, porém a frequência foi relativamente maior entre os lactentes típicos para os objetos MP, RP e RG, ou seja, os objetos rígidos começam a ser explorados oralmente no mês seguinte à aquisição do alcance no grupo típico, enquanto no grupo com SD este comportamento começa a ser realizado com frequência similar aos típicos sobre o objeto MG, mas não quanto aos objetos rígidos. No nível 3 o comportamento esteve presente de maneira homogênea entre grupos e objetos. Os resultados observados em ambos os grupos são coerentes com a literatura, visto que o comportamento de levar à boca parece aumentar no mês seguinte após a aquisição do alcance (Whyte, et al., 1994), com pico por volta do quinto ao sexto mês de vida (Lew & Butterworth, 1997; Rochat, 1989).

Os poucos estudos que avaliaram comportamentos orais em lactentes com SD fornecem suporte para os achados do presente estudo. Nesta população, alguns indivíduos podem apresentar hipersensibilidade oral, ou seja, rejeitar estímulos

sensoriais nesta área, o que justificaria a menor frequência de exploração oral (Frazier & Friedman, 1996). Outras características presentes em lactentes com SD, tais como hipotonia da musculatura peri-oral e da língua, bem como malformações estruturais do palato e mandíbula, têm impacto negativo no desenvolvimento da mastigação e deglutição (Mizuno & Ueda, 2001), e podem similarmente reduzir a capacidade do lactente em realizar os movimentos envolvidos na exploração de objetos com a boca.

No entanto, nenhum estudo prévio tinha avaliado a exploração oral de objetos em lactentes jovens. Os resultados do presente estudo sugerem que pouco tempo após a aquisição do alcance os lactentes com SD já são capazes de explorar o objeto com a boca, embora com frequência inferior aos lactentes típicos nos períodos com menor habilidade manual. Estudos que avaliem lactentes ainda mais jovens e mensurem a pressão exercida ao explorar objetos com a boca podem contribuir para a compreensão do desenvolvimento do comportamento exploratório em lactentes com síndrome de Down, e talvez elucidar os mecanismos que levem a uma menor frequência de exploração oral neste grupo.

Os comportamentos envolvendo exploração motora grossa foram observados em frequências reduzidas em ambos os grupos, exceto para o objeto MG. Considerando que o comportamento de bater foi predominante para o objeto RG no período pré-apreensão, sugere-se que no período pós-apreensão os objetos apresentados não favoreceram este comportamento. De acordo com Fagard e Lockman (2005), os comportamentos de chacoalhar e bater são predominantemente unimanuais, e, portanto, provavelmente são difíceis de realizar sobre o objeto RG, que apenas pode ser apreendido bimanualmente por lactentes com a mão ainda pequena em relação ao objeto. Assim, embora os comportamentos de bater e chacoalhar sejam adequados para explorar objetos rígidos, e os lactentes demonstraram perceber esta *affordance* ao utilizar o comportamento de bater no período pré-apreensão, sua habilidade manual ainda não permite a utilização de comportamentos semelhantes no período pós-apreensão.

Os objetos pequenos, por sua vez, são envolvidos pelas mãos dos lactentes, de forma que a estimulação visual obtida por meio do chacoalhar, por exemplo, não é tão interessante quanto a obtida ao chacoalhar o objeto MG, em que os filetes de lã promovem um maior espetáculo visual. De fato, lactentes apresentam preferência por empregar estratégias de exploração que estimulem mais de uma modalidade sensorial,

em especial a visão (Morgante & Keen, 2008), ou que proporcionem sensações prazerosas (Bushnell & Boudreau, 1998).

Diante da reduzida ocorrência de comportamentos de exploração motora grossa no presente estudo, é possível supor que propriedades dos objetos utilizados no presente estudo não tenham promovido a realização destas ações, visto que bater e chacoalhar o objeto são ações geralmente utilizadas para explorar objetos que produzem sons ao serem movidos no ar ou contra uma superfície (Palmer, 1989). No entanto, os achados do presente estudo estão de acordo com estudos prévios mostrando que a frequência de bater no objeto é menor do que exploração oral e exploração motora fina (Eppler, 1995) e que no período logo após a aquisição do alcance comportamentos de exploração motora grossa não são consistentes (Spencer, et al., 2000).

A única diferença entre grupos quanto a esta categoria de comportamentos foi observada no nível de habilidade 2, quando os lactentes típicos realizaram mais exploração motora grossa que os lactentes com SD ao explorar o objeto MG. O fato de lactentes com SD apresentarem menor intensidade de atividade motora em geral (McKay & Angulo-Barroso, 2006), pode fazer com que eles se engajem menos em atividades vigorosas dos membros.

Os comportamentos de exploração motora fina, conforme mostram os resultados, são pouco frequentes em ambos os grupos na idade de aquisição do alcance (Figura 14). A partir do nível de habilidade 2, tais comportamentos passam a ser realizadas com maior frequência pelos lactentes típicos, porém foram muito raros entre os lactentes com SD. Este achado está de acordo com a literatura, pois ações exploratórias como rodar, transferir e tatear objetos são predominantes no repertório de lactentes típicos durante o segundo semestre de vida (Palmer, 1989; Ruff, 1984), porém emergem ainda no primeiro semestre (Eppler, 1995).

Os lactentes com SD não realizaram exploração motora fina de maneira discriminada entre os objetos. No grupo típico, por outro lado, estes comportamentos predominaram nas interações com os objetos maleáveis em comparação com o RG. Este achado é consistente com os relatos de Ruff (1984), que cita a realização dos comportamentos de tatear para explorar a superfície de objetos que têm textura e Palmer

(1989), que observou que lactentes usam o comportamento de transferir objetos de uma mão a outra para explorar objetos maleáveis.

Os comportamentos de exploração motora fina exigem coordenação entre membros, e movimentos dissociados das mãos (Fagard & Lockman, 2005). Tais capacidades emergem a partir da atuação conjunta de múltiplos fatores.

Durante o desenvolvimento típico, a emergência de movimentos dissociados das mãos resulta da maturação do corpo caloso e das áreas motoras, o que permite adequada troca de informações entre os hemisférios cerebrais (Kimmerle, Mick, & Michel, 1995). Tendo em vista que indivíduos com SD podem apresentar alterações na especialização hemisférica (Elliott, Weeks, & Chua, 1994), além de atraso na mielinização de vias responsáveis por movimentos refinados (Fidler & Nadel, 2007), o componente maturacional provavelmente contribui para que a habilidade de exploração manual envolvendo motricidade fina demore para ser adquirida.

Com relação a fatores neuromotores, o controle da musculatura intrínseca da mão restringe a capacidade de apreender objetos (Barrett, et al., 2008). Assim, a hipotonia muscular e a dificuldade de gerar posturas das mãos e dedos que sejam adaptados à manipulação pretendida (Jover, et al., 2010) podem constituir outra dimensão das dificuldades enfrentadas pelos lactentes com SD para realizar os comportamentos de exploração motora fina.

Confirmando os achados referentes à frequência total de exploração, todos os tipos de comportamento exploratório pós-apreensão foram facilitados pelos objetos maleáveis, sendo que desde a aquisição do alcance os lactentes típicos exploram estes objetos oralmente e por meio de exploração motora grossa, enquanto comportamentos de exploração motora fina começam a surgir no mês seguinte. Os lactentes com SD passam a realizar frequência de exploração oral do objeto MG similar aos típicos apenas no nível 3, porém os comportamentos de exploração motora grossa e fina foram observados em frequências muito reduzidas para todos os objetos durante todo o período avaliado.

Uma vez que poucas ações exploratórias são observadas mesmo dois meses após adquirir o alcance, conforme discutido anteriormente, as reduzidas oportunidades de prática provavelmente somam-se aos fatores maturacionais, neuromotores e

perceptuais, limitando o refinamento das ações e postergando ainda mais o surgimento de movimentos complexos. Esta interação única entre características biológicas e oportunidades de interação com o ambiente, que são diferentes para cada indivíduo, contribui para a compreensão do perfil de capacidades e limitações de lactentes com a síndrome, e ressalta a importância de uma abordagem específica para esta população, sem deixar de contemplar diferenças individuais.

Os resultados sugerem que os lactentes de ambos os grupos, por meio da percepção de *affordances*, selecionaram as ações que forneceriam informações relevantes no período pré-apreensão, e que proporcionariam experiências prazerosas e informativas no período pós-apreensão. Entretanto, como os lactentes no período avaliado encontram-se em fase de refinamento da habilidade manual, suas capacidades motoras foram fatores importantes na determinação das estratégias utilizadas. Assim, parte das diferenças entre os objetos também podem ser atribuídas à relação entre as restrições motoras dos lactentes e as propriedades físicas dos objetos. Esta relação, na verdade, tem sido descrita como o pré-requisito para o desenvolvimento da percepção das propriedades de objetos, pois a habilidade motora torna possível a realização de ações que revelam as informações disponíveis no ambiente (Bushnell & Boudreau, 1993). Desta forma, o refinamento do alcance e da manipulação por meio da prática torna os lactentes mais aptos a perceber e agir de forma discriminada no ambiente, e isso ocorre gradualmente para cada tipo de objeto, de acordo com a demanda motora imposta.

Os resultados obtidos também suscitam questionamentos a respeito do significado adaptativo das ações observadas. Se por um lado a realização de ações diferenciadas de acordo com as possibilidades de ação do lactente pode ser considerada adaptativa, por outro lado o conceito de adaptabilidade envolve a adequada resolução das demandas da tarefa (Hadders-Algra, 2010). No caso dos lactentes com SD, apesar de terem sido observadas diversas tentativas de interação com os objetos mesmo diante de suas limitações motoras, as estratégias adotadas nem sempre foram bem sucedidas, visto que a quantidade de interações com objetos foi expressivamente menor do que nos lactentes típicos. Assim, as estratégias adotadas pelos lactentes com SD no período avaliado ainda não exibem significado adaptativo.

A variedade e sofisticação das estratégias de exploração têm sido descritas como preditivas para o desenvolvimento de percepção tridimensional (Soska, et al., 2010), percepção multimodal (Eppler, 1995) e desempenho cognitivo (Caruso, 1993; Ruff, et al., 1984), além de contribuir para o refinamento das próprias ações manuais (Lobo & Galloway, 2008). No caso de lactentes com SD, especula-se que parte de suas limitações perceptuais, motoras e cognitivas podem originar-se a partir do acesso restrito a informações ambientais decorrente da reduzida quantidade e sofisticação das estratégias de apreensão, achados evidenciados no presente estudo. Por isso, a exploração ativa de objetos deve ser priorizada nas abordagens terapêuticas direcionadas a esta população.

5. Conclusão

Os achados apontam que a quantidade de alcances realizados aumenta do mês de aquisição para o mês seguinte para todos os lactentes, porém apenas os lactentes típicos apresentaram aumento da quantidade de exploração de objetos no mesmo período.

Para ambos os grupos, o objeto rígido grande eliciou comportamentos pré-exploratórios de bater no objeto, sendo este o objeto mais difícil de apreender. Os objetos maleáveis, por sua vez, eliciaram apreensões diretas e facilitaram os comportamentos exploratórios pré-apreensão. Embora ambos os grupos tenham demonstrado capacidade de explorar objetos de propriedades combinadas de tamanho e rigidez de modo diferencial tanto no período pré- quanto pós-apreensão, a emergência de diferentes ações ocorre em tempos diferentes em cada grupo. As ações pré-apreensão parecem ser menos eficientes em gerar informação relevante para a apreensão no grupo SD. Quanto às ações pós-apreensão, os lactentes deste grupo tiveram dificuldade mais acentuada em realizar comportamentos que representam maior exigência percepto-motora. Como consequência, suas experiências com objetos também são menos complexas.

Os resultados obtidos contribuem para a compreensão das dificuldades enfrentadas por lactentes com SD alcançar, apreender e explorar objetos, e levantam novos questionamentos relacionados ao impacto destas dificuldades sobre o desenvolvimento em longo prazo, e às possibilidades de intervenção precoce.

ESTUDO 3: Desempenho na apreensão e manipulação de objetos em crianças com síndrome de Down: efeito das experiências percepto-motoras nas fases iniciais do desenvolvimento.

1. Introdução

Conforme abordado no estudo anterior, o desenvolvimento das habilidades de manipular objetos e explorar suas propriedades é mediado pela interação entre as capacidades percepto- motoras e cognitivas do lactente e os estímulos oferecidos pelo meio. Por sua vez, a realização de ações exploratórias adaptativas dá origem a novas categorias de habilidades perceptuais, motoras e cognitivas (Adolph, et al., 1993; Bushnell & Boudreau, 1993; Thelen, 2000).

Embora os mecanismos causais entre o desempenho de ações exploratórias e mudanças em diversos domínios do desenvolvimento não estejam esclarecidos, estudiosos têm sugerido que, ao realizar atividades de alcançar, apreender e explorar objetos, lactentes praticam componentes motores e recebem informações sensoriais que contribuem para o refinamento não apenas dos movimentos em si, mas também de habilidades perceptuais e cognitivas. As atividades percepto-motoras realizadas nos primeiros meses de vida podem ter impacto em idades posteriores, visto que o engajamento em ações funcionalmente significativas subjaz a seleção de redes neurais por meio de processos competitivos, e resulta na seleção de estratégias de ação adequadas às demandas do ambiente (Hadders-Algra, 2010; Pick, 1984; Rakison & Woodward, 2008; Trevarthen, 1984).

Estudos sobre o desenvolvimento típico têm ilustrado tais associações entre ações exploratórias precoces e mudanças em outros domínios do desenvolvimento. Por exemplo, lactentes participantes de programas de estimulação direcionados a proporcionar experiências precoces de exploração de objetos apresentaram diferenças motoras (maior controle do movimento de alcance na linha média), perceptuais (exploram objetos de maneira diferenciada segundo suas *affordances*) e cognitivas (maior motivação em interagir com objetos e avanço em tarefas cognitivas como uso de

objeto intermediário) em comparação com lactentes que não tiveram tais experiências (Lobo & Galloway, 2008; Lobo, Galloway, & Savelsbergh, 2004).

Abordando a influência de diferenças individuais no desenvolvimento, Soska et al. (2010) demonstraram que a experiência no sentar independente e a habilidade em realizar ações exploratórias sofisticadas alteram a percepção de propriedades tridimensionais dos objetos em lactentes de quatro a sete meses de vida. Caruso (1993) também relata que a variedade de ações exploratórias empregadas por lactentes de 12 meses de idade se correlaciona com o sucesso na solução de problemas e desempenho cognitivo.

As experiências com objetos permitem que, por volta do segundo ano de vida, crianças típicas sejam capazes de sofisticadas ações planejadas (Keen, 2011), realizando ajustes como abertura antecipatória da mão de acordo com o tamanho do objeto (Konczak & Dichgans, 1997; Von Hofsten & Ronnqvist, 1988) e integrando as informações sensoriais necessárias para apreender adequadamente (Forssberg, Eliasson, Kinoshita, Johansson, & Westling, 1991; Gordon, Forssberg, Johansson, Eliasson, & Westling, 1992). São capazes, ainda, de manipular e encaixar objetos diferenciando sua forma (Ornkloo & Von Hofsten, 2007), e de realizar atividades funcionais como uso da colher para alimentação (Connolly & Dalgleish, 1989).

Diante das complexas habilidades perceptuais, motoras e cognitivas envolvidas no desempenho das atividades presentes na rotina de crianças por volta dos dois anos de vida, é inevitável questionar se limitadas experiências precoces com objetos podem afetar a realização de atividades manuais por crianças com incapacidades. Alguns poucos estudos tem se voltado a investigar o papel das experiências percepto-motoras precoces no desempenho posterior na presença de condições de risco para o desenvolvimento.

Em lactentes prematuros, estudos demonstraram que um repertório reduzido de manipulação exploratória aos seis (Van Veldhoven & Wijnroks, 2003) e aos nove meses de idade (Ruff, et al., 1984) pode originar déficits cognitivos e reduzida atenção aos dois anos de vida, o que sugere uma relação entre o desempenho em fases iniciais do desenvolvimento e o observado em idades posteriores.

Conforme observado no Estudo 2, lactentes com SD realizam menos ações exploratórias que os lactentes típicos, e demoram para refinar esta habilidade. A dificuldade mais marcante diz respeito às ações que requerem movimentos finos das mãos. Embora não tenham sido encontrados estudos longitudinais que investigassem o impacto destas diferenças para o desenvolvimento posterior, alguns estudos tem caracterizado o desempenho de crianças com SD em habilidades manuais ao longo da infância.

Com relação ao desempenho motor fino Fidler et al. (2006) não encontraram diferenças entre crianças com SD de dois e três anos de idade e crianças típicas. No entanto, quando avaliadas tarefas que envolvem planejamento e sequências de movimentos mais complexas (por exemplo, colocar moedas em um cofrinho, obter um objeto posicionado dentro de uma caixa), o desempenho das crianças com SD foi expressivamente inferior (Fidler, Hepburn, Mankin, & Rogers, 2005).

Com relação à realização de ajustes antecipatórios nos movimentos, Kearney e Gentile (2002) relatam que crianças com SD aos três anos de idade apresentam dificuldades na utilização do *feedback* sensorial para ajustar antecipadamente a abertura da mão ao apreender pequenos objetos. A mesma tendência se observa em crianças de oito a dez anos, que gastam mais tempo realizando ajustes antes de apreender objetos pequenos do que grandes, possivelmente para compensar a falta de planejamento antecipado do movimento (Charlton, et al., 1996).

Em crianças com SD em idade escolar, Thombs e Sugden (1991) observaram atraso na realização de preensão de precisão com relação ao desenvolvimento típico. Outros estudos sugerem, entretanto, que as habilidades não apenas são atrasadas, como as estratégias empregadas podem ser diferentes (Jover, et al., 2010; Latash, 2007), como por exemplo, apreensão de objetos utilizando menos dedos que crianças típicas, com os dedos não envolvidos adotando posição em extensão (Jover, et al., 2010).

Em conjunto, estes achados ilustram o complexo perfil do desenvolvimento de crianças com SD e incitam questionamentos a respeito de quais aspectos podem ser preditos pelo desenvolvimento precoce de habilidades exploratórias. Tais aspectos não são conhecidos, tendo em vista que não há informações disponíveis na literatura a respeito do desempenho de crianças com SD no período em que as habilidades manuais

mais complexas e funcionais passam a fazer parte do repertório infantil, perto dos dois anos de idade, e principalmente, a respeito do papel das experiências percepto-motoras precoces no desenvolvimento posterior. Conhecer suas estratégias específicas, bem como as mudanças longitudinais ocorridas em seu desempenho, pode contribuir para traçar o perfil de capacidades e comprometimentos único da síndrome, e para identificar aspectos a serem estimulados nas fases iniciais do desenvolvimento.

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivos:

1) Descrever o desempenho de crianças com SD aos dois anos de idade na realização da tarefa de alcance e apreensão de objetos de diferentes tamanhos, avaliadas por meio de análise cinemática, e durante a tarefa de encaixe de objetos com diferentes propriedades geométricas, em comparação com crianças típicas.

2) Investigar longitudinalmente a relação entre habilidades de exploração de objetos presentes nas fases iniciais do desenvolvimento (após a aquisição do alcance manual) e o desempenho nas tarefas manipulativas, motoras finas e cognitivas aos dois anos em crianças típicas e com SD.

Foram formuladas as seguintes hipóteses:

Considerando a tendência das crianças com SD em apreender objetos com os dedos em extensão (Jover, et al., 2010) levanta-se a hipótese de que essas crianças apreenderão o objeto grande realizando abertura antecipada. Entretanto, tendo em vista as dificuldades para configurar a mão antecipadamente antes de apreender (Kearney & Gentile, 2002), as crianças deste grupo não iniciarão o fechamento antecipado da mão ao alcançar o objeto pequeno, porém apresentarão capacidade de apreender o objeto após realizar ajustes compensatórios (Charlton, et al., 1996). As crianças típicas, por sua vez, realizarão os ajustes antecipatórios requeridos pelas propriedades dos objetos, ou seja, abertura da mão mais próxima do fim da trajetória para objetos grandes, e fechamento antecipado para objetos pequenos, tendo em vista que estas capacidades emergem por volta dos 13 meses de vida (Von Hofsten & Ronnqvist, 1988). Tais ajustes facilitarão a rápida apreensão do objeto (Barrett & Needham, 2008).

Quanto ao desempenho na tarefa de encaixe, crianças de ambos os grupos serão capazes de orientar o objeto verticalmente, posto que esta capacidade foi observada em

crianças típicas (Ornkloo & Von Hofsten, 2007) e com SD (Hogg & Moss, 1983) entre dois e três anos de vida. Porém, considerando que crianças com SD apresentam dificuldades crescentes quando a tarefa envolve planejamento e sequenciamento de ações (Fidler, et al., 2005), a hipótese é que as mesmas terão menos sucesso na orientação horizontal e finalização do encaixe no caso dos objetos com formas geométricas complexas. É esperado que as crianças típicas tenham sucesso com todos os objetos, pois tal habilidade emerge por volta de 26 meses (Ornkloo & Von Hofsten, 2007).

Por fim, a quantidade de apreensão e exploração de objetos realizada pelos lactentes na idade de aquisição do alcance e nos dois meses seguintes será preditiva de habilidades cognitivas e motoras finas e do desempenho na tarefa de encaixe, tendo em vista que a manipulação e exploração de objetos constituem oportunidades de praticar e refinar componentes motores, perceptuais e cognitivos (Bushnell & Boudreau, 1993; Lobo & Galloway, 2008).

Estes resultados poderão contribuir para a compreensão de como crianças com SD realizam ações manipulativas em um período relevante para o seu refinamento, além de identificar aspectos das fases iniciais do desenvolvimento que podem ter impacto no desempenho em idades mais tardias.

2. Método

2.1. Participantes

Os responsáveis pelos mesmos participantes incluídos no estudo anterior foram convidados a participar da nova avaliação, estando esses com idade de 26 meses.

Treze participantes foram avaliados novamente como parte do presente estudo, sendo seis crianças com desenvolvimento típico (DT), com média de idade de 27,18 meses ($\pm 0,47$ mês), três delas do sexo feminino, e sete crianças com SD, com média de idade de 27,1 meses (± 1 mês), quatro delas do sexo feminino.

Tendo em vista que a triagem relativa às condições de nascimento já havia sido realizada ao incluir os participantes no Estudo 2, foi estabelecido como critério para inclusão neste estudo a autorização dos responsáveis, formalizada pela assinatura do Termo de Consentimento Livre e esclarecido. Os critérios de não inclusão foram a não concordância dos responsáveis em participar, e a presença de alterações no desenvolvimento neurosensório motor (exceto aquelas decorrentes da síndrome de Down, para os participantes deste grupo), identificadas por meio de questionário respondido pelos pais. Nenhum participante chegou a ser excluído devido a este último critério

Os principais motivos para não inclusão de todos os participantes do estudo prévio foram mudança de telefone e endereço, e não aceitação do novo convite por parte dos responsáveis. Dentre as crianças com SD, duas foram avaliadas apenas por meio da Bayley Scales of Infant and Toddler Development (BSITD-III), não completando a avaliação das ações manipulativas.

Os dados individuais de idade, sexo, nível socioeconômico das famílias e participação em programas de estimulação no caso dos participantes com SD encontram-se no Apêndice 6.

2.2. Aspectos éticos

O estudo foi submetido a nova análise pelo Comitê de Ética em Pesquisa, sendo aprovado segundo o parecer no. 228/2009 (Anexo B).

2.3. Materiais

Para a realização do estudo, foi necessário que os pais ou responsáveis pela criança assinassem um novo Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 7). Em seguida, os pais ou responsáveis foram entrevistados utilizando-se o “Protocolo para Coleta de Dados dos Participantes” (Apêndice 8), a fim de coletar informações sobre o desenvolvimento e condições atuais de saúde da criança.

Na primeira fase da avaliação, a criança foi posicionada em uma cadeira infantil (Figura 15A), e três câmeras digitais registraram a avaliação das ações manipulativas, sendo duas delas posicionadas de cada lado e uma póstero-superiormente à cadeira infantil (Figura 15B).

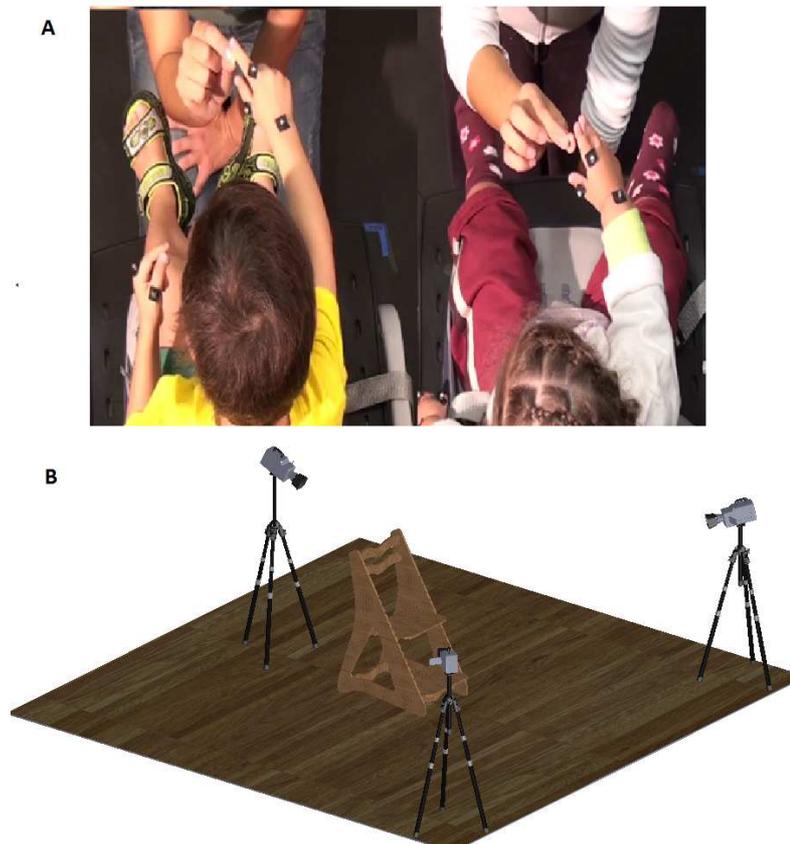


Figura 15: Posicionamento dos participantes (A) e das câmeras para avaliação da tarefa de apreensão (B).

Para avaliação dos movimentos de apreensão, foram utilizados um objeto pequeno (cereal comestível circular, com 1 cm de diâmetro) (Zaal & Thelen, 2005) e um objeto grande (bola de isopor com 12,5 cm de diâmetro) (Rocha, et al., 2006a) (Figura 16A). Marcadores esféricos do tipo “pérola”, de 0,3 cm de diâmetro acoplados a um quadrado de tecido preto, tipo napa sintética (0,5 x 0,5 cm) na falange proximal do polegar e do indicador (Von Hofsten & Ronnqvist, 1988) das crianças, com fita dupla-face hipoalérgica.

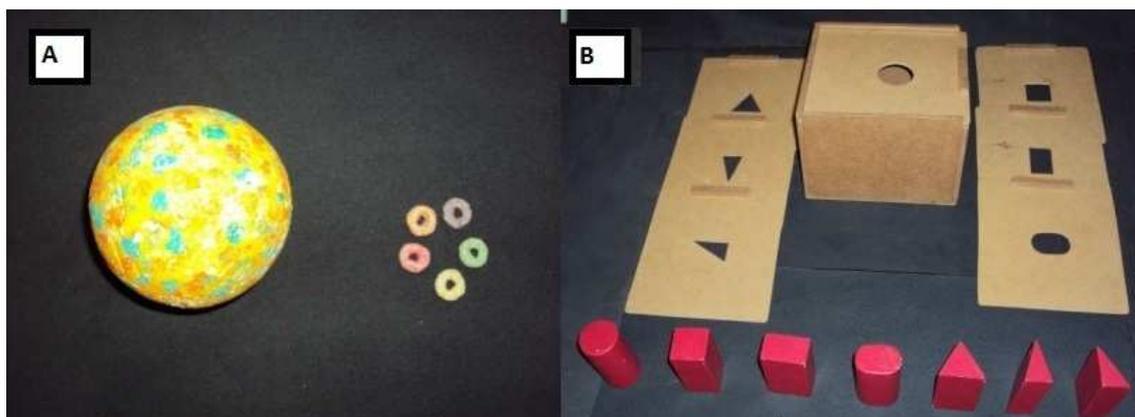


Figura 16: Objetos apresentados aos participantes. A: Tarefa de apreensão (A); B: Tarefa de encaixe. A forma dos objetos da esquerda para a direita: cilindro, quadrado, retângulo, elipse, triângulo equilátero, triângulo isósceles, triângulo escaleno.

Para avaliar o desempenho na tarefa de encaixe, foi apresentado à criança um brinquedo de encaixe em madeira, contendo sete formas para encaixe: cilindro (3,5 cm de diâmetro), quadrado (3,2 cm de lado), retângulo (2,5 cm x 4 cm), elipse (parte central com secção de 1,4 x 2,8, envolvida por dois meios cilindros com diâmetro de 2,8 cm), triângulo equilátero (4 cm de lado), triângulo isósceles (lados com 4 x 4 x 2,5 cm) e triângulo escaleno (lados com 5 x 4,5 x 2,5 cm), adaptados de Ornkloo e Von Hofsten (2007) (Figura 16B).

Na segunda fase da avaliação, foram utilizados os objetos estabelecidos pela escala *Bayley Scales of Infant and Toddler Development – III* (BSITD-III) para avaliação dos domínios motor fino e cognitivo (Bayley, 2005).

2.4 Procedimentos

As crianças foram avaliadas com 26 meses de vida, considerando um intervalo de até dois meses a mais de tolerância para inclusão no estudo. O procedimento experimental consistiu de duas fases: avaliação de ações manipulativas e avaliação pela BSITD-III.

2.4.1 Fase 1: Ações manipulativas: tarefa de apreensão e tarefa de encaixe

Para avaliação da tarefa de apreensão foram fixados os marcadores na mão da criança (falange proximal do polegar e do indicador). Na sequência, a criança foi posicionada sentada, e foram apresentados pelo examinador os objetos grande e

pequeno em sequência aleatória, na linha média, na altura dos ombros e a uma distância correspondente ao comprimento da extremidade superior da criança por um período de um minuto para cada objeto, durante o qual a criança era incentivada a alcançar e apreender. Durante a apresentação, o examinador segurou o objeto utilizando preensão de precisão para o objeto pequeno e palmar para o grande, deixando o máximo espaço livre possível para a criança apreender. Logo após a apreensão, a criança era solicitada a devolver o objeto, e o procedimento era repetido durante um minuto para cada objeto.

Em seguida, foi apresentada à criança uma tarefa de encaixe de peças, baseada na proposta de Ornkloo & Von Hofsten (2007). Estando a criança sentada na cadeira de teste, o examinador demonstrou como um objeto poderia ser inserido no orifício. Após a demonstração teve início o teste. A caixa foi posicionada no colo ou entre as pernas da criança, e os sete objetos foram apresentados na mesma posição adotada na tarefa de apreensão, para que a criança alcançasse, apreendesse e realizasse a tentativa de encaixe. Os objetos foram apresentados um de cada vez, em ordem crescente de dificuldade, e em orientação horizontal, estando o examinador de frente para a criança (Figura 17). As tampas e os objetos eram trocados após cada tentativa. Para cada objeto, era permitido à criança tentar completar a tarefa utilizando o tempo que ela desejasse. A tentativa era finalizada após o encaixe, e um novo objeto apresentado. Caso a criança desistisse da tentativa antes de realizar o encaixe, era incentivada a continuar, e a tentativa encerrada caso ela não voltasse a tentar. Neste caso, o examinador finalizava o encaixe, porém ocultando a abertura para não permitir que a criança visualizasse a estratégia adotada.



Figura 17: Situação experimental durante a avaliação da tarefa de encaixe.

2.4.2 Fase 2: Aplicação da *Bayley Scales of Infant and Toddler Development- third edition* (BSITD-III).

A *BSITD-III* (Bayley, 2005) é um instrumento validado para avaliação do desenvolvimento de crianças de 0 a 42 meses nas áreas cognitiva, motora, linguagem, social-emocional e comportamento adaptativo.

Para a aplicação da escala, a criança foi posicionada sentada no colo do responsável, e foi colocada uma mesa entre a criança e os examinadores para apresentação das tarefas. Caso a criança demonstrasse cansaço ou pouca colaboração, a avaliação podia ser interrompida e retomada no mesmo dia, ou reagendada no prazo de sete dias.

No presente estudo, foram avaliadas as dimensões cognitiva e motora fina. A dimensão cognitiva compreende itens relativos ao desenvolvimento sensório-motor, manipulação e exploração, relação entre objetos, formação de conceitos e memória. A dimensão motora fina compreende itens de acompanhamento visual, alcance e manipulação, preensão, integração percepto-motora, planejamento motor e velocidade.

O conjunto de tarefas avaliado não é necessariamente o mesmo para todas as crianças, havendo critérios de idade e desempenho mínimo estabelecido pelo instrumento para determinação do início e fim da avaliação. Por exemplo, participantes com 26 meses de vida iniciaram a avaliação no ponto de entrada “N”. Para cada tarefa, é conferida a pontuação 1 caso a criança execute a tarefa corretamente, atendendo aos critérios estabelecidos pelo instrumento, e pontuação 0, caso a tarefa seja executada de maneira incorreta ou incompleta. Como critério para prosseguir a avaliação no ponto de entrada pré-determinado, a criança deveria pontuar 1 em pelo menos três testes consecutivos a partir do primeiro teste correspondente ao seu ponto de entrada. Se a criança falhasse em pontuar qualquer um dos três primeiros testes a avaliação era reiniciada a partir do ponto de entrada anterior. O critério para interrupção da avaliação foi a criança pontuar zero em cinco testes consecutivos.

Ao final da avaliação, as pontuações das tarefas avaliadas é somada. Para as tarefas não avaliadas, pertencentes a pontos de entrada anteriores, considera-se que a criança já tenha adquirido e ultrapassado as tarefas constantes, sendo atribuído 1 ponto a

todas as tarefas anteriores ao ponto de entrada. Esta pontuação também é somada, e juntamente com as tarefas avaliadas, compõe um escore bruto.

Dois examinadores treinados, após a obtenção do índice de concordância inter-observador de 94% aplicaram a escala, sendo um responsável por aplicar o teste, e outro responsável por pontuar o desempenho da criança.

Como compensação pela participação no estudo, os responsáveis pelas crianças receberam um relatório sobre o desempenho da criança nas áreas avaliadas pela BSITD-III. No caso das crianças com SD, as mães receberam orientações complementares sobre formas de estimular as habilidades nas áreas em que foi observado atraso.

2.5 Tratamento dos dados

As imagens referentes à tarefa de apreensão foram abertas no software Dvideo 5.0 e assistidas em velocidade reduzida para identificação do início e final do movimento de alcance. Os critérios adotados para definição do alcance e apreensão foram os mesmos descritos no estudo anterior. A criança poderia realizar o alcance e apreensão com qualquer uma das mãos. No caso de movimentos bimanuais, foi analisada a mão que primeiro tocou no objeto.

A reconstrução tridimensional da distância entre os dois marcadores permitiu o cálculo de duas variáveis cinemáticas:

- Tempo de abertura máxima da mão: A abertura da mão foi determinada pela distância entre os marcadores no decorrer da trajetória de alcance. Após a determinação do quadro em que ocorreu a máxima abertura, foi calculado o momento da ocorrência deste evento com relação ao tempo total de movimento, expresso em porcentagem (Kuhtz-Buschbeck, Stolze, Johnk, Boczek-Funcke, & Illert, 1998).

- Abertura da mão no toque do objeto: Definida como a distância em centímetros (cm) entre os marcadores no final da trajetória de alcance, ou seja, no momento do toque do objeto (Von Hofsten & Ronqvist, 1988).

- Latência para apreensão: definida como o tempo em segundos (s) transcorrido entre o toque no objeto e o primeiro quadro em que a criança agarra o objeto e começa a movê-lo de forma a retirá-lo das mãos do examinador (Barrett & Needham, 2008).

Com relação à tarefa de encaixe, para cada objeto foi avaliado o tipo de orientação (vertical/ horizontal) realizado, e se a orientação adotada pela criança provocou sucesso ou falha no encaixe. Caso as duas orientações sejam adequadas, o objeto estaria em posição aproximadamente correta para encaixe. Foram calculadas as proporções de ajustes horizontais/verticais corretos e a proporção de sucesso com relação ao total de tentativas segundo os seguintes critérios:

- Orientação vertical do objeto: a criança alinha o eixo longitudinal do objeto para a vertical quando necessário. O alinhamento para a vertical será considerado adequado quando o eixo longitudinal se desviar no máximo 30° da vertical (Figura 18A e 18B).

- Orientação horizontal do objeto: a criança alinha horizontalmente a secção transversa do objeto com a abertura quando necessário. O alinhamento da secção transversa também deve se desviar no máximo 30° da orientação da abertura (Figura 18C e 18D) (Ornkloo & Von Hofsten, 2007).

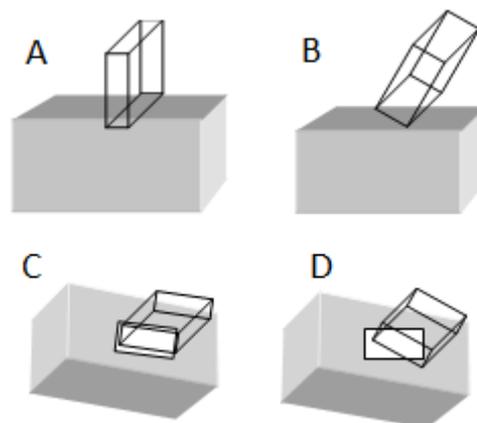


Figura 18: A-B: exemplos de orientação vertical consideradas corretas; C-D: exemplos de orientação horizontal consideradas corretas.

- Desempenho na tarefa: Para cada tentativa, o resultado da tarefa foi classificado como “sucesso” se o objeto fosse completamente encaixado ou “falha”, caso não houvesse encaixe.

Com relação à BSITD-III, ao final da avaliação a pontuação da criança é somada, e os escores brutos convertidos em um escore baseado na amostra normativa (*scaled score*) de acordo com o manual do instrumento. O *scaled score* varia de 1 a 19 pontos, com média 10 e desvio padrão 3. Escores dentro do intervalo de mais ou menos um desvio-padrão da média (de 7 a 13 pontos) são considerados desempenho adequado para a idade.

2.6 Análise estatística

Os dados provenientes da análise dos movimentos de apreensão não apresentaram normalidade segundo o teste de Shapiro-Wilk, o que levou à utilização de técnicas não paramétricas. O teste de Wilcoxon foi utilizado para comparação intragrupo das variáveis tempo de abertura máxima da mão, abertura da mão no toque do objeto e latência para apreensão, comparando os objetos grande e pequeno. As mesmas variáveis foram analisadas entre grupos utilizando-se o teste de Mann-Whitney, sendo comparados os grupos nos alcances para cada tamanho do objeto. Foram selecionados para análise os três primeiros movimentos de alcance seguidos de apreensão para cada objeto.

O teste de Qui-quadrado foi empregado para comparar os grupos quanto às variáveis da tarefa de encaixe: orientação vertical, orientação horizontal e desempenho na tarefa. O mesmo teste foi utilizado intra-grupo para analisar o desempenho de acordo com cada objeto.

A fim de investigar quais aspectos do desempenho de ações manuais do lactente pode ser preditivo do desempenho posterior na tarefa de encaixe e nos escores cognitivo e motor fino da BSITD-III, foram criadas as variáveis:

- Total de apreensão: definida pela soma da frequência de apreensões de todos os objetos apresentados no Estudo 2 (Figura 2) realizadas pelos lactentes durante a avaliação na idade de aquisição do alcance e nos dois meses seguintes.
- Total de exploração: definida pela soma da frequência de exploração de todos os objetos apresentados no Estudo 2 realizadas pelos lactentes na idade de aquisição do alcance e nos dois meses seguintes.

Tendo em vista que tanto os escores Motor Fino e Cognitivo da BSITD-III, quanto os escores de sucesso na tarefa de encaixe do objeto apresentaram distribuição normal, foi utilizada técnica paramétrica para análise destes dados. O procedimento GLM (*general linear model*) foi empregado para elaborar modelos que testassem o efeito dos fatores grupo (DT, SD) e desempenho manual em fases iniciais do desenvolvimento (total de apreensão ou total de exploração) no posterior desempenho motor fino, cognitivo e na tarefa de encaixe. Considerando que os *scaled scores* já são corrigidos para a idade do lactente, apenas o modelo que incluiu o desempenho na tarefa de encaixe testou também o efeito do fator idade. O gênero dos participantes foi inicialmente incluído como uma variável preditiva, porém como não apresentou efeito significativo, foi excluído para aumentar o poder do modelo.

Todas as análises foram feitas no software SPSS 20.0, com nível de significância de 5%.

3. Resultados

3.1. Ações manipulativas

3.1.1 Tarefa de apreensão

Embora todos os participantes do grupo com SD tenham realizado um mínimo de três movimentos de alcance seguidos de apreensão que foram incluídos na análise cinemática, neste grupo 24% das tentativas de alcance resultaram em falha em apreender, sendo que 18% do total de falhas foi relativo ao objeto pequeno.

A análise entre grupos não revelou diferenças significativas entre lactentes típicos e com SD nas variáveis tempo de abertura máxima da mão ($U=65,000$; $p=0,193$), abertura da mão no final do alcance ($U=66,000$; $p=0,197$) e latência para apreensão ($U=100,000$; $p=0,902$) quando analisados os movimentos de alcance e apreensão do objeto grande. Os valores médios observados são apresentados na Tabela 8.

Quando considerado o objeto pequeno, os grupos não foram diferentes quanto ao tempo de abertura máxima da mão ($U=28,000$; $p=0,274$), mas foram diferentes quanto à abertura no final do alcance ($U=18,000$; $p=0,048$) e à latência para apreensão ($U=11,000$; $p<0,0001$). As crianças com SD tocaram o objeto pequeno com menor abertura da mão do que as crianças típicas, e essas apresentaram menor latência para apreensão do que as crianças com SD.

A análise intra-grupo mostrou que, no grupo com SD, não houve diferença entre os objetos quanto ao tempo de abertura máxima da mão ($z=-1,214$; $p=0,225$), abertura da mão no final do alcance ($z=-0,405$; $p=0,686$), e latência para apreensão ($z=-1,521$; $p=0,128$). No grupo típico, a abertura máxima ocorreu em média a 76% da trajetória nos alcances para o objeto grande, e a 46% da trajetória nos alcances para o objeto pequeno, sendo esta diferença significativa ($z=-2,824$; $p=0,005$). A abertura da mão no toque do objeto também foi diferente entre objetos ($z=-2,981$; $p=0,003$), sendo maior ao tocar o objeto grande em relação ao pequeno, conforme mostra a Figura 19. A latência para apreender não foi diferente entre objetos neste grupo.

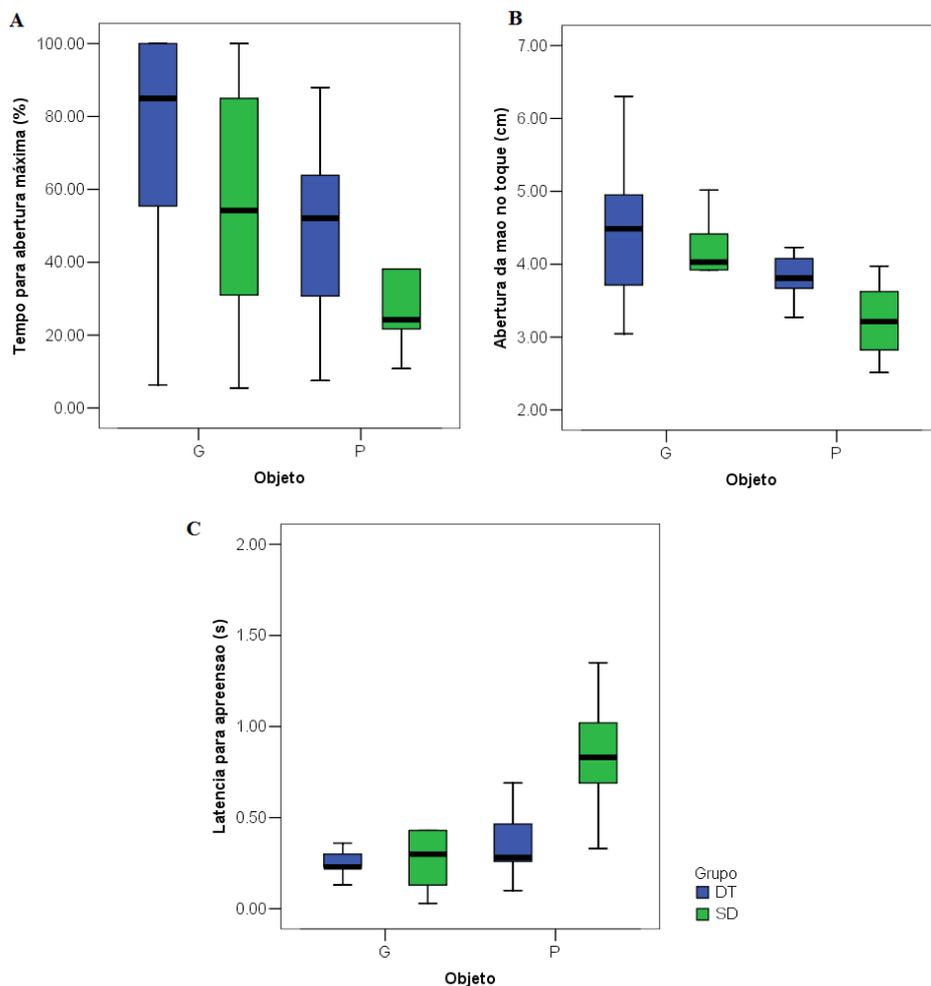


Figura 19: Valores do Tempo de abertura máxima (A), Abertura da mão no toque (B) e Latência para apreensão (C) observados em crianças com desenvolvimento típico (DT) e com SD na tarefa de apreensão do objeto grande (G) e pequeno (P).

3.1.2 Tarefa de encaixe

A comparação entre grupos revelou que as crianças típicas realizaram os ajustes específicos da tarefa e obtiveram sucesso no encaixe dos objetos com maior frequência que as crianças com SD, conforme ilustra a Figura 20. Esta diferença foi significativa em todas as variáveis: ajuste vertical ($\chi^2(1)=4,88$; $p=0,027$); ajuste horizontal ($\chi^2(1)=21,98$; $p<0,0001$) e sucesso na tarefa ($\chi^2(1)=21,87$; $p<0,0001$) quando não considerado o efeito do objeto.

Na comparação intra-grupo, foi verificado que os diferentes objetos não induziram diferenças quanto ao ajuste vertical em ambos os grupos, (SD: ($\chi^2(6)=6,799$; $p=0,340$ e grupo DT: todos realizaram o ajuste).

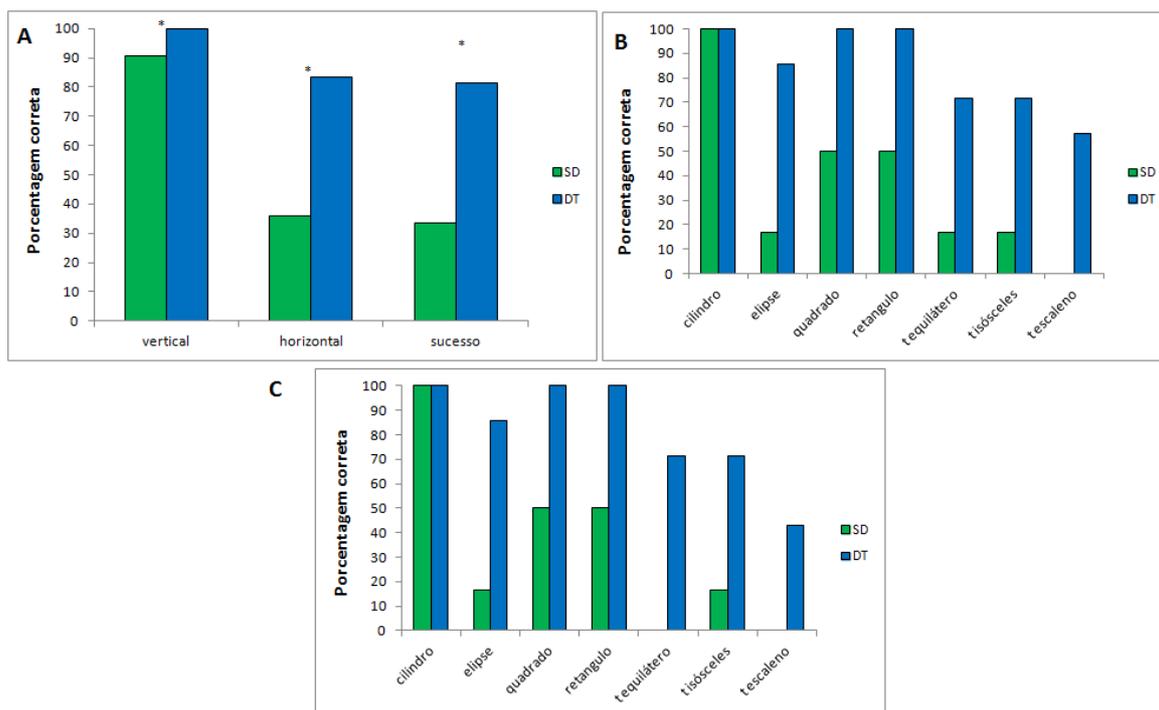


Figura 20: A: Frequência de Sucesso nos Ajustes Vertical, Horizontal e Sucesso no encaixe dos objetos para crianças típicas (DT) e com síndrome de Down (SD); B: Frequência de sucesso no ajuste horizontal em relação aos objetos para ambos os grupos; C: Frequência de sucesso no encaixe de cada objeto para ambos os grupos.

*: Diferença significativa na comparação entre grupos.

Quanto ao ajuste horizontal, houve diferença significativa de acordo com o objeto entre as crianças com SD ($\chi^2(6)=18,2$; $p=0,006$). Conforme ilustra a Figura 20B, estes lactentes realizaram o ajuste corretamente em todas as tentativas diante do objeto cilíndrico, e em metade das tentativas diante do objeto quadrado e do objeto retangular. Para os demais objetos, a maior proporção foi de falha na realização do ajuste, com ênfase para o desempenho com o objeto triângulo isósceles, para o qual nenhuma criança com SD teve sucesso no ajuste horizontal. Entre as crianças típicas, para todos os objetos houve predomínio de sucesso na realização do ajuste ($\chi^2(6)=9,262$; $p=0,159$).

Por fim, a comparação intra-grupo revelou que as propriedades geométricas dos objetos influenciaram o sucesso no encaixe do objeto para ambos os grupos: entre as crianças típicas, a menor proporção de sucesso no encaixe foi observada para o objeto “triângulo isósceles” ($\chi^2(6)=12,794$; $p=0,046$). Entre as crianças com SD, os objetos cilíndrico, quadrado e retangular favoreceram o sucesso no encaixe, enquanto para os

demais objetos a maior proporção foi de falha no encaixe ($\chi^2(6)=21,497$; $p=0,001$) (Figura 20C).

3.3. Contribuição da experiência percepto-motora nas fases iniciais do desenvolvimento

O sucesso na tarefa de encaixe foi predito pelo total de apreensões no período de aquisição do alcance, explicando 78,5% da variância dos dados. O total de exploração não permitiu estimar de maneira significativa o sucesso na tarefa de encaixe (Tabela 9).

Tabela 9: Resultados do GLM, tendo como variável-resposta o desempenho na tarefa de encaixe aos dois anos de idade.

Modelo 1: Encaixe	F	p	R ²
Grupo	1,226	0,305	0,785
Idade	0,411	0,542	
Total de apreensão	5,703	0,048	
Modelo 2: Encaixe			
Grupo	0,880	0,379	0,751
Idade	0,317	0,591	
Total de exploração	3,986	0,086	

A distribuição dos participantes segundo seu desempenho na tarefa de encaixe aos dois anos e a quantidade de apreensões e de exploração nos meses após a aquisição do alcance pode ser observada na Figura 21.

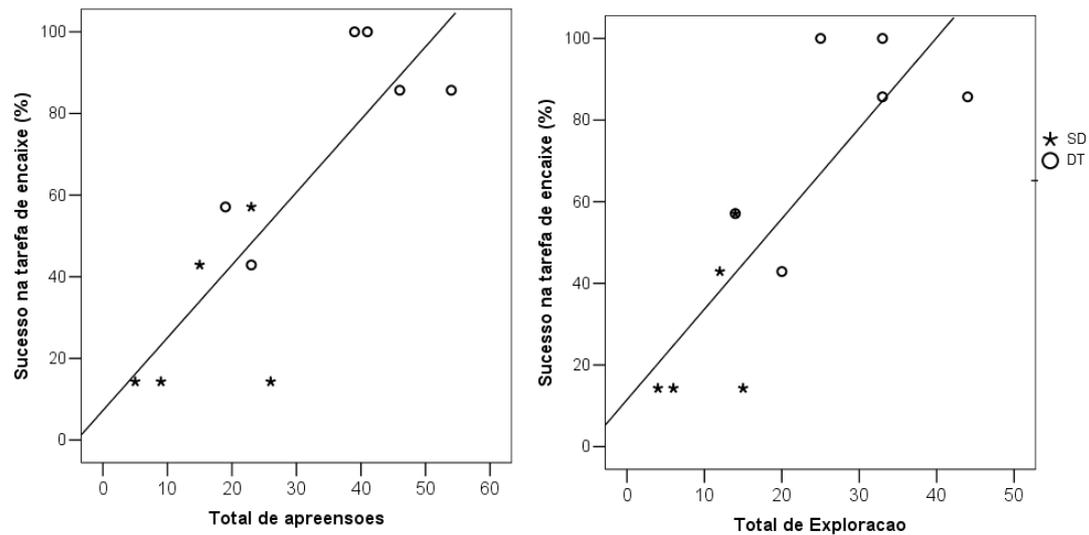


Figura 21: Distribuição dos participantes segundo o desempenho na tarefa de encaixe e ações realizadas nos períodos iniciais do desenvolvimento: apreensão (A) e exploração (B) de objetos.

O desempenho motor fino e cognitivo segundo a BSITD-III foram preditos pelo grupo, mas não pela quantidade de apreensão ou pela quantidade de exploração dos objetos. Assim, o fato de a criança ter síndrome de Down, mas não as experiências percepto-motoras, explica significativamente o desempenho motor fino e cognitivo aos dois anos de idade (Tabela 10).

Tabela 10: Resultados do GLM, tendo como variáveis-resposta o desempenho motor fino e o desempenho cognitivo segundo a BSTID-III.

Modelo 1: MF	F	p	R ²
Grupo	13,581	0,004	0,719
Total de apreensão	0,018	0,896	
Modelo 2: MF			
Grupo	13,014	0,005	0,721
Total de exploração	0,076	0,788	
Modelo 1: Cog			
Grupo	7,890	0,019	0,657
Total de apreensão	0,159	0,698	

Modelo 2: Cog

Grupo	6,840	0,026	0,657
Total de exploração	0,170	0,689	

Legenda: MF= Desempenho motor fino segundo a BSITD-III; Cog= Desempenho cognitivo segundo a BSITD-III.

A distribuição dos escores cognitivos e motores segundo a BSITD-III entre os participantes de cada grupo pode ser observada na Figura 22. **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

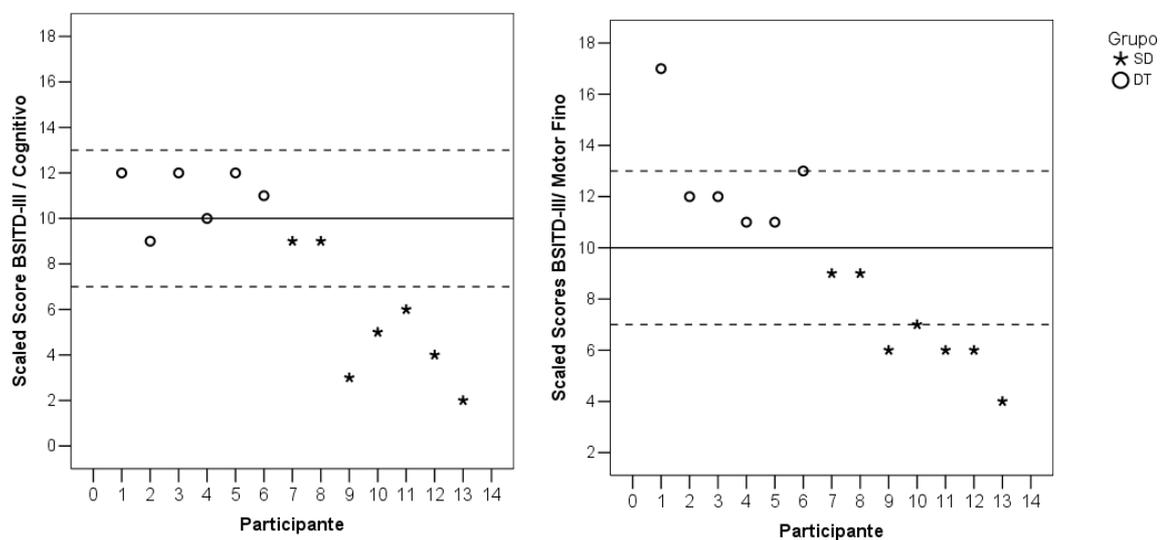


Figura 22: *Scaled scores* obtidos por cada participante segundo a BSITD-III nos domínios Cognitivo (A) e Motor Fino (B). A linha contínua representa a média da amostra normativa do instrumento, e as linhas pontilhadas o intervalo de um desvio-padrão acima e abaixo da média.

4. Discussão

O presente estudo teve como objetivos descrever o desempenho de crianças com SD em ações manipulativas em comparação com crianças típicas, e investigar a relação entre experiências percepto-motoras precoces e o desempenho nas tarefas manipulativas, motoras e cognitivas aos dois anos de idade.

Os resultados são indicativos de que as crianças com SD aos 2 anos de idade apresentam desempenho inferior às típicas em aspectos específicos de ações

manipulativas, como por exemplo, ao apreender objetos pequenos ou manusear objetos cuja forma exija ajustes e sequências de movimentos complexos. As experiências obtidas por meio da apreensão e exploração de objetos nas fases iniciais do desenvolvimento foram preditivas da habilidade de encaixar objetos, mas não do desempenho cognitivo ou motor fino em geral.

4.1. Ações manipulativas

Quanto à tarefa de apreensão, observou-se que crianças com SD aos dois anos de idade podem apresentar dificuldades para apreender objetos, principalmente quando impõem maior demanda de precisão, como no caso dos objetos pequenos. Este achado é similar ao observado nos primeiros meses de vida, quando foi observado que objetos pequenos eram mais dificilmente apreendidos. Embora o objeto utilizado no presente estudo imponha considerável demanda motora devido ao seu reduzido tamanho, objetos com cerca de um centímetro e meio de diâmetro são apreendidos com sucesso por lactentes típicos a partir de sete meses de vida (Zaal & Thelen, 2005). Desta forma, o resultado é indicativo de que o tamanho do objeto a ser manipulado pode representar um desafio para crianças com SD em várias fases do desenvolvimento.

A tarefa de apreender um objeto idêntico ao utilizado na tarefa de apreensão também compõe o conjunto de itens avaliados BSITD-III no domínio motor fino. A fim de melhor compreender o repertório de estratégias de apreensão das crianças com SD, os resultados desta tarefa foram consultados. Diferentemente do esperado, todas as crianças com SD pontuaram adequadamente a tarefa que envolve apreensão com o polegar. Entretanto, diferenças na apresentação das duas tarefas dificultam a comparação do desempenho, pois na BSITD-III o objeto encontrava-se sobre uma mesa. Desta forma, a criança teve, além de suporte dos membros superiores, a liberdade de apoiar o objeto contra a superfície se necessário para facilitar a apreensão. Na avaliação cinemática, por outro lado, o objeto se encontrava nas mãos do examinador, sem superfície de apoio. Especula-se que a superfície de apoio possa facilitar ou dificultar a realização da tarefa, conforme relatos a respeito de crianças com paralisia cerebral (Shen et al., 2002), no entanto, futuros estudos que comparem diretamente situações com diferentes apoios são necessários para esclarecer esta possível influência.

Apesar da dificuldade apresentada em algumas das tentativas, a hipótese inicial de que crianças com SD seriam capazes de elaborar estratégias que resultassem em apreensão do objeto grande com sucesso foi confirmada, e a apreensão do objeto pequeno foi provavelmente possível a partir de estratégias de ajuste compensatório, conforme será discutido a seguir.

De acordo com a comparação entre grupos, as crianças com SD apresentaram ajustes antecipatórios de tempo de abertura máxima da mão, abertura no final do movimento e latência para apreensão similar às típicas ao alcançar o objeto grande. Embora indivíduos com SD tenham mãos caracteristicamente menores (Latash, 2007), este fato aparentemente não interferiu na abertura da mão no presente estudo. Assim, as crianças com SD demonstraram ser capazes de perceber o tamanho do objeto com relação a sua mão, selecionando a estratégia de extensão dos dedos com magnitude similar às típicas, atingindo a abertura máxima no decorrer da trajetória também no mesmo tempo que as típicas. Estes ajustes as tornam capazes de apreender rapidamente. Verifica-se, portanto, que ao realizar uma habilidade manual em que a demanda de precisão não é alta, as crianças com a síndrome são capazes de selecionar a estratégia de movimento com base nas informações sensoriais, demonstrando comportamento adaptativo.

Entretanto, quanto ao objeto pequeno a abertura da mão no momento do toque foi menor e a latência para apreensão maior no grupo SD em comparação com o grupo típico, além de na análise intra-grupo não terem sido observados no grupo com SD ajustes diferenciados (tempo de abertura máxima e abertura no final do alcance) ao comparar objeto grande e pequeno.

O achado quanto à abertura da mão no momento do toque na comparação entre grupos a princípio parece incoerente com a literatura e com as hipóteses elaboradas, visto que crianças com SD são mais prováveis de apresentar dificuldade em ajustar a abertura da mão antecipadamente. No entanto, características metodológicas podem ter contribuído para que os resultados diferissem da literatura. No presente estudo, foi adotado um posicionamento de marcadores similar ao utilizado com lactentes (Von Hofsten & Ronnqvist, 1988), mas diferente do utilizado em estudos com crianças em idade pré-escolar (Zoia, et al., 2006) e adultos (Jeannerod, 1984; Paulignan, MacKenzie, Marteniuk, & Jeannerod, 1990), pois marcadores posicionados nas pontas dos dedos

alteram o comportamento de crianças pequenas (Domellof, Hopkins, Francis, & Ronnqvist, 2007). Com os marcadores posicionados nas falanges proximais do indicador e polegar, a abertura da mão é maior quanto maior a oposição dos dedos (Figura 15-A).

Desta forma, embora a abertura da mão no grupo com SD tenha sido menor, este achado pode refletir um posicionamento da mão em parcial oponência do polegar e não um ajuste mais adaptado ao tamanho do objeto, com oponência completa do polegar. Considerando que a estratégia necessária para configurar os dedos em uma preensão de precisão envolve o controle de pequenos músculos intrínsecos da mão, cujo controle pode ser adquirido mais tardiamente em crianças com SD (Latash, 2007; Nadel & National Down Syndrome Society (U.S.), 1988), a dificuldade na seleção da estratégia de apreensão pode ter restringido a utilização da informação sensorial para a realização do ajuste adaptativo.

O momento da abertura máxima da mão também é uma variável que precisa ser considerado com cautela, tendo em vista que estudos recentes têm evidenciado variabilidade inter-individual nos padrões de abertura da mão mesmo em populações adultas saudáveis. Entretanto, mesmo indivíduos que não adotam o tradicional padrão de abertura e fechamento da mão ao longo da trajetória, consistentemente apresentam maior abertura no final do alcance quanto maior o tamanho do objeto (Bongers, Zaal, & Jeannerod, 2012). Tendo em vista que as crianças com SD não apresentaram tal diferenciação, esse pode ter sido um dos motivos pelo qual para ambos os objetos este grupo tenha demorado para efetivamente agarrar o objeto, com maior destaque para o objeto pequeno.

Assim, os resultados se encontram em consonância com estudos prévios, que mostraram que crianças com SD adotam estratégias de apreensão menos adaptadas às propriedades dos objetos (de Campos, et al., 2011; Kearney & Gentile, 2002) e demoram mais que crianças típicas para completar tarefas manuais devido à necessidade de ajustes adicionais (Hogg & Moss, 1983). Tanto fatores motores quanto sensoriais provavelmente contribuem para estes achados, visto que não realizar o ajuste antecipatório adequado pode refletir processamento sensorial alterado, conforme sugerem alguns estudiosos (Charlton, et al., 1996; Kearney & Gentile, 2002), porém não descarta uma limitação motora em adotar a postura adequada dos dedos. Desta forma,

futuros estudos são necessários para melhor compreensão da contribuição dos fatores envolvidos no desempenho das crianças com SD, e provavelmente são necessárias técnicas de neuroimagem para distinguir a contribuição de cada um.

No grupo típico foi observada abertura máxima da mão próxima do final do movimento nos alcances para o objeto grande e mais próxima do início da trajetória no caso do objeto pequeno, seguida pelo fechamento antecipado da mão. Tais ajustes resultaram em abertura da mão maior no momento do toque do objeto grande em comparação com o pequeno. Os resultados do presente estudo foram consistentes com relatos da literatura (Pare & Dugas, 1999; Von Hofsten & Ronnqvist, 1988), embora as estratégias de abertura da mão não tenham sido previamente descritas em crianças desta faixa etária.

Os resultados obtidos com relação à tarefa de encaixe acrescentam informações a respeito de como as crianças com SD compreendem as relações espaciais e funcionais entre objetos.

A capacidade das crianças de ambos os grupos em realizar corretamente o ajuste vertical na tarefa de encaixe é sugestiva de que todos os participantes apresentaram boa compreensão da tarefa proposta. Esta habilidade sugere que as crianças, ao visualizar o objeto em posição vertical, podem ter sido capazes de rodar os objetos mentalmente, antecipando sua aparência na posição vertical, e realizando o ajuste que seria necessário para o encaixe no orifício. De fato, Shutts et al. (2009) verificaram que a capacidade de rotação mental está presente em crianças a partir de 15 meses de idade.

Ao realizar o ajuste horizontal dos objetos, as crianças típicas demonstraram utilizar adequadamente as informações sobre as propriedades geométricas dos objetos, sendo que todas realizaram o ajuste horizontal adequado dos objetos quadrado e retângulo, que resultaram em sucesso no encaixe. A maioria das crianças típicas obteve o mesmo desempenho com relação aos demais objetos, com exceção do triângulo escaleno, que foi encaixado com sucesso por apenas 40% dos participantes. Embora tenha sido previamente descrito na literatura que crianças típicas a partir de 26 meses obtenham sucesso no encaixe de todos os objetos (Ornkloo & Von Hofsten, 2007), também é esperado que formas mais simétricas, como o quadrado e o cilindro favoreçam o encaixe em contraste com formas que possuem pouca simetria, como o

triângulo escaleno (Shutts, et al., 2009). Fatores como a experiência das crianças com atividades similares, bem como o fato de a tentativa ser considerada finalizada quando a criança não desejasse mais realizar tentativas também podem ter contribuído para este resultado.

O desempenho das crianças com SD, por sua vez, é indicativo de dificuldade crescente em lidar com os objetos conforme sua forma se torna mais assimétrica, visto que o ajuste horizontal foi bem sucedido em 100% dos participantes no caso do objeto cilíndrico, 50% no caso do quadrado e retângulo, e notável dificuldade com os demais objetos, que resultaram em índices similares de encaixe. Este desempenho, que foi observado por Ornkloo e Von Hofsten (2007) em crianças típicas de 18 meses, sugere que tais crianças com SD ainda não aprenderam a planejar consistentemente suas ações com base nas propriedades geométrica dos objetos com relação à abertura.

Os resultados do presente estudo estão de acordo com os achados de Hogg e Moss (1983), que verificaram que crianças com SD obtiveram sucesso similar no encaixe de objetos cilíndricos de diferentes diâmetros em comparação com crianças típicas, embora as crianças com SD tenham demorado mais tempo para conseguir realizar o encaixe após apreender o objeto. Embora estes autores também relatem que as crianças com SD apresentam desempenho inferior às típicas em testes constantes na escala Bayley (primeira versão) como inserir pinos cilíndricos em orifícios e encaixar blocos com forma cilíndrica, circular e quadrada, estes testes empregam objetos relativamente simétricos e são pontuados com base no tempo gasto para completar a tarefa. Ao que se sabe, nenhum estudo havia abordado o desempenho de crianças com SD com objetos com formas assimétricas, e que apresentassem característica alongada, que é mais complexa em termos de informações tridimensionais. Relatos a respeito de crianças prematuras apontam desempenho comparável às crianças com SD, com maior dificuldade de encaixe de formas mais complexas (Hreinsdottir, et al., 2012). Em conjunto, estes resultados sugerem que manipular objetos de diferentes formas pode ser um desafio para outros grupos de crianças com risco para atraso no desenvolvimento, e necessita ser investigado em diferentes populações.

Um dos fatores que pode ter contribuído para o desempenho das crianças com SD é a limitação em selecionar a estratégia de apreensão adequada à tarefa, pois a criança precisa ser capaz de realizar uma apreensão que permita a movimentação e

orientação do objeto (Shutts, et al., 2009). Este achado é condizente com os relatos de Fidler (2005), de que a organização da praxia é um aspecto limitador do desempenho de crianças com SD. Além disso, o fato de crianças com SD terem dificuldades para relacionar objetos segundo sua forma pode limitar a aquisição de informações funcionalmente relevantes, considerando que quando a criança aprende a direcionar sua atenção para a forma do objeto, a aprendizagem de sua função é facilitada (Gershkoff-Stowe & Smith, 2004).

Em crianças com SD em idade pré-escolar, atrasos na aquisição de atividades funcionais de auto-cuidado são especialmente notáveis nas atividades que exigem movimentos finos das mãos e dedos (Dolva, Coster, & Lilja, 2004), sendo que as habilidades motoras finas têm maior impacto do que habilidades cognitivas sobre o desempenho funcional de crianças nesta faixa etária (Volman, Visser, & Lensvelt-Mulders, 2007). Diante disso, considera-se que os resultados do presente estudo possam contribuir para compreender melhor as dificuldades de crianças com SD ao realizar ações manipulativas sobre objetos de formas complexas, e apontar aspectos a serem estimulados em seu desenvolvimento de forma a promover sua participação em atividades funcionais.

4.2. Contribuição da experiência percepto-motora nas fases iniciais do desenvolvimento

No presente estudo, o desempenho na tarefa de encaixe aos 26 meses de vida foi predito pela habilidade de apreender objetos presente nas fases iniciais do desenvolvimento, independente do grupo a que a criança pertence. Este resultado indica que, tanto para crianças típicas quanto para crianças com SD, as ações manuais praticadas no período após a emergência do alcance constituem precursores de habilidades manuais que serão adquiridas mais tardiamente.

Os achados do presente estudo são consistente com estudos prévios relacionando a prática intensificada de interações com objetos facilitam o desempenho de ações manuais (Lobo & Galloway, 2008; Needham, et al., 2002) embora, diferentemente destes estudos, o efeito encontrado tenha sido específico sobre a tarefa de encaixe, não

tendo sido observada relação com o desempenho motor fino em geral e com o desempenho cognitivo.

A relação entre ações manuais precoces e o desempenho na tarefa de encaixe pode ser explicada pelo fato de as atividades realizadas por crianças aos 26 meses de vida resultarem diretamente da prática diária em alcançar e apreender objetos desde os primeiros meses de vida. As habilidades manuais reconhecidamente evoluem da apreensão e exploração simples, para ações simples direcionadas às funções dos objetos (ex: chacoalhar um chocalho), e por fim ações direcionadas para um objetivo (ex: acionar um botão que liga o brinquedo, colocar uma tampa, encaixar um objeto) (Belsky & Most, 1981; Smith, 2009). Desta forma, as ações sobre objetos realizadas no período de aquisição do alcance podem ser as primeiras oportunidades de praticar as habilidades que serão utilizadas em tarefas como a de encaixe avaliada no presente estudo, sendo requisito para a aquisição das mesmas tanto no desenvolvimento típico quanto no desenvolvimento atípico.

Contribuindo para a compreensão desta relação, estudos têm demonstrado que a informação sobre a forma do objeto é utilizada por lactentes em idades próximas à aquisição do alcance para manipulação e reconhecimento visual (Barrett & Needham, 2008; Needham, 1999). Evidentemente, quanto mais contato com objetos de diferentes formas os lactentes tiverem, maior será a possibilidade de aprender a manuseá-los adequadamente (Needham, 1999). O papel das experiências ativas foi demonstrado por Smith (2005), que observou que a experiência em manipular os objetos, colocando-os em movimento, altera a percepção da forma dos mesmos em crianças com dois anos de idade, enquanto o mesmo não é observado naquelas crianças que apenas observaram passivamente os objetos em movimento. Entretanto, estudos com crianças com desenvolvimento atípico não haviam investigado tal relação.

Os resultados do presente estudo apresentam de forma pioneira o papel das ações manuais precoces no desempenho de crianças com SD, o que permite vislumbrar possíveis caminhos para prevenir ou minimizar o impacto das reduzidas experiências percepto-motoras precoces sobre o seu desempenho em fases posteriores do desenvolvimento.

Diferentemente das hipóteses elaboradas inicialmente, no presente estudo o desempenho em apreender e explorar objetos nos meses após a aquisição do alcance não foi preditivo do desempenho motor fino e cognitivo aos dois anos de vida, apenas o fato de a criança ter síndrome de Down. Embora estudos anteriores tenham apontado que a habilidade de lactentes em explorar objetos pode ser preditiva do desempenho cognitivo tanto em crianças típicas (Caruso, 1993) quanto atípicas (Ruff, et al., 1984; Van Veldhoven & Wijnroks, 2003), alguns aspectos diferenciam o presente estudo com relação aos anteriores e precisam ser considerados.

O primeiro deles diz respeito ao período em que os participantes foram avaliados. Enquanto a maior parte dos estudos investigou as ações exploratórias em lactentes a partir de seis meses de vida, no presente trabalho foram avaliadas as ações exploratórias no período após a aquisição do alcance, que para a maior parte dos participantes de ambos os grupos foi aos quatro meses de vida. Conforme mostraram os resultados do Estudo 2, já nesta idade foi possível observar diferenças entre lactentes típicos com SD, e também distinção das propriedades dos objetos por parte dos lactentes. Entretanto, os comportamentos citados na literatura como críticos para aquisição de informações sobre os objetos são ações motoras finas específicas, em especial o comportamento de rodar o objeto (Ruff, et al., 1984; Soska, et al., 2010). Estes comportamentos apenas esboçavam sua emergência no período avaliado no presente estudo, de forma que sua frequência não pôde ser utilizada como variável preditiva na análise empregada. Desta forma, é possível que a ocorrência relativamente pequena de comportamentos exploratórios sofisticados na faixa etária avaliada não permita estimar seu impacto em longo prazo, visto que apenas se tornarão predominantes em períodos posteriores.

Um outro aspecto a ser considerado é a própria condição abordada no presente estudo, visto que não havia sido avaliado anteriormente o impacto das experiências percepto-motoras precoces no desenvolvimento posterior de crianças com SD.

Em um estudo longitudinal avaliando lactentes e crianças com SD de 3 a 60 meses de idade, observou-se que os escores obtidos motores e cognitivos por meio da Bayley (segunda edição) não foram preditivos de seu desempenho nas áreas de funcionamento social, comunicação e atividades da vida diária (Hauser-Cram, et al., 1999). Os autores consideram que diferentes trajetórias desenvolvimentais e habilidades

precursoras podem explicar este resultado, visto que tais habilidades foram melhor preditas por fatores ambientais e familiares.

Assim sendo, é possível que os fatores investigados no presente estudo não tenham sido sensíveis para detectar quais habilidades presentes nas fases iniciais do desenvolvimento podem ser preditivas para o desempenho cognitivo e para outras habilidades motoras finas. Quanto ao desempenho cognitivo, estudos têm sugerido que a atenção visual nos primeiros meses de vida pode ser um dos aspectos críticos para prever habilidades cognitivas posteriormente (Hunnius, 2007; Morrow, 1993). Assim, futuros estudos devem avaliar esta habilidade em lactentes com SD e sua influência posteriormente no desenvolvimento.

Além disso, as tarefas constantes da BSTID-III abrangem uma grande variedade de tarefas, que por sua vez englobam componentes diversos do funcionamento motor e cognitivo (por exemplo, reconhecimento de cores, armazenamento de informações, velocidade de realização de tarefas manipulativas) (Bayley, 2005). O alcance e exploração de objetos possivelmente contribuem para o desempenho algumas tarefas motoras finas e cognitivas que constituem a BSITD-III, mas de maneira insuficiente para prever o desempenho na ampla variedade de tarefas avaliadas pelo instrumento.

Por fim, o tamanho da amostra compreendida pelo presente estudo constitui uma limitação importante, visto que a variabilidade dos dados pode comprometer o poder dos testes aplicados. Portanto, embora os resultados não tenham apontado que as habilidades de apreender e explorar objetos presentes no lactente são preditivas do seu posterior desempenho motor fino e cognitivo, os resultados obtidos no presente estudo não permitem refutar alguma participação destas ou mesmo de outras habilidades presentes no repertório de lactentes no desempenho posterior.

Embora no presente estudo todos os participantes com SD tenham apresentado desempenho inferior à média tanto no domínio cognitivo quanto motor fino, também foi observada notável variabilidade de desempenho entre indivíduos (Figura 22). Por isso, considera-se que seja de interesse e terapêutico que futuros estudos continuem a investigar como se originam tais diferenças individuais.

Segundo Turk (2010), embora a distribuição multi-fatorial da inteligência, proveniente de herança poligênica e influência ambiental, seja deslocada inferiormente

na presença da trissomia do cromossomo 21, ainda assim é possível que existam indivíduos com alto funcionamento cognitivo, devido justamente à influência de fatores genéticos e ambientais. Possivelmente, os mesmos mecanismos mediam o desenvolvimento de habilidades motoras finas. Desta forma, enfatiza-se mais uma vez a importância de programas de estimulação e a necessidade de futuros para revelar os mecanismos de plasticidade nestes indivíduos.

5. Conclusão

Os resultados do presente estudo indicam que crianças com SD aos dois anos de idade apresentam desempenho inferior às crianças típicas na realização de ações manipulativas, em especial na realização de ajustes antecipatórios diante de objetos pequenos, e na elaboração de estratégias que utilizem sequenciamento e planejamento de ações como a tarefa de encaixe.

O desempenho motor fino e cognitivo foram preditos pela SD, ou seja, as crianças com a síndrome apresentam desempenho inferior às típicas, mas não foram preditos pelas experiências percepto-motoras precoces. É possível que as habilidades avaliadas no presente estudo não sejam sensíveis para prever mudanças no domínio cognitivo, embora o tamanho da amostra também possa ter limitado as inferências do presente estudo.

O fato de o desempenho na tarefa de encaixe ter sido predito pela habilidade de apreender objetos em ambos os grupos é uma evidência do importante papel das experiências percepto-motoras vivenciadas nas fases iniciais do desenvolvimento para a emergência de futuras habilidades relevantes no contexto da criança. Este achado, aliado ao fato de que crianças com SD apresentam dificuldades para refinar as ações exploratórias sobre objetos no período de emergência de tais ações, aponta para a necessidade de estimular as interações com objetos em idades precoces, com vistas ao desfecho funcional e participação em atividades relevantes em seu cotidiano.

ESTUDO 4: Característica da função manual em crianças e jovens com hemiplegia distônica: aspectos motores e sensoriais.

1. Introdução

A distonia é definida como uma desordem de movimentos em que contrações musculares sustentadas ou intermitentes causam movimentos torsionais e repetitivos, e/ou posturas anormais, associados com tentativas de movimentos voluntários (Delgado & Albright, 2003; Sanger, 2004). Em crianças, estima-se que cerca de 14% da população com paralisia cerebral apresente sinais distônicos (Bax, et al., 2006; Nardocci, et al., 1996), os quais podem ser altamente incapacitantes (Beckung & Hagberg, 2000). Entretanto, suspeita-se que a real prevalência seja muito maior do que as estimativas atuais (Sanger, 2004).

Déficits sensoriais são aspectos relevantes em crianças com paralisia cerebral diplérgica e hemiplérgica, sendo relatadas alterações bilaterais em discriminação espacial e estereognosia (Wingert, et al., 2008). Crianças com hemiplegia espástica parecem ser as mais frequentemente afetadas por déficits em propriocepção, estereognosia e discriminação de dois pontos (Bolanos, et al., 1989; Cooper, Majnemer, Rosenblatt, & Birnbaum, 1995; Krumlinde-Sundholm & Eliasson, 2002). Nesta população, tanto o lado afetado (não-dominante) como o não afetado (dominante) apresentam alteração, que é mais severa no lado não dominante (Krumlinde-Sundholm & Eliasson, 2002).

Estudos investigando a distonia em crianças são escassos devido aos desafios em seu diagnóstico, especialmente perante a frequente associação com espasticidade (Delgado & Albright, 2003; Sanger, 2004). A literatura disponível sugere que crianças com hemiplegia distônica são hiporresponsivas à estimulação sensorial, demonstrando altos limiares de discriminação tátil espacial (Sanger & Kukke, 2007).

Estudos em adultos com distonia focal da mão indica que um dos possíveis mecanismos envolvidos nas desordens motoras e sensoriais observadas é a interrupção das vias de controle online do movimento. Sugere-se que lesões que atinjam os gânglios da base possam dificultar o envio de inputs sensoriais relevantes para guiar movimentos (Lidsky, Manetto, & Schneider, 1985). Também tem sido mencionado o papel da plasticidade cortical em resposta a experiências percepto-motoras pobres e estereotipadas, as quais podem levar a perda da especificidade na representação

somatosensorial da mão e alterações táteis e motoras (Bara-Jimenez, et al., 1998; Byl, et al., 2002).

O input sensorial organizado é um componente essencial do controle motor, visto que a preparação e execução do movimento dependem do processamento de aferentes sensoriais, (Jeannerod, 1984; Pryde, et al., 1998), sendo as informações táteis especialmente relevantes após o toque do objeto visando regular a orientação da mão e força da apreensão (Gordon & Duff, 1999a; Jeannerod, 1984; Soechting & Flanders, 2008). Por outro lado, a seleção da configuração da mão mais apropriada ao objeto depende da habilidade motora em adotar a posição da mão e dedos. De fato, a associação entre reduzidos *inputs* sensoriais e restrições motoras afeta a manipulação de objetos e percepção de suas propriedades (Lederman & Klatzky, 2004).

A relação entre déficits sensoriais e o desempenho de tarefas manuais foi investigada em pacientes com paralisia cerebral espástica. Neste grupo, déficits sensoriais se correlacionam com pouco controle antecipatório, evidenciado em dificuldades para regular a força da apreensão necessária para apreender objetos com diferentes propriedades de superfície (Gordon & Duff, 1999b). Em outro estudo, foi evidenciado que reduzidas respostas táteis em discriminação de dois pontos e estereognosia afetaram negativamente o desempenho de uma tarefa de apreensão sem informação visual disponível (Krumlinde-Sundholm & Eliasson, 2002). No entanto, a extensão dos déficits sensoriais e seu impacto sobre a função manual na presença de hemiplegia distônica são desconhecidos.

Diante disso, o objetivo do presente estudo é investigar a resposta tátil sensorial em indivíduos com hemiplegia distônica e sua relação com a função manual e severidade dos sintomas distônicos segundo a escala Burke-Fahn-Marsden.

Durante o desenvolvimento, habilidades motoras são adquiridas pela integração entre informação sensorial e a ação produzida (Thelen, 1995). Se em adultos com distonia as experiências percepto-motoras são importantes para o remodelamento cortical (Bara-Jimenez, et al., 1998), no cérebro em desenvolvimento tais mecanismos podem ser ainda mais críticos. Assim, é possível que em indivíduos cuja lesão ocorreu durante a infância, as reduzidas experiências ao longo do desenvolvimento, aliadas aos efeitos da lesão cerebral, tenham consequências negativas em seu desempenho motor e sensorial.

A hipótese levantada é de que altos limiares de discriminação espacial e temporal e reduzida estereognosia serão bilateralmente observados no grupo com hemiplegia distônica em relação ao controle. Estes déficits se correlacionarão com a função manual em uma tarefa de alcance e apreensão e com a severidade dos sintomas.

2. Método

2.1. Participantes

Um total de 20 participantes foi recrutado em dois grupos para este estudo. O grupo de participantes com hemiplegia distônica (DIS) incluiu 11 participantes com distonia afetando um membro superior (Média de idade= 17.5±4.96 anos). O grupo controle incluiu 9 participantes sem desordens neurológicas e com faixa etária similar ao grupo experimental (Média de idade =16.8±4.9 anos). Os dados dos participantes são apresentados na Tabela 11.

A lesão ocorreu no período pré- ou peri-natal em nove dos onze participantes com hemiplegia distônica. No participante 5 a lesão ocorreu aos dez meses de vida, e no participante 9, aos quatro anos. Assim, nove dos participantes atendem aos critérios de lesão antes dos dois anos de vida correspondentes ao diagnóstico de paralisia cerebral. Todos eram classificados segundo o Manual Ability Classification System (MACS) como nível I (segura objetos facilmente), II (manipula objetos com dificuldade) e III (necessita de ajuda para preparar e/ ou modificar as atividades) (Eliasson, et al., 2006). Ela classificação não foi considerada na seleção dos participantes, apenas para caracterização da amostra.

Os seguintes critérios de inclusão foram considerados: idade de 7 a 40 anos, boa saúde e capacidade de compreender e seguir instruções. Participantes adultos deveriam ser capazes de consentir sua participação no estudo. A amplitude de movimento passiva de ambos os punhos deveria ser no mínimo de 15 graus de extensão e 15 graus de flexão. Os participantes do grupo com hemiplegia distônica deveriam ter apresentado início dos sintomas antes dos 13 anos de vida, e ter confirmada a presença de distonia por meio do Hypertonia Assessment Tool (HAT) (Jethwa, et al., 2010).

Os critérios de exclusão foram: injeção de toxina botulínica nos músculos flexores e extensores radial do carpo nos últimos seis meses; uso de medicamentos que afetariam o tônus muscular (ex: baclofeno, carbidopa/levodopa, triexifenidil,

dantroleno). Caso algum destes medicamentos estivesse em uso, o médico responsável foi contatado para determinar a segurança de descontinuar temporariamente a medicação. Este procedimento apenas foi necessário com um dos participantes, que estava em uso de baclofeno oral e para quem foi considerado seguro descontinuar o uso.

Os participantes foram recrutados após aprovação do *Institutional Review Board* do *National Institutes of Health* (registro no clinicaltrials.gov: NCT01432899). O termo de consentimento foi assinado pelo próprio participante no caso de adultos, e por um dos pais/responsáveis no caso de crianças. Crianças também assinaram um termo de concordância com a participação.

Tabela 11: Características dos participantes

Participante	Grupo	Gênero	Idade (anos)	Lado dominante	Etiologia	MACS
1*	DIS	F	11.2	Esquerdo	Infarto ACM esquerda	I
2*	DIS	F	18.8	Esquerdo	Infarto isquêmico bilateral.	II
3**	DIS	M	24.7	Direito	Infarto subcortical	I
4	DIS	M	8.1	Esquerdo	Infarto ACM esquerda	II
5	DIS	M	23.5	Esquerdo	TCE – contusão frontal bilateral e infarto isquêmico	III
6*	DIS	M	13.6	Esquerdo	Infarto ACM esquerda	II
7	DIS	M	17.1	Esquerdo	Infarto subcortical esquerdo	III
8	DIS	M	19.1	Esquerdo	Infarto ACM esquerda	II
9**	DIS	M	20.2	Direito	AVE isquêmico	II
10	DIS	F	16.8	Esquerdo	Infarto subcortical esquerdo	I
11	DIS	M	19.3	Esquerdo	Alterações estruturais no hemisfério esquerdo	II
12	VS	M	10.9	Direito	-	-
13	VS	F	23.9	Direito	-	-

14	VS	F	23.5	Direito	-	-
15	VS	F	16.7	Direito	-	-
16	VS	F	17.0	Direito	-	-
17	VS	F	19.0	Direito	-	-
18	VS	F	16.8	Esquerdo	-	-
19	VS	F	14.4	Ambidestro	-	-
20	VS	F	9.4	Direito	-	-

Legenda: DIS: Grupo com hemiplegia distônica; VH: Voluntários saudáveis; M: Masculino; F: Feminino; ACM: Artéria cerebral média; AVE: acidente vascular encefálico; TCE: Traumatismo crânio-encefálico; MACS: Manual ability classification system; *: presença de espasticidade no músculo flexor radial do carpo; ** presença de espasticidade no músculo pronador redondo.

2.2. Materiais e procedimentos

Antes do início das avaliações, todos os participantes passaram por entrevista e exame físico por uma fisiatra especializada em distúrbios motores da infância para verificar os critérios de inclusão e exclusão.

O instrumento *Hypertonia Assessment Tool* (HAT) foi aplicado para identificar a presença de distonia (Jethwa, et al., 2010) e a severidade da distonia foi mensurada por meio da escala de distonia Burke-Fahn-Marsden (BFM) (Burke, et al., 1985).

A BFM (Anexo C) pontua oito diferentes áreas: olhos, boca, fala, deglutição, pescoço, braço direito, braço esquerdo, tronco, perna direita e perna esquerda. A pontuação da severidade para cada área varia de 0 (nenhuma distonia) a 4 (severa distonia). Também há critérios para pontuar o fator provocante do movimento involuntário, que avalia as situações em que os movimentos involuntários acontecem de 0 (nenhuma distonia) até 4 (distonia em repouso). Os escores combinam a severidade e o fator provocante. Podem ser obtidos escores separados para cada área (pontuação máxima =16), o que permitiu no presente estudo investigar o comprometimento do braço isoladamente, e também um total incluindo as oito áreas avaliadas (pontuação máxima=120). Os escores para o braço e escore total possuem excelente confiabilidade teste-reteste (Monbaliu, et al., 2010). Para obter tais escores, os participantes foram filmados durante a realização de diversas atividades, definidas por um protocolo de filmagem padronizado. Posteriormente, as escalas foram pontuadas por examinadores treinados.

2.2.1 Testes sensoriais

Três testes de sensibilidade tátil foram realizados em ambas as mãos: discriminação espacial, discriminação temporal e estereognosia.

a) Limiar de discriminação tátil espacial (LDE): foi testado usando as cúpulas criadas por Johnson, Van Boven, Phillips (tradução livre do termo *JVP domes*) (Johnson & Phillips, 1981). Este instrumento consiste em uma série de botões plásticos com a superfície formando pequenas grades espaçadas em 3.0, 2.0, 1.5, 1.2, 1.0 e 0.75 mm. Durante o teste, cada tamanho de botão era pressionado contra a ponta do dedo indicador durante um segundo e o procedimento foi repetido 20 vezes em sequência aleatória de orientação horizontal ou vertical. O teste foi iniciado com o botão de 1.5 mm, e em cada repetição o participante deveria informar se a orientação era horizontal ou vertical, sem realizar contato visual com a região testada (Figura 23).

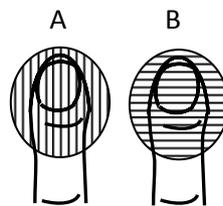


Figura 23: Botões posicionados sobre a superfície do dedo indicador, em orientação vertical (A) e horizontal (B).

Botões com espaçamento progressivamente maior ou menor eram apresentados até serem observados 5 erros em 20 repetições, ou seja, 75% de identificações corretas. O limiar de discriminação tátil espacial era definido como o espaçamento em que 15 tentativas foram corretamente identificadas. Caso menos de 15 fossem corretas em um determinado botão, e mais de 15 no botão seguinte com maior espaçamento, para determinar o exato limiar em que se observe 75% de acertos, foi utilizada a equação abaixo. A mesma equação foi utilizada para estimar o limiar se no maior espaçamento disponível (3mm) o participante não fosse capaz de realizar 15 decisões corretas.

$$r_{75} = r_{\text{inferior}} + \frac{(0.75 - p_{\text{inferior}})(r_{\text{superior}} - r_{\text{inferior}})}{p_{\text{superior}} - p_{\text{inferior}}} \quad \begin{array}{l} r = \text{espaçamento da grade} \\ p = \text{total correto} / 20 \end{array}$$

Equação 1: Equação utilizada para determinar o limiar de discriminação tátil.

Neste teste, quanto maior o limiar obtido, menor é a sensibilidade tátil do segmento avaliado. Valores mais baixos de limiar indicam alta sensibilidade à orientação das grades.

b) Limiar de discriminação temporal (LDT): Neste teste, estimulador elétrico aplicou pulsos quadrados (duração = 0,2 ms) por meio de dois eletrodos em anel posicionados no dedo indicador. Para determinar o nível de estimulação, começando a partir de 0mA, pulsos de amplitudes cada vez mais altas foram aplicados em incrementos de 0,2mA até que o participante relatasse sentir 10 em cada 10 estímulos consecutivos em um determinado nível de corrente. O nível de estimulação era então selecionado como um valor 120% acima deste valor.

Após a determinação do nível de estimulação, o limiar de discriminação temporal era testado utilizando o método dos limites. Três testes do LDT ascendentes e três descendentes foram aplicados alternadamente. No primeiro teste ascendente, dois pulsos eram aplicados ao indicador do participante, iniciando com um intervalo entre estímulos de 10 ms. O participante deveria relatar se percebeu 1 ou 2 estímulos. O intervalo entre estímulos era aumentado em 10 ms até o participante começar a perceber 2 estímulos. O LDT ascendente foi determinado como o ponto médio entre o último intervalo percebido como 1 estímulo e o primeiro em que foram percebidos 2 estímulos.

Em seguida, foi realizado um teste de LDT descendente. Dois estímulos 15-45 ms maiores do que o previamente determinado eram aplicados. O intervalo entre estímulos era reduzido até que o participante passasse a perceber 1 estímulo. O LDT descendente foi determinado como o ponto médio entre o último intervalo percebido como 2 estímulos, e o primeiro percebido como 1 estímulo. Mais dois testes ascendentes e dois descendentes foram realizados, variando o valor do estímulo inicial para evitar erros de expectativa. O LDT foi determinado como a média entre os três valores dos testes ascendentes e os três valores dos testes descendentes. Quanto mais alto o valor obtido, significa que o segmento avaliado apresenta pouca sensibilidade tátil para discriminar estímulos temporais. Quanto menor o valor, maior a sensibilidade discriminatória.

c) Estereognosia: Foi testada por meio da apresentação de objetos familiares (Krumlind-Sundholm & Eliasson, 2002): caneta, lápis, chave, moeda, clipe, parafuso, algodão, e faixa elástica. Visando minimizar o efeito da dificuldade em manipular esperada para os participantes com hemiplegia distônica, estes itens foram posicionados sobre um suporte sólido, para que pudessem ser explorados sem que os participantes tivessem que segurar e manipular independentemente. Os participantes poderiam tocar o objeto durante o tempo que precisassem, e então deveriam nomeá-lo. O participante era incentivado a dar um nome ao objeto, mesmo se declarando incerto, pois foi este o critério estabelecido para considerar a tentativa encerrada para que um novo objeto fosse apresentado em seguida. Uma cortina foi utilizada para bloquear a visão da mão e do objeto durante a exploração. O desempenho neste teste foi mensurado segundo a quantidade de objetos corretamente identificados.

2.2.2 Testes da função motora

Em seguida, os participantes foram preparados para a avaliação cinemática. Marcadores reflexivos foram posicionados em vários pontos anatômicos da cabeça, tronco, braços e mãos. Os marcadores e segmentos foram definidos segundo as recomendações da Associação Americana de Biomecânica (G. Wu, et al., 2005). Para o presente estudo, apenas o marcador posicionado na região dorsal do carpo foi utilizado para obter as variáveis de interesse.

Os participantes foram orientados a realizar uma tarefa de alcance e apreensão 5 vezes com cada braço. Nesta tarefa, um objeto cilíndrico (diâmetro=1 polegada; altura = 6 polegadas) similar ao utilizado por Zoia et al. (2006) foi posicionado sobre uma mesa, na linha média dos participantes e a uma distância correspondente à extensão completa do membro superior em frente ao corpo. O tronco dos participantes foi restrito por meio de faixas, mas seus membros superiores estavam livres. O membro dominante foi testado primeiro. Os participantes iniciavam a tarefa com as mãos em repouso. Ao ouvir um som, eram instruídos a alcançar o objeto, apreendê-lo, e retirá-lo da mesa. Esta parte da avaliação foi registrada por dez câmeras infra-vermelho (Vicon, USA) e duas câmeras de vídeo integradas, posteriormente utilizadas para caracterização descritiva dos movimentos. Para o presente estudo, o movimento foi segmentado de forma a serem analisados separadamente os componentes de alcance, apreensão e retirada.

Para propósitos descritivos, o comportamento de apreensão foi qualitativamente categorizado como: 1) Direta, houve apreensão imediatamente após o toque, sem mudanças na posição da mão antes de apreender; 2) Após explorar: quando o participante mudou a posição da mão após tocar o objeto a fim de ajustar a posição da mão; 3) Sem apreensão, quando o participante não conseguiu configurar a mão de forma a envolver o objeto (Barrett & Needham, 2008; Barrett, et al., 2008).

O início do movimento de alcance foi definido como o momento em que a velocidade da mão se tornou maior do que 0,05 m/s. Foi considerado que a mão tocou o objeto quando o primeiro pico mínimo de velocidade foi atingido. O intervalo entre o início do alcance e o toque no objeto foi referido como Duração do Alcance.

Foi considerado que o objeto foi retirado da mesa quando sua distância em relação à superfície tornou-se maior do que 5 mm. O intervalo entre o toque no objeto e a elevação do objeto será referido como Latência para retirar o objeto. Para incluir os participantes que não foram capazes de retirar o objeto, os valores de latência foram convertidos em uma variável normalizada (Equação 2) em que valores iguais a 0 indicam que o participante não retirou o objeto, e valores mais altos indicam que o objeto foi retirado logo após o toque.

$$\text{Latência normalizada} = \log_{10}(\text{inv}(\text{latência})+1)$$

Equação 2: Normalização dos valores de latência para retirar o objeto.

Os valores médios da duração do alcance e da latência normalizada em todas as tentativas de cada participante foram utilizados para análise.

2.3 Análise estatística

Segundo o teste de Shapiro-Wilk, com exceção da variável duração do alcance, as demais variáveis não apresentaram distribuição normal. Portanto, técnicas não-paramétricas foram usadas na análise.

O teste de Mann-Whitney foi usado para comparar os grupos (DIS x VS) quanto aos escores BFM, desempenho nos testes de sensibilidade tátil (LDE, LDT, Estereognosia) e na tarefa de alcance (duração do alcance e latência normalizada),

considerando o lado dominante e não dominante separadamente. Este teste também foi usado para analisar, em cada grupo, o desempenho nos mesmos testes comparando o lado dominante com relação ao não-dominante.

Associações entre os testes motores e sensoriais no grupo com hemiplegia distônica foram testadas por meio do teste de Spearman. Em todos os testes um nível de significância de 0.05 foi considerado.

3. Resultados

3.1 Descritivos – escores BFM e comportamento de apreensão

A Tabela 12 mostra os escores obtidos por cada participante quanto aos escores da BFM para as mãos e escore total.

Tabela 12: Escores BFM obtidos pelos participantes.

Participante	Grupo	BFM mão D/ND	BFM total
1	DIS	1/12	18
2	DIS	0/16	66
3	DIS	1/9	23
4	DIS	2/9	26
5	DIS	1/16	39
6	DIS	3/16	34
7	DIS	1/16	22
8	DIS	2/12	22
9	DIS	1/16	22
10	DIS	1/6	18
11	DIS	1/16	24
13	VS	1/1	5
15	VS	1/1	8
16	VS	1/1	4
17	VS	0/0	3
18	VS	0/0	3
19	VS	0/0	2
20	VS	1/1	9
12	VS	2/2	10
14	VS	1/0	4

Legenda: D: Lado dominante; ND: Lado não dominante. DIS: grupo com hemiplegia distônica; VS: voluntários saudáveis.

O comportamento de apreensão foi direto na maior parte das tentativas realizadas com o membro dominante em ambos os grupos (Figura 24). Ao usar o membro não-dominante, os voluntários saudáveis realizaram apreensões predominantemente diretas, enquanto os participantes com distonia realizaram apreensão após explorar em 37% das tentativas, e falharam em apreender em 45% das tentativas.

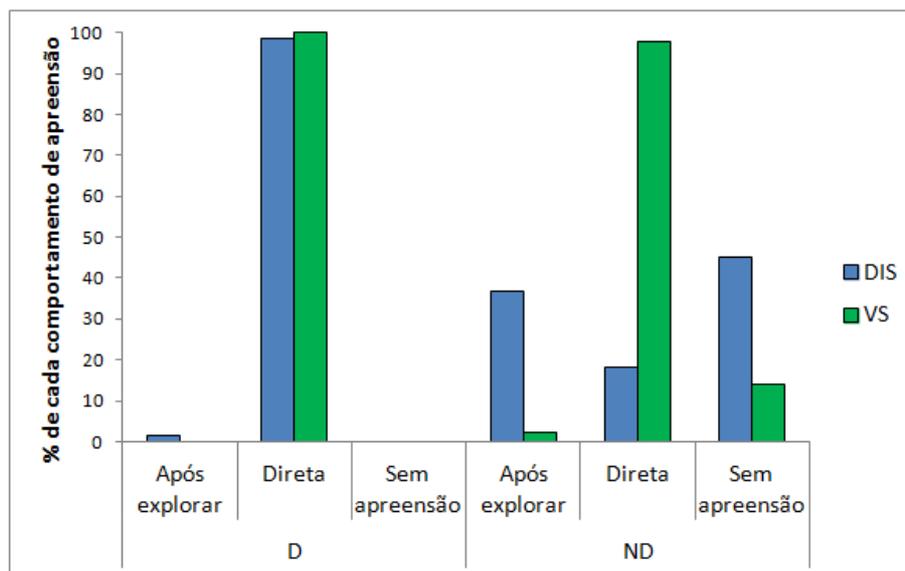


Figura 24: Comportamento de apreensão observado em participantes com hemiplegia distônica e voluntários saudáveis.

3.2. Comparação entre grupos (indivíduos com hemiplegia distônica x voluntários saudáveis)

Os resultados para a mão dominante mostram que os participantes com hemiplegia distônica apresentaram maior LDE (Rank médio_{DIS}=13.59; Rank médio_{VS}=6.72; $p=0.010$), maior LDT (Rank médio_{DIS}=12.91; Rank médio_{VS}= 7.56; $p=0.044$), e menos acertos no teste de estereognosia (Rank médio_{DIS}=7.45; Rank médio_{VS}= 14.22; $p=0.005$) quando comparados com os voluntários saudáveis. Os valores médios são mostrados na Figura 25.

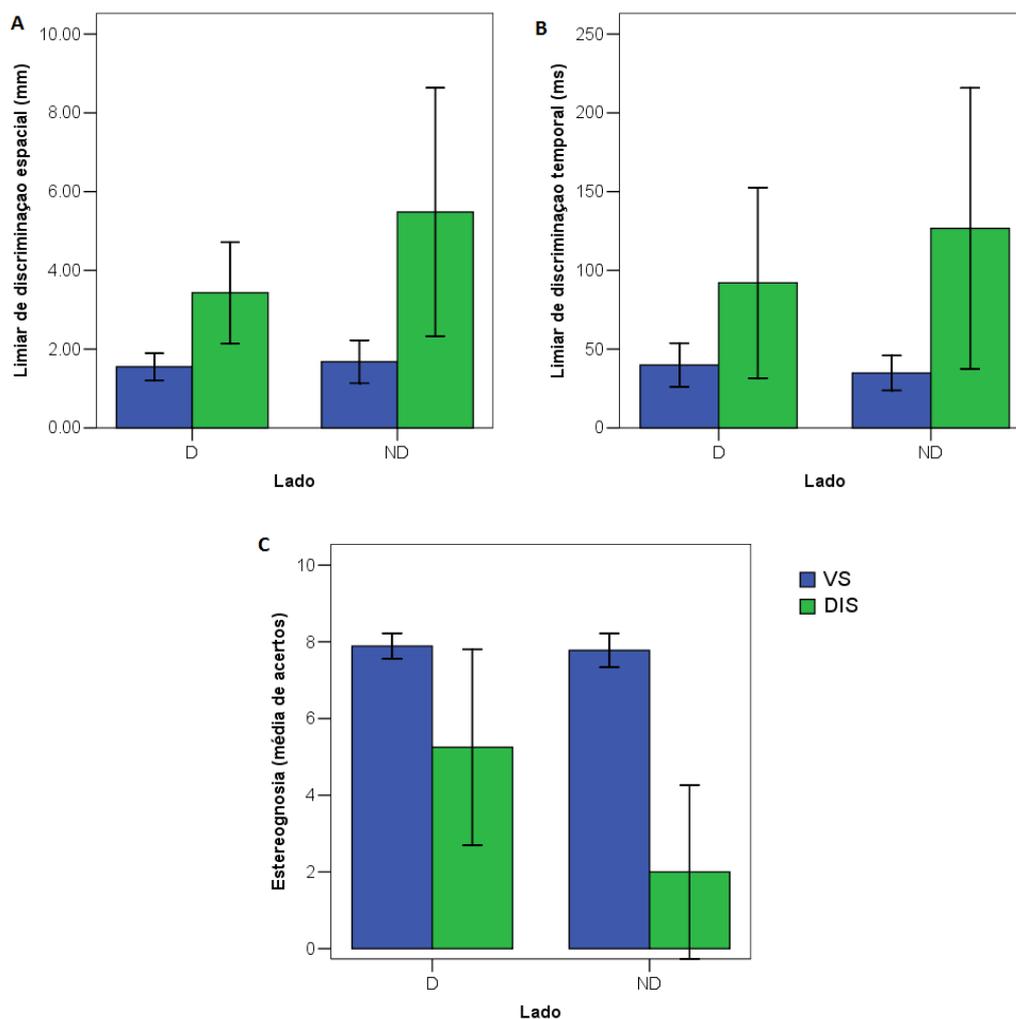


Figura 25: Valores médios do limiar de discriminação espacial (LDE) (A), do limiar de discriminação temporal (B) e número médio de acertos no teste de estereognosia (C) em voluntários saudáveis (VS) e com hemiplegia distônica (DIS). Barras representam desvio-padrão.

Quando observada a mão dominante, os escores BFM, a duração do alcance e latência para levantar o objeto não foram diferentes entre grupos. Os valores da duração do alcance e latência normalizada são ilustrados na Figura 26.

Para a mão não-dominante, o grupo com hemiplegia distônica mostrou maior LDE (Rank médio_{DIS}=14.68; Rank médio_{VS}= 5.39; $p<0.0001$) e desempenho inferior no teste de estereognosia do que os voluntários saudáveis (Rank médio_{DIS} =6.50; Rank médio_{VS}= 15.39; $p=0.001$). Os escores BFM para a mão foram maiores nos participantes com hemiplegia distônica (Rank médio_{DIS} =15.00; Rank médio_{VS} = 5.0; $p<0.001$). Estes participantes também realizaram alcances com maior duração (Rank médio_{DIS} =13.50;

Rank médio_{VS} = 5.0; $p < 0.001$) e menor latência normalizada, isto é, maior latência para retirar o objeto (Rank médio_{DIS} = 4.5; Rank médio_{VS} = 13.0; $p < 0.001$).

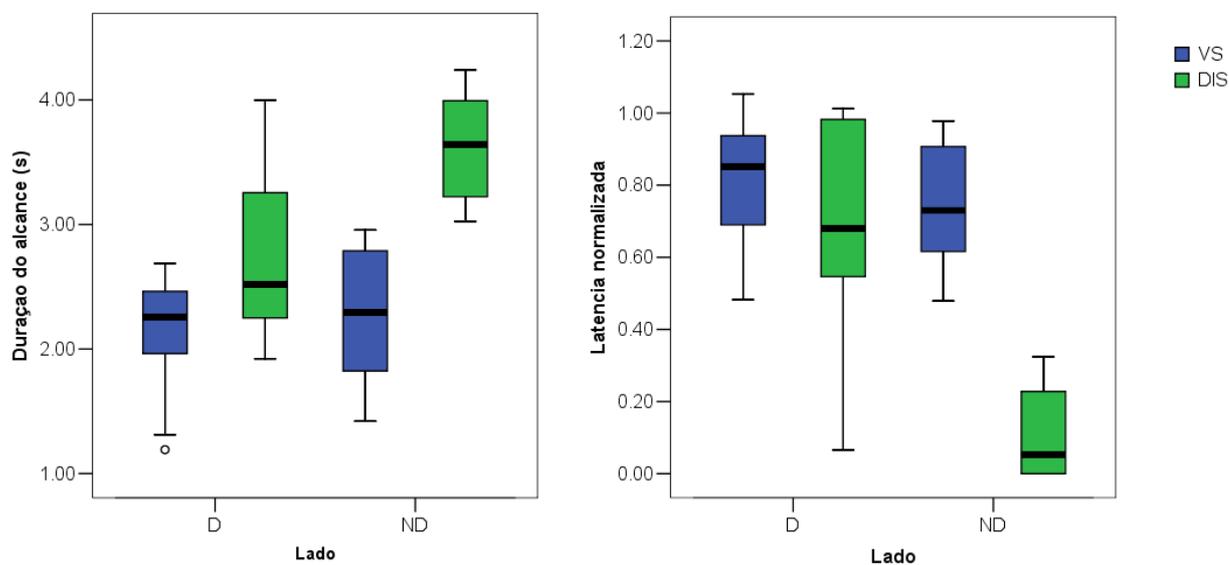


Figura 26: Valores de mediana, mínimo e máximo para a Duração do alcance (A) e Latência para levantar o objeto (B) dos movimentos realizados pelos voluntários saudáveis (VS) e participantes com hemiplegia distônica (DIS) usando a mão (D) e não-dominante (ND).

3.3 Comparação intra-grupos: lado dominante x não-dominante

Ao comparar o desempenho sensorial entre lados nos participantes do grupo DIS, observa-se diferença significativa apenas na estereognosia (Rank médio_D=14.77; Rank médio_{ND}= 8.23; $p=0.017$). Todas as variáveis motoras foram diferentes entre lados: escore BFM para o braço (Rank médio_D=6; Rank médio_{ND}= 17; $p < 0.001$), duração do alcance (Rank médio_D=5.75; Rank médio_{ND}= 11.25; $p=0.021$) e latência normalizada (Rank médio_D=12; Rank médio_{ND}= 5; $p=0.002$). No grupo saudável, não foram observadas diferenças significativas entre lados para os testes sensoriais e motores.

3.4 Associação entre testes

Considerando apenas o grupo com hemiplegia distônica, observou-se correlação negativa entre a estereognosia e os escores BFM para o braço, e correlação negativa entre a latência normalizada e os escores BFM para o braço. Na Figura 27 ambos os grupos são representados para comparação.

Conforme se observa na matriz de correlação (Tabela 13), os valores de LDE são positivamente correlacionados com LDT e negativamente correlacionados com a estereognosia. As variáveis do alcance e apreensão também são negativamente correlacionadas uma com a outra.

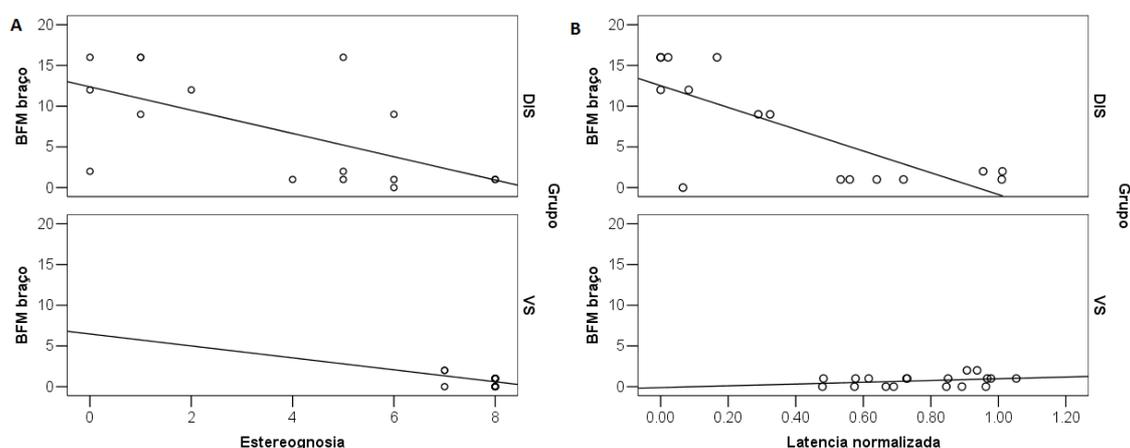


Figura 27A: Escores BFM para o braço e desempenho no teste de estereognosia. Um escore igual a 8 significa respostas corretas para todos os objetos e 0 indica nenhuma resposta correta. B: Latência normalizada e escores BFM para o braço. Valores de latência iguais a zero indicam longo tempo para levantar o objeto; 0 representa falha em levantar.

Tabela 13: Correlação entre respostas motoras e sensoriais.

		LDE	LDT	Estereognosia	Duração do alcance	Latência normalizada	BFM braço	BFM total
LDE	r	1.000	0,512	-0,670*	0,109	-0,363	0,309	0,135
	p		0,018	0,001	0,687	0,167	0,162	0,550
LDT	r	0,512*	1.000	-0,407	0,157	-0,340	-0,006	0,105
	p	0,018		0,067	0,575	0,215	0,980	0,652
Estereognosia	r	-0,670*	-0,407	1.000	0,015	0,426	-0,637	0,068
	p	0,001	0,067		0,956	0,100	0,001	0,763
Duração do alcance	r	0,109	0,157	0,015	10,000	-0,649**	0,439	0,485
	p	0,687	0,575	0,956		0,007	0,089	0,057
Latência normalizada	r	-0,363	-0,340	0,426	-0,649*	1.000	-0,638*	0,043
	p	0,167	0,215	0,100	0,007		0,008	0,876
BFM braço	r	0,309	-0,006	-0,637*	0,439	-0,638*	1.000	0,108
	p	0,162	0,980	0,001	0,089	0,008		0,633
BFM total	r	0,135	0,105	-0,068	0,485	0,043	0,108	1.000
	p	0,550	0,652	0,763	0,057	0,876	0,633	

Legenda: *: Correlação significativa.

4. Discussão

Neste estudo, as respostas sensoriais táteis e o desempenho em uma tarefa de alcance e apreensão foram testados em indivíduos com hemiplegia distônica.

4.1. Respostas sensoriais táteis

Os resultados mostram que déficits sensoriais estão presentes bilateralmente no grupo com hemiplegia distônica, visto que na mão dominante seu desempenho foi inferior ao de voluntários saudáveis em todos os testes, e na mão não-dominante, os limiares de discriminação espacial foram mais altos (menor sensibilidade discriminatória) e a estereognosia inferior ao grupo controle.

Os valores de LDE observados para o grupo saudável são próximos ao esperado para adultos saudáveis (1.4mm) (Van Boven & Johnson, 1994) e crianças de 10 a 16 anos (Bleyenheuft, Cols, Arnould, & Thonnard, 2006). No grupo com hemiplegia, oito dos participantes tiveram limiares acima dos identificados pelo instrumento em ambas as mãos. Os altos limiares observados neste grupo indicam que sua habilidade de discriminar a orientação das grades é reduzida na mão dominante, e ainda mais comprometida na mão não-dominante. Estudos prévios haviam testado a função sensorial unilateral, identificando altos limiares de discriminação espacial em crianças com hemiplegia distônica (Sanger & Kukke, 2007). Déficits bilaterais foram previamente identificados em crianças com paralisia cerebral espástica hemiplégica e diplégica (Wingert, et al., 2008). Os resultados do presente estudo acrescentam a informação de que indivíduos com hemiplegia distônica também apresentam déficits bilaterais na discriminação espacial.

Com relação à discriminação temporal, o grupo com hemiplegia distônica apresentou maiores limiares de discriminação que o grupo saudável na mão dominante. Embora a média do grupo com hemiplegia também tenha sido maior no lado não-dominante, a diferença não foi significativa. Este resultado pode ser explicado pela alta variabilidade entre indivíduos, e indicam que indivíduos com hemiplegia distônica podem ter diferentes níveis de comprometimento sensorial relacionado à discriminação temporal.

A estereognosia também está bilateralmente afetada na presença de hemiplegia distônica, o que é consistente com estudos prévios que mostraram que este pode ser um

dos aspectos sensoriais mais comprometidos em crianças hemiplégicas (Cooper, et al., 1995). Reconhecer objetos pelo toque é uma habilidade complexa que requer o uso de informações sobre a textura, temperatura, tamanho, forma e peso do objeto, dentre outros (Yekutieli, Jariwala, & Stretch, 1994). Em adultos saudáveis, foi demonstrado que a redução do input tátil por meio de luvas restringe a aquisição de informações táteis pelos receptores cutâneos, diminuindo a capacidade de reconhecer objetos (Lederman & Klatzky, 2004). Portanto, a presença de déficits táteis, como os de discriminação espacial e temporal, pode afetar a estereognosia (Krumlinde-Sundholm & Eliasson, 2002), o que foi confirmado no presente estudo.

Embora seja improvável os participantes do grupo com hemiplegia tenham alterações periféricas que contribuam para os achados do presente estudo, os mecanismos responsáveis pelos déficits sensoriais não são completamente conhecidos.

De acordo com Hoon et al.(2009), a presença de lesões das vias talamocorticais se correlaciona com déficits táteis e proprioceptivos, e também com a força de membros superiores e inferiores. Os autores defendem que as consequências deste tipo de lesão são distintas das lesões específicas das vias motoras. Assim, diferentes tipos de lesão podem explicar os variáveis perfis sensoriais e motores vistos em crianças com paralisia cerebral (Cooper, et al., 1995). Futuras investigações das lesões presentes em indivíduos com sinais distônicos podem contribuir para a compreensão de como a lesão se relaciona com achados clínicos.

Além do local da lesão, fatores desenvolvimentais também podem influenciar o desempenho sensorial. Tem sido sugerido que a maturação e a experiência estão envolvidos na sensação tátil, resultando em mudanças na discriminação espacial durante a infância (Bleyenheuft, et al., 2006), e maior sensibilidade discriminatória em pessoas com deficiência visual (Goldreich & Kanics, 2003). Portanto, a reduzida discriminação tátil vista nos participantes com hemiplegia distônica neste estudo podem ao menos em parte ser explicadas pela influência das experiências percepto-motoras na organização do córtex somatosensorial. É possível que os déficits motores que dificultam o posicionamento e movimentos das mãos e dedos para apreender objetos reduzam a ativação dos receptores táteis e proprioceptivos e conseqüentemente, o processamento sensorial, resultando em limitadas experiências percepto-motoras.

4.2. *Função manual*

Quanto aos testes de função manual, a Duração do alcance, a Latência para retirar o objeto, e os escores BFM não foram diferentes entre grupos para o braço no lado dominante. No lado não-dominante, o grupo com hemiplegia teve escores BFM mais altos, maior Duração do alcance e Latência para retirada do que o grupo saudável. Os achados quanto aos escores BFM para o braço eram esperados e confirmam que nos participantes com hemiplegia distônica um dos braços era predominantemente afetado.

Diferentemente de estudo prévios que mostraram em crianças com paralisia cerebral espástica o componente distal (apreensão) é mais afetado do que o proximal (alcance) (Domellof, Rosblad, & Ronnqvist, 2009), no presente estudo os participantes com hemiplegia distônica demoraram mais para completar ambos os componentes em relação ao grupo controle quando observado o lado não-dominante. Uma possível explicação é a presença de distonia nos participantes deste estudo. De acordo com Sanger et al. (2005) e Malfait e Sanger (2007), crianças com distonia realizam movimentos dos membros superiores mais lentos devido a contrações dos músculos agonistas e antagonistas em tempo inadequado. Os padrões musculares desorganizados parecem introduzir variabilidade à mecânica dos membros, e os pacientes tendem a reduzir a velocidade como uma estratégia compensatória.

Considerando que em adultos com distonia focal o treino sensorial resulta em melhor discriminação sensorial, habilidades motoras finas, e independência funcional (Byl, Nagajaran, & McKenzie, 2003; Zeuner, et al., 2002), sugere-se que a avaliação e treinamento das funções sensoriais são clinicamente relevantes e devem ser realizados em indivíduos com hemiplegia distônica. Além disso, reconhecer que tanto os componentes motores distais e proximais podem estar comprometidos é relevante para planejar intervenções apropriadas o mais cedo possível.

A comparação entre lados revelou que os participantes saudáveis têm capacidades motoras e sensoriais similares quando comparados os lados, ao menos durante a realização de uma tarefa de alcance e apreensão. Os participantes com hemiplegia distônica, além de apresentarem sintomas mais severos no lado não-dominante, apresentam performance inferior em estereognosia e demoram mais para alcançar e levantar o objeto. Novamente, o achado de que tanto o alcance quanto a apreensão são afetados contrasta com estudos prévios que indicaram que a apreensão é predominantemente afetada em crianças com paralisia cerebral (Steenbergen & van der

Kamp, 2004). Entretanto, a severidade dos sintomas pode ter atenuado as diferenças no componente proximal, visto que Steenbergen e Van der Kamp (2004) apenas avaliaram crianças espásticas com comprometimento leve. De fato, Domellöf et al. (2009) mostraram que crianças mais severamente afetadas tendem a ter dificuldades com ambos os componentes.

Entre os testes sensoriais, a estereognosia foi o único diferencialmente afetado entre lados, sendo mais comprometida no lado não-dominante. Além das modalidades sensoriais envolvidas no reconhecimento de objetos, a estereognosia também depende da habilidade de explorar o objeto ativamente (Lederman & Klatzky, 2004). Em indivíduos com hemiplegia distônica, as dificuldades motoras no lado afetado podem ter impacto na estereognosia, como será explorado posteriormente na discussão da análise de correlação.

As diferenças entre lados também foram evidentes na análise descritiva do comportamento de apreensão. Realizar apreensão direta implica que ajustes antecipatórios foram realizados antes ou durante a trajetória de alcance, e que a mão estava apropriadamente configurada ao tocar o objeto (Barrett & Needham, 2008). Por outro lado, apreensões após explorar são sugestivas de pouco controle antecipatório, seja como consequência de fatores sensoriais ou motores. Tais dificuldades foram mais pronunciadas no braço não-dominante, da mesma forma que o déficit sensorial também foi, provavelmente contribuindo para a maior latência deste lado.

4.3. Relação entre repostas motoras e sensoriais

A relação entre a latência normalizada e os escores BFM para o braço indica que quanto mais afetado o braço, menor é a latência normalizada, isto é, mais tempo o participante necessita para estabelecer uma apreensão estável e retirar o objeto. Este resultado indica que o comprometimento do membro é determinante para a habilidade de realizar a tarefa. Foi relatado anteriormente que os distúrbios na cinemática do membro durante o alcance são relacionados com a severidade da distonia em crianças com paralisia cerebral discinética (Sanger, 2006), porém estudos prévios não abordaram o impacto dos sintomas distônicos no componente de apreensão. Os resultados do presente estudo demonstram que a severidade da distonia afeta significativamente este componente, o que tem importantes implicações funcionais.

Embora a Duração do alcance não tenha se correlacionado com o comprometimento da mão neste estudo, isto pode ser explicado pelo fato de que a presença de movimentos distônicos no tronco e pescoço ser mais provável de afetar a cinemática do braço do que o comprometimento da mão sozinho. De fato, a correlação entre Duração do alcance e os escores BFM totais, embora não significantes, mostram uma tendência de que o comprometimento global afete o movimento de alcance (Tabela 3).

A correlação entre a estereognosia e os escores BFM para o braço indica que os participantes com membros mais afetados são menos capazes de reconhecer os objetos pelo toque. Este achado suporta a idéia de que o comprometimento motor pode limitar o desempenho das ações exploratórias necessárias para reconhecer os objetos. O achado adicional de que a discriminação espacial e temporal se correlacionam com a estereognosia sugere que no mesmo indivíduo mais de uma habilidade tátil pode se encontrar comprometida, e que uma combinação de fatores motores e sensoriais está provavelmente envolvida no reconhecimento de objetos. Assim, é possível que os resultados reflitam tanto dificuldades em adquirir informação sensorial relevante quanto em realizar ações exploratórias como contornar e segurar o objeto (Lederman & Klatzky, 2004). De maneira similar, associações entre estereognosia e habilidade manual foram relatadas por Arnould et al. (2007), que também não detectaram influência da discriminação tátil na habilidade manual ou comprometimento motor.

Por outro lado, com base em achados de que a discriminação tátil é relevante para a realização dos ajustes necessários para levantar um objeto (Gordon & Duff, 1999b), era esperado que a Duração do alcance e Latência normalizada se correlacionassem com os testes sensoriais, o que não foi observado.

Uma possível explicação é que as habilidades de discriminação tátil não sejam críticas para a realização de uma tarefa simples de alcance e apreensão. Suporte a esta idéia é oferecido por Bleyheuft et al. (2011; 2010), que não encontraram correlações entre a discriminação tátil espacial e a destreza em uma tarefa de encaixar pinos em crianças saudáveis (Bleyenheuft, et al., 2010) e com hemiplegia (Bleyenheuft & Thonnard, 2011). Para estes autores, a aquisição dos componentes motores é mais crítica do que das habilidades sensoriais para atender às demandas desta tarefa.

Outro fator é que vários dos participantes do grupo com hemiplegia distônica não foram capazes de configurar suas mãos em torno do objeto. O uso de padrões

anormais de preensão, como excessiva pronação do punho, além de ser biomecanicamente desfavorável para apreender e levantar um objeto, reduz o contato das áreas palmares densamente inervadas com o objeto, e pode contribuir para a falta de correlações.

De acordo com Case-Smith (1995), fatores sensório-motores são críticos para o desempenho de habilidades motoras finas, especialmente manipulação de objetos dentro da mão. No entanto, investigações de tais tarefas em populações com lesões cerebrais são restritas por dificuldades em manipular objetos usando o membro afetado, e por limitações técnicas em visualizar os marcadores dos dedos e mãos em indivíduos com distônias motoras, ambas observadas no presente estudo. No caso de pacientes distônicos, os movimentos involuntários criam problemas com a graduação dos movimentos, acurácia, velocidade e posicionamento do membro no espaço para realizar atividades motoras finas. Nesta população, a análise cinemática é relevante para compreender suas dificuldades específicas (Pavone, et al., 2012). Portanto, futuros estudos devem considerar desenvolver desenhos experimentais alternativos para avaliar habilidades de manipulação.

5. Conclusão

Os resultados deste estudo mostram que indivíduos com hemiplegia distônica com início na infância têm déficits sensoriais e motores bilaterais, e que estes achados se correlacionam com a severidade do comprometimento da mão mensurado pela escala de distonia BFM. Tais achados apontam para a relevância de abordar tanto aspectos motores quanto sensoriais durante a avaliação e reabilitação, visto que os mesmos são relevantes para o desempenho de habilidades manuais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo contribui para a identificação de aspectos envolvidos no desempenho de habilidades manuais em indivíduos com incapacidades. Apesar das diferentes condições de risco, tanto os participantes com síndrome de Down quanto os participantes com hemiplegia distônica apresentam limitações no desempenho de habilidades manuais. Para ambos os grupos, nas diversas etapas do desenvolvimento avaliadas, a experiência percepto-motora foi identificada como um fator relevante para o desempenho das habilidades manuais, e podem, portanto, constituir uma ferramenta para modificar sua trajetória desenvolvimental.

Os achados relativos à fase inicial do desenvolvimento em lactentes com síndrome de Down indicam que as experiências cotidianas dos lactentes contribuem para a emergência e refinamento de novas categorias de ações sobre objetos, sendo observado que a interação dinâmica entre as potencialidades do indivíduo e os estímulos ambientais media o desempenho das ações exploratórias sobre objetos. Tal interação, nos lactentes com SD, origina um perfil de interações com o ambiente composto por capacidades e limitações que precisam ser contemplados ao avaliar e intervir sobre seu desenvolvimento.

Conforme novas habilidades manuais passam a fazer parte do repertório infantil, observou-se que o conjunto de habilidades perceptuais e motoras requeridas para o desempenho de ações adaptativas provém em parte das experiências vivenciadas em fases anteriores do desenvolvimento. Desta forma, estimular as interações com objetos diversos em lactentes pode favorecer a capacidade de manipular objetos ao longo da infância. Por isso, faz-se necessário expandir por meio de estudos futuros o conhecimento dos aspectos do desenvolvimento inicial que estabelecem as bases para o desempenho de ações funcionalmente relevantes no contexto de indivíduos com incapacidades. O potencial de alteração da trajetória do desenvolvimento por meio da modificação das experiências vivenciadas pelos lactentes é outro aspecto crítico a ser abordado futuramente.

Ao longo do desenvolvimento, devido à permanente exposição a situações de reduzidas experiências percepto-motoras, e agravado pelas alterações orgânicas particulares de cada tipo de incapacidade, o desempenho de habilidades manuais pode

se tornar um fator limitador da função manual, como observado em indivíduos com hemiplegia distônica. Neste grupo, o estímulo da integração entre informações motoras e sensoriais pode contribuir para o desempenho de tarefas manuais, tendo em vista as relações encontradas entre comprometimento sensorial e severidade dos sintomas distônicos.

Considerando que o desempenho de habilidades manuais pode ser um fator limitador da inserção e participação em atividades funcionais, espera-se que a identificação do papel das experiências percepto-motoras no presente estudo contribua para o entendimento das dificuldades específicas inerentes a cada condição de risco, e para a identificação de estratégias terapêuticas que tornem indivíduos com incapacidades aptos a realizar plenamente seu potencial.

REFERÊNCIAS

- Aburto, N. J., Ramirez-Zea, M., Neufeld, L. M., & Flores-Ayala, R. (2009). Some indicators of nutritional status are associated with activity and exploration in infants at risk for vitamin and mineral deficiencies. *Journal of Nutrition*, *139*, 1751-1757.
- Aburto, N. J., Ramirez-Zea, M., Neufeld, L. M., & Flores-Ayala, R. (2010). The effect of nutritional supplementation on physical activity and exploratory behavior of Mexican infants aged 8-12 months. *Europeana Journal of Clinical Nutrition*, *64*, 644-651.
- Adolph, K. E., Eppler, M. A., & Gibson, E. J. (1993). Development of perception of affordances. In C. Rovee-Collier & L. T. Lipsitt (Eds.), *Advances in infancy research* (Vol. 8, pp. 51-93). Norwood: Ablex.
- Adolph, K. E., Eppler, M. A., Marin, L., Weise, I. B., & Clearfield, M. W. (2000). Exploration in the service of prospective control. *Infant Behavior and Development*, *23*, 441-460.
- Adolph, K. E., Vereijken, B., & Shrout, P. E. (2003). What changes in infant walking and why. *Child Development*, *74*, 475-497.
- Almli, C. R., Ball, R. H., & Wheeler, M. E. (2001). Human fetal and neonatal movement patterns: Gender differences and fetal-to-neonatal continuity. *Developmental Psychobiology*, *38*, 252-273.
- Amorim, R. H. C., Magalhães, L.C., Paixão, M.L., Barros, C.G.C. (2002). *Acompanhamento do recém nascido de risco*. Rio de Janeiro: Medsi.
- Angulo-Barroso, R. M., Wu, J., & Ulrich, D. A. (2008). Long-term effect of different treadmill interventions on gait development in new walkers with Down syndrome. *Gait Posture*, *27*, 231-238.
- Arnould, C., Penta, M., & Thonnard, J. L. (2007). Hand impairments and their relationship with manual ability in children with cerebral palsy. *J Rehabil Med*, *39*, 708-714.
- Bakker, H., de Graaf-Peters, V. B., van Eykern, L. A., Otten, B., & Hadders-Algra, M. (2010). Development of proximal arm muscle control during reaching in young infants: from variation to selection. *Infant Behavior and Development*, *33*, 30-38.
- Bara-Jimenez, W., Catalan, M. J., Hallett, M., & Gerloff, C. (1998). Abnormal somatosensory homunculus in dystonia of the hand. *Annals of Neurology*, *44*, 828-831.
- Barrett, T. M., & Needham, A. (2008). Developmental differences in infants use of an object's shape to grasp it securely. *Developmental Psychobiology*, *50*, 97-106.
- Barrett, T. M., Traupman, E., & Needham, A. (2008). Infants' visual anticipation of object structure in grasp planning. *Infant Behavior & Development*, *31*, 1-9.

- Barry, M. J., VanSwearingen, J. M., & Albright, A. L. (1999). Reliability and responsiveness of the Barry-Albright Dystonia Scale. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *41*, 404-411.
- Bax, M., Tydeman, C., & Flodmark, O. (2006). Clinical and MRI correlates of cerebral palsy: the European Cerebral Palsy Study. *JAMA*, *296*, 1602-1608.
- Bayley, N. (2005). *Bayley Scales of Infant and Toddler Development*. (3 ed.). San Antonio: Harcourt Assessments.
- Beckung, E., & Hagberg, G. (2000). Correlation between ICIDH handicap code and Gross Motor Function Classification System in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *42*, 669-673.
- Belsky, J., Goode, M. K., & Most, R. K. (1980). Maternal stimulation and infant exploratory competence: cross-sectional, correlational, and experimental analyses. *Child Development*, *51*, 1168-1178.
- Belsky, J., & Most, R. K. (1981). From exploration to play: a cross-sectional study of infant free play behavior. *Developmental Psychology*, *17*, 630-639.
- Berthenthal, B. I. (1996). Origins and early development of perception, action and representation. *Annual Reviews of Psychology*, *47*, 431-459.
- Berthier, N. E., & Keen, R. (2006). Development of reaching in infancy. *Experimental Brain Research*, *169*, 507-518.
- Bleyenheuft, Y., Cols, C., Arnould, C., & Thonnard, J. L. (2006). Age-related changes in tactile spatial resolution from 6 to 16 years old. *Somatosensory and Motor Research*, *23*, 83-87.
- Bleyenheuft, Y., & Thonnard, J. L. (2011). Tactile spatial resolution in unilateral brain lesions and its correlation with digital dexterity. *Journal of Rehabilitation Medicine*, *43*, 251-256.
- Bleyenheuft, Y., Wilmotte, P., & Thonnard, J. L. (2010). Relationship between tactile spatial resolution and digital dexterity during childhood. *Somatosensory and Motor Research*, *27*, 9-14.
- Bolanos, A. A., Bleck, E. E., Firestone, P., & Young, L. (1989). Comparison of stereognosis and two-point discrimination testing of the hands of children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *31*, 371-376.
- Bongers, R. M., Zaal, F. T., & Jeannerod, M. (2012). Hand aperture patterns in prehension. *Human Movement Science*, *31*, 487-501.
- Bourgeois, K. S., Khawar, A. W., Neal, S. A., & Lockman, J. J. (2005). Infant manual exploration of objects, surfaces, and their interrelations. *Infancy*, *8*, 233-252.

- Bradley-Johnson, S., Friedrich, D. D., & Wyrembelski, A. R. (1981). Exploratory behavior in Down's syndrome and normal infants. *Applied Research on Mental Retardation*, 2, 213-228.
- Brandao, I. M., Fonseca, V., & Madi, R. R. (2012). Prevalence of people with down syndrome in Brazil. *Scientia Plena*, 8, 1-4.
- Brandt, B. R. (1996). Impaired tactual perception in children with Down's syndrome. *Scandinavian Journal of Psychology*, 37, 312-316.
- Burke, R. E., Fahn, S., Marsden, C. D., Bressman, S. B., Moskowitz, C., & Friedman, J. (1985). Validity and reliability of a rating scale for the primary torsion dystonias. *Neurology*, 35, 73-77.
- Bushnell, E. W., & Boudreau, J. P. (1993). Motor development and the mind: the potential role of motor abilities as a determinant of aspects of perceptual development. *Child Development*, 64, 1005-1021.
- Bushnell, E. W., & Boudreau, J. P. (1998). Exploring and exploiting objects with the hands during infancy. In K. J. Connolly (Ed.), *The psychobiology of the hand* (Vol. 147, pp. 276). London: MacKeith Press.
- Byl, N. N., Nagajaran, S., & McKenzie, A. L. (2003). Effect of sensory discrimination training on structure and function in patients with focal hand dystonia: a case series. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*, 84, 1505-1514.
- Byl, N. N., Nagarajan, S. S., Merzenich, M. M., Roberts, T., & McKenzie, A. (2002). Correlation of clinical neuromusculoskeletal and central somatosensory performance: variability in controls and patients with severe and mild focal hand dystonia. *Neural Plasticity*, 9, 177-203.
- Campos, J. J., Anderson, D. I., Barbu-Roth, M. A., Hubbard, E. M., Hertenstein, M. J., & Witherington, D. (2000). Travel Broadens the Mind. *Infancy*, 1, 149-219.
- Caruso, D. A. (1993). Dimensions of Quality in Infants Exploratory-Behavior - Relationships to Problem-Solving Ability. *Infant Behavior & Development*, 16, 441-454.
- Carvalho, R. P., Tudella, E., Caljouw, S. R., & Savelsbergh, G. J. (2008). Early control of reaching: effects of experience and body orientation. *Infant Behavior and Development*, 31, 23-33.
- Case-Smith, J. (1995). The relationships among sensorimotor components, fine motor skill, and functional performance in preschool children. *American Journal of Occupational Therapy*, 49, 645-652.
- Case-Smith, J., Bigsby, R., & Clutter, J. (1998). Perceptual-motor coupling in the development of grasp. *American Journal of Occupational Therapy*, 52, 102-110.

- Charlton, J. L., Ihsen, E., & Oxley, J. (1996). Kinematic characteristics of reaching in children with Down Syndrome. *Human Movement Science, 15*, 17.
- Chen, Y. J., & Fang, P. C. (2005). Sensory evoked potentials in infants with Down syndrome. *Acta Paediatrica, 94*, 1615-1618.
- Collard, R. R. (1971). Exploratory and play behaviors of infants reared in an institution and lower- and middle-class homes. *Child Development, 42*, 1003-1015.
- Connolly, K. J., & Dalgleish, M. (1989). The Emergence of a Tool-Using Skill in Infancy. *Developmental Psychology, 25*, 19.
- Cooper, J., Majnemer, A., Rosenblatt, B., & Birnbaum, R. (1995). The determination of sensory deficits in children with hemiplegic cerebral palsy. *Journal of Child Neurology, 10*, 300-309.
- Corbetta, D., & Snapp-Childs, W. (2009). Seeing and touching: the role of sensory-motor experience on the development of infant reaching. *Infant Behavior and Development, 32*, 44-58.
- Cunningham, C. C. (1979). *Aspects of early development in Down's syndrome infants.*, Victory University of Manchester, Manchester.
- de Campos, A. C., Francisco, K. R., Savelsbergh, G. J., & Rocha, N. A. (2011). How do object size and rigidity affect reaching and grasping in infants with Down syndrome? *Res Dev Disabil, 32*, 246-252.
- de Campos, A. C., Rocha, N. A., & Savelsbergh, G. J. (2010). Development of reaching and grasping skills in infants with Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities, 31*, 70-80.
- Delgado, M. R., & Albright, A. L. (2003). Movement disorders in children: definitions, classifications, and grading systems. *Journal of Child Neurology, 18 Suppl 1*, S1-8.
- Dierssen, M., Benavides-Piccione, R., Martinez-Cue, C., Estivill, X., Florez, J., Elston, G. N., & DeFelipe, J. (2003). Alterations of neocortical pyramidal cell phenotype in the Ts65Dn mouse model of Down syndrome: effects of environmental enrichment. *Cerebral Cortex, 13*, 758-764.
- Dolva, A. S., Coster, W., & Lilja, M. (2004). Functional performance in children with Down syndrome. *American Journal of Occupational Therapy, 58*, 621-629.
- Domellof, E., Hopkins, B., Francis, B., & Ronnqvist, L. (2007). Effects of finger markers on the kinematics of reaching movements in young children and adults. *Journal of Applied Biomechanics, 23*, 315-321.
- Domellof, E., Rosblad, B., & Ronnqvist, L. (2009). Impairment severity selectively affects the control of proximal and distal components of reaching movements in

children with hemiplegic cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 51, 807-816.

dos Santos, M. M., de Campos, A. C., & Rocha, N. A. C. F. (2012). Ajustes nos movimentos de alcançar e apreender objetos: impacto da Síndrome de Down. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil*, 12(2),183-191.

Eliasson, A. C., Krumlinde-Sundholm, L., Rosblad, B., Beckung, E., Arner, M., Ohrvall, A. M., & Rosenbaum, P. (2006). The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 48, 549-554.

Elliott, D., Weeks, D. J., & Chua, R. (1994). Anomalous cerebral lateralization and Down syndrome. *Brain & Cognition*, 26, 191-195.

Eppler, M. A. (1995). Development of manipulatory skills and the deployment of attention. *Infant Behavior and Development*, 18, 391-405.

Eyre, J. A., Smith, M., Dabydeen, L., Clowry, G. J., Petacchi, E., Battini, R., Guzzetta, A., & Cioni, G. (2007). Is hemiplegic cerebral palsy equivalent to amblyopia of the corticospinal system? *Annals of Neurology*, 62, 493-503.

Fagan, M. K., & Iverson, J. M. (2007). The Influence of Mouthing on Infant Vocalization. *Infancy*, 11, 191-202.

Fagard, J., & Jacquet, A. Y. (1996). Changes in reaching and grasping objects of different sizes between 7 and 13 months of age. *British Journal of Developmental Psychology*, 14, 65-78.

Fagard, J., & Lockman, J. J. (2005). The effect of task constraints on infants' (bi)manual strategy for grasping and exploring objects. *Infant behavior and development*, 28, 11.

Fagard, J., Spelke, E., & von Hofsten, C. (2009). Reaching and grasping a moving object in 6-, 8-, and 10-month-old infants: laterality and performance. *Infant Behavior and Development*, 32, 137-146.

Feldman, R., Eidelman, A.I. (2006). Neonatal State Organization, Neuromaturation, Mother-Infant Interaction, and Cognitive Development in Small-for-Gestational-Age Premature Infants. *Pediatrics* 118(3), e869 -e878.

Feldman, R., Weller, A., Sirota, L., & Eidelman, A. I. (2002). Skin-to-Skin contact (Kangaroo care) promotes self-regulation in premature infants: sleep-wake cyclicality, arousal modulation, and sustained exploration. *Developmental Psychology*, 38, 194-207.

Fidler, D. J., Hepburn, S., & Rogers, S. (2006). Early learning and adaptive behaviour in toddlers with Down syndrome: evidence for an emerging behavioural phenotype? *Downs Syndrome Research and Practice*, 9, 37-44.

- Fidler, D. J., Hepburn, S. L., Mankin, G., & Rogers, S. J. (2005). Praxis skills in young children with Down syndrome, other developmental disabilities, and typically developing children. *American Journal of Occupational Therapy, 59*, 129-138.
- Fidler, D. J., & Nadel, L. (2007). Education and children with Down syndrome: neuroscience, development, and intervention. *Mental Retardation & Developmental Disabilities Research Reviews, 13*, 262-271.
- Fontenelle, S. A., Alexander Kahrs, B., Ashley Neal, S., Taylor Newton, A., & Lockman, J. J. (2007). Infant manual exploration of composite substrates. *Journal of Experimental Child Psychology, 98*, 153-167.
- Forssberg, H., Eliasson, A. C., Kinoshita, H., Johansson, R. S., & Westling, G. (1991). Development of human precision grip. I: Basic coordination of force. *Experimental Brain Research, 85*, 451-457.
- Forssberg, H., Eliasson, A. C., Kinoshita, H., Westling, G., & Johansson, R. S. (1995). Development of human precision grip. IV. Tactile adaptation of isometric finger forces to the frictional condition. *Experimental Brain Research, 104*, 323-330.
- Fragaszy, D. M. (1998). How non-human primates use their hands. In K. J. Connolly (Ed.), *The psychobiology of the hand* (Vol. 147, pp. 276). London: MacKeith Press.
- Frazier, J. B., & Friedman, B. (1996). Swallow function in children with Down syndrome: a retrospective study. *Developmental Medicine and Child Neurology, 38*, 695-703.
- Gerritor, P. F. (1987). *Development in Down syndrome and normal infants: attention, exploration and environmental responsivity*. Simon Fraser University, Vancouver.
- Gershkoff-Stowe, L., & Smith, L. B. (2004). Shape and the first hundred nouns. *Child Development, 75*, 1098-1114.
- Gibson, E. J. (1988). Exploratory behavior in the development of perceiving, acting, and the acquiring of knowledge. *Annual Review of Psychology, 39*, 1-41.
- Gibson, E. J., & Pick, A. P. (2000). An ecological approach to perceptual development. . In E. J. Gibson & A. P. Pick (Eds.), *An ecological approach to perceptual learning and development* (pp. 14-25). New York: Oxford University Press.
- Gibson, E. J., & Walker, A. S. (1984). Development of knowledge of visual-tactual affordances of substance. *Child Development, 55*, 453-460.
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton Mifflin Harcourt.
- Goldreich, D., & Kanics, I. M. (2003). Tactile acuity is enhanced in blindness. *Journal of Neuroscience, 23*, 3439-3445.

- Gondo, K., Tobimatsu, S., Kira, R., Tokunaga, Y., Yamamoto, T., & Hara, T. (2001). A magnetoencephalographic study on development of the somatosensory cortex in infants. *Neuroreport*, *12*, 3227-3231.
- Gordon, A. M., & Duff, S. V. (1999a). Fingertip forces during object manipulation in children with hemiplegic cerebral palsy. I: anticipatory scaling. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *41*, 166-175.
- Gordon, A. M., & Duff, S. V. (1999b). Relation between clinical measures and fine manipulative control in children with hemiplegic cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *41*, 586-591.
- Gordon, A. M., Forssberg, H., Johansson, R. S., Eliasson, A. C., & Westling, G. (1992). Development of human precision grip. III. Integration of visual size cues during the programming of isometric forces. *Experimental Brain Research*, *90*, 399-403.
- Gowen, J. W., Goldman, B. D., Johnson-Martin, N., & Hussey, B. (1989). Object play and exploration of handicapped and nonhandicapped infants. *Journal of applied developmental psychology*, *10*, 53-72.
- Greaves, S., Imms, C., Krumlind-Sundholm, L., Dodd, K., & Eliasson, A. C. (2012). Bimanual behaviours in children aged 8-18 months: a literature review to select toys that elicit the use of two hands. *Research in Developmental Disabilities*, *33*, 240-250.
- Hadders-Algra, M. (2000). The Neuronal Group Selection Theory: a framework to explain variation in normal motor development. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *42*, 566-572.
- Hadders-Algra, M. (2010). Variation and variability: key words in human motor development. *Physical Therapy*, *90*, 1823-1837.
- Hallett, M. (1995). Is dystonia a sensory disorder? *Annals of Neurology*, *38*, 139-140.
- Hallett, M. (2009). Dystonia: a sensory and motor disorder of short latency inhibition. *Annals of Neurology*, *66*, 125-127.
- Hauser-Cram, P., Warfield, M. E., Shonkoff, J. P., Krauss, M. W., Upshur, C. C., & Sayer, A. (1999). Family influences on adaptive development in young children with Down syndrome. *Child Development*, *70*, 979-989.
- Heathcock, J. C., Lobo, M., & Galloway, J. C. (2008). Movement training advances the emergence of reaching in infants born at less than 33 weeks of gestational age: a randomized clinical trial. *Phys Ther*, *88*, 310-322.
- Hogg, J., & Moss, S. C. (1983). Prehensile development in Down's syndrome and non-handicapped preschool children. *British Journal of Developmental Psychology*, *1*, 189-204.

Hoon, A. H., Jr., Stashinko, E. E., Nagae, L. M., Lin, D. D., Keller, J., Bastian, A., Campbell, M. L., Levey, E., Mori, S., & Johnston, M. V. (2009). Sensory and motor deficits in children with cerebral palsy born preterm correlate with diffusion tensor imaging abnormalities in thalamocortical pathways. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *51*, 697-704.

Howard, J., Parmelee, A. H., Jr., Kopp, C. B., & Littman, B. (1976). A neurologic comparison of pre-term and full-term infants at term conceptional age. *Journal of Pediatrics*, *88*, 995-1002.

Hreinsdottir, J., Örnkloo, H., von Hofsten, C., Strand Brodd, K., Ewald, U., & Holmström, G. (2012). "Blocks in a Box" – test of spatial visual cognition in 2.5 year old prematurely-born children may be an early predictor of a cognitive visual impairment. In *38th Meeting of the European Paediatric Ophthalmological Society* (Vol. P19). Uppsala, Sweden.

Hunnius, S. (2007). The early development of visual attention and its implications for social and cognitive development. *Progress in Brain Research*, *164*, 187-209.

Iverson, J. M. (2010). Developing language in a developing body: the relationship between motor development and language development. *Journal of Child Language*, *37*, 229-261.

Jeannerod, M. (1984). The timing of natural prehension movements. *Journal of Motor Behavior*, *16*, 235-254.

Jethwa, A., Mink, J., Macarthur, C., Knights, S., Fehlings, T., & Fehlings, D. (2010). Development of the Hypertonia Assessment Tool (HAT): a discriminative tool for hypertonia in children. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *52*, e83-87.

Johnson, K. O., & Phillips, J. R. (1981). Tactile spatial resolution. I. Two-point discrimination, gap detection, grating resolution, and letter recognition. *Journal of Neurophysiology*, *46*, 1177-1192.

Jouen, F., & Molina, M. (2005). Exploration of the newborn's manual activity: a window onto early cognitive processes. *Infant Behavior and Development*, *28*, 227-239.

Jover, M., Ayoun, C., Berton, C., & Carlier, M. (2010). Specific grasp characteristics of children with trisomy 21. *Developmental Psychobiology*, *52*, 782-793.

Kahrs, B. A., Jung, W. P., & Lockman, J. J. (2012). What is the role of infant banging in the development of tool use? *Experimental Brain Research*, *218*, 315-320.

Karrer, J. H., Karrer, R., Bloom, D., Chaney, L., & Davis, R. (1998). Event-related brain potentials during an extended visual recognition memory task depict delayed development of cerebral inhibitory processes among 6-month-old infants with Down syndrome. *International Journal of Psychophysiology*, *29*, 167-200.

- Kearney, K., & Gentile, A. M. (2002). Prehension in young children with Down syndrome. *Acta Psychologica (Amsterdam)*, *112*, 3-16.
- Keen, R. (2011). The development of problem solving in young children: a critical cognitive skill. *Annu Rev Psychol*, *62*, 1-21.
- Kimmerle, M., Mick, L. A., & Michel, G. F. (1995). Bimanual role-differentiated toy play during infancy. *Infant Behavior and Development*, *18*, 299-307.
- Klatzky, R. L., & Lederman, S. J. (1995). Identifying objects from a haptic glance. *Perception & Psychophysics*, *57*, 1111-1123.
- Konczak, J., & Dichgans, J. (1997). The development toward stereotypic arm kinematics during reaching in the first 3 years of life. *Experimental Brain Research*, *117*, 346-354.
- Kopp, C. B., & Vaughn, B. E. (1982). Sustained attention during exploratory manipulation as a predictor of cognitive competence in preterm infants. *Child Development*, *53*, 174-182.
- Krumlinde-Sundholm, L., & Eliasson, A. C. (2002). Comparing tests of tactile sensibility: aspects relevant to testing children with spastic hemiplegia. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *44*, 604-612.
- Kuhtz-Buschbeck, J. P., Stolze, H., Johnk, K., Boczek-Funcke, A., & Illert, M. (1998). Development of prehension movements in children: a kinematic study. *Experimental Brain Research*, *122*, 424-432.
- Landry, S. H., & Chapieski, M. L. (1989). Joint attention and infant toy exploration: effects of Down syndrome and prematurity. *Child Development*, *60*, 103-118.
- Landry, S. H., Garner, P. W., Denson, S., Swank, P. R., & Baldwin, C. (1993). Low birth weight (LBW) infants' exploratory behavior at 12 and 24 months: effects of intraventricular hemorrhage and mothers' attention directing behaviors. *Research in Developmental Disabilities*, *14*, 237-249.
- Latash, M. L. (2007). Learning motor synergies by persons with Down syndrome. *Journal of Intellectual Disabilities Research*, *51*, 962-971.
- Lederman, S. J., & Klatzky, R. L. (1987). Hand movements: a window into haptic object recognition. *Cognitive Psychology*, *19*, 342-368.
- Lederman, S. J., & Klatzky, R. L. (2004). Haptic identification of common objects: effects of constraining the manual exploration process. *Perception & Psychophysics*, *66*, 618-628.
- Lee, M. H., Liu, Y. T., & Newell, K. M. (2006). Longitudinal expressions of infant's prehension as a function of object properties. *Infant Behavior and Development*, *29*, 481-493.

- Lew, A. R., & Butterworth, G. (1997). The Development of Hand-Mouth Coordination in 2- to 5-Month-Old Infants: Similarities with Reaching and Grasping. *Infant behavior and development, 20*, 59-69.
- Libertus, K., & Needham, A. (2010). Teach to reach: the effects of active vs. passive reaching experiences on action and perception. *Vision Res, 50*, 2750-2757.
- Lidsky, T. I., Manetto, C., & Schneider, J. S. (1985). A consideration of sensory factors involved in motor functions of the basal ganglia. *Brain Research, 356*, 133-146.
- Lobo, M. A., & Galloway, J. C. (2008). Postural and object-oriented experiences advance early reaching, object exploration, and means-end behavior. *Child Development, 79*, 1869-1890.
- Lobo, M. A., & Galloway, J. C. (*in press*). The onset of reaching significantly impacts how infants explore both objects and their bodies. . *Infant Behavior and Development, In press*.
- Lobo, M. A., Galloway, J. C., & Savelsbergh, G. J. (2004). General and task-related experiences affect early object interaction. *Child Development, 75*, 1268-1281.
- Lockman, J. J. (2000). A perception--action perspective on tool use development. *Child Development, 71*, 137-144.
- MacTurk, R. H., Vietze, P. M., McCarthy, M. E., McQuiston, S., & Yarrow, L. J. (1985). The organization of exploratory behavior in Down syndrome and nondelayed infants. *Child Development, 56*, 573-581.
- Malfait, N., & Sanger, T. D. (2007). Does dystonia always include co-contraction? A study of unconstrained reaching in children with primary and secondary dystonia. *Experimental Brain Research, 176*, 206-216.
- Mathew, A., & Cook, M. (1990). The control of reaching movements by young infants. *Child Development, 61*, 1238-1257.
- Mazzone, L., Mugno, D., & Mazzone, D. (2004). The General Movements in children with Down Syndrome. *Early Human Development, 79*, 119-130.
- McKay, S. M., & Angulo-Barroso, R. M. (2006). Longitudinal assessment of leg motor activity and sleep patterns in infants with and without Down syndrome. *Infant Behavior and Development, 29*, 153-168.
- Mizuno, K., & Ueda, A. (2001). Development of sucking behavior in infants with Down's syndrome. *Acta Paediatrica, 90*, 1384-1388.
- Molina, M., & Jouen, F. (1998). Modulation of the palmar grasp behavior in neonates according to texture property. *Infant Behavior and Development, 21*, 659-666.

- Monbaliu, E., Ortibus, E., Roelens, F., Desloovere, K., Deklerck, J., Prinzie, P., de Cock, P., & Feys, H. (2010). Rating scales for dystonia in cerebral palsy: reliability and validity. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *52*, 570-575.
- Morange-Majoux, F., Cougnot, P., & Bloch, H. (1997). Hand tactual exploration of textures in infants from 4 to 6 months. *Early Development & Parenting*, *6*, 127-135.
- Morgante, J. D., & Keen, R. (2008). Vision and action: the effect of visual feedback on infants' exploratory behaviors. *Infant Behavior and Development*, *31*, 729-733.
- Morrow, J. D. (1993). The eyes have it: visual attention as an index of infant cognition. *Journal of Pediatric Health Care*, *7*, 150-155.
- Nadel, L., & National Down Syndrome Society (U.S.). (1988). *The Psychobiology of Down syndrome*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Nardocci, N., Zorzi, G., Grisoli, M., Rumi, V., Broggi, G., & Angelini, L. (1996). Acquired hemidystonia in childhood: a clinical and neuroradiological study of thirteen patients. *Pediatric Neurology*, *15*, 108-113.
- Needham, A. (1999). The role of shape in 4 month-old infants' object segregation. *Infant Behavior & Development*, *22*, 18.
- Needham, A., Barrett, T., & Peterman, K. (2002). A pick-me-up for infants' exploratory skills: Early simulated experiences reaching for objects using 'sticky mittens' enhances young infants' object exploration skills. *Infant Behavior & Development*, *25*, 279-295.
- Needham, A., & Libertus, K. (2011). Embodiment in early development. *Cognitive Science*, *2*, 7.
- Needham, A., & Modi, A. (1999). Infants' use of prior experiences with objects in object segregation: implications for object recognition in infancy. *Advances in Child Development & Behavior*, *27*, 99-133.
- Newell, K. M., Scully, D. M., Tenenbaum, F., & Hardiman, S. (1989). Body scale and the development of prehension. *Developmental Psychobiology*, *22*, 1-13.
- Nudo, R. J., Milliken, G. W., Jenkins, W. M., & Merzenich, M. M. (1996). Use-dependent alterations of movement representations in primary motor cortex of adult squirrel monkeys. *Journal of Neuroscience*, *16*, 785-807.
- Nudo, R. J., Wise, B. M., SiFuentes, F., & Milliken, G. W. (1996). Neural substrates for the effects of rehabilitative training on motor recovery after ischemic infarct. *Science*, *272*, 1791-1794.
- Ocarino, J. M. (2009). *Percepção háptica em crianças com desenvolvimento típico e crianças com distúrbios do desenvolvimento*. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

- Ornkloo, H., & Von Hofsten, C. (2007). Fitting objects into holes: On the development of spatial cognition skills. *Developmental Psychology, 43*, 13.
- Ozonoff, S., Macari, S., Young, G. S., Goldring, S., Thompson, M., & Rogers, S. J. (2008). Atypical object exploration at 12 months of age is associated with autism in a prospective sample. *Autism, 12*, 457-472.
- Palmer, C. F. (1989). The Discriminating Nature of Infants Exploratory Actions. *Developmental Psychology, 25*, 885-893.
- Pare, M., & Dugas, C. (1999). Developmental changes in prehension during childhood. *Experimental Brain Research, 125*, 239-247.
- Paulignan, Y., MacKenzie, C., Marteniuk, R., & Jeannerod, M. (1990). The coupling of arm and finger movements during prehension. *Experimental Brain Research, 79*, 431-435.
- Pavone, L., Burton, J., & Gaebler-Spira, D. (2012). Dystonia in Childhood: Clinical and Objective Measures and Functional Implications. *Journal of Child Neurology*.
- Pennington, B. F., Moon, J., Edgin, J., Stedron, J., & Nadel, L. (2003). The neuropsychology of Down syndrome: evidence for hippocampal dysfunction. *Child Development, 74*, 75-93.
- Perone, S., Madole, K. L., Ross-Sheehy, S., Carey, M., & Oakes, L. M. (2008). The relation between infants' activity with objects and attention to object appearance. *Developmental Psychology, 44*, 1242-1248.
- Piaget, J. (1952). *The origins of intelligence in the child*. New York: Norton.
- Pick, H. L. (1984). Cognition and action in development: A tutorial discussion. In W. Prinz & A. F. Sanders (Eds.), *Cognition and motor processes* (pp. 309-325). New York: Springer-Verlag.
- Polastri, P. F., & Barela, J. A. (2005). Perception-action coupling in infants with Down syndrome: Effects of experience and practice. *Adapted Physical Activity Quarterly, 22*, 39-56.
- Pridham, K., Becker, P., & Brown, R. (2000). Effects of infant and caregiving conditions on an infant's focused exploration of toys. *Journal of Advanced Nursing, 31*, 1439-1448.
- Pryde, K. M., Roy, E. A., & Campbell, K. (1998). Prehension in children and adults: The effects of object size. *Human Movement Science, 17*, 10.
- Rakison, D. H., & Woodward, A. L. (2008). New perspectives on the effects of action on perceptual and cognitive development. *Developmental Psychology, 44*, 1209-1213.

- Richards, S., Mychasiuk, R., Kolb, B., & Gibb, R. (2012). Tactile stimulation during development alters behaviour and neuroanatomical organization of normal rats. *Behavioral Brain Research, 231*, 86-91.
- Ridler, K., Veijola, J. M., Tanskanen, P., Miettunen, J., Chitnis, X., Suckling, J., Murray, G. K., Haapea, M., Jones, P. B., Isohanni, M. K., & Bullmore, E. T. (2006). Fronto-cerebellar systems are associated with infant motor and adult executive functions in healthy adults but not in schizophrenia. *Proceedings of the National Academy of Sciences U S A, 103*, 15651-15656.
- Rocha, N. A., de Campos, A. C., Silva, F. P., & Tudella, E. (2012). Adaptive actions of young infants in the task of reaching for objects. *Developmental Psychobiology*.
- Rocha, N. A., Silva, F. P., & Tudella, E. (2006a). The impact of object size and rigidity on infant reaching. *Infant Behavior and Development, 29*, 251-261.
- Rocha, N. A., Silva, F. P., & Tudella, E. (2006b). Influência do tamanho e da rigidez dos objetos nos ajustes proximais e distais do alcance de lactentes. *Revista Brasileira de Fisioterapia, 10*, 263-269.
- Rochat, P. (1987). Mouthing and Grasping in Neonates - Evidence for the Early Detection of What Hard or Soft Substances Afford for Action. *Infant Behavior & Development, 10*, 435-449.
- Rochat, P. (1989). Object Manipulation and Exploration in 2-Month-Old to 5-Month-Old Infants. *Developmental Psychology, 25*, 871-884.
- Roizen, N. J., & Patterson, D. (2003). Down's syndrome. *Lancet, 361*, 1281-1289.
- Ruff, H. A. (1984). Infant's manipulative exploration of objects: effects of age and object characteristics. *Developmental Psychology, 20*, 9-20.
- Ruff, H. A., McCarton, C., Kurtzberg, D., & Vaughan, H. G., Jr. (1984). Preterm infants' manipulative exploration of objects. *Child Development, 55*, 1166-1173.
- Ruff, H. A., Saltarelli, L. M., Capozzoli, M., & Dubiner, K. (1992). The differentiation of activity in infants' exploration of objects. *Developmental Psychology, 28*, 851-861.
- Sanger, T. D. (2003). Pathophysiology of pediatric movement disorders. *Journal of Child Neurology, 18*, 17.
- Sanger, T. D. (2004). Toward a definition of childhood dystonia. *Current Opinion in Pediatrics, 16*, 5.
- Sanger, T. D. (2006). Arm trajectories in dyskinetic cerebral palsy have increased random variability. *Journal of Child Neurology, 21*, 551-557.
- Sanger, T. D., Kaiser, J., & Placek, B. (2005). Reaching movements in childhood dystonia contain signal-dependent noise. *Journal of Child Neurology, 20*, 489-496.

- Sanger, T. D., & Kukke, S. N. (2007). Abnormalities of tactile sensory function in children with dystonic and diplegic cerebral palsy. *Journal of Child Neurology*, *22*, 289-293.
- Schellingerhout, R., Smitsman, A. W., & vanGalen, G. P. (1997). Exploration of surface-textures in congenitally blind infants. *Child Care Health and Development*, *23*, 247-264.
- Schuetze, P., Lewis, A., & DiMartino, D. (1999). Relationship between time spent in daycare and exploratory behaviors in 9 month-old infants. *Infant Behavior and Development*, *22*, 267-276.
- Schwartzman, J. (2003). *Síndrome de Down* (2 ed.). São Paulo: Memnon.
- Sgandurra, G., Cecchi, F., Serio, S. M., Del Maestro, M., Laschi, C., Dario, P., & Cioni, G. (2012). Longitudinal study of unimanual actions and grasping forces during infancy. *Infant Behavior and Development*, *35*, 205-214.
- Shapiro, B. L. (1994). The environmental basis of the Down syndrome phenotype. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *36*, 84-90.
- Sherman, S. L., Allen, E. G., Bean, L. H., & Freeman, S. B. (2007). Epidemiology of Down syndrome. *Mental Retardation & Developmental Disabilities Research Reviews*, *13*, 221-227.
- Shutts, K., Ornkloo, H., von Hofsten, C., Keen, R., & Spelke, E. S. (2009). Young children's representations of spatial and functional relations between objects. *Child Development*, *80*, 1612-1627.
- Sigman, M. (1976). Early development of preterm and full term infants: exploratory behavior in eight-month-olds. *Child Development*, *47*, 606-612.
- Silverman, W. (2007). Down syndrome: cognitive phenotype. *Mental Retardation & Developmental Disabilities Research Reviews*, *13*, 228-236.
- Slade, A. (1987). A Longitudinal-Study of Maternal Involvement and Symbolic Play during the Toddler Period. *Child Development*, *58*, 367-375.
- Smith, L. (2009). From Fragments to Geometric Shape : Changes in Visual Object Recognition Between 18 and 24 Months. *Current Directions in Psychological Science*, *18*, 6.
- Smith, L. B. (2005). Action alters shape categories. *Cognitive Science*, *29*, 665-679.
- Smitsman, A. W., & Schellingerhout, R. (2000). Exploratory behavior in blind infants: How to improve touch? *Infant Behavior & Development*, *23*, 485-511.
- Smith, L.; Ulvund, S.E.; Lindemann, R. (1994). Very low birth weight infants (<1501 g) at double risk. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, *15*(1), 7-13.

- Soechting, J. F., & Flanders, M. (2008). Sensorimotor control of contact force. *Current Opinion in Neurobiology*, *18*, 565-572.
- Sorce, J. F., & Emde, R. N. (1981). Mother's presence is not enough: effect of emotional availability on infant exploration. *Developmental Psychology*, *17*, 737-745.
- Soska, K. C., Adolph, K. E., & Johnson, S. P. (2010). Systems in development: motor skill acquisition facilitates three-dimensional object completion. *Developmental Psychology*, *46*, 129-138.
- Spencer, J. P., Vereijken, B., Diedrich, F. J., & Thelen, E. (2000). Posture and the emergence of manual skills. *Developmental Science*, *3*, 216-233.
- Steenbergen, B., & van der Kamp, J. (2004). Control of prehension in hemiparetic cerebral palsy: similarities and differences between the ipsi- and contra-lesional sides of the body. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *46*, 325-332.
- Striano, T., & Bushnell, E. W. (2005). Haptic perception of material properties by 3-month-old infants. *Infant Behavior & Development*, *28*, 266-289.
- Thelen, E. (1979). Rhythmical stereotypies in normal human infants. *Animal Behavior*, *27*, 699-715.
- Thelen, E. (1995). Motor Development - a New Synthesis. *American Psychologist*, *50*, 79-95.
- Thelen, E. (2000). Motor development as foundation and future of developmental psychology. *International Journal of Behavioral Development*, *24*, 385-397.
- Thelen, E., Corbetta, D., Kamm, K., Spencer, J. P., Schneider, K., & Zernicke, R. F. (1993). The Transition to Reaching - Mapping Intention and Intrinsic Dynamics. *Child Development*, *64*, 1058-1098.
- Thelen, E., Corbetta, D., & Spencer, J. P. (1996). Development of reaching during the first year: Role of movement speed. *Journal of Experimental Psychology-Human Perception and Performance*, *22*, 1059-1076.
- Thelen, E., & Spencer, J. P. (1998). Postural control during reaching in young infants: A dynamic systems approach. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *22*, 507-514.
- Thombs, B., & Sugden, D. (1991). Manual skills in Down syndrome children ages 6 to 16 years. *Adapted Physical Activity Quarterly*, *8*, 14.
- Trevarthen, C. (1984). Byodynamic structures, cognitive correlates of motive sets and the development of motives in infants. In W. Prinz & A. F. Sanders (Eds.), *Cognition and motor processes* (pp. 327-350). New York: Springer-Verlag.

Tudella, E., Pereira, K., Basso, R. P., & Savelsbergh, G. J. (2011). Description of the motor development of 3-12 month old infants with Down syndrome: The influence of the postural body position. *Research in Developmental Disabilities*.

Turk, J. (2010). *Intellectual disabilities and their comorbidities* (Vol. 187). London: Mac Keith Press.

Ulrich, D. A., Ulrich, B. D., Angulo-Kinzler, R. M., & Yun, J. (2001). Treadmill training of infants with Down syndrome: evidence-based developmental outcomes. *Pediatrics*, *108*, E84.

Van Boven, R. W., & Johnson, K. O. (1994). The limit of tactile spatial resolution in humans: grating orientation discrimination at the lip, tongue and finger. *Neurology*, *44*, 6.

van den Boom, D. C. (1994). The influence of temperament and mothering on attachment and exploration: an experimental manipulation of sensitive responsiveness among lower-class mothers with irritable infants. *Child Development*, *65*, 1457-1477.

Van Veldhoven, N. H., & Wijnroks, L. (2003). Individual differences in postural control and cognitive development in preterm infants. *Infant Behavior and Development*, *26*, 13.

Volman, M. J., Visser, J. J., & Lensvelt-Mulders, G. J. (2007). Functional status in 5 to 7-year-old children with Down syndrome in relation to motor ability and performance mental ability. *Disability & Rehabilitation*, *29*, 25-31.

Von Hofsten, C. (1991). Structuring of early reaching movements: a longitudinal study. *Journal of motor behavior*, *23*, 280-292.

Von Hofsten, C., & Ronnqvist, L. (1988). Preparation for grasping an object: a developmental study. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *14*, 12.

Wasant, P., Boonyawat, B., Tritilanunt, S., Vatanavicharn, N., Sathienkijachai, A., Ratanarak, P., Malilum, O., & Liammongkolkul, S. (2008). Factors influencing development of Down syndrome children in the first three years of life: Siriraj experience. *Journal of the Medical Association of Thailand*, *91*, 1030-1037.

Weisler, A., & McCall, R. B. (1976). Exploration and play: Résumé and redirection. *American Psychologist*, *31*, 492-508.

Whyte, V. A., McDonald, P. V., Baillargeon, R., & Newell, K. M. (1994). Mouthing and Grasping of Objects by Young Infants. *Ecological Psychology*, *6*, 205-218.

Wimmers, R. H., Savelsbergh, G. J., Beek, P. J., & Hopkins, B. (1998). Evidence for a phase transition in the early development of prehension. *Developmental Psychobiology*, *32*, 235-248.

- Wingert, J. R., Burton, H., Sinclair, R. J., Brunstrom, J. E., & Damiano, D. L. (2008). Tactile sensory abilities in cerebral palsy: deficits in roughness and object discrimination. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *50*, 832-838.
- Wishart, J. G. (1995). Cognitive abilities in children with Down syndrome: developmental instability and motivational deficits. *Progress in Clinical & Biological Research*, *393*, 57-91.
- Wu, G., van der Helm, F. C., Veeger, H. E., Makhsous, M., Van Roy, P., Anglin, C., Nagels, J., Karduna, A. R., McQuade, K., Wang, X., Werner, F. W., & Buchholz, B. (2005). ISB recommendation on definitions of joint coordinate systems of various joints for the reporting of human joint motion--Part II: shoulder, elbow, wrist and hand. *Journal of Biomechanics*, *38*, 981-992.
- Wu, J., Looper, J., Ulrich, B. D., Ulrich, D. A., & Angulo-Barroso, R. M. (2007). Exploring effects of different treadmill interventions on walking onset and gait patterns in infants with Down syndrome. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *49*, 839-845.
- Wu, J., Ulrich, D. A., Looper, J., Tiernan, C. W., & Angulo-Barroso, R. M. (2008). Strategy adoption and locomotor adjustment in obstacle clearance of newly walking toddlers with Down syndrome after different treadmill interventions. *Experimental Brain Research*, *186*, 261-272.
- Yekutieli, M., Jariwala, M., & Stretch, P. (1994). Sensory deficit in the hands of children with cerebral palsy: a new look at assessment and prevalence. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *36*, 619-624.
- Zaal, F. T., & Thelen, E. (2005). The developmental roots of the speed-accuracy trade-off. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *31*, 1266-1273.
- Zeuner, K. E., Bara-Jimenez, W., Noguchi, P. S., Goldstein, S. R., Dambrosia, J. M., & Hallett, M. (2002). Sensory training for patients with focal hand dystonia. *Annals of Neurology*, *51*, 593-598.
- Zoia, S., Pezzetta, E., Blason, L., Scabar, A., Carrozzi, M., Bulgheroni, M., & Castiello, U. (2006). A comparison of the reach-to-grasp movement between children and adults: a kinematic study. *Developmental Neuropsychology*, *30*, 719-738.

APÊNDICE 1

Research in Developmental Disabilities 33 (2012) 2228–2235



Review article

What do we know about the atypical development of exploratory actions during infancy?

Ana Carolina de Campos^{a,b,*}, Geert J.P. Savelsbergh^{c,d}, Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha^{a,b}

^a Department of Physiotherapy, Neuropediatrics Sector, Federal University of São Carlos (UFSCar), Brazil

^b Rodovia Washington Luís, km 235, 13565-905 São Carlos – SP, Brazil

^c Research Institute MOVE, Faculty of Human Movement Sciences, VU University, Amsterdam, The Netherlands

^d Van der Boechorststraat 9, 1081 BT, Amsterdam, The Netherlands

ARTICLE INFO

Article history:

Received 15 May 2012

Received in revised form 27 June 2012

Accepted 27 June 2012

Available online

Keywords:

Infants at risk

Exploratory behavior

Perception

Infant development

ABSTRACT

Recent theoretical approaches to infant development have highlighted the importance of exploratory actions to motor, perceptual and cognitive development in infancy. However, the performance of infants exposed to risk factors when exploring objects has been frequently overlooked as a variable of interest. The aim of this study was to review scientific publications investigating the role of developmental risk factors on the development of exploratory actions over objects. Electronic databases (Medline and Science Direct) were searched for papers by using for the following key-words in combination: "exploration", "exploratory", "infants". Eighteen papers were included in the review. The performance of infants exposed to various risk conditions such as prematurity, blindness, Down syndrome, autism and low socioeconomic level have been addressed in the literature. Each risk condition has influenced infants' behaviors in particular ways. Considerations for further research were made based on issues raised by the review that still need to be further understood.

© 2012 Elsevier Ltd. All rights reserved.

Contents

1. Introduction	2228
2. Methods	2229
3. Results and discussion	2229
3.1. A closer view on methodological issues	2230
3.2. How infants at risk perform exploratory actions?	2232
4. Conclusions	2233
Acknowledgements	2234
References	2234

1. Introduction

During the first year of life, human infants spend much of their time manipulating objects. Complex motor, perceptual and cognitive developing systems interact so that infants gradually learn how to reach for, grasp and manipulate a variety of objects. Understanding how infants master such skills and which factors influence this process are issues of major relevance to developmental research.

For many years, it was supposed that infants' competences changed from nothing at birth to sequential maturation stages which were viewed as the foundation of motor abilities (Shirley, 1931) and intelligence (Piaget, 1952). Recent insights have contributed to a different understanding of infant development, especially the Gibsonian ecological approach, which views young infants as competent beings who actively explore nearby (Gibson, 1988).

One of the most significant contributions of the ecological approach to the field was introducing the primacy of exploratory actions as prerequisite for learning environmental affordances, i.e., possibilities for action in the world (Adolph, Eppler, Marin, Weise, & Clearfield, 2000; Thelen, 2000). When infants explore objects, they learn what actions each object affords with respect to their own motor abilities and body scale, a process that enables individuals to function adaptively in their surroundings (Adolph, Eppler, & Gibson, 1993; Gibson & Pick, 2000).

Exploration can be described as movements performed intending to generate information, or which provide information to plan future actions. Specifically regarding manual exploration, Klatzky and Lederman (1995) define exploratory procedures as stereotyped hand patterns which maximize the sensory input from a certain object physical property. This definition entails the existence of specific exploratory procedures which are optimal to inform about each physical property. These sophisticated behaviors, well differentiated in adults, emerge early in infant development.

In the first months of life, infants perform rudimentary exploratory actions, such as undifferentiated mouthing and manipulation (Gibson & Pick, 2000; Jouen & Molina, 2005). As new motor abilities emerge, movements allowing the discrimination of the object properties become possible, thus enabling the infant to perform exploratory actions which are adapted to the environment. Examples include the emergence of differential actions toward object properties such as texture (Morange-Majoux, Cougnot, & Bloch, 1997), size (Palmer, 1989; Whyte, McDonald, Baillargeon, & Newell, 1994), and rigidity (Barrett, Traupman, & Needham, 2008; Palmer, 1989). As further skills emerge, actions over objects become functionally oriented and new relationships between objects and persons – “relational play” – are evidenced.

Several factors such as perceptual, cognitive and motor capacities of an individual; physical attributes of the stimulus; and levels of environmental stimulation may affect the development of exploratory actions (Belsky & Most, 1981; Sorce & Emde, 1981; Weisler & McCall, 1976). This implies that individuals under stimulus deprivation or experiencing reduced opportunities to explore may consequently have limited ability to process information and less complex exploratory behaviors (Weisler & McCall, 1976).

In a review paper, Iushnell and Boudreau (1993) have pointed to the lack of studies addressing the early development of perceptual abilities and the influence of action over perception and cognition. Afterwards, the understanding of typical development has been significantly enriched. Recent research has taken into account the complex nature of infant development, acknowledging that it is impossible to investigate perceptual and cognitive development without considering how it is related to children's actions in the world (Campos et al., 2000; Eppler, 1995; Iverson, 2010; Needham & Libertus, 2011; Rakison & Woodward, 2008).

However, the performance of infants at risk for developmental delay is often overlooked as a variable of interest. Thus, a review of the existing literature on exploratory actions in infants at risk for developmental delay is important to summarize our knowledge about atypical performance. This review aims to provide an overview on research examining exploratory actions in infants with atypical development and/or at risk for developmental delay.

Investigating the role of developmental risk factors on exploratory actions aligns with current theoretical concepts in the field of infant development, by searching for explanations to how the integrity of the multiple organismic subsystems is related to the development of perception of affordances. We believe that providing such information is helpful for therapists to be familiar with factors leading to specific dysfunctions.

2. Methods

Scientific papers were obtained from an extensive search on electronic databases. The search was carried out on January 2012 and included Medline (1966–1996 and 1997–2012) and Science Direct (all years) databases. The terms used as keywords were either “exploration” or “exploratory”, in combination with “infants”. Any additional studies found in the reference lists of these papers were obtained and reviewed for inclusion.

The titles and abstracts of all the articles identified by the search were assessed for the following inclusion criteria: studies using experimental and/or observational design to assess exploratory behavior over objects in infants up to 12 months, who were exposed to risk for developmental delays. In the studies that also included infants older than 12 months, the extended age-range was considered in the analysis. When the abstracts did not provide sufficient information regarding the criteria, full-text evaluation was carried out.

The outcomes extracted from the papers were: (1) which risk condition was addressed; (2) age of the participants; (3) study design; (4) characteristics of the stimuli; (5) test conditions; (6) variables used to measure the exploratory behavior; and (7) infants' performance when exploring the objects.

3. Results and discussion

Out of 126 potentially relevant papers retrieved from the databases, 17 met the inclusion criteria. The reasons for exclusions were: assessment of typically developing infants only ($n = 39$), study did not focus on object exploration ($n = 68$), animal study ($n = 1$), and participants older than 12 months of age ($n = 1$).

Table 1
Risk conditions addressed by the papers included in the review.

Study	Risk condition
[1] Galardi (1971); [2] Van den Boom (1994); [3,4] Abuto et al. (2009, 2010)	Low socioeconomic level
[5] Sigman (1976); [6] Kopp and Vaughn (1982); [7] Ruff et al. (1984); [8] Landry and Chapieski (1989); [9] Landry et al. (1993); [10] Pridham et al. (2000); [11] Földes et al. (2002)	Prematurity
[12] MacIsaac et al. (1985); [6] Landry and Chapieski (1989); [13] Bradley-Johnson, Fiedrich, & Wymolowski, 1981	Down syndrome
[14] Ozonoff et al. (2008)	Autism
[15] Schuette et al. (1992)	Time spent in daycare
[16] Schillingebrecht et al. (1997); [17] Seitzman and Schillingebrecht (2000)	Blindness
[18] Gowen et al. (1983)	Various disorders
[1] Galardi (1971) (institutionalization); [2] Van den Boom (1994) (eritable temperament); [3,4] Abuto et al. (2009, 2010) (nutritional deficiency); [6] Kopp and Vaughn (1982) (LBW, GA, LSL); [8] Landry et al. (1993) (LBW, IVH); [10] Pridham et al. (2000) (LBW, lung disease)	Associated conditions

LBW, low birth weight; IVH, intraventricular hemorrhage; GA, gestational age; LSL, low socioeconomic level.

One additional study listed in the references of a previously identified paper met the inclusion criteria and was included. Therefore, this review will address the results from 18 papers.

3.1. A closer view on methodological issues

The first noticeable issue raised by this review concerns the year of publication of the papers, as shown in Table 1. Six out of 18 papers were published in the 2000s. This finding is illustrative of the interest by many researchers in the 70s and 80s in understanding the origins of cognition, in part due to the influence of Piaget's ideas by this time. On the other hand, a lack of studies taking into account recent theoretical ideas such as the complex interaction of organismic subsystems to produce behavioral changes, and the consequences of developmental disorders to learning environmental affordances was therefore evident. In this sense, the understanding of atypical development of exploratory actions lags behind research on typical development.

Regarding which risk conditions have been investigated, the survey shows that both environmental ($n=6$) and biological ($n=13$) risk factors have been addressed by research on infants' exploratory actions. Among the biological factors, prematurity has been the most frequently studied ($n=7$). This may be in part due to the year of publication of the papers: by the 70s, the advances in neonatal medicine have increased the population of preterm infants (Howard, Parmelee, Kopp, & Littman, 1976), thus creating the need for further investigating the effects of prematurity. Although genetic syndromes and congenital malformations may be important risk factors, relatively few studies ($n=4$) have addressed them. The influence of each risk factor on exploratory behavior will be discussed in Section 3.2.

Most papers have investigated the development of exploratory actions in infants older than 6 months, with few exceptions (Abuto, Ramirez-Zea, Neufeld, & Flores-Ayala, 2009; Feldman, Weller, Sirota, & Edelman, 2002; Van den Boom, 1994), as shown in Fig. 1. In the same figure, it is evident that only 5 studies assessed infants' performance over age, and none of them investigated changes occurring in infants younger than 6 months. Sigman (1976) argued that assessing exploratory behavior is particularly appropriate during the second half year, because at this stage manual exploration becomes prominent over visual exploration. The improved attentional control, which refines the information acquisition and exploratory manipulation has also been cited (Kopp & Vaughn, 1982; Landry & Chapieski, 1989) and may explain the preference for assessing infants by the end of their first year of life.

Although we acknowledge the link between the emergence of new perceptual-motor skills, such as locomotion, and the expansion of the repertoire of exploratory skills (Campos et al., 2000; Ruff, McCarton, Kurtzberg, & Vaughan, 1984), this does not mean that young infants' limited motor skills prevent them from performing exploratory actions, as evidenced by findings of early perceptual competences (Molina & Jouné, 1998; Morange-Majoux et al., 1997; Rochat, 1987). Moreover, during the first half year of life, the emergence of primary exploratory behaviors such as mouthing and examining objects are important pre-requisites to later competences (Lobo & Galloway, 2008). For example, in typical infants mouthing has been linked to the emergence of vocalization (Iverson, 2010), and specialized object exploration has been linked to improved knowledge of objects (Soska, Adolph, & Johnson, 2010). Therefore, we believe that understanding how infants younger than 6 months perform exploratory actions, and how their skills change with age and experience, would be helpful to predict and prevent later disorders.

With regard to methodological issues, the predominant stimuli used to elicit exploratory behaviors were age-appropriate toys such as dolls, blocks, rattles and cars (studies numbered in Table 1 as: 1–5, 7–15 and 18).¹ By using such stimuli, researchers expect infants to display their most sophisticated exploratory behaviors, such as relational and symbolic play (Belsky & Most, 1981). These behaviors are central to cognitive and functional development.

¹ Detailed information on the methods used in each study can be obtained by e-mailing the first author.

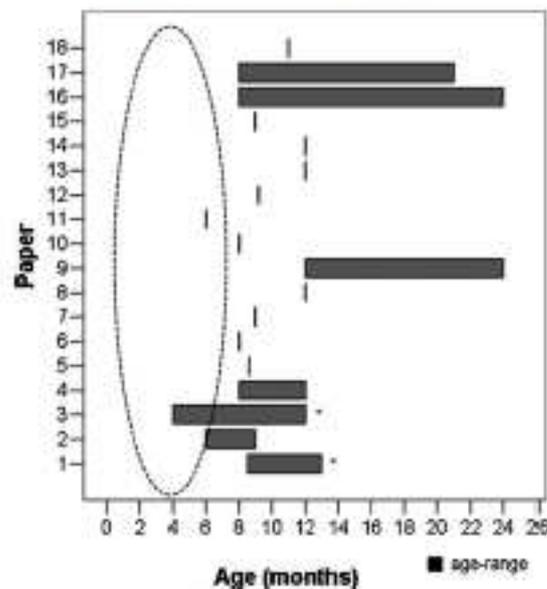


Fig. 1. Age-range of the infants assessed in each study. *Participants were assessed at different ages, but this factor was not directly tested; dotted line: studies assessing infants up to 6 months.

However, this review also reveals a lack of studies investigating the emergence of exploratory procedures directed to physical attributes of stimuli. Two out of the 18 studies investigated infants' behaviors toward the exploration of texture property on a gradient texture mat (Schellingerhout, Smitsman, & Van Galen, 1997; Smitsman & Schellingerhout, 2000), but none of the studies systematically manipulated objects' physical properties. Because the discovery of object properties is a fundamental part of perceptual-motor development, we believe that investigating such aspects would add to the understanding of how perceptual-motor disorders arise.

Paradigms for analysis of exploratory behavior included: (1) free-play, used in 7 studies (studies numbered in Table 1 as: 1–4, 8, 9, 15 and 18). Under this paradigm, the infant is allowed to freely interact with the stimulus, then duration and frequency of exploratory actions are analyzed; (2) preference for novelty, in which after having the infant familiar with a certain stimulus, a new stimulus is introduced for analysis of preference-familiar vs. novel. This paradigm was used in two experiments (Bradley-Johnson et al., 1981; Sigman, 1976); and (3) sustained attention/exploration: the duration of engagement with the object was recorded. Three studies used this paradigm to assess preterm infants (Feldman et al., 2002; Kopp & Vaughn, 1982; Pridham, Becker, & Brown, 2000).

The exploratory behavior was measured in different ways across the studies. Studies 3, 4, 5, 10 and 11 (refer to Table 1) coded the duration of behaviors; studies 1, 7, 8, 9, 12 and 15 coded the frequency of behaviors; studies 2, 6, 14, 16 and 17 coded both the duration and frequency. According to Kopp and Vaughn (1982), the time spent involved with an object may reveal important cognitive processes and individual differences in exploratory behavior. Analyzing the frequency and variety of behaviors seems to be equally significant, as evidenced by the interesting relationships found between quantity and quality of exploratory behaviors (Schuetze, Lewis, & DiMartino, 1999). This survey suggests that both duration and frequency of behaviors are sensitive to discriminate between typical and atypical performance.

In ten out of 18 studies included in the review, the stimulus was introduced by the infant's mother (studies numbered in Table 1 as: 2–4, 6–11 and 18). In some cases, this method was apparently used to have the infant familiar with the test condition (Aburto et al., 2009; Aburto, Ramirez-Zea, Neufeld, & Flores-Ayala, 2010; Kopp & Vaughn, 1982; Ruff et al., 1984; Van den Boom, 1984). In other cases, the primary aim was to investigate whether maternal behavior (e.g., guiding or sustaining the infant's attention, handling the toy or controlling the interaction) would influence exploratory actions. This approach is supported by evidence that mothers' presence and involvement increase the complexity and duration of exploratory behaviors (Slade, 1987; Sorce & Emde, 1981).

Exploratory behavior coding was made in two different ways across the papers. In some cases, it was performed using a general classification of the modality used by the infant (e.g., looking vs. manipulating) (Aburto et al., 2009, 2010; Feldman et al., 2002; Landry & Chapieski, 1989). This approach was sufficient to meet the purposes of each study. In the remaining studies, the specific strategy used by the infants was described. Because infants' exploratory actions have a discriminant nature (Palmer, 1989), we argue that detailed descriptions of specific strategies are fundamental to understand how infants

perform discriminant actions toward objects. In the case of infants at risk, we believe that this method may potentially reveal subtle differences in comparison to typical performance, thus helping to identify factors leading to dysfunctions.

The methodological topics raised by the survey provided some information on how the performance of infants at risk has been assessed by new and old research. More importantly, the survey pointed to some issues that should be considered in future research. In the next section, we summarize the main findings showing how the risk conditions may interfere with the development of exploratory actions.

3.2. How infants at risk perform exploratory actions?

The consequences of environmental risk factors over exploratory behavior were controversial. Collard (1971) found that 8–13 month-old infants who were reared in an institution performed less exploratory behaviors than infants reared in their homes. A hypothetical explanation was that institutional infants spend most of the time in their cribs, thus having fewer opportunities to explore and play with various toys. Schuetze et al. (1999) found a different result: the time spent in the day care was predictive of increased exploratory behaviors and more efficient problem-solving behaviors in 9 month-old infants. Such a disparity may be explained by the quality of the care provided, because the day-care infants in the latter study were enrolled in what was classified as a high-quality environment. The studies therefore suggest that environmental factors such as the place where the infants spend most of their time may be either favorable or unfavorable to the development of exploratory skills, depending on the quality of stimulation provided.

In infants at risk for micronutrient deficiency, improving their nutritional status resulted in more exploratory behaviors. The level of physical activity, rated from “sedentary” to “vigorous movements”, was also related to object exploration (Aburto et al., 2009). In this population, nutritional supplementation led to more sophisticated exploratory behaviors when compared with infants without supplementation (Aburto et al., 2010). These findings are suggestive that the availability of nutritional resources may be an important issue to consider when assessing infants’ exploratory behaviors.

Regarding socioeconomic status, infants from low- and middle-class homes were not different when considering the number of exploratory behaviors (Collard, 1971). However, behaviors involving fine motor skills and social interactions were more frequent in the middle-class group, which was explained by enhanced environmental opportunities to play and explore objects in this group.

Infants from disadvantaged families were also assessed by Van den Boom (1994). Although their performance was not directly compared to infants from other socioeconomic strata, the findings indicated high incidence of irritable temperament in socially disadvantaged infants. This characteristic, allied to a poor infant-mother attachment, was linked to behavioral disorders and delayed exploration of objects. The study focused on providing behavioral intervention aimed at improving the attachment. As a result, the exploratory behavior performed by infants under intervention became more sophisticated, with predominance of task-related behaviors over simply mouthing objects, in comparison with infants without intervention. This finding reinforces the role of attachment in the organization of infant behavior, as previous studies with typical infants have suggested (Slade, 1987).

Biological factors such as developmental delay, cerebral palsy and Down syndrome, in general, seem to reduce the duration of involvement with objects. No interaction with toys is also more frequent than in typical infants (Gowen, Goldman, Johnson-Martin, & Hussey, 1989). However, the types of behaviors seem to be similar to infants without disabilities. Factors such as hospitalization, therapies, and other special needs for health care are cited as restraining mother-infant interactions, thus possibly leading to less exploratory behaviors.

When assessing each biological condition in isolation, the studies identified heterogeneous effects over exploratory behaviors.

In a prospective study of infants at risk for autism (participants had an autistic sibling) the infants who were later diagnosed as having autism or other disorder with autistic spectrum performed at least one exploratory behavior described as atypical at the age of 12 months (Ozonoff et al., 2008). The most frequent behavior was “atypical visual exploration”, which consists of prolonged inspection of the object by using peripheral vision. A possible explanation is that autistic infants are less motivated to interact with people, and this would be the reason why these infants seek stimulation from objects. Infants from the same sample who were later diagnosed as having other disorder than autism (e.g., motor delay) were also more likely to perform atypical behaviors such as rolling the objects, when compared to infants with typical development. These results are suggestive that early assessment of atypical object exploration may predict later disorders.

Changes in the exploratory procedures performed over a texture gradient suggest that in infants with congenital blindness the developmental course of exploration is similar to typical development (Schellingerhout et al., 1997; Smitsman & Schellingerhout, 2000). By 8 months of age the infants were not able to perform differential exploratory procedures to perceive gradual texture change. With age, unspecific behaviors such as hitting and mouthing were gradually replaced by behaviors such as rubbing and fingering, viewed as highly specific to discover texture. These specialized behaviors became predominant by the age of 21 months. Because blind infants are required to master manual exploration as a compensation for their visual loss, the authors suggest that providing them with intense sensory stimulation is of major therapeutic interest.

Prematurity, which was the risk condition most frequently investigated, seems to have heterogeneous consequences on exploratory behaviors. Factors such as gender, birth weight, and interaction with the caregiver were not correlated with exploration in preterm infants with history of lung disease (Pridham et al., 2000). However, in preterm infants who either

were born with low birth weight or suffered intra-ventricular hemorrhage, the more severe the condition, the less exploratory behaviors were performed by the infants. The high risk infants were also less responsive to maternal stimulation (Landry, Garner, Denson, Swank, & Baldwin, 1993).

When assessed by using the paradigm of preference for novelty, preterm infants explored familiar objects longer than term infants (Sigman, 1976). Once again, expressive differences were found when they were compared for the severity of the condition: high-risk infants showed less preference for the novel object, and longer exploration of the familiar object. Such a performance was classified as immature, because the preference for novelty arises after habituation to the previous stimulus, i.e., when it is memorized and become familiar. Deficits in attention, information processing, and short-term memory possibly explain this altered performance.

Prematurity-related factors, such as the lack of early contact with the mother, may influence the organization of exploratory behavior as well. At the age of 6 months, infants who did not experience early contact with their mothers showed reduced duration of object exploration and of infant-mother shared attention in comparison with infants who experienced the kangaroo care (Feldman et al., 2002). Self-regulatory behaviors such as sleep-wake cyclicity at term age, and arousal modulation were also more mature in the intervention group.

Two studies were found that investigated the influence of early exploratory behavior on later cognitive outcome.

Ruff et al. (1984) found correlations between the sophistication of exploratory behavior at the age of 7 months and cognitive performance at the age of 24 months. At 7 months of age, minor differences between term infants and low-risk preterm infants were found. However, reduced frequencies of behaviors such as manipulating, fingering, rotating and transferring objects were observed in the high risk infants when compared to low risk infants. Likewise, Kopp and Vaughn (1982) showed that the duration of exploratory behavior in preterm infants by 8 months of age was predictive of later cognitive performance at the age of 24 months. Factors such as birth weight, gestational age, and socioeconomic status seem to influence later performance as well.

The positive correlations between early performance in exploration and later cognitive outcome confirm the relevance of early assessments and interventions directed to infants exposed to risk conditions. Identifying individual deficits and providing infants with appropriate experiences may minimize later effects.

Exploration and maternal behaviors were assessed in high risk preterm infants in comparison with infants with Down syndrome (DS) at the age of 12 months (Landry & Chapieski, 1989). In comparison with the preterm group, infants with DS were more likely to explore the stimuli by looking, instead of manipulating; their mothers were more likely to guide their attention by physically orienting the infants toward the objects, instead of giving the toy. The authors believe that the mothers of infants with DS adapt to their children reduced interest in physical involvement with objects. This result point to the need of orienting caregivers on how to stimulate infants to elicit the best response.

The organization of exploratory behavior in infants with DS at the age of 9 months was further investigated by MacTurk, Vietze, McCarthy, McQuiston, and Yarrow (1985). When compared to typical infants, no differences were found in the total amount of exploratory actions; the sophistication of the actions was different, though. Infants with DS persisted in looking at the object before and after exploring, while typical infants tended to perform more social behaviors before exploring, by interacting either with the mother or with the examiner. These findings are suggestive that infants with DS may need a long time to process visual information, while typical infants seem to have a greater ability to discern social clues and keep involved with objects.

The results from both studies suggest that differences in sensory processing, which have been previously reported in individuals with DS (Polastri & Barela, 2005; Ulrich, Ulrich, Angulo-Kinzler, & Chapman, 1997), may be important to the performance of exploratory actions in infants with the syndrome. Understanding how exploratory actions emerge and develop in this population would be extremely important to provide early interventions.

It seems that the origins of dysfunctions and their prognosis depend on the various factors involved in each risk condition. For example, in preterm infants attentional deficits and reduced contact with the mother seem to play an important role (Feldman et al., 2002; Landry et al., 1993). In infants with Down syndrome, the core issue seems to be sensory processing. Performance was shown to be at least in part subject to change with intervention in preterm, malnourished and irritable infants (Aburto et al., 2010; Feldman et al., 2002; Van den Boom, 1994). Therefore, planning therapeutic actions which promote early interaction with objects is central to the prevention or attenuation of later developmental deficits.

4. Conclusions

In conclusion, the studies illustrate multiple factors influencing infants' exploratory actions and thus the process of learning environmental affordances. The influence of emotional, psychosocial, nutritional and neuromotor factors supports the need for a multi-professional approach.

Taken together, the studies provide important information and point to further points of interest. It is reasonable to suggest that future research should take into account the complex nature of atypical development of exploratory actions, relative to the subsystems that may be impaired in each risk condition. This would contribute to understand why each risk condition has different consequences, and what is potentially changeable. This survey also indicated that few studies have investigated early performance in exploratory actions. Therefore, future research should address how

young infants exposed to risk conditions perform their first interactions with objects. The emergence of behaviors discriminating object properties is another issue that still needs to be better understood.

Acknowledgements

This study was supported by the Brazilian funding agencies: FAPESP (São Paulo State Foundation for Research Support – Brazil) under Grants 2009/08004-0 and CNPq (National Research Council).

References

- Alvaris, N. J., Ramirez-Zea, M., Neufeld, L. M., & Flores-Ayala, R. (2009). Some indicators of nutritional status are associated with activity and exploration in infants at risk for vitamin and mineral deficiencies. *Journal of Nutrition*, *139*, 1751–1757.
- Alvaris, N. J., Ramirez-Zea, M., Neufeld, L. M., & Flores-Ayala, R. (2010). The effect of nutritional supplementation on physical activity and exploratory behavior of Mexican infants aged 8–12 months. *European Journal of Clinical Nutrition*, *64*, 644–651.
- Adolph, K. E., Eppinger, M. A., & Gibson, E. J. (1993). Development of perception of affordances. In Rosen-Collins, C., & Lipsitt, L. T. (Eds.), *Advances in infancy research* (3, pp. 51–83). Norwood: Ablex.
- Adolph, K. E., Eppinger, M. A., Matin, L., Weiss, I. B., & Chaffin, M. W. (2000). Exploration in the service of perspective control. *Infant Behavior and Development*, *23*, 441–460.
- Baerentzen, T. M., Tsapras, E., & Noordman, A. (2008). Infant's visual anticipation of object structure in grasp planning. *Infant Behavior and Development*, *31*, 1–8.
- Belsky, J., & Most, R. K. (1981). From exploration to play: A cross-sectional study of infant free play behavior. *Developmental Psychology*, *17*, 600–620.
- Bradley-Johnson, S., Friedrich, D. D., & Wymerski, A. R. (1981). Exploratory behavior in Down's syndrome and normal infants. *Applied Research in Mental Retardation*, *2*, 213–221.
- Bushnell, E. W., & Soodras, J. P. (1993). Motor development and the mind: The potential role of motor abilities as a determinant of aspects of perceptual development. *Child Development*, *64*, 1005–1021.
- Campos, J. J., Anderson, D. I., Barbu-Roth, M. A., Hubbard, E. M., Hermstein, M. J., & Whitington, D. (2000). Travel leads to the mind. *Infancy*, *1*, 140–219.
- Collard, R. R. (1971). Exploratory and play behaviors of infants reared in an institution and lower- and middle-class homes. *Child Development*, *42*, 1003–1015.
- Eppinger, M. A. (1995). Development of manipulatory skills and the deployment of attention. *Infant Behavior and Development*, *18*, 301–320.
- Feldman, R., Weller, A., Senta, L., & Eidelman, A. I. (2002). Skin-to-skin contact (Kangaroo care) promotes self-regulation in premature infants: Sleep-wake cyclicity, arousal modulation, and sustained exploration. *Developmental Psychology*, *38*, 194–207.
- Gibson, E. J. (1988). Exploratory behavior in the development of perceiving, acting, and the acquiring of knowledge. *Annual Review of Psychology*, *39*, 1–41.
- Gibson, E. J., & Pick, A. P. (2000). An ecological approach to perceptual development. In E. Gibson & A. P. Pick (Eds.), *An ecological approach to perceptual learning and development* (pp. 14–25). New York: Oxford University Press.
- Gowen, J. W., Goldstein, R. D., Johnson-Martin, N., & Hasey, B. (1989). Object play and exploration of handicapped and nonhandicapped infants. *Journal of Applied Developmental Psychology*, *10*, 53–72.
- Howard, J., Parmelee, A. H., Hoop, C. B., & Littman, R. (1976). A neurologic comparison of pre-term and full-term infants at term conceptual age. *Journal of Pediatrics*, *88*, 995–1002.
- Jernett, J. M. (2010). Developing language in a developing body: The relationship between motor development and language development. *Journal of Child Language*, *37*, 229–261.
- Jirass, E., & Molina, M. (2005). Exploration of the newborn's manual activity: A window onto early cognitive processes. *Infant Behavior and Development*, *28*, 227–239.
- Klatzky, R. L., & Lederman, S. J. (1995). Identifying objects from a haptic glance. *Perception and Psychophysics*, *57*, 1111–1123.
- Kopp, C. B., & Vaughan, B. E. (1982). Sustained attention during exploratory manipulation as a predictor of cognitive competence in preterm infants. *Child Development*, *53*, 174–182.
- Landy, S. H., & Chagnon, M. L. (1989). Joint attention and infant toy exploration: Effects of Down syndrome and prematurity. *Child Development*, *60*, 103–118.
- Landy, S. H., Garner, P. W., Dennis, S., Swank, P. R., & Baldwin, C. (1993). Low birth weight (LBW) infants' exploratory behavior at 12 and 24 months: Effects of intrauterine position and mothers' attention directing behaviors. *Research in Developmental Disabilities*, *14*, 237–249.
- Lobo, M. A., & Galloway, J. C. (2000). Postural and object-oriented experiences advance early reaching, object exploration, and means-end behavior. *Child Development*, *71*, 1869–1880.
- MacLach, R. H., Vintar, P. M., McCarthy, M. E., McQuinn, S., & Varow, L. J. (1985). The organization of exploratory behavior in Down syndrome and nondelayed infants. *Child Development*, *56*, 573–581.
- Mullis, M., & Jones, E. (1988). Modulation of the palmar grasp behavior in neonates according to texture property. *Infant Behavior and Development*, *2*, 839–886.
- Morango-Mejias, F., Conger, P., & Block, H. (1997). Hand-tactile exploration of textures in infants from 4 to 6 months. *Early Development and Parenting*, *6*, 127–135.
- Noordman, A., & Liberman, R. (2011). Embodiment in early development. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, *2*(1), 117–123.
- Ozonoff, S., Mazar, S., Young, G. S., Goldring, S., Thompson, M., & Rogers, S. J. (2008). Atypical object exploration at 12 months of age is associated with autism in a prospective sample. *Autism*, *12*, 457–472.
- Palmer, C. E. (1989). The discriminating nature of infants' exploratory actions. *Developmental Psychology*, *25*, 885–893.
- Paget, J. (1952). *The origins of intelligence in the child*. New York: Norton.
- Poizot, P. F., & Barak, J. A. (2005). Perception-action coupling in infants with Down syndrome: Effects of experience and practice. *Adapted Physical Activity Quarterly*, *22*, 39–56.
- Priznan, K., Reeker, P., & Brown, R. (2000). Effects of infant and caregiving conditions on an infant's focused exploration of toys. *Journal of Advanced Nursing*, *31*, 1209–1213.
- Priznan, D. H., & Woodward, A. L. (2008). New perspectives on the effects of action on perceptual and cognitive development. *Developmental Psychology*, *44*, 1209–1213.
- Rochat, P. (1987). Mouthing and grasping in neonates – evidence for the early detection of what hard or soft substances afford for action. *Infant Behavior and Development*, *10*, 435–449.
- Ru, F. H. A., McCarty, C., Sattler, D., & Vaughan, H. G., Jr. (1984). Preterm infants' manipulative exploration of objects. *Child Development*, *55*, 1168–1173.
- Schellingerhout, R., Smitman, A. W., & Van Galen, G. P. (1997). Exploration of surface-textures in congenitally blind infants. *Child: Care, Health and Development*, *23*, 247–264.
- Schantz, P., Lewis, A., & O'Martin, D. (1999). Relationship between time spent in daycare and exploratory behaviors in 9-month-old infants. *Infant Behavior and Development*, *22*, 267–276.
- Shiffrin, M. (1981). The sequential method for the study of reaching behavior patterns. *Psychological Review*, *38*, 507–528.
- Sigman, M. (1976). Early development of preterm and full-term infants: Exploratory behavior in eight-month-olds. *Child Development*, *47*, 806–812.
- Siele, A. (1987). A longitudinal study of manual involvement and symbolic play during the toddler period. *Child Development*, *58*, 367–375.
- Smitman, A. W., & Schellingerhout, R. (2000). Exploratory behavior in blind infants: How to improve touch? *Infant Behavior and Development*, *23*, 465–511.
- Soria, J. F., & Emde, R. N. (1981). Mother's presence is not enough: Effect of emotional availability on infant exploration. *Developmental Psychology*, *17*, 737–745.

APÊNDICE 2

Title: Infants with Down syndrome and their interactions with objects: development of exploratory actions after reaching onset

Ana Carolina de Campos; Carolina Souza Neves da Costa; Geert J.P. Savelsbergh; Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha

HIGHLIGHTS

- Infants with Down syndrome reach for and explore objects less often than typical infants.
- After reaching onset infants with Down syndrome refine their reaching but not the amount of exploration.
- Typical and Down syndrome infants perceive the object affordances, but perceptual-motor skills shape the complexity and timing of behaviors.
- Reduced amounts of object of perceptual-motor experiences in infants' daily interactions may have developmental consequences.

ABSTRACT

During infant development, objects and their functions are learned by means of active exploration. Factors such the ability to reach, the object properties and the presence of developmental disorders are reportedly important to the performance of these actions. In this study, we investigated the development of exploratory actions over objects with different properties in typically-developing infants and infants with DS. 16 typically-developing (TD) infants and 9 infants with Down syndrome (DS) were assessed at the age of reaching onset and at the two subsequent months. The frequencies of reaches and exploration, and of pre-grasping, grasping and post-grasping behaviors were compared across groups, objects and reaching ages. The results showed that infants with DS reached for and explored objects less frequently than TD infants, especially the small objects. Infants from both groups changed the amount of reaches with the experience in the task, but only TD infants changed the amount of exploration in the same period. Pre-grasping actions were different across objects, but less efficient in generating action-relevant information in the DS group. These infants also performed fewer behaviors that required greater motor skill. The results show that both TD and DS infants are able to perceive the object affordances, but they act over them differently based on their perceptual-motor abilities. The reduced amount and complexity of exploratory actions is possibly a factor impacting their developmental outcome.

1. INTRODUCTION

During infant development, objects and their functions are learned by means of active exploration (Gibson, 1988). The repertoire of exploratory actions is remarkably increased after the emergency of reaching and grasping skills, by ages 4-5 months (Von Hofsten, 1991).

When planning a reach movement, skilled reachers use visual information about the object to anticipate the hand configuration and increase the chances of success. However, unskilled infants usually need to perform compensatory adjustments, such as changing the hand configuration after touching the object to gather additional tactile information that guides the grasp (Fagard & Jacquet, 1996; Newell, Scully, Tenenbaum, & Hardiman, 1989). These changes in hand configuration are probably mediated by exploration. However, the types of exploration performed in the pre-grasping phase and how these actions may discriminate object properties, are issues that still need to be understood.

Regarding post-grasping exploration, as soon as they learn to reach, typically-developing infants also begin to grasp (Sgandurra, et al., 2012) and mouth objects (Spencer, Vereijken, Diedrich, & Thelen, 2000). However, in their first attempts at exploring, unskilled infants are rarely able to hold the objects without dropping them. As infants acquire greater control of the arms, vigorous behaviors such as hitting and shaking objects emerge (Spencer, et al., 2000).

Around the age of six months, typically-developing infants perform various uni- and bimanual exploratory actions. Sophisticate strategies such as transferring and rotating the objects are present by that age (Eppler, 1995; Spencer, et al., 2000). Previous studies have shown discrimination of object properties by means of actions such as fingering surface textures in 4 month-old infants (Morange-Majoux, Coughnot, & Bloch, 1997), squeezing soft more than rigid objects in 5 month-old infants (Barrett, Traupman, & Needham, 2008), and transferring rigid more than soft objects in 6 month-old infants (Palmer, 1989).

Such cooperation between sensory and motor systems is possible under unimpaired conditions. As previously reported, in infants at risk for developmental delay the development of exploratory actions may be impaired at different degrees (de Campos, Savelsbergh, & Rocha, 2012). However, studies investigating exploratory actions in infants at risk have focused on the second half year of life, while the emergence and early development of these actions are poorly understood.

In a series of studies on the development of reaching in infants with Down syndrome (DS), we found that 4-6 months infants have difficulties to select the appropriate strategies to grasp small objects (de Campos, Francisco, Savelsbergh, & Rocha, 2011; de Campos, Rocha, & Savelsbergh, 2010). These findings motivated further investigation on the development of object exploration in this population, given that reaching and grasping skill are pre-requisites to the specialization of exploratory actions.

Information is available on the performance of exploratory actions in infants with DS by the end of the first year of life. In 8-12 month-old infants, the types of exploratory actions over objects are similar to typically-developing infants. However, infants with DS seem to have a decreased variability of actions and tend to spend more time in non-manipulative behaviors, such as looking at the objects (MacTurk, Vietze, McCarthy, McQuiston, & Yarrow, 1985).

These findings provide some insights onto the nature of the difficulties that infants with DS may have, but no studies were found that investigated the emergence of exploratory actions and that considered the remarkable changes in the motor skills that happen by the time of reaching onset. Therefore, in this study we will investigate the development of exploratory actions that are mediated by the emergence of reaching skill. This approach is consistent with findings that task experience and practice may be more relevant than age to explain infants'

performance (Adolph, Vereijken, & Shrout, 2003; Carvalho, Tudella, Caljouw, & Savelsbergh, 2008).

Reaching onset is a critical period for learning objects affordances, because infants want to discover their new possibilities of action (Lobo & Galloway, 2008). Such motivation not only favors the selection of appropriate manipulation strategies (Eppler, 1995; Hadders-Algra, 2000), but also richer interactions with objects and people (Lobo & Galloway, 2008). Therefore, understanding the origins of exploratory actions in infants with Down syndrome may contribute to understanding their difficulties and planning appropriate interventions.

Therefore, the aim of this study is to assess the development of exploratory actions over objects with different properties in typically-developing infants and infants with DS at the age of reaching onset and the two subsequent months.

Considering that reaching skill mediates the interactions with objects, we test the hypothesis that both typically-developing and DS infants will change their exploratory behaviors after reaching onset. However, infants with DS will perform less exploration because they may prefer to look at objects instead of manipulating (MacTurk, et al., 1985). Further, given that the object properties may either facilitate or constrain reaching and grasping (Rocha, de Campos, Silva, & Tudella, 2012), the amount of exploration will be different among objects in both groups. The types of exploration are expected to differ among objects in the typical infants, but infants with DS may not have discriminating responses because they are less responsive to sensory information (Polastri & Barela, 2005).

2. METHOD

2.1 Participants

A total of 25 infants were included in this study, 16 typically-developing (TD) infants (10 girls) and 9 infants with DS (5 girls) diagnosed with trissomy-21. The participants were included after the local Ethics Committee approved the protocol, and parents signed an informed consent.

All the infants were born at term age ($M=38,77 \pm 1,2$ weeks), with birth weight superior to 2.500g ($M=3,411; \pm 420$ g) e Apgar indexes between 7 and 10 in the first ($M= 8,5; \pm 0,78$) e fifth minutes ($M= 9,625; \pm 0,49$). All the infants with DS were enrolled in early intervention programs.

2.2 Materials and procedures

The infants' behavior was monthly recorded by the date of their birthday or within the interval of 7 days plus or minus. The first assessment was at the age of 4 months. However, some of the TD infants only started to reach at age 5 months ($n=6$) in the DS group, 4 started to reach at age 4 months, 3 at age 5 and 2 at age 6 months. Therefore, for the purpose of analysis the first assessment that the infants reached for the objects will be considered as the age of reaching onset (reaching age=1). The two subsequent months were referred to as reaching ages 2 and 3.

The infants were seated in a baby chair reclined 50° from the horizontal (Von Hofsten, 1991). Four attractive spherical objects of distinct physical properties were used as stimuli: two soft (anti-allergic wool pompoms) and two rigid (polystyrene balls), which were either large (12.5 cm in diameter) or small (5 cm in diameter). The objects were classified into four types: large soft (LS), small soft (SS), large rigid (LR) and small rigid (SR) (Rocha, et al., 2012; Rocha, Silva, & Tudella, 2006a).

The objects were presented in different predetermined sequences, at infant's midline, shoulders height, and arms length. After reaching for the object, the trial ended when the infant either a) touched the object, and then moved his/her arm away; or 2) grasped the object, then object was gently taken away by the examiner after the first exploratory action was performed by the infant. This procedure was repeated during one minute for each object (Rocha, et al., 2012; Rocha, et al., 2006a). The mean duration of each trial was 4 seconds.

Three cameras recorded the entire assessment. After the end of the experiment, one coder opened the videos in the software Dvideo 5.0 and watched them in reduced speed in order to code the infants' behaviors. To test the reliability of the coder, a subset of images was analyzed by another coder, and the inter-rater agreement was 85%.

The beginning of a reach was defined as the first frame when the infant's arm moved uninterruptedly towards the object. The end of a reach was defined as the first frame when the infant's hand touched the object. The Frequency of reaches was calculated as the number of reaching movements for each object in one minute (Carvalho, Tudella, & Savelsbergh, 2007).

Infants' behaviors were coded as:

Grasping behavior: No grasping: when the infant's hand moved away from the object after touching, even if pre-grasping exploratory actions were performed; Direct grasping: when the infant grasped the object right after touching, without prior exploratory movements; Grasping after exploring: when the infant performed any type of manual exploration before grasping (Barrett & Needham, 2008; Barrett, et al., 2008).

The exploratory behaviors considered for analysis were both the ones performed after touching but before grasping the object (pre-grasping behaviors) and the first action over the object after grasping it (post-grasping behaviors). The following behaviors were observed:

Pre-grasping behaviors: Hitting: when the infant rapidly moved his/her hands against the object surface (Palmer, 1989); Fingering: when the finger tips were runned over the object surface (Ruff, 1984); these behaviors could occur alone or in combination.

Post-grasping behaviors: Hitting/Banging: when the infant rapidly moved his/her hands against the object surface or used the object to hit the surface; Shaking: when the infant repeatedly moved the object from side to side or up and down (Palmer, 1989); Rotating: when the infant turned the object over its surface; Transferring: when the infant switched the object from one hand to the other; Fingering: when the fingertips were runned over the object surface (Ruff, 1984); Mouthing: when mouth, lips or tongue contacted the object (Ruff, 1984); Dropping: when the infant accidentally dropped the object (Soska, Adolph, & Johnson, 2010).

2.3 Data reduction

For the purposes of analyses, some post-grasping behaviors were collapsed into categories: hitting, banging and shaking were collapsed into Gross motor behaviors; transferring, rotating and fingering were collapsed into Fine motor behaviors. Mouthing and Dropping were analyzed without being collapsed.

The frequencies of the gross motor behaviors, fine motor behaviors and mouthing behavior were summed to generate the variable Frequency of post-grasping exploration.

2.4. Statistical Analysis

Two mixed models were designed to study infants' actions, one had the Frequency of reaches as response variable, and the other had the Frequency of post-grasp exploration as response variable. The predictive variables were group (TD, DS), reaching age (1,2,3), object (LS, SS, LR and SR) and gender. Infants' age was analyzed as a co-variable, and individual subjects were included as random effect. The interactions group x gender, group x reaching age, group x object and group x age were tested. When significant effects were found, the Tukey-Kramer test was used as a method for multiple comparisons.

The types of behaviors in each phase (pre-grasping: fingering, hitting, hitting and fingering; grasping: direct, after exploring, failure; post-grasping: mouthing, gross motor, fine motor and dropping) were compared between groups using the Mann-Whitney test for each reaching age. The median values (M) will be used to show the results for each group. The behaviors in each phase were also compared within groups by using the Wilcoxon test, without considering reaching age.

For all the analyses a significance level of 0.05 was used.

3. RESULTS

3.1. Frequency of reaches

Significant effects were found for gender ($F_{1,257}=4.95$; $p=0.027$), group ($F_{1,257}=13.34$; $p=0.0003$), object ($F_{1,257}=7.42$; $p<0.0001$) and reaching age ($F_{1,257}=29.73$; $p<0.0001$). Age was not a significant factor. The only significant interaction was group x object.

The male infants performed more reaches per minute than the female infants (male: estimated means= 4.9 reaches; female: estimated means=4 reaches). The TD infants performed more reaches than DS infants (TD: estimated means= 5.19 reaches; DS: estimated means=3.71 reaches). Independently of group and reaching age, the frequency of reaches for object LR was higher SR ($p=0.002$) and SS ($p=0.01$), and also larger for LS than for SR ($p=0.003$) and SS ($p=0.012$). At reaching age 1, the frequency of reaches was smaller than at reaching ages 2 ($p<0.0001$) and 3 ($p<0.0001$). The estimated means for each reaching age are shown in Figure 1A.

The interaction group x object showed that, in comparison with TD infants, the infants with DS performed less reaches for the SS object ($p=0.0006$). The DS infants reached for the LG more than for the SR ($p=0.004$) and SS objects ($p=0.007$), and more for the LS object than for the SS ($p=0.02$). TD infants reached for all the objects with similar frequency (Figure 1B).

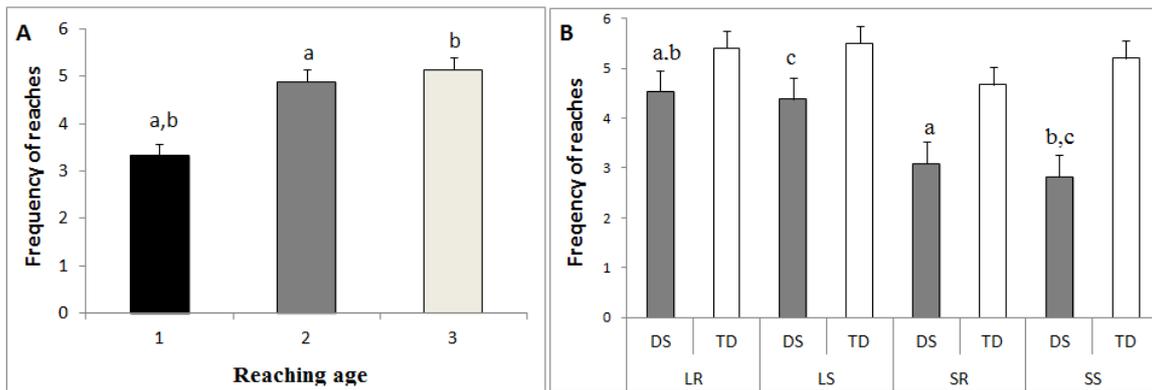


Figure 1: Estimated means for the Frequency of reaches. A: At each reaching age, independently of group and object; B: for typically-developing infants (TD) and infants with Down syndrome (DS) for each object. Similar letters indicate significant difference in the multiple comparisons. Bars are standard error.

3.2 Pre-grasping exploratory behaviors

The percentages of the pre-grasping exploratory behaviors performed by the infants for each object are shown in Table 1. The within-group analyses revealed that the hitting behavior was more frequently performed for the LR object than for the LS in infants with DS ($p=0.002$). In the TD group, this behavior was more frequent for LR than for LS ($p=0.014$), SR ($p=0.029$) and SS ($p=0.031$). In the DS group, the fingering behavior was more frequent for LS than for SR ($p=0.001$) and SS ($p=0.001$), and more frequent for LR than for SS ($p=0.011$). This behavior was not different across objects in the TD group.

Hitting and fingering in combination were more frequent in both groups when exploring the LR object than the LS (DS: $p=0.026$; TD: $p=0.005$) and SR (DS: $p=0.005$; TD: $p=0.043$). In the DS group, these behaviors were also more frequent for LS than for SR ($p=0.038$), while in the TD group were more frequent for SS than for LS ($p=0.048$).

The comparison between groups showed that at reaching age 1, infants with DS performed less fingering than TD infants for all the objects: (RG: $M_{DS}=0$; $M_{TD}=2$; $p=0.026$; LS: $M_{DS}=1$; $M_{TD}=3$; $p=0.046$; SR: $M_{DS}=0$; $M_{TD}=2$; $p=0.028$; SS: $M_{DS}=0$; $M_{TD}=2.5$; $p=0.007$). No differences were found at the other reaching ages for this behavior. The combination of hitting and fingering was more frequently performed by DS infants at reaching age 3 compared to TD infants when analyzed the LS object ($M_{DS}=1$; $M_{TD}=0$; $p=0.044$).

3.3 Grasping behavior

In the within-group comparison, infants with DS performed more grasps after exploring when grasping the LS object than the the SR ($p=0.016$), SS ($p=0.044$) and LR objects ($p=0.005$). TD infants performed more grasps after exploring towards the SS in comparison with LR ($p=0.032$). As shown in Table 1, direct grasping was more frequent for LS than for LR

in both groups (DS: $p=0.010$; TD: $p=0.007$). Additionally, the TD group also performed more direct grasps for LS than for SR ($p=0.013$) and more direct grasps for SS than for SR ($p=0.013$).

Table 1: Mean percentages of the categories of behaviors in relation to the total number of reaches performed for each object.

		LR	LS	SR	SS
Pre-grasping exploratory behaviors					
Hitting	TD	16.32	8.29	11.43	7.71
	DS	26.44	12.06	23.74	24.01
Fingering	TD	41.83	47.15	49.65	45.92
	DS	31.73	43.96	23.69	26.71
Hitting and fingering	TD	20.94	6.57	9.74	13.34
	DS	30.5	23.86	15.47	22.8
Grasping behavior					
After exploring	TD	23.71	38.87	36.96	42.11
	DS	14.78	40.94	20.73	30.7
Direct	TD	13	33.74	20.68	27.86
	DS	0.62	14.7	6.52	5.19
Failure	TD	55.8	24.89	34.86	30.03
	DS	81.3	40.66	54.23	49.3
Post-grasping exploratory behaviors					
Mouthing	TD	32.58	32.65	39.68	49.26
	DS	11.11	33.11	12.47	34.57
Gross Motor	TD	5.42	17.46	2.44	6.26
	DS	0	11.27	5.8	0.93
Fine Motor	TD	12.82	24.36	17.37	19.28
	DS	5.56	11.73	2.47	3.4
Dropping	TD	6.71	5.46	11.34	2.86
	DS	23.15	3.21	21.11	9.26

Legend: TD: Typically-developing infants; DS: Infants with Down syndrome; Objects: LR: Large rigid; LS: Large soft; SR: Small rigid; SS: Small soft.

Infants from both groups failed to grasp the LR object more than the LS (DS: $p=0.004$; TD: $p=0.002$), SR (DS: $z p < 0.0001$; TD: $p < 0.0001$) and SS (DS: $p < 0.0001$; TD: $p < 0.0001$).

The comparison between groups showed that grasping after exploring was more frequent in the TD group than for DS infants at reaching age 2 in the reaches for the SR object ($M_{DS}=1.5$; $M_{TD}=3$; $p=0.027$). The TD infants also performed more direct grasps than DS infants for the SS object at reaching age 1 ($M_{DS}=0$; $M_{TD}=1$ $p=0.035$), and at reaching age 2 for the LS ($M_{DS}=0$; $M_{TD}=2$; $p=0.033$), LR ($M_{DS}=0$; $M_{TD}=1$; $p=0.015$) and SS ($M_{DS}=0$; $M_{TD}=2$; $p=0.005$) objects. Failure in grasping was more frequent in the DS group at reaching age 2, for the SS object ($M_{DS}=2.5$; $M_{TD}=0$; $p=0.013$).

3.4 Frequency of post-grasping exploration

The significant predictors for this variable were group ($F_{1,258}=60.10$; $p < 0.0001$), object ($F_{1,258}=14.99$; $p < 0.0001$), reaching age ($F_{1,258}=10.64$; $p < 0.0001$), age ($F_{1,258}=3.04$ $p=0.0497$) and the interaction group x reaching age ($F_{1,258}=3.90$; $p=0.0492$).

The frequency of post-grasping exploration was significantly lower in the DS group compared to the TD group (DS: LS means=0.41; TD: LS means=1.14 exploratory behaviors). It was also lower at reaching age 1 compared to 2 ($p<0.0001$) and 3 ($p=0.014$). Regarding the objects, the soft object were more frequently explored than the rigid objects. The frequency of exploration of the LS object was higher than of the LR ($p<0.0001$) and SR ($p=0.0001$). The SS object was also more frequently explored than LR ($p<0.0001$) and SR ($p=0.0146$), independently of group (Figure 2A).

The interaction group x reaching age shows that, among the TD infants, there was significant change from reaching age 1 to 2 ($p<0.0001$) and 3 ($p=0.03$), while the DS infants did not changed significantly the amount of exploration from one month to the other (Figure 2B).

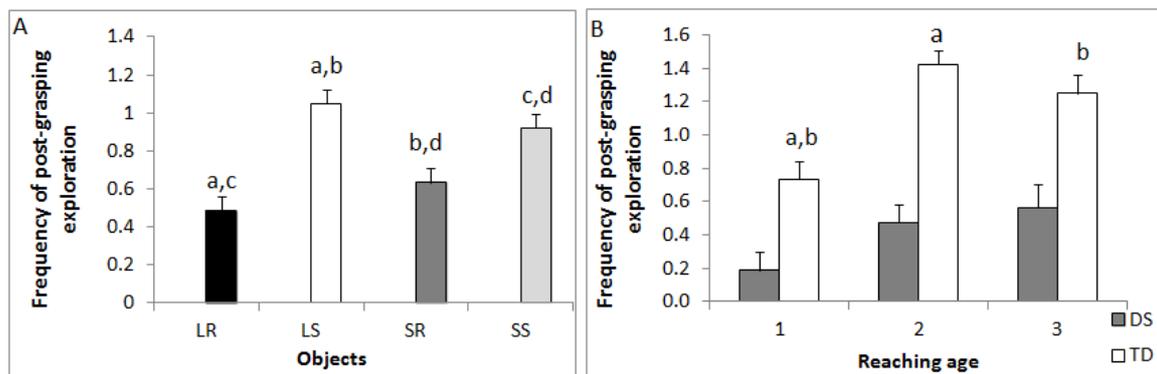


Figure 2. Estimated means for the Frequency of post-grasping exploration. A: For each object, independent of group and reaching age; B: In the typically-developing infants (TD) and Down syndrome (DS) groups at each reaching age. Similar letters indicate significant difference in the multiple comparisons. Bars are standard error.

3.5 Post grasping exploratory behaviors

The within-group analyses showed that DS infants performed more mouthing behavior when exploring the LS than when exploring the SR object ($p=0.038$). In the TD group, this behavior was more frequent when exploring the SS than the LS ($p=0.035$) and SR ($p=0.038$) objects (Table 1).

The comparison between groups showed that for the mouthing behavior the groups were only different at reaching ages 1 and 2. At reaching age 1, TD infants performed this behavior more frequently than the DS group for the SS object ($M_{DS}=0$; $M_{TD}=1$; $p=0.04$). The same trend is seen for the LS object, but the significance was borderline ($p=0.055$). At reaching age 2, TD infants mouthed the LR ($M_{DS}=0$; $M_{TD}=1$; $p=0.016$), SR ($M_{DS}=0$; $M_{TD}=2$; $p=0.015$) and SS ($M_{DS}=1$; $M_{TD}=4$; $p=0.004$) objects more than the DS group.

For the gross motor behaviors, the within groups analysis showed that the infants with DS, independently of reaching age, performed more gross motor exploration for the LS object compared to LR ($p=0.039$) and SS ($p=0.039$). Among TD infants, these behaviors were more frequent for LS than for LR ($p=0.002$), SR ($p<0.0001$) and SS ($p=0.004$), and more frequent for SS than for SR ($p=0.046$) (Table 1).

The only difference between groups was seen at reaching age 2, when TD infants performed more gross motor behaviors than DS infants when exploring the LS object ($M_{DS}=0$; $M_{TD}=0.5$; $p=0.025$). These behaviors were not predominant in the repertoire of infants from both groups.

Regarding the fine motor behaviors, the within group analysis showed that TD infants performed more fine motor exploration for LS than for LR ($p=0.001$), and also more frequently for SS than for LR ($p=0.013$). Infants with DS did not perform this behavior differentially across objects (Table 1).

No differences between groups were found at reaching age 1 for the fine motor behaviors. These behaviors were not frequent in the groups and levels tested for any of the objects. At reaching age 2, TD infants performed more fine motor exploration for SS than the DS infants ($M_{DS}=0$; $M_{TD}=1$; $p=0.041$). At reaching age 3, significant differences between groups were found for the LS ($M_{DS}=0$; $M_{TD}=2$; $p=0.008$), SR ($M_{DS}=0$; $M_{TD}=1$; $p=0.045$) and SS ($M_{DS}=0$; $M_{TD}=1.5$; $p=0.016$) objects. In all the cases the TD infants performed the behaviors more frequently than the infants with DS.

The behavior of dropping the object was not different between groups at any of the levels analyzed. In the within-group analysis, it was observed that both groups tended to drop the SR object more than the others. In the TD group this object was dropped more than the SS ($p=0.022$) and in the DS group, it was dropped more than LS ($p=0.05$).

4. DISCUSSION

This study investigated the development of exploratory actions over objects in typically-developing infants and infants with DS from the age of reaching onset through the two subsequent months.

The results showed that in both groups the frequency of reaches increased with the spontaneous practice in the task, but only the typical infants increased the frequency of post-grasping exploration with the increased ability to reach. The types of behaviors performed in the pre-grasping, grasping and post-grasping phases were influenced by the ability to reach and by the object properties.

4.1 Frequency of reaches

Confirming our previous hypothesis, the amount of reaches increased from the age of reaching onset to the next month for both groups, and became stable from the second to the third month. The time after reaching onset was relevant for these changes, but age was not. Previous studies have shown that infants at the same chronological age may have different reaching skills (Carvalho, et al., 2008), and that the ability to manipulate and explore objects result in better perception of their properties, independently of age (Eppler, 1995; Lobo & Galloway, *in press*; Soska, et al., 2010). This study adds information showing that changes in the ability to reach results primarily from the spontaneous practice in the task, independently of the age of emergence of that ability.

Similar results were shown by Adolph et al. (2003) on the refinement of walking: the experience in the task is more relevant to the skill than age, and changes result from millions of

repetitions of the task leading to increased muscle strength and selection of appropriate movement strategies. The results from the current study suggest that the same processes may result in refining the ability to reach. Indeed, an increased reaching frequency results from better accuracy of the movements (Carvalho, et al., 2008), and dependent on factors such as the selection of muscular groups that are adapted to perform refined reaches (Bakker, de Graaf-Peters, van Eykern, Otten, & Hadders-Algra, 2010). Our findings point to the primordial role of the spontaneous practice in the task for increasing the number of successful interactions with objects for infants with typical and atypical development.

The infants with DS showed a developmental trend that was similar to TD infants, increasing the frequency of reaches in the first month after reaching onset. This finding suggests that these infants practice the task reaching for objects in their daily interactions and are able to learn from them in the same time interval that TD infants. However, the number of reaches performed by the DS infants was inferior to that of TD infants. As evident in the video recordings from the assessments, the DS infants failed to touch object in several trials, but they actually made attempts at reaching during the failure trials. In contrast with assumptions from previous studies (MacTurk, et al., 1985), they seem to be motivated to move, but are probably constrained by difficulties to accurately direct the limb towards the target or to decelerate the reach, as shown in previous studies with this population (de Campos, et al., 2011).

This idea is supported by the findings regarding the object properties. The small objects, that represent a greater accuracy demand (Jeannerod, 1984; Pryde, Roy, & Campbell, 1998) were the most difficult for infants with DS to reach for, while TD infants managed to reach for all the objects successfully. Although infants with DS attempted to touch the target, meeting such task demands may be difficult considering their characteristics such as hypotonia and impaired sensorimotor integration (Polastri & Barela, 2005).

The finding that male infants performed more reaches than female infants is consistent with data from Bourgeois et al. (2005), who reported that the hitting behavior is more frequent in boys than in girls. This finding apparently results from activity levels, given that male infants present more intense spontaneous activity, possibly as a result of genetic factors, motor cortex activation, maturation of corticospinal pathways and hormonal levels (Almli, Ball, & Wheeler, 2001).

4.2 Pre-grasping exploratory behaviors and grasping behaviors.

In both groups, several of the reaching trials only resulted in grasping after exploratory actions were performed. This finding is consistent with previous studies, showing in their first reaches infants need additional tactile information after touching the objects to guide the necessary adjustments (Berthenthal, 1996; Rocha, Silva, & Tudella, 2006b).

The LR object elicited the hitting behavior and the combination of hitting and fingering in both groups. This action may be seen as appropriate to explore this object's properties, because hitting behavior has been linked to the exploration of sound-making objects (Bushnell & Boudreau, 1998; Gibson & Walker, 1984; Lockman, 2000). Considering that this object is difficult to grasp, the use of many pre-grasping exploratory actions for shows that the infants were able to perceive the possibility or the need to act over it.

The grasping behavior, when the reaching age was not considered, was only differentially used by DS infants over the LS object. This behavior has been described as

appropriate to explore soft objects, because their texture provide pleasant sensations when fingered (Palmer, 1989). However, considering that the same was not observed in TD infants, this may also indicate that the infants with DS need more information before actually being able to grasp the objects, while the TD apparently was able to perform anticipatory adjustments for this object, as we will discuss later.

The groups were different at reaching ages 1 and 3. At reaching age 1, DS infants fingered all the objects less than TD infants. Considering that unskilled reachers usually need additional tactile information (Fagard & Jacquet, 1996), we expected that both groups would extensively use pre-grasping behaviors at this age. Apparently, the TD infants at the age of reaching onset were able to perform behaviors that allowed active information gathering. Indeed, previous studies have shown that typical infants change the hand configuration from touch to grasp (Rocha, et al., 2006b). DS infants, on the other hand, are reported to maintain the same hand orientation after touching the object, which may interfere with grasp (dos Santos, de Campos, & Rocha, 2012). Lower sensitivity to tactile stimuli or difficulties to process sensory information (Brandt, 1996; Fidler, Hepburn, & Rogers, 2006), may have prevented the realization of adjustments in a developmental stage when these adjustments are relevant for success in the task. Motor features of DS infants such as reduced muscle strength and difficulties to perform midline behaviors against gravity (Tudella, Pereira, Basso, & Savelsbergh, 2011) may also have a negative impact.

At reaching age 3, the groups' situation is reversed: infants with DS performed more pre-grasping exploration than TD infants, and the combined behaviors of fingering and hitting were used more frequently by the former group. This result suggests a delay in the extensive use of strategies for acquiring action-relevant information, which was seen in TD infants by the age of reaching onset. The infants with DS seem to need additional information before grasping even two months after reaching onset, and the use of combined behaviors may be a strategy to maximize information gathering.

In summary, the analysis of pre-grasping behaviors shows that TD infants and infants with DS may perform discriminating behaviors towards the object properties, which demonstrates perception of affordances in this group, although with different responses in each group possibly due to their different perceptual and motor skills.

For the grasping behavior, the presence of direct grasping reveals ability to use visual information to anticipate the grasping strategy (Barrett, et al., 2008). In both groups, this behavior was more frequent for the LS object, which means that both groups could plan the movements, and also reflects the properties of this object, which is easily grasped by using several hand configurations (Rocha, et al., 2006b). The combined properties of size and rigidity were also relevant for the failure in grasping. In both groups, the LR was the most difficult to grasp, which shows that the strategies needed to grasp this object may not be easily available for infants at this stage.

TD infants were able to perform direct grasps since the age of reaching onset, and at this age such behavior was more frequent than in DS infants for the SS object. At reaching age 2, this skill became more consistent in the TD group, and the infants performed more direct grasps than did DS for LS, SS and LR. In the DS infants, it is possible that difficulties to process visual information or to plan the movement may interfere with grasp. Findings from Kearney and

Gentile (2002) may support this possibility, because DS children at age 3 years in their study presented difficulties to control the final stages of prehension, which is feedback-dependent.

In this study the only differences in the ability to grasp were seen at reaching age 2 for the SS object. The DS infants failed to grasp this object more than the TD infants did. Apparently, at reaching age 1, infants from both groups had difficulties to grasp. At reaching age 2, TD infants had few failures, which is consistent with the improvement in grasping skill observed soon after reaching onset (Sgandurra, et al., 2012; Wimmers, Savelsbergh, Beek, & Hopkins, 1998). This change may occur later in the DS group, which made the differences between groups become evident at reaching age 2. At reaching age 3, the DS infants seem to have similar ability compared to the TD group. These results suggest that after two months of spontaneous practice in reaching the DS infants reach a performance that is similar to TD in grasping objects. However, as we will discuss in section 4.3, the ability to explore the objects did not have a similar change.

The results show that the object properties impact the presence of pre-grasping exploratory behaviors in both groups, and that the LS object elicits more direct grasps. The characteristics of the LR object, on the other hand, result in more failure to grasp. TD infants perform direct grasp earlier, and become consistent in grasping all the objects one month after reaching onset, and DS infants, after two months.

4.3 Frequency of post-grasping exploration.

In keeping with the previous hypothesis, the amount of object exploration was lower in the DS group. The difference between groups was more evident than in the reaching frequency. One possible explanation for this discrepancy is the differential motor demand when comparing reaching and exploration skills. The criterion to define a reach is touching the object, which involves mainly the activation of proximal muscles (Berthier & Keen, 2006; Mathew & Cook, 1990). Manipulation and exploration, on the other hand, require attention, hand-eye coordination, interlimb coordination, and control of distal muscles (Eppler, 1995; Ruff, Saltarelli, Capozzoli, & Dubiner, 1992; Soska, et al., 2010).

In a previous study, we observed that 6 month-old infants with DS succeed in grasping objects in 50% of the attempts (de Campos, et al., 2011). However, the ability to explore the object after grasping was not investigated before. Multiple aspects of DS, such as reduced hand size, muscular hypotonia and cognitive deficits (Jover, Ayoun, Berton, & Carlier, 2010; Latash, 2007) are potentially negative factors affecting the performance of manual skills, and may have contributed to the reduced amount of exploration in this group.

The findings on the specific types of exploratory actions, which will be discussed in section 4.4, advocate for the idea that perceptual-motor factors are central for DS infants' performance in object exploration. Independently of the mechanisms involved, the results clearly indicate that, in comparison with TD infants, the infants with DS have fewer opportunities to learn about the objects in their daily interactions.

Regarding the changes in the frequency of exploration, in the TD group there was an increase in the exploratory actions from the age of reaching onset to the next month, and stability from reaching ages 2 to 3. This pattern of change is comparable with the observed for the frequency of reaches, and suggest that the development of exploration is parallel to the

development of reaching in this group. This finding is supported by Lobo and Galloway (2008), who found that the experience in reaching is correlated with greater tactile exploration.

However, the infants with DS did not change the frequency of exploration with the experience in reaching. Considering that the infants with DS performed fewer reaches than the TD group, it is possible that the amount of spontaneous practice in their daily interactions limited the ability to explore. Thus, they may need more time and more intense practice to acquire and refine motor skills (Polastri & Barela, 2005; Wu, Looper, Ulrich, Ulrich, & Angulo-Barroso, 2007).

In the period of this study, it was not possible to identify at which moment after reaching onset the infants with DS start to explore consistently. In the case of the infants with delayed acquisition of reaching, this delay in exploring means a long period of the first year of life with reduced experiences, which may have important developmental consequences. Considering that recent studies have shown the relevance of active experiences to manipulation skills and other developmental domains (Libertus & Needham, 2010) (Needham, Barrett, & Peterman, 2002) (Heathcock, Lobo, & Galloway, 2008), our results indicate that intervention strategies that address the specific difficulties of the DS infants in exploring objects must be designed.

Infants from both groups explored the soft objects more than the rigid ones. This finding is clearly related with the lower motor demand of grasping soft objects. The surface properties of the soft objects facilitate grasping (Corbetta & Snapp-Childs, 2009; Rocha, et al., 2006b) by allowing the use of the palmar grasping behavior, which is practiced since the newborn period (Jouen & Molina, 2005). Rigid objects, on the other hand, require control of fingers extension (Barrett, et al., 2008), and bimanual strategy and vertical hand orientation, in the case of the LR object (Rocha, et al., 2006b).

The lack of gender effect is consistent with the literature. The duration of interactions with objects has been previously reported as similar between genders (Morange-Majoux, et al., 1997). This finding, taken together with the influence of gender for reaching frequency, suggests that, although the amount of activity may be different, the quality of performance is not.

Age, on the other hand, was not relevant for the frequency of reaches, but was a significant co-variable for the frequency of exploration. This result indicates that the cumulative experiences from other activities not necessarily mediated by reaching may be favorable to exploration. For example, by means of oral and visual exploration, infants explore and discriminate objects since the newborn period neonatal (Gibson & Walker, 1984; Rochat, 1987), which is certainly relevant for the interactions mediated by reaching and grasping later in the development.

4.4 Post grasping exploratory behaviors

The mouthing behavior was predominant in both groups, although with a greater frequency in the TD group. For both groups, this behavior was predominantly elicited by the soft objects. This finding differs from literature reports, because studies refer that large objects are preferentially mouthed in comparison with small objects (Palmer, 1989; Whyte, McDonald, Baillargeon, & Newell, 1994). However, these studies did not consider objects with combined

properties of size and rigidity, which limits the comparisons. The soft objects used in our study fit well in the mouth and are easier to grasp than the rigid ones, so they are also easily explored.

At reaching age 1, only TD infants performed oral exploration, with a higher frequency for the soft objects in comparison with the DS group. At reaching age 2, both groups performed this behavior, but the frequency was higher in the TD group for the SS, LR and LS objects. This shows that by that age the rigid objects start to be mouthed in the TD group, while DS infants start to mouth the LS object. At reaching age 3, this behavior was equally present in both groups. These results are consistent with the literature, given that mouthing typically increases after age 4 months (Whyte, et al., 1994) and peaks around 5-6 months (Lew & Butterworth, 1997; Rochat, 1989).

In DS infants, some individuals may have oral hypersensitivity and reject stimuli in this area, which may explain reduced oral exploration (Frazier & Friedman, 1996). Other characteristics such as hypotonia in the peri-oral and tongue muscles, and malformation at the palate and jaw (Mizuno & Ueda, 2001), may similarly reduce the ability to perform oral exploration movements. However, no previous studies have assessed oral exploration in young infants with DS. Our results suggest that soon after reaching onset they start to perform oral exploration, although with a lower frequency than in the TD group during the less skilled period.

The Gross motor behaviors were not predominant in any of the groups, except for the LS object. Considering that in the pre-grasping phase the infants were able to perform gross motor exploration over the LR object, we suggest that in the post-grasping these objects did not favor such behaviors. According to Fagard and Lockman (2005), behaviors such as hitting and shaking are predominantly unimanual – and therefore difficult to perform over objects that cannot be unimanually grasped. Therefore, although the behaviors of hitting and shaking are appropriate to explore rigid objects, and the infants perceived this affordance in the pre-grasping phase, their manual skill still does not allow the use of such activities in the post-grasping phase. Small objects, on the other hand, may be enclosed by the infants' hands, so the visual stimulation from shaking these objects is not as pleasant as when shaking the LS object. Indeed, infants prefer to use exploration strategies that stimulate more than one sensory modality (Morgante & Keen, 2008), or that provide pleasant sensations (Bushnell & Boudreau, 1998).

It is also possible that the objects in this study did not afford gross motor behavior, which are preferentially used over sound-making objects (Palmer, 1989). However, our findings agree with previous studies showing that hitting is less frequent than mouthing and fine motor behaviors (Eppler, 1995) and that in the ages after reaching onset they are not consistent (Spencer, et al., 2000).

The only difference between groups for these behaviors was seen at reaching age 2 – more gross motor behaviors in the TD group for the LS object. The fact that DS infants have lower levels of motor activity (McKay & Angulo-Barroso, 2006) may contribute to a reduced engagement in vigorous limb activities.

The fine motor behaviors are also infrequent in both groups at the studied ages. At reaching age 2, these behaviors start to emerge in the TD group, but are very rare in the DS group. This finding is consistent with the literature, in that behaviors such as rotating, transferring and fingering objects are predominant in infants' repertoire during the second half

of the first year (Palmer, 1989; Ruff, 1984), although their emergence occurs during the first half year (Eppler, 1995).

In infants with DS fine motor behaviors were even more infrequent than in the TD group, and no discrimination among objects was seen. In TD infants, on the other hand, they were more frequent over the soft objects than over the LR. This finding is consistent with previous reports. Ruff (1984) demonstrated the preferential use of fingering behavior to explore the surface of textured objects and Palmer (1989) demonstrated the behavior of transferring objects from one hand to the other to explore soft objects.

Fine motor behaviors require interlimb coordination and dissociated hand movements (Fagard & Lockman, 2005). Such abilities emerge from a confluence of multiple factors. For example, the emergence of dissociated use of the hand results from maturation of the corpus callosum and motor areas, which promote the exchange of information between hemispheres (Kimmerle, Mick, & Michel, 1995). Considering that individuals with DS may have altered hemispheric specialization (Elliott, Weeks, & Chua, 1994) and delayed myelination of pathways controlling fine movements (Fidler & Nadel, 2007), maturational components possibly contribute towards a delay in the emergence of fine motor exploration. Moreover, the control of intrinsic hand muscles is critical to grasping skill (Barrett, et al., 2008). Therefore, the muscular hypotonia and the difficulty to generate adaptive hand and finger postures (Jover, et al., 2010) are additional factors that may constrain fine motor behaviors.

Confirming the general findings from the frequency of post-grasping exploration, all the types of behaviors were facilitated by the soft objects. Since reaching onset the TD infants explore these objects orally and by using gross motor behaviors, while fine motor behaviors emerge in the following month. The DS infants showed frequency of mouthing the LS object similar to the TD group only at reaching age 3, but the gross and fine motor behaviors were very infrequent during the whole period.

In the DS group, the reduced amount of exploration even two months after reaching onset leads to very few opportunities of practice. These reduced opportunities, allied to maturational, neuromotor and perceptual factors, limit the refinement of actions and delay the emergence of sophisticated behaviors. The unique interaction among biological characteristics and opportunities for interaction with the environment, which are different for each individual, contributes towards the understanding of the profile of capacities and limitations in DS infants, and highlight the relevance of specific approaches directed to this population.

The results show that infants from both groups perceived the objects affordances and selected the actions that would provide action relevant information in the pre-grasping phase, and that would provide pleasant and informative information in the post-grasping phase. However, these infants are refining their manual skills by that age. Therefore, their motor skills were important factors to determine the strategies they could use. Part of the differences among objects may be explained by the relation between the infants' motor limitations and the object properties. This relationship is in fact described as the pre-requisite for the development of perception, because newly acquired motor skills allow the realization of actions that reveal new perceptual information (Bushnell & Boudreau, 1993). Therefore, the refinement of grasping and manipulation by means of practice makes the infants apt to perceive and act differentially, and this occurs gradually for each object, based on their motor demand.

The variety and sophistication of exploration strategies have been described as predictive for the development of tridimensional perception (Soska, et al., 2010), multimodal perception (Eppler, 1995) and cognitive development (Caruso, 1993; Ruff, McCarton, Kurtzberg, & Vaughan, 1984), besides contributing to the refinement of the manual skills *per se* (Lobo & Galloway, 2008). In the case of infants with DS, we speculate that part of their perceptual, motor and cognitive limitations may result from the restricted access to environmental information caused by reduced amount and variety of manipulation, which was found in this study. Therefore, active object exploration must be prioritized in therapeutic approaches.

5. CONCLUSION

The results show that although DS infants increase the amount of object reaching after the onset of this skill, the amount of practice was possibly not enough to result in similar increase in object exploration. Both TD and DS infants are able to perceive the object affordances, but the types of actions and timing of their emergence was different in each group based on their perceptual-motor abilities. Pre-grasping behaviors seem to be less efficient to generate action-relevant information in the DS group. In the post-grasping behaviors, this group had difficulties to perform actions with greater perceptual-motor demand. Consequently, their experiences with objects are less complex. The reduced amount of reaching and of complex exploratory actions is possibly a factor impacting their developmental outcome. These aspects should be addressed in early intervention.

6. REFERENCES

- Adolph, K. E., Vereijken, B., & ShROUT, P. E. (2003). What changes in infant walking and why. *Child Dev*, 74(2), 475-497.
- Almli, C. R., Ball, R. H., & Wheeler, M. E. (2001). Human fetal and neonatal movement patterns: Gender differences and fetal-to-neonatal continuity. *Developmental Psychobiology*, 38(4), 252-273.
- Bakker, H., de Graaf-Peters, V. B., van Eykern, L. A., Otten, B., & Hadders-Algra, M. (2010). Development of proximal arm muscle control during reaching in young infants: from variation to selection. *Infant Behav Dev*, 33(1), 30-38.
- Barrett, T. M., & Needham, A. (2008). Developmental differences in infants use of an object's shape to grasp it securely. *Developmental Psychobiology*, 50(1), 97-106.
- Barrett, T. M., Traupman, E., & Needham, A. (2008). Infants' visual anticipation of object structure in grasp planning. *Infant Behavior & Development*, 31(1), 1-9.
- Berthenthal, B. I. (1996). Origins and early development of perception, action and representation. *Annu. Rev. Psychol.*, 47, 431-459.
- Berthier, N. E., & Keen, R. (2006). Development of reaching in infancy. *Experimental Brain Research*, 169(4), 507-518.
- Bourgeois, K. S., Khawar, A. W., Neal, S. A., & Lockman, J. J. (2005). Infant manual exploration of objects, surfaces, and their interrelations. *Infancy*, 8(3), 233-252.
- Brandt, B. R. (1996). Impaired tactual perception in children with Down's syndrome. *Scandinavian Journal of Psychology*, 37(3), 312-316.

- Bushnell, E. W., & Boudreau, J. P. (1993). Motor development and the mind: the potential role of motor abilities as a determinant of aspects of perceptual development. *Child Dev*, 64(4), 1005-1021.
- Bushnell, E. W., & Boudreau, J. P. (1998). Exploring and exploiting objects with the hands during infancy. In K. J. Connolly (Ed.), *The psychobiology of the hand* (Vol. 147, pp. 276). London: MacKeith Press.
- Caruso, D. A. (1993). Dimensions of Quality in Infants Exploratory-Behavior - Relationships to Problem-Solving Ability. *Infant Behavior & Development*, 16(4), 441-454.
- Carvalho, R. P., Tudella, E., Caljouw, S. R., & Savelsbergh, G. J. (2008). Early control of reaching: effects of experience and body orientation. *Infant Behav Dev*, 31(1), 23-33.
- Carvalho, R. P., Tudella, E., & Savelsbergh, G. J. (2007). Spatio-temporal parameters in infant's reaching movements are influenced by body orientation. *Infant Behav Dev*, 30(1), 26-35.
- Corbetta, D., & Snapp-Childs, W. (2009). Seeing and touching: the role of sensory-motor experience on the development of infant reaching. *Infant Behav Dev*, 32(1), 44-58.
- de Campos, A. C., Francisco, K. R., Savelsbergh, G. J., & Rocha, N. A. (2011). How do object size and rigidity affect reaching and grasping in infants with Down syndrome? *Research in Developmental Disabilities*, 32(1), 246-252.
- de Campos, A. C., Rocha, N. A., & Savelsbergh, G. J. (2010). Development of reaching and grasping skills in infants with Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, 31(1), 70-80.
- de Campos, A. C., Savelsbergh, G. J., & Rocha, N. A. (2012). What do we know about the atypical development of exploratory actions during infancy? *Research in Developmental Disabilities*, 33(6), 2228-2235.
- dos Santos, M. M., de Campos, A. C., & Rocha, N. A. C. F. (2012). Ajustes nos movimentos de alcançar e apreender objetos: impacto da Síndrome de Down. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil*, 12(2), 9.
- Elliott, D., Weeks, D. J., & Chua, R. (1994). Anomalous cerebral lateralization and Down syndrome. *Brain Cogn*, 26(2), 191-195.
- Eppler, M. A. (1995). Development of manipulatory skills and the deployment of attention. *Infant Behav Dev*, 18, 391-405.
- Fagard, J., & Jacquet, A. Y. (1996). Changes in reaching and grasping objects of different sizes between 7 and 13 months of age. *British Journal of Developmental Psychology*, 14, 65-78.
- Fagard, J., & Lockman, J. J. (2005). The effect of task constraints on infants' (bi)manual strategy for grasping and exploring objects. *Infant behavior and development*, 28(3), 11.
- Fidler, D. J., Hepburn, S., & Rogers, S. (2006). Early learning and adaptive behaviour in toddlers with Down syndrome: evidence for an emerging behavioural phenotype? *Downs Syndr Res Pract*, 9(3), 37-44.
- Fidler, D. J., & Nadel, L. (2007). Education and children with Down syndrome: neuroscience, development, and intervention. *Ment Retard Dev Disabil Res Rev*, 13(3), 262-271.
- Frazier, J. B., & Friedman, B. (1996). Swallow function in children with Down syndrome: a retrospective study. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 38(8), 695-703.
- Gibson, E. J. (1988). Exploratory behavior in the development of perceiving, acting and the acquiring of knowledge. *Annual Reviews of Psychology*, 39, 41.
- Gibson, E. J., & Walker, A. S. (1984). Development of knowledge of visual-tactual affordances of substance. *Child Dev*, 55(2), 453-460.

- Hadders-Algra, M. (2000). The Neuronal Group Selection Theory: a framework to explain variation in normal motor development. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 42(8), 566-572.
- Heathcock, J. C., Lobo, M., & Galloway, J. C. (2008). Movement training advances the emergence of reaching in infants born at less than 33 weeks of gestational age: a randomized clinical trial. *Phys Ther*, 88(3), 310-322.
- Jeannerod, M. (1984). The timing of natural prehension movements. *J Mot Behav*, 16(3), 235-254.
- Jouen, F., & Molina, M. (2005). Exploration of the newborn's manual activity: a window onto early cognitive processes. *Infant Behav Dev*, 28, 227-239.
- Jover, M., Ayoun, C., Berton, C., & Carlier, M. (2010). Specific grasp characteristics of children with trisomy 21. *Developmental Psychobiology*, 52(8), 782-793.
- Kearney, K., & Gentile, A. M. (2002). Prehension in young children with Down syndrome. *Acta Psychol (Amst)*, 112(1), 3-16.
- Kimmerle, M., Mick, L. A., & Michel, G. F. (1995). Bimanual role-differentiated toy play during infancy. *Infant Behav Dev*, 18(3), 9.
- Latash, M. L. (2007). Learning motor synergies by persons with Down syndrome. *J Intellect Disabil Res*, 51(Pt 12), 962-971.
- Lew, A. R., & Butterworth, G. (1997). The Development of Hand-Mouth Coordination in 2- to 5-Month-Old Infants: Similarities with Reaching and Grasping. *Infant behavior and development*, 20(1), 59-69.
- Libertus, K., & Needham, A. (2010). Teach to reach: the effects of active vs. passive reaching experiences on action and perception. *Vision Res*, 50(24), 2750-2757.
- Lobo, M. A., & Galloway, J. C. (2008). Postural and object-oriented experiences advance early reaching, object exploration, and means-end behavior. *Child Dev*, 79(6), 1869-1890.
- Lobo, M. A., & Galloway, J. C. (in press). The onset of reaching significantly impacts how infants explore both objects and their bodies. *Infant Behav Dev*, In press.
- Lockman, J. J. (2000). A perception--action perspective on tool use development. *Child Dev*, 71(1), 137-144.
- MacTurk, R. H., Vietze, P. M., McCarthy, M. E., McQuiston, S., & Yarrow, L. J. (1985). The organization of exploratory behavior in Down syndrome and nondelayed infants. *Child Dev*, 56(3), 573-581.
- Mathew, A., & Cook, M. (1990). The control of reaching movements by young infants. *Child Dev*, 61(4), 1238-1257.
- McKay, S. M., & Angulo-Barroso, R. M. (2006). Longitudinal assessment of leg motor activity and sleep patterns in infants with and without Down syndrome. *Infant Behav Dev*, 29(2), 153-168.
- Mizuno, K., & Ueda, A. (2001). Development of sucking behavior in infants with Down's syndrome. *Acta Paediatr*, 90(12), 1384-1388.
- Morange-Majoux, F., Cougnot, P., & Bloch, H. (1997). Hand tactual exploration of textures in infants from 4 to 6 months. *Early Development & Parenting*, 6(3-4), 127-135.
- Morgante, J. D., & Keen, R. (2008). Vision and action: the effect of visual feedback on infants' exploratory behaviors. *Infant Behav Dev*, 31(4), 729-733.
- Needham, A., Barrett, T., & Peterman, K. (2002). A pick-me-up for infants' exploratory skills: Early simulated experiences reaching for objects using 'sticky mittens' enhances young infants' object exploration skills. *Infant Behavior & Development*, 25(3), 279-295.
- Newell, K. M., Scully, D. M., Tenenbaum, F., & Hardiman, S. (1989). Body scale and the development of prehension. *Developmental Psychobiology*, 22(1), 1-13.

- Palmer, C. F. (1989). The Discriminating Nature of Infants Exploratory Actions. *Developmental Psychology*, 25(6), 885-893.
- Polastri, P. F., & Barela, J. A. (2005). Perception-action coupling in infants with Down syndrome: Effects of experience and practice. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 22(1), 39-56.
- Pryde, K. M., Roy, E. A., & Campbell, K. (1998). Prehension in children and adults: The effects of object size. *Human Movement Science*, 17, 10.
- Rocha, N. A., de Campos, A. C., Silva, F. P., & Tudella, E. (2012). Adaptive actions of young infants in the task of reaching for objects. *Developmental Psychobiology*.
- Rocha, N. A., Silva, F. P., & Tudella, E. (2006a). The impact of object size and rigidity on infant reaching. *Infant Behav Dev*, 29(2), 251-261.
- Rocha, N. A., Silva, F. P., & Tudella, E. (2006b). INFLUÊNCIA DO TAMANHO E DA RIGIDEZ DOS OBJETOS NOS AJUSTES PROXIMAIS E DISTAIS DO ALCANCE DE LACTENTES. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 10(3), 263-269.
- Rochat, P. (1987). Mouthing and Grasping in Neonates - Evidence for the Early Detection of What Hard or Soft Substances Afford for Action. *Infant Behavior & Development*, 10(4), 435-449.
- Rochat, P. (1989). Object Manipulation and Exploration in 2-Month-Old to 5-Month-Old Infants. *Developmental Psychology*, 25(6), 871-884.
- Ruff, H. A. (1984). Infant's manipulative exploration of objects: effects of age and object characteristics. *Dev Psychol*, 20(1), 9-20.
- Ruff, H. A., McCarton, C., Kurtzberg, D., & Vaughan, H. G., Jr. (1984). Preterm infants' manipulative exploration of objects. *Child Dev*, 55(4), 1166-1173.
- Ruff, H. A., Saltarelli, L. M., Capozzoli, M., & Dubiner, K. (1992). The differentiation of activity in infants' exploration of objects. *Dev Psychol*, 28(5), 851-861.
- Sgandurra, G., Cecchi, F., Serio, S. M., Del Maestro, M., Laschi, C., Dario, P., et al. (2012). Longitudinal study of unimanual actions and grasping forces during infancy. *Infant Behav Dev*, 35(2), 205-214.
- Soska, K. C., Adolph, K. E., & Johnson, S. P. (2010). Systems in development: motor skill acquisition facilitates three-dimensional object completion. *Dev Psychol*, 46(1), 129-138.
- Spencer, J. P., Vereijken, B., Diedrich, F. J., & Thelen, E. (2000). Posture and the emergence of manual skills. *Developmental Science*, 3(2), 216-233.
- Tudella, E., Pereira, K., Basso, R. P., & Savelsbergh, G. J. (2011). Description of the motor development of 3-12 month old infants with Down syndrome: The influence of the postural body position. *Research in Developmental Disabilities*.
- Von Hofsten, C. (1991). Structuring of early reaching movements: a longitudinal study. *Journal of motor behavior*, 23, 280-292.
- Whyte, V. A., McDonald, P. V., Baillargeon, R., & Newell, K. M. (1994). Mouthing and Grasping of Objects by Young Infants. *Ecological Psychology*, 6(3), 205-218.
- Wimmers, R. H., Savelsbergh, G. J., Beek, P. J., & Hopkins, B. (1998). Evidence for a phase transition in the early development of prehension. *Developmental Psychobiology*, 32(3), 235-248.
- Wu, J., Looper, J., Ulrich, B. D., Ulrich, D. A., & Angulo-Barroso, R. M. (2007). Exploring effects of different treadmill interventions on walking onset and gait patterns in infants with Down syndrome. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 49(11), 839-845.

APÊNDICE 3

<i>Lactentes</i>	<i>Grupo</i>	<i>Sexo</i>	<i>IG(sem)</i>	<i>PN (g)</i>	<i>Estatura (cm)</i>	<i>Apgar 1'</i>	<i>Apgar 5'</i>
1	DT	F	40	3.46	50	10	10
2	DT	F	40	3.54	50	10	10
3	DT	M	38	3.66	49	9	10
4	DT	M	40.7	4.18	51	9	10
5	DT	M	37.7	3.805	50	9	10
6	DT	F	38	3.27	47	8	9
7	DT	M	40.4	3.605	50	9	10
8	DT	F	38	3.08	49	8	9
9	DT	F	39	3.46	48.5	9	10
10	DT	M	38	3.315	49	8	10
11	DT	F	41	3.9	55	7	9
12	DT	M	38	3.33	47.5	9	10
13	DT	F	40	4.31	40	9	10
14	DT	F	40	3.74	50	8	10
15	DT	F	39	3.2	48	8	10
16	DT	F	38	2.65	46.5	9	10
17	SD	M	39	3.19	49	8	9
18	SD	M	37	2.98	47	9	10
19	SD	M	38	3.275	49	8	9
20	SD	F	39	3.75	49	9	10
21	SD	F	38,3	3.1	47	8	9
22	SD	M	37	2.755	44	7	9
23	SD	F	37	2.8	45	8	9
24	SD	F	39	3.52	51	8	9
25	SD	F					
Média			38.773913	3.411458	48.39583	8.5	9.625
DP			1.2128919	0.420785	2.828347	0.780189	0.494535

APÊNDICE 4

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

(Consentimento Pós-Informação para Pesquisa com Seres Humanos)

Consentimento formal de participação no estudo intitulado “Alcance e apreensão de objetos em lactentes com síndrome de Down: impacto da interação organismo-ambiente”.

Responsável: Ft. Ana Carolina de Campos

Orientadora: Profa. Dra. Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha.

Eu,,
 portador (a) do RG no., residente à
, no., bairro na
 cidade de, telefone, responsável pelo
 (a) menor, autorizo a participação
 de meu (minha) filho (a) no estudo e concordo em participar da pesquisa conduzida por Ft. Ana Carolina de Campos e Dra. Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha.

Objetivo do Estudo:

Analisar a influência da apresentação de quatro objetos diferentes no movimento de alcance de lactentes com Síndrome de Down nas idades de 4, 5 e 6 meses.

Explicação do procedimento:

Na primeira avaliação serei submetida a um questionário acerca dos meus dados gestacionais, dados do nascimento de meu (minha) filho (a) e seus dados atuais de condições de saúde e comportamentos. Meu filho será pesado e serão registradas as medidas do comprimento de ambos os braços, antebraços, cirtometria dos braços, antebraços e punhos e largura da mão. O comportamento de meu filho em diversas posturas será filmado. Em seguida, serão afixados marcadores do tipo “pérola” em três pontos dos membros superiores de meu (minha) filho (a) e ele será colocado em uma cadeira, segura, inclinada a 50°. Serão apresentados a (o) meu (minha) filho (a) quatro objetos diferentes para que ele (a) o alcance durante um minuto cada um e nesta fase três câmeras estarão filmando seus movimentos.

Nas outras duas avaliações não haverá nova entrevista, apenas os outros procedimentos serão mantidos. Durante o período do estudo, meu filho continuará freqüentando o atendimento fisioterapêutico, devido aos comprovados benefícios ao seu desenvolvimento.

Benefícios previstos:

Participando deste estudo, estarei ajudando no entendimento de como os movimentos de crianças com síndrome de Down são realizados frente a diferentes objetos, ou seja, a influencia ambiental, e isso poderá trazer benefícios no que se refere ao tratamento e intervenções que a elas são designados.

Potenciais riscos e incômodos:

Fui informado de que o experimento não trará nenhum risco para a saúde de meu (minha) filho (a), e que a identidade dele (a) ou a minha não serão reveladas.

Seguro saúde ou de vida:

Eu entendo que não existe nenhum tipo de seguro de saúde ou de vida que possa vir a me beneficiar em função de minha participação no estudo.

Liberdade de participação:

A minha participação nesse estudo é voluntária. É meu direito interromper a participação de meu (minha) filho (a) a qualquer momento sem que isso incorra em qualquer penalidade ou prejuízo. Também entendo que a pesquisadora tem o direito de excluir do estudo o (a) meu (minha) filho (a) a qualquer momento.

Sigilo de identidade

As informações obtidas nas filmagens deste estudo serão mantidas em sigilo e não poderão ser consultadas por pessoas leigas sem a minha autorização oficial. Estas informações só poderão ser utilizadas para fins estatísticos ou científicos, desde que fique resguardada a minha privacidade.

A responsável por este estudo me explicou as necessidades da pesquisa e se prontificou a responder todas as questões sobre o experimento. Eu estou de acordo com a participação de meu (minha) filho (a) no estudo de livre e espontânea vontade e entendo a relevância dele. Julgo que é meu direito manter uma cópia desse consentimento.

Para questões relacionadas a esse estudo, contate:

Dra. Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha

Ft. Ana Carolina de Campos

Email: acicuto@power.ufscar.br

Email: acaroli@ig.com.br

Assinatura da mãe ou responsável legal*

Nome por extenso

Assinatura do pesquisador

Nome por extenso

Assinatura de uma testemunha

Nome por extenso

São Carlos,dede

(*) Responsável Legal:.....

Idade: Grau de Parentesco:

Endereço:

APÊNDICE 5

PROTOCOLO PARA COLETA DE DADOS DAS MÃES E LACTENTES

1) Dados Pessoais

Nome do bebê:

Sexo: () M () F

Idade: Data de Nascimento:/...../.....

Endereço:

.....

Bairro: Fone:

Nome da mãe:

Idade: Data de Nascimento:/...../.....

Grau de escolaridade:..... Profissão:

Estado Civil:

2) Dados Gestacionais:

Nº de gestações: () 1 () 2 () 3 () + de 3

Doenças da mãe: () Não () Anemia () Sífilis () Diabetes

() Toxoplasmose () Febre () Rubéola () Outras

Anormalidades na gravidez: () Não () Hemorragias () Hipertensão

() Edema () Outras

Ingestão de tóxicos:

() Não () Fumo () Alcoolismo () Outros:

Ingestão de medicamentos:

() Não () Tranqüilizantes () Vitaminas () Outros:.....

Exposição ao RX: () Sim () Não Mês de gestação:.....

Desnutrição e/ou maus tratos: () Sim () Não Mês:

3) Dados ao nascimento

Tipo de parto: () Espontâneo () Induzido () Fórceps () Cesariana

Cordão umbilical: () Normal () Circular () Nó

Alguma intercorrência:

4) Dados período pós-natal

Idade Gestacional: Peso nascimento:

Estatura: PC:

Apgar: 1' 5' Icterícia: Duração:dias.

Incubadora UTI:dias Motivo:.....

Doenças apresentadas:

Alimentação: () amamentação – tempo: () mamadeira

Data do teste 1:/...../.....

- Horário da última mamada: Horário que acordou:

- Está com algum problema de saúde: () sim () não

- Estado comportamental: () alerta ativo () alerta inativo

- Horário do início do teste: Término do teste:

Quem passa a maior parte do tempo com o bebê?

Brinca freqüentemente com o bebê: () Sim () Não

Qual o brinquedo preferido?

Consegue alcançar o brinquedo sozinho? () Sim () Não () Às vezes

Data do teste 2:/...../.....

- Horário da última mamada: Horário que acordou:

- Está com algum problema de saúde: () sim () não

- Estado comportamental: () alerta ativo () alerta inativo

- Horário do início do teste: Término do teste:

Quem passa a maior parte do tempo com o bebê?

Brinca freqüentemente com o bebê: () Sim () Não

Qual o brinquedo preferido?

Consegue alcançar o brinquedo sozinho? () Sim () Não () Às vezes

Data do teste 3:/...../.....

- Horário da última mamada: Horário que acordou:

APÊNDICE 6

Participante	Grupo	Sexo	Nível socioeconômico	Idade (meses)	Participação em intervenção
2	DT	F	B	26.6	NA
4	DT	F	C	27.06	NA
5	DT	M	C	27.33	NA
9	DT	M	C	27.2	NA
10	DT	M	B	26.9	NA
15	DT	F	B	28	NA
17	SD	F	C	27.6	N
19	SD	M	B	27.8	N
20	SD	F	C	29	S
21	SD	F	B	26.3	N
22	SD	M	C	26.4	N
24	SD	M	C	27.1	S
25	SD	M	D	26.3	S

APÊNDICE 7

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado para participar da pesquisa "Desenvolvimento de habilidades exploratórias e manipulativas em lactentes e crianças com síndrome de Down".

Você foi selecionado por ter participado de um estudo realizado anteriormente, e sua participação atual não é obrigatória.

O estudo tem como objetivo compreender o desenvolvimento de habilidades manuais em crianças com desenvolvimento típico e em crianças com síndrome de Down, comparando o desenvolvimento das crianças nos primeiros meses de vida, com o desenvolvimento aos 26 meses de idade.

Sua participação consistirá em trazer seu (sua) filho (a) ao laboratório uma vez, e em responder um questionário sobre o desenvolvimento do seu (sua) filho (a). Seu (sua) filho (a) será avaliado (a) na data do aniversário de 26 meses, considerando uma tolerância de 15 dias após a data de aniversário. Cada avaliação terá o tempo previsto de 1 hora. Primeiramente, a criança será avaliada por meio de testes que avaliarão seu desenvolvimento cognitivo (atenção, imitação de tarefas). Em seguida, serão fixados marcadores com fita hipoalérgica na mão do (da) seu (sua) filho (a). A criança ficará sentada em uma cadeira infantil, e serão avaliados os movimentos da criança de pegar objetos e encaixar peças. Esta última fase será filmada.

A participação na pesquisa envolve riscos mínimos, como cansaço ou choro por parte da criança. Caso isto venha a ocorrer, o teste será interrompido até que a criança se acalme. Se persistir o choro, ou cansaço, o teste pode ser realizado em outro dia, desde que respeitada a tolerância de até 15 dias após a data do aniversário. Além disso, é seu direito interromper o teste a qualquer momento se considerar que a criança está incomodada. Alguns itens da avaliação envolvem a manipulação de um objeto pequeno (cereal comestível), porém, a criança só poderá ingerir o objeto com a sua autorização, caso contrário, ele será retirado das mãos da criança imediatamente após a finalização da tarefa. Durante todo o procedimento, a criança estará sob cuidadosa supervisão do examinador.

Ao autorizar a participação de seu filho neste estudo, você estará ajudando no entendimento de como crianças com síndrome de Down se desenvolvem. Além disso, por meio da avaliação poderá acompanhar o desenvolvimento de seu filho.

Antes de o estudo ter início e no decorrer da pesquisa, você terá todos os esclarecimentos a respeito dos procedimentos adotados, e o responsável pela pesquisa se prontifica a responder todas as questões sobre o experimento.

A sua participação nesse estudo é voluntária. É seu direito interromper a participação de seu (sua) filho (a) a qualquer momento sem que isso incorra em qualquer penalidade ou prejuízo. Sua recusa em participar não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.

As informações obtidas neste estudo são confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Estas informações não poderão ser consultadas por pessoas leigas sem a sua autorização oficial e só poderão ser utilizadas para fins estatísticos ou científicos, desde que fique resguardada a sua privacidade. A divulgação dos dados será feita sem que seja possível a sua identificação e de seu (sua) filho (a).

Você não terá despesas ao participar da pesquisa. Também não existe nenhum tipo de seguro de saúde ou de vida em função de sua participação no estudo.

Você receberá uma cópia desse consentimento, onde consta o endereço e o telefone do pesquisador principal, em que pode tirar suas dúvidas sobre o projeto e participação de seu (sua) filho(a), agora ou a qualquer momento.

Ft. Ms. Ana Carolina de Campos

Endereço: R. Dona Alexandrina, 1106 – Centro, São Carlos - SP

Fone: (16)9115-8715

APÊNDICE 8

PROTOCOLO PARA COLETA DE DADOS ATUAIS DE CRIANÇAS

1) Dados Pessoais

Nome da criança:

Sexo: () M () F

Idade: Data de Nascimento:/...../.....

Endereço:

Bairro: Fone:

Nome da mãe:

Idade: Data de Nascimento:/...../.....

Grau de escolaridade:..... Profissão:

Estado Civil:

2) Desenvolvimento da criança

Doenças apresentadas:

Com que idade a criança:

Sentou:

Passou de sentada para em pé sozinha:.....

Andou:.....

Falou as primeiras palavras:.....

Com quem passa a maior parte do tempo:.....

Brincadeiras e brinquedos preferidas (os):.....

Com quem costuma brincar:.....

Freqüenta escola infantil? SIM () NÃO ()

Há quanto tempo?

Período?

Faz tratamento com fisioterapia, TO, fonoaudiologia, etc? SIM () NÃO ()

Há quanto tempo?

Quantas vezes por semana?

Se não faz mais o tratamento, quanto tempo fez, há quanto tempo parou e o motivo?

.....

ANEXO A



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
 PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
 Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos
 Via Washington Luís, km. 235 - Caixa Postal 676
 Fones: (016) 3351.8109 / 3351.8110
 Fax: (016) 3361.3176
 CEP 13560-970 - São Carlos - SP - Brasil
propg@power.ufscar.br - www.propg.ufscar.br

CAAE 0159.0.135.000-06

Título do Projeto: Desenvolvimento do Alcance Manual em Lactentes com Síndrome de Down

Classificação: Grupo III

Pesquisadores (as): Ana Carolina de Campos, Profa. Dra. Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha (orientadora)

Parecer Nº 355/2006

1. Normas a serem seguidas

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprobatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, item III.2.e).
- Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente em ___/___/___ e ao término do estudo.

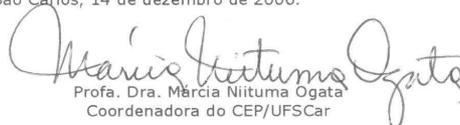
2. Avaliação do projeto

O Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (CEP/UFSCar) analisou o projeto de pesquisa acima identificado e considerando os pareceres do relator e do revisor DELIBEROU: A proposta de estudo apresentada atende às exigências éticas e científicas fundamentais previstas na Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde. Recomenda-se que na eventual saída de sujeito da pesquisa do projeto por vontade da pesquisadora como consta no TCLE, que seja declinado o motivo como: faltar a consulta designada ou outra razão relevante, para que o sujeito da pesquisa, no caso, seu representante se previna.

3. Conclusão:

Projeto aprovado com recomendação

São Carlos, 14 de dezembro de 2006.


 Profa. Dra. Marcia Niituma Ogata
 Coordenadora do CEP/UFSCar

ANEXO B



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
 PRÓ-REITORIA DE PESQUISA
 Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos
 Via Washington Luis, km. 235 - Caixa Postal 676
 Fones: (016) 3351.8109 / 3351.8110
 Fax: (016) 3361.3176
 CEP 13560-970 - São Carlos - SP - Brasil
propg@power.ufscar.br - <http://www.propg.ufscar.br/>

CAAE 0074.0.135.000-09

Título do Projeto: Desenvolvimento de habilidades exploratórias e manipulativas em lactentes e crianças com síndrome de Down

Classificação: Grupo III

Procedência: Departamento de Fisioterapia

Pesquisadores (as): Ana Carolina de Campos, Neici Adriana Cicuto Ferreira Rocha (orientadora)

Processo nº: _____

Parecer Nº. 228/2009

1. Normas a serem seguidas

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 - Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.2), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA - junto com seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprobatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, item III.2.e).
- Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente em ___/___/___ e ao término do estudo.

2. Avaliação do projeto

O Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (CEP/UFSCar) analisou o projeto de pesquisa acima identificado e considerando os pareceres do relator e do revisor DELIBEROU:

A proposta de estudo apresentada atende às exigências éticas e científicas fundamentais previstas na Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde.

3. Conclusão:

Projeto aprovado

São Carlos, 13 de julho de 2009.


 Prof. Dra. Costina Polva de Sousa
 Coordenadora do CEP/UFSCar

ANEXO C

The Fahn-Marsden (BFM) Scale: Movement Scale

Region	Provoking factor	Severity	Weight factor	Product	
Eyes	0-4	X	0-4	0.5	0-8
Mouth	0-4	X	0-4	0.5	0-8
Speech					
Swallow	0-4	X	0-4	1.0	0-16
Neck	0-4	X	0-4	0.5	0-8
R arm	0-4	X	0-4	1.0	0-16
L arm	0-4	X	0-4	1.0	0-16
Trunk	0-4	X	0-4	1.0	0-16
R leg	0-4	X	0-4	1.0	0-16
L leg	0-4	X	0-4	1.0	0-16
			Sum:		
			Maximum=120		

<p>I. Provoking Factor</p> <p>A. General</p> <ol style="list-style-type: none"> 0. No dystonia at rest or with action 1. Dystonia only with particular action 2. Dystonia with many actions 3. Dystonia on action of distant part of body or intermittently at rest 4. Dystonia present at rest <p>B. Speech and swallowing</p> <ol style="list-style-type: none"> 0. Occasional, either or both 1. Frequent either 2. Frequent one and occasional other 3. Frequent both <p>II. Severity Factors</p> <p>Eyes</p> <ol style="list-style-type: none"> 0. No dystonia 1. Slight. Occasional blinking 2. Mild. Frequent blinking without prolonged spasms of eye closure 3. Moderate. Prolonged spasms of eyelid closure, but eyes open most of the time 4. Severe. Prolonged spasms of eyelid closure, with eyes closed at least 30% of the time <p>Mouth</p> <ol style="list-style-type: none"> 0. no dystonia present 1. Slight. Occasional grimacing or other mouth movements (e.g., jaw opened or clenched; tongue movement) 2. Mild. Movement present less than 50% of the time 3. Moderate dystonic movements or contractions present most of the time 4. Severe dystonic movements or contractions present most of the time 	<p>Speech and swallowing</p> <ol style="list-style-type: none"> 0. Normal 1. Slightly involved; speech easily understood or occasional choking 2. Some difficulty in understanding speech or frequent choking 3. Marked difficulty in understanding speech or inability to swallow firm foods 4. Complete or almost complete anarthria, or marked difficulty swallowing soft foods and liquids <p>Neck</p> <ol style="list-style-type: none"> 0. No dystonia present 1. Slight. Occasional pulling 2. Obvious torticollis, but mild 3. Moderate pulling 4. Extreme pulling <p>Arm</p> <ol style="list-style-type: none"> 0. No dystonia present 1. Slight dystonia. Clinically insignificant 2. Mild. Obvious dystonia, but not disabling 3. Moderate. Able to grasp, with some manual function 4. Severe. No useful grasp <p>Trunk</p> <ol style="list-style-type: none"> 0. No dystonia present 1. Slight bending; clinically insignificant 2. Definite bending, but not interfering with standing or walking 3. Moderate bending; interfering with standing or walking 4. Extreme bending of trunk preventing standing or walking <p>Leg</p> <ol style="list-style-type: none"> 0. No dystonia present 1. Slight dystonia, but not causing impairment; clinically insignificant 2. Mild dystonia. Walks briskly and unaided 3. Moderate dystonia. Severely impairs walking or requires assistance 4. Severe. Unable to stand or walk on involved leg
---	---