

PERSEVERAÇÃO MOTORA EM CRIANÇAS. IMPACTO DA CONDIÇÃO DE
DEFICIÊNCIA MENTAL

MARCIA VALÉRIA COZZANI

Tese apresentada ao Instituto de
Biotecnologia do Campus de Rio Claro,
Universidade Estadual Paulista, como
parte dos requisitos para obtenção do
título de Doutor em Ciências da
Motricidade, área de Biodinâmica da
Motricidade Humana.

RIO CLARO – SP

Maio / 2007

PERSEVERAÇÃO MOTORA EM CRIANÇAS. IMPACTO DA CONDIÇÃO DE
DEFICIÊNCIA MENTAL

MARCIA VALÉRIA COZZANI

Orientadora: Profa. Dra. Eliane Mauerberg-deCastro

Tese apresentada ao Instituto de
Biotecnologia do Campus de Rio Claro,
Universidade Estadual Paulista, como
parte dos requisitos para obtenção do
título de Doutor em Ciências da
Motricidade, área de Biodinâmica da
Motricidade Humana.

RIO CLARO – SP

Maio / 2007

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, em especial, a minha mãe Silvia e meu pai Augusto, pelo amor, paciência e apoio incondicional durante todos estes anos. Sem vocês esta e tantas outras conquistas não seriam possíveis.

Muito obrigada.

Amo vocês!!

AGRADECIMENTOS

À DEUS por estar ao meu lado e iluminar o meu caminho, pela vida e por me engrandecer como pessoa.

À toda a minha família, meus pais, meus irmãos, que são, sem dúvida, os meus alicerces de incentivo, carinho, respeito e amor.

À profa. Dra. Eliane Mauerberg de Castro pela orientação neste trabalho, pela confiança desde o início, competência e exemplo de dedicação e seriedade profissional. Muito obrigada pela oportunidade de aprender com você durante quase sete anos.

Aos professores que avaliaram este trabalho: Prof. Dr. José Ângelo Barela, Prof. Dr. Renato Moraes, Prof. Dr. Edison de Jesus Manoel e Profa. Dra. Marli Nabeiro, pela colaboração e contribuições dadas a este trabalho.

À Profa. Dra. Durlei de Carvalho Cavicchia pelas correções nas versões preliminares e todo apoio durante a realização deste trabalho.

Ao programa de Pós-Graduação em Ciências da Motricidade pela oportunidade e estímulo à pesquisa científica.

Às instituições: APAE de Rio Claro, ARIL (Associação de Reabilitação Infantil Limeirense), APAE de Piracicaba, APIPSDOWN (Associação de Pais e Irmãos de Portadores da Síndrome de Down) de Piracicaba, às creches municipais da cidade de Rio Claro, pelo incentivo e oportunidade de desenvolver a coleta de dados, em especial aos participantes e suas famílias pela disposição e paciência em realizar as coletas.

Aos colegas do LAP (Laboratório da Ação e Percepção), em especial a todos que me ajudaram nas coletas de dados e acompanharam de perto este trabalho no doutorado: Marina, Dri, Suelen, Juliana Martins, Cacau, Bruna, Bruno, Juliana B., Elaine, Debbie, Carol.

Aos meus eternos amigos que estão comigo o tempo todo: Lori, Dri, Thátia, Ana Clara, Sérgio, Tati Calve, Tati Souza, Monique, Beto, Cícero... e tantos outros.

A minha amiga e companheira Marina que nestes últimos três anos dividiu comigo momentos inesquecíveis. Aos meus cachorros lindos, meus companheiros: Frank, Manu, Kali, Lino e Teo, pelo amor incondicional, a Luna que se foi, mas deixou muitas lembranças e saudades.

À todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

À CAPES pelo suporte financeiro durante a execução deste projeto.

RESUMO

Gestos perseverativos são respostas inapropriadas para uma demanda da tarefa e eles são comuns em algumas idades. Diariamente, adultos repetem inconscientemente muitos gestos simples que são automáticos nas suas rotinas. Quando o ambiente é alterado, a sinergia do movimento não é necessariamente ajustada. Isto tem sido associado à disfunção neurológica. Por outro lado, perseveração motora tem sido recentemente usada para interpretar a canônica tarefa Piagetiana A-não-B. Na tarefa A-não-B, bebês são “incentivados” a alcançar e pegar um de dois objetos (localização chamada “A”) algumas vezes, com poucos segundos de demora entre dar a dica (chacoalhar o objeto e motivar a criança a pegá-lo) e dar o estímulo para a criança. Depois de um número de tentativas em “A”, o experimentador dá a dica no alvo B. Tipicamente, por volta dos 10 meses de idade, bebês com desenvolvimento normal, mesmo olhando esse jogo de esconder e procurar, voltam a alcançar na tampa A depois do experimentador ter dado a dica na tampa B. A proposta deste estudo foi determinar se crianças com e sem retardo mental perseveram ou não na tarefa modificada Piagetiana de alcance A-não-B, também, identificar o relacionamento entre o olhar e o alcançar durante sua performance, bem como o padrão do alcançar. Nós utilizamos a tarefa modificada da caixa de areia em que um objeto é escondido em uma localização A ou B. Vinte bebês com desenvolvimento normal (GC) (média de idade de $27,3 \pm 3.82$ meses) e vinte crianças com atraso no desenvolvimento (GD) (média de idade de $55,62 \pm 9.24$ meses) foram autorizados por seus pais para participarem do

estudo. Enquanto realizaram a tarefa A-não-B na caixa de areia, todos os participantes foram filmados por 3 cameras. Os resultados revelaram que o GD perseverou mais do que o GC ao longo de todas as tentativas. O GD não acoplou o olhar ao gesto de alcançar, enquanto que o GC manteve o olhar e alcançar acoplados. Dados espaço-temporais revelaram que a velocidade foi progressivamente maior ao longo das sucessivas tentativas (tentativas em A para tentativas em B) para o GD e o mesmo para o GC. A acurácia foi similar para ambos os grupos. Entretanto, a variabilidade na acurácia foi maior para o GC porque este grupo explorou mais a caixa de areia. Nós concluímos que a perseveração é forte nas crianças com atrasos no desenvolvimento. O acoplamento olhar-alcançar pode ser um sinal de atenção na demanda da tarefa, mas, sozinho ele não garante o sucesso na tarefa. Alguns parâmetros do movimento são invariantes e relacionados à perseveração (i.e, distância do alcançar, precisão). A tarefa de esconder objetos mesmo quando o objeto é detectado corretamente pode se tornar uma tarefa desafiadora. Então, variabilidade em alguns parâmetros do movimento pode ser um sinal de incerteza sobre a localização do alvo, bem como, resultar de quebra do comportamento perseverativo.

Palavras-chave: perseveração motora, percepção-ação, atrasos desenvolvimentais.

ABSTRACT

Perseverative gestures are inappropriate responses to a task demand and they are common at any age. Daily, adults repeat unconsciously many simple gestures that are automatic in their routines. When the environment is slightly altered, the movement synergy is not necessarily adjusted. This has been associated to neurological dysfunction. On the other hand, motor perseveration has recently been used to interpret the canonical A not B Piagetian task. In the A not B task, infants are “enticed” to reach for and grasp at one of two objects (location called “A”) a few times each, with few seconds delay between cuing (shaking the object and enticing the child to grab it) and giving the stimulus to the child. After a number of trials in A, the experiment cues the B target. Typically, around the age of 9 months, normally-developing infants, even though they watch this “hide and seek” game, return to reach for the “A” lid after being cued to reach for the “B” lid. The purpose of this study was to determine whether or not children with and without mental retardation (MR) perseverate in a modified Piagetian “A not B” reaching task, and also to identify the looking and reaching relationship during their performance as well as the reaching pattern. We modified the traditional Piagetian “A not B” task by placing one of two identical targets (lids) inside a sand box. Twenty normally developing infants (ND) (mean age of $27,3 \pm 3.82$ months), and twenty children with mental retardation (MR) (mean age of 55.62 ± 9.24 months) were authorized by their parents to take part in this study. While performing the “A not B” sand box task, all participants were videotaped with three cameras. A section experiment shows results

confirming that the MR group perseverated throughout all trials. The MR group decoupled looking at the targets from the reaching gesture, while ND group kept looking-reaching coupled. Spatial temporal data revealed that, because ND group perseverated, distance of initial position of the hand to the target was the same. Velocity was progressively higher across the successive trials (A trials to B trials) for ND group, and the same for MR group. Accuracy was similar for both groups. However, variability in accuracy was higher for ND group because they were not perseverating. We conclude that perseveration is stronger in children with developmental disability. Coupling eye and reaching can be a sign of attention on the task demand, but, regardless of success on a task, reaching alone does not rely on continuous looking. Some movement parameters are invariant and related to perseveration (e.g., distance of reaching; precision). Hiding objects, even though correctly detected, can pose a challenging task. So, variability in some movement parameters can be a sign of uncertainty about target location, as well as, result of breaking a perseverative behavior.

Key-Words: motor perseveration, perception-action, developmental disability.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT	viii
SUMÁRIO.....	x
LISTA DE TABELAS	xiii
LISTA DE FIGURAS.....	xiv
CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO	16
1.1. Objetivos	27
1.2. Delineamento da tese	28
CAPÍTULO 2. REVISÃO DA LITERATURA	30
2.1. O erro A-não-B	30
2.2. Eventos críticos na tarefa A-não-B.....	35
2.2.1. Input da tarefa	35
2.2.2. Input específico	38
2.2.3. O atraso	39
2.2.4. O ato de alcançar	41
2.2.5. Desenvolvimento.....	42
2.3. Modelo de campo dinâmico	46
CAPÍTULO 3. DIREÇÃO E DURAÇÃO DO OLHAR ENQUANTO DETERMINANTES ATENCIONAIS NA TAREFA A-NÃO-B EM CRIANÇAS COM E SEM ATRASOS NO DESENVOLVIMENTO.....	52
3.1. Introdução.....	53
3.2. Materiais e métodos.....	60
3.2.1. Participantes	60
3.2.2. Procedimentos	61
3.2.3. Análise dos dados.....	64
3.2.3.1. Análise estatística	67

3.3. Resultados.....	68
3.3.1. Tendência perseverativa dos grupos	68
3.3.2. Duração do olhar.....	70
3.3.3. Acoplamento olhar-alcançar.....	76
3.3.4. Tipo do alcance.....	77
3.3.5. Estratégia de alcance.....	79
3.4. Discussão	81
3.4.1. Tendência perseverativa.....	81
3.4.2. Acoplamento olhar-alcançar.....	85
3.4.3. Estratégias do alcançar	88
CAPÍTULO 4. PARÂMETROS CINEMÁTICOS DO ALCANÇAR NA TAREFA A-NÃO-B EM CRIANÇAS COM E SEM ATRASOS DESENVOLVIMENTAIS	90
4.1. Introdução.....	91
4.2. Materiais e Métodos.....	98
4.2.1. Participantes	98
4.2.2. Procedimentos	99
4.2.3. Análise dos dados.....	103
4.2.3.1. Descrição da variáveis	105
4.2.3.2. Análise estatística	109
4.3. Resultados.....	110
4.3.1. Deslocamento	110
4.3.2. Velocidade média.....	113
4.3.3. Pico máximo de velocidade	114
4.3.4. Acurácia do alcançar.....	116
4.4. Discussão	120
CAPÍTULO 5. SÍNTESE DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES.....	126

5.1. Conclusões	129
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	130
ANEXO 1: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	138

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Médias e desvios-padrão da idade, massa corporal e estatura dos participantes do GD e GC	57
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Exemplo da tarefa A-não-B, em uma tentativa em B. As três colunas representam três momentos da tarefa (i.e., durante o input específico, durante o atraso e no momento de alcançar) respectivamente. Ainda, o campo de ativação durante o input da tarefa (a), durante o input específico (b) e o campo de memória (c). (Modificado de Beer, 2000).....	44
Figura 3.1: Ilustração da caixa de areia na tarefa A-não-B.....	59
Figura 3.2: Plano de filmagem frontal da situação experimental.....	60
Figura 3.3. Número de perseveradores em cada grupo.....	65
Figura 3.4: Média e desvio-padrão da porcentagem da duração do olhar em A, B e CC entre os grupos GD e GC.....	66
Figura 3.5: Média e desvio-padrão da porcentagem de duração do olhar no alvo A, B e no CC entre os grupos perseveradores e não-perseveradores.....	67
Figura 3.6: Média da porcentagem da duração de olhar no alvo A, B e CC durante o input em A e em B.....	68
Figura 3.7: Média da porcentagem da duração do olhar no alvo A, B e CC durante o input em A e em B e entre os grupos: perseveradores (a) e não-perseveradores (b).....	69
Figura 3.8. Média da porcentagem da duração do olhar no alvo A, no CC e no alvo B, nas três últimas tentativas da tarefa (A2, B1 e B2).....	71
Figura 3.9: Frequência de acoplamento olhar-alcançar dos grupos GD e GC em cada tentativa.....	72
Figura 3.10: Frequência da direção de alcances dos grupos GD (a) e GC (b) em cada tentativa.....	74
Figura 3.11: Frequência do tipo de alcance dos grupos GD (a) e GC (b) em cada tentativa.....	75
Figura 4.1: Ilustração da caixa de areia e a tarefa A-não-B.....	96
Figura 4.2: Plano de filmagem da situação experimental. (a) Plano de filmagem sagital e (b) plano de filmagem frontal.....	97

Figura 4.3: Exemplo do objeto volumétrico com oito marcadores que definem os eixos x, y e z.....	99
Figura 4.4: Exemplo da análise residual de uma tentativa de um participante para definir a frequência de corte em cada coordenada X, Y e Z; (a) e a comparação do dado bruto com o dado filtrado (b).....	100
Figura 4.5: Ilustração da área de calibração na caixa de areia.....	103
Figura 4.6: Média e desvio padrão do deslocamento do punho durante o alcançar entre os grupos.....	106
Figura 4.7: Média e desvio-padrão do deslocamento do punho entre os grupos e entre as tentativas para alcançar.....	106
Figura 4.8: Média e desvio-padrão do deslocamento do punho entre os grupos perseveradores e não-perseveradores em cada tentativa	107
Figura 4.9: Média e desvio-padrão da velocidade do alcançar entre os grupos em cada tentativa.....	108
Figura 4.10: Média do desvio-padrão da velocidade dos participantes ao longo das tentativas.....	109
Figura 4.11: Média e desvio padrão do pico máximo de velocidade de alcance entre os grupos GD e GC (a), e perseveradores e não-perseveradores (b).* indica efeito significativo.....	110
Figura 4.12: Média e desvio-padrão do desvio-padrão do pico de velocidade dos participantes ao longo das tentativas	111
Figura 4.13. Média e desvio-padrão do desvio-padrão erro absoluto entre os grupos GD e GC (a) e entre as tentativas em A e em B (b).....	112
Figura 4.14. Média do erro absoluto entre os grupos GD e GC e entre perseveradores e não-perseveradores nas tentativas em A e em B.....	113
Figura 4.15. Média do coeficiente de variação do erro absoluto entre os grupos GD e GC (a) e entre perseveradores e não-perseveradores (b).....	114

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

Há fenômenos do comportamento motor, como por exemplo, certos marcos motores (i.e., quando a criança adquire coordenação e controle postural para sentar, andar e posteriormente correr) que estão fortemente ligados a períodos específicos do desenvolvimento humano. A ocorrência destes fenômenos é esperada, em função da idade cronológica do indivíduo. Há ainda certos comportamentos que são transitórios (i.e., engatinhar), pois são funções adaptativas que dependem tanto do status desenvolvimental da criança, quanto da demanda da tarefa no momento. Por exemplo, um indivíduo adulto não volta a engatinhar a menos que ele esteja engajado em uma tarefa como, por exemplo, se locomover por um túnel em que seu diâmetro não permite ficar em pé. Portanto, a menos que exista um fator ambiental ou cultural pertinente (i.e., povos que adotam a locomoção quadrúpede) o engatinhar é normalmente uma estratégia adaptativa utilizada por bebês para se locomover antes de adquirir o andar independente. Em suma, existem certos comportamentos que estão fortemente

associados com o contexto da tarefa em determinados momentos e que podem representar uma função adaptativa inerente ao status desenvolvimental.

Um fenômeno muito explorado por desenvolvimentistas foi o alcançar em bebês em tarefas manipulativas. A tarefa A-não-B, proposta inicialmente por Piaget (1954), revelou um comportamento transitório entre bebês pequenos e que foi chamado por ele de “erro A-não-B”. Nesta tarefa, um bebê observa um objeto ser escondido em um determinado local (i.e., local A). Após um atraso de alguns segundos, o bebê tem a liberdade de procurar pelo objeto e, normalmente, ele o faz com precisão. Após algumas tentativas, neste jogo de esconder e procurar o objeto no local A, o objeto é escondido em outro local (i.e., local B). Bebês com idade entre oito e dez meses tendem, normalmente, a procurar o objeto repetidamente no local A mesmo tendo observado o experimentador esconder o objeto no local B.

Para Piaget, este erro ocorre porque o bebê ainda não estabeleceu o conceito de permanência de objetos. Piaget estava interessado, na época, em compreender como a criança constrói o conhecimento do “todo”, do “unitário”. Ele propôs seis sub-estágios dentro do estágio de desenvolvimento sensório-motor os quais ele atribuiu serem seis reorganizações da estrutura mental da criança. Estes estágios derivam das mudanças sucessivas na estrutura mental das crianças e se refletem em mudanças dramáticas no comportamento motor da criança em relação aos objetos. Um exemplo desta mudança no comportamento era o fato do bebê não procurar por objetos totalmente escondidos em certo momento e mais tarde procurar pelo objeto onde ele viu ter desaparecido. Segundo Thelen e Smith (1994) nenhuma das mudanças foi tão enigmática quanto a que ele utilizou para definir o estágio quatro do desenvolvimento do conceito de objetos:

o intrigante comportamento ao qual denominou o erro A-não-B. Para Piaget as crianças cometiam o erro porque elas não faziam a representação do objeto como continuidade do espaço, independentemente de sua própria percepção e ação. Bebês com menos de sete meses de idade não cometiam o erro porque eles não procuravam por objetos escondidos, ou seja, fora do seu campo visual. Crianças com mais de doze meses também não cometiam o erro porque elas buscavam facilmente o objeto onde o tinham visto desaparecer por último. Portanto, para Piaget, o erro A-não-B acontecia somente por um breve período do desenvolvimento (i.e., entre 8 e 10 meses) e era um marco no desenvolvimento da cognição.

Segundo Thelen e Smith (1994) não foi surpresa que o erro A-não-B tenha se tornado um fenômeno bastante estudado porque ele demarcava claramente um estágio entre o menos e o mais maduro entendimento de permanência do objeto. Por outro lado, as autoras consideraram surpresa o fato de vastas pesquisas empíricas não ter levado a uma teoria coerente sobre o fenômeno. As tentativas teóricas esbarraram em dois fatores: a busca da explicação numa causa única (i.e., cognição) e a distinção entre performance-competência (alcançar e alcançar e achar alguma coisa) nas diferentes fases do desenvolvimento. Assim, na época, os pesquisadores realizavam dois tipos de estudos. Aqueles que procuravam demonstrar que a criança de fato, possuía uma competência crítica (i.e., a criança realmente sabia onde estava o objeto) e aqueles que procuravam descobrir as variáveis de performance tal como a memória, a atenção, ou o conhecimento espacial que mascaravam a suposta competência que estava por trás da performance (i.e., se a criança conhece isto, como ela não faz isto?). Como exemplo do primeiro tipo de estudo que buscava demonstrar a competência

crítica da criança-Baillargeon e Graber (1988) desenvolveram uma versão da tarefa A-não-B em que as crianças não precisavam achar e recuperar o objeto. Eles utilizaram o paradigma de habituação em que as crianças somente observavam o objeto ser escondido em A. Após um breve momento em que era distraída por outro evento, a criança observava o objeto ser recuperado. Neste contexto de tarefa os autores realizaram duas condições. Em uma condição a criança observava o objeto ser recuperado do mesmo local em que tinha sido escondido e, na outra condição, observava o objeto ser recuperado de um local diferente. As crianças olharam por mais tempo quando o objeto foi recuperado de um local diferente. Os autores concluíram que as crianças realmente sabem sobre a permanência dos objetos, mas que esta competência é de algum modo mascarada pelos requerimentos da tarefa.

A linha de pesquisa consistente com o segundo tipo de estudo-sobre as variáveis de performance que encobriam a competência-foi desenvolvida principalmente nos estudos de Diamond (Diamond & Goldman-Rakic, 1989), em que se associou o erro A-não-B a uma falha no controle inibitório da resposta, como resultado de uma imaturidade do córtex pré-frontal. Diamond dizia que a criança sabia onde estava o objeto mesmo quando ela retornava a busca no local inadequado. O problema para a criança, na visão do autor, não estava na ausência de conhecimento da permanência do objeto, mas na falta da capacidade de inibir a ação de alcançar. Estas explicações, juntamente à explicação original de Piaget, enfatizam a idéia de que este erro reflete o estado funcional da mente ou do cérebro em um ponto particular do desenvolvimento (i.e., entre 8 e 10 meses de idade). Neste caso, a explicação está centrada no

funcionamento hierárquico do sistema nervoso central, associado ao processo maturacional inerente às funções cognitivas.

Segundo Thelen e Smith (1994), a dificuldade em aceitar somente estas explicações residiu no fato de que havia inúmeras evidências de que o erro A-não-B dependia sistematicamente de fatores envolvidos no contexto específico da tarefa. Para as autoras, é difícil aceitar que a ocorrência ou não do erro se dava por uma simples transição entre ter conhecimento da permanência do objeto *versus* não ter conhecimento da permanência do objeto, ou ainda, ser capaz de inibir a ação de alcançar *versus* não ser capaz de inibir a ação do alcançar. Pelo contrário, ao resgatar princípios da teoria dos sistemas dinâmicos, Thelen e Smith (1994) afirmaram que no processo de desenvolvimento, há um momento em que o bebê não procura objetos completamente escondidos. Neste momento há um forte atrator que puxa o comportamento para aquele desempenho. Mais tarde, a criança sempre procura o objeto no local em que o viu desaparecer. Ali há outro profundo atrator puxando o comportamento na direção desse desempenho. No processo desenvolvimental, o erro A-não-B ocorre no terreno acidentado entre estes dois atratores. O ponto crítico é que neste breve estágio do desenvolvimento o erro é variável, pois as mesmas forças que causam a mudança no comportamento no momento da tarefa (i.e., tempo real) causam as mudanças desenvolvimentais. Portanto, as mudanças no contexto da tarefa que fazem o erro ocorrer ou deixar de ocorrer são as chaves para entender a transição de não procurar por objetos escondidos a procurar corretamente por eles.

Recentemente, Thelen, Smith e colaboradores (Corbetta & Thelen, 1996; Smith, Thelen, Titzer & Mclin, 1999; Diedrich, Thelen, Smith & Corbetta, 2000; Thelen,

Schoner, Scheiner & Smith, 2001) revisitaram as considerações teóricas sobre a ocorrência do erro na clássica prova de Piaget (1954) denominada “A-não-B”. A explicação para a ocorrência do erro foi então redirecionada para uma nova interpretação que se inspirou, essencialmente, nos processos subjacentes à ação motora que envolve o alcançar. Para de fato introduzir uma nova interpretação sobre o erro A-não-B agora com ênfase no processo perceptivo-motor do alcançar e não sobre a representação do objeto escondido, esses autores modificaram a tarefa A-não-B clássica de Piaget: utilizaram duas tampas idênticas como alvos A e B, agora visualmente disponíveis para a criança o tempo todo. Na tarefa clássica de Piaget o objeto era normalmente um brinquedo, que o experimentador escondia embaixo de uma tampa ou copo. O erro A-não-B ocorreu mesmo na tarefa modificada por Thelen e colaboradores. Assim, esses autores redirecionaram a explicação sobre o erro situando-a em torno dos fatores que predispunham o alcançar em uma ou outra direção. Eles resgataram, como pano de fundo, princípios da teoria de sistemas dinâmicos, como por exemplo, a não linearidade do comportamento. De acordo com esta explicação o erro A-não-B não é exclusivo de um período do desenvolvimento (i.e., 8 a 10 meses) como proposto por Piaget mas, pelo contrário, pode ocorrer em outras fases do desenvolvimento e sob diferentes restrições da tarefa.

Mais tarde, esse mesmo grupo de pesquisadores realizou experimentos envolvendo a tarefa A-não-B, agora modificada para crianças de dois anos de idade. A tarefa manteve as mesmas características da tarefa clássica de Piaget, tais como, dois alvos (A e B) para garantir a escolha na direção do alcance, um tempo de atraso entre a apresentação do objeto (i.e., brinquedo) e a permissão de alcançar, várias repetições

do gesto em uma determinada direção (i.e., A) antes de mudar o objeto para o local B. O diferencial nesta tarefa, que a tornou apropriada para a idade de dois anos, foi que eles utilizaram uma caixa de areia onde os alvos A e B não estavam visualmente disponíveis para a criança e que tornou a tarefa mais atraente para esta idade. O experimentador escondia um objeto na caixa de areia em um local pré-determinado como local A, e após algumas tentativas em A o experimentador escondia o mesmo objeto no local B. O atraso entre a apresentação do objeto e a permissão do alcance foi de 3 segundos nas tentativas em A e de 10 segundos nas tentativas em B, portanto, maior do que o atraso observado na tarefa clássica de Piaget (i.e., 5 segundos em A e em B) e na tarefa modificada por Thelen e colaboradores com as tampas (i.e., 3 e 5 segundos em A e em B). Esta diferença no atraso foi, segundo Spencer, Smith e Thelen (2001), uma estratégia para adequar a tarefa A-não-B para esta nova fase do desenvolvimento e, também, para predispor a criança ao erro A-não-B, pois, durante um atraso longo a memória motora gerada por sucessivos alcances em A torna-se mais forte em relação ao *campo de ativação* (i.e., componente do modelo que representa a teoria de campo dinâmico) gerado pelo input específico em uma tentativa em B.

Erlhagen e Schoner (2002) reuniram conceitos da teoria dos sistemas dinâmicos e propuseram um modelo teórico para entender a preparação do movimento. Os conceitos teóricos enfatizados foram os estados atrativos do comportamento (i.e., atratores) e suas bifurcações, e foram apropriadamente generalizados para as características do sistema em representação. Os autores utilizavam a teoria de campo dinâmico de preparação do movimento para entender os processos subjacentes ao alcançar na tarefa A-não-B, bem como a ocorrência do erro A-não-B. Mais detalhes

sobre a teoria de campo dinâmico são apresentados no capítulo seguinte, mas em suma, são três as principais idéias que compõem o modelo: (1) a primeira é que os movimentos são representados por contínuas ou sub-simbólicas ativações neurais definidas sob parâmetros espaço-temporais do movimento; (2) a segunda, a preparação do movimento é uma evolução contínua destas ativações o que é uma característica de um sistema dinâmico não-linear; (3) e por último, a idéia de que o contexto da tarefa em si é representado por um segundo campo de ativação similar ao primeiro, o qual é alimentado por várias fontes de informação sobre as possibilidades de movimento. De acordo com esta última idéia, uma dessas fontes de informação é o traço de memória de ativações que representam um histórico motor recente, como por exemplo, se a criança já realizou a tarefa de alcançar algumas vezes na mesma direção.

Spencer et al. (2001) afirmaram que a explicação da ocorrência do erro A-não-B, em termos de sistemas dinâmicos (i.e., sem a supremacia hierárquica do sistema nervoso central) sugere que o erro é produto de processos visuais e atencionais. Estes processos estão relacionados a uma dinâmica que envolve alguns aspectos: (1) a percepção da localização de objetos relevantes no ambiente ao redor; (2) o processo envolvido na detecção do estímulo e na execução propriamente dita da ação como, por exemplo, mover a mão de uma posição inicial ao encontro do alvo (i.e., objeto); (3) a memória de curto-prazo para manter a informação relevante (i.e., lembrar onde o brinquedo foi escondido) na ausência de dicas perceptuais (i.e., uma saliência no objeto, uma cor diferente); (4) a memória de longo-prazo que armazena informações sobre ações e eventos passados.

Mais especificamente, estes autores consideram que o erro persiste por conta de uma perseveração motora criada por uma memória perceptivo-motora a qual foi estimulada por sucessivas repetições do gesto numa única direção (Thelen et al., 1999). De acordo com os autores, se esta explicação está correta, o erro na tarefa A-não-B não poderia ser exclusivo de um ponto em particular do desenvolvimento cognitivo, tampouco em uma única tarefa. Pelo contrário, este erro clássico é um exemplo de uma classe ampla de erros de memória espacial que ocorrem em várias tarefas da vida diária e em diferentes idades.

Em atrasos no desenvolvimento como na deficiência mental é comum observarmos as inadequações do sistema perceptivo-motor, especialmente com relação à sua interdependência com a atenção. Ainda, em muitas condições de deficiência, a exemplo da síndrome de Down, se observa comportamentos estereotipados e perseverativos (Ellis & Dulaney, 1991; Dulaney & Ellis, 1994; Dulaney & Tomporowski, 2000) devido à menor flexibilidade perceptivo-motora que torna o comportamento inapropriado à demanda da tarefa (Dulaney & Ellis, 1994; Ellis & Dulaney, 1991). O que inspirou a pergunta central deste trabalho foram os resultados preliminares de um estudo longitudinal sobre o erro A-não-B realizado com oito crianças com deficiência mental (i.e., síndrome de Down) com idade média de 4,42 anos de idade (Cozzani, Cavicchia, Souza & Mauerberg-Decastro, 2005). Nestes estudos os autores encontraram que a perseveração motora continua a ocorrer em idades mais avançadas (i.e., entre 3 e 5 anos de idade) em crianças com deficiência mental, para a mesma tarefa em que crianças sem deficiência não perseveram mais.

Por um lado, este resultado pode estar associado com as inadequações do sistema perceptivo-motor, desde aspectos relacionados a déficits de atenção comuns em crianças com atrasos no desenvolvimento, até a rigidez ou invariância no plano de movimento, que se reflete na falta de flexibilidade do sistema frente às mudanças no contexto da tarefa. Ambos os fatores podem levar a perseveração motora em tarefas simples como na tarefa A-não-B e assim, o erro pode ser interpretado como um comportamento não adaptativo. Por outro lado, de acordo com Clearfield, Diedrich, Smith e Thelen (2006), a perseveração motora pode se tornar um comportamento adaptativo se, a partir dela, o sistema encontrar estados mais estáveis na coordenação e controle do movimento a partir da repetição do gesto motor. Este último aspecto foi verificado no estudo de Clearfield et al. (2006) através da análise de variáveis cinemáticas e da ocorrência da perseveração em um estudo longitudinal com bebês. Os autores encontraram que de fato, a estabilidade do sistema de coordenação e controle do movimento, que se refletiu em menor variabilidade na velocidade de contato da mão entre as tentativas em A e em B, é um pré-requisito para que a perseveração motora ocorra. Ou seja, a perseveração motora passou a ocorrer nos bebês por volta dos 8 meses de idade pois aos 4, 5 e 6 meses de idade o alcançar ainda era instável, muito variável, para gerar um padrão de movimento altamente automatizado como é característico em respostas perseverativas.

Em função de crianças com atrasos no desenvolvimento apresentarem características como déficit de atenção, comportamentos estereotipados, respostas perseverativas, a predição em torno desta investigação é de que a tarefa A-não-B tem um impacto diferenciado entre crianças com atrasos no desenvolvimento e crianças

sem atrasos no desenvolvimento. Mais especificamente, as crianças com atrasos no desenvolvimento estariam mais propensas ao erro A-não-B do que às crianças sem atrasos no desenvolvimento porque quebrar a influência perseverativa, em um contexto da tarefa que predispõe ao erro, exigiria maior flexibilidade do sistema perceptivo-motor. Em outras palavras, nas crianças com atrasos no desenvolvimento o plano de ativação para alcançar em B, quando o input específico é dado em B, é enfraquecido por influência da memória motora dos alcances anteriores em A e porque, durante atrasos longos, o sistema é menos apto em resgatar a informação relevante (i.e. input específico em B) no momento do alcance. Uma maneira de confirmar esta suspeita é verificar a direção e a duração do olhar no momento do alcançar, ou seja, após o atraso. O olhar no momento do alcançar pode indicar tanto a intenção através da direção do movimento como também a eficiência do sistema atencional, especialmente o traço de memória para resgatar a informação relevante e, conseqüentemente, quebrar a influência perseverativa.

Estas considerações iniciais apresentam o contexto no qual se situa este trabalho, a partir do qual ganham sentido as questões propostas para investigação. Assim, as questões centrais deste estudo são: (1) Qual a importância da perseveração motora no processo de desenvolvimento normal e atrasado? (2) Na tarefa A-não-B, na caixa de areia, o processo atencional representado a partir da dinâmica do olhar (i.e. direção e duração do olhar) bem como o acoplamento olhar-alcançar podem informar sobre uma tendência perseverativa em crianças com e sem atrasos no desenvolvimento? (3) Parâmetros cinemáticos do movimento podem informar sobre a

flexibilidade do sistema perceptivo-motor na tarefa A-não-B e, conseqüentemente, sobre a tendência perseverativa em crianças com e sem atrasos no desenvolvimento?

1.1. Objetivos

A partir destas questões os objetivos deste estudo foram:

- Verificar se crianças com e sem atraso no desenvolvimento perseveraram na tarefa A-não-B modificada por Spencer et al. (2001);
- Investigar a direção e a duração do olhar nos Alvos A e B, bem como o acoplamento olhar-alcançar no momento do toque nos alvos A e B, como indicadores do nível de atenção na tarefa A-não-B em crianças com e sem atrasos no desenvolvimento e uma possível relação com a perseveração motora do gesto de alcançar;
- Analisar os parâmetros espaço-temporais do movimento de alcançar bem como a precisão do alcance em relação aos alvos A e B e relacionar com a tendência perseverativa de crianças com e sem atrasos no desenvolvimento.

1.2. Delineamento da Tese

Para atingir os objetivos propostos, esta tese foi organizada em cinco capítulos. O capítulo 1 apresenta uma visão geral do problema investigado, bem como caracteriza a abordagem teórica que explica o fenômeno do erro A-não-B. Apresenta os objetivos e o delineamento de como as análises foram conduzidas. O capítulo 2 apresenta uma breve revisão da literatura sobre a tarefa A-não-B, explicações teóricas clássicas sobre o erro e seu desaparecimento em função da idade. Ainda, inclui evidências experimentais e argumentos teóricos sobre o fenômeno em torno do erro contrários à visão cognitiva e maturacional. Nos capítulos 3 e 4 são apresentados dois conjuntos de análises referentes ao estudo experimental conduzido nesta tese em formato de artigo científico com o intuito de verificar como o erro A-não-B ocorre sob diferentes restrições do organismo (i.e., desenvolvimento normal e desenvolvimento atrasado). Especificamente no capítulo 3 são descritos aspectos relacionados ao nível de atenção na tarefa: os parâmetros relacionados à dinâmica do olhar de crianças com atraso no desenvolvimento (i.e., com síndrome de Down) e crianças com desenvolvimento normal. O capítulo 4 apresenta aspectos relacionados à ação em si: os parâmetros cinemáticos do alcançar, a precisão e consistência do gesto. Em ambos os capítulos, estes dois elementos da ação, (i.e., olhar e alcançar) foram analisados com o objetivo de verificar particularidades no comportamento que possam informar sobre a ocorrência ou não do erro A-não-B. Em outras palavras, olhar e alcançar em A, quando o input específico é em B, são elementos indicativos do fenômeno de perseveração que

presumimos serem diferenciados entre as crianças com desenvolvimento normal e com desenvolvimento atrasado. O capítulo 5 apresenta uma síntese dos resultados e tece considerações sobre como estes podem contribuir para o entendimento da dinâmica percepção-ação em crianças com atraso desenvolvimental.

CAPÍTULO 2: REVISÃO DA LITERATURA

2.1. O erro A-não-B

“Numa sala quieta, um bebê observa o experimentador esconder sob uma tampa, um objeto em um de dois locais (i.e, duas tampas), separados por uma pequena distância. O local é assinalado como local ‘A’ e, em seguida o bebê é encorajado a achar o objeto escondido. O bebê faz algumas repetições neste jogo que parece tão óbvio para este expert em ‘pegar coisa’. De repente, o experimentador esconde o mesmo objeto no local ao lado (i.e., outra tampa) que ele designou como local ‘B’. O bebê observa atentamente o experimentador esconder no novo local e, após uns poucos segundos de espera finalmente é liberado para buscar o tal objeto e continuar neste jogo simplista. Bebês entre 8 e 12 meses de idade retornam suas buscas sempre no lado ‘A’ mesmo tendo testemunhado que o experimentador escondeu o objeto no lado ‘B’. Este é o erro A-não-B.

(Cozzani, Mauerberg-deCastro & Cavicchia, 2005, p.40)

O erro “A-não-B” foi primeiro descrito por Piaget (1954) em um contexto de pesquisas de longo prazo sobre a origem do desenvolvimento do conhecimento. Piaget tinha um interesse particular em entender quando bebês reconheciam as propriedades dos objetos e, especialmente, se estes objetos continuavam a existir mesmo quando não podiam ser mais vistos. Assim, ele realizou uma série de jogos de esconder objetos com seus próprios filhos e descobriu que, antes dos 7 ou 8 meses de idade, os bebês não procuravam os objetos escondidos sob uma tampa pois, para eles, estes deixavam

de existir. Após os 12 meses de idade, bebês procuravam objetos escondidos em vários lugares sucessivamente. Entretanto, para Piaget, entre 7 e 12 meses os bebês tinham um conhecimento parcial do objeto, uma vez que eles procuravam o objeto em uma localização mas não eram capazes de mudar sua busca se o objeto fosse escondido em uma segunda localização. Piaget (1954) argumentou que, tais bebês, não entendiam que o objeto existia independentemente da sua ação de alcançar. Ou seja, o objeto deixava de existir se a busca por ele implicasse em uma mudança na direção do movimento. Esta interpretação feita pelo bebê sobre o objeto dava indícios de que ele não tinha uma representação conceitual do objeto bem definida.

Para Piaget (1954) a principal questão que norteava uma explicação sobre o erro A-não-B estava centrada no contexto de esconder o objeto. A partir deste contexto da tarefa as perguntas freqüentes durante os experimentos conduzidos por Piaget eram: as crianças sabem que o objeto existe? Sabem onde está escondido? Podem se lembrar onde foi escondido após algum tempo? A explicação dada por Piaget, e que se propôs a explicar o erro, tinha como pano de fundo a noção sobre o conceito do objeto. Ou seja, a capacidade dos bebês em representar perceptualmente objetos ausentes. Para Piaget (1954) o erro A-não-B ocorria porque os bebês só se tornavam capazes de representar objetos, gradualmente (i.e., com o desenvolvimento). Em resumo, na teoria de Piaget, o erro A-não-B é um passo desenvolvimental do estágio sensório-motor para o pensamento simbólico.

A questão sobre o conceito de objeto ainda permaneceu e intensificou o debate sobre a importância do erro no processo desenvolvimental da representação do objeto. De um lado do debate, há opiniões de que o erro é irrelevante na representação do

objeto, ou seja, os bebês sabem onde o objeto está escondido mesmo quando eles retornam o alcance para o último lugar em que foi escondido (Diamond, 1990). Há um consenso, devido aos resultados de pesquisas mais contemporâneas, de que esta explicação teórica de Piaget para o erro A-não-B é incompleta. Por outro lado, há divergências nas opiniões sobre o que é insuficiente nesta explicação. Segundo Thelen, Schoner, Scheier e Smith (2001), alguns desenvolvimentistas argumentaram que Piaget tinha a pergunta correta embora a explicação comportamental fosse incorreta (Diamond, 1990; Munakata, 1997). Em outras palavras, existe uma diferença entre a tarefa de olhar enquanto objetos são escondidos, e a tarefa de olhar e alcançar estes mesmos objetos.

Bertenthal (1996) argumentou que alcançar requer uma forte representação do objeto em relação a apenas olhar. Ainda, a idéia fundamental entre o processo dual de *conhecer* versus *agir* é que o olhar é menos complexo, do ponto de vista motor, em relação ao alcançar. Conhecer e agir são dois sistemas dissociados com diferentes bases anatômicas (Bertenthal, 1996; Munakata, 1997). Bertenthal (1996) propôs que o sistema de representação do objeto desenvolve-se primeiro, e o erro A-não-B surge a partir do desenvolvimento de um segundo sistema “percepção-ação” e não sobre o conceito de objeto. Assim, na idéia de Bertenthal o conceito de objeto é irrelevante no debate sobre o erro, pois ele ocorre a partir da dinâmica de percepção-ação.

Outra classe de explicações se concentrou na noção de *conceito espacial*, ou seja, a representação mental do bebê de onde o objeto foi escondido. A idéia é que o erro resulta de uma representação egocêntrica do espaço: a resposta do bebê é primordialmente baseada em referências do seu próprio corpo (Acredolo, 1985).

Quando a representação egocêntrica do espaço é substituída pela representação allocêntrica (i.e., referência externa, por exemplo entre dois objetos) o erro diminui. Considere-se por exemplo, a criança que alcança em A após o input específico ter sido apresentado pela primeira vez no local A. Na tentativa seguinte, sob as mesmas especificações da primeira, o gesto de alcançar tem como referência apenas o alvo A e a própria criança, salvo se não houver outras dicas visuais relevantes no contexto da tarefa. Quando o experimentador apresenta um novo input específico, agora no alvo B, a criança tem uma outra possibilidade de referência (i.e., representação allocêntrica) agora entre dois alvos (i.e., A e B). Em geral, manipulações da tarefa como, por exemplo, aumentar o contraste visual entre os alvos, deixar pistas ao redor do local que foi escondido, aumentam o uso da representação allocêntrica e, conseqüentemente, tendem a diminuir o erro. Nenhuma destas explicações anteriores foi completamente abandonada para explicar o erro A-não-B. De modo geral, alguns destes conceitos (conceito de permanência do objeto, representação egocêntrica do espaço) foram incorporados dentro de uma abordagem dinâmica que se propôs a entender o processo subjacente à ação de alcançar para entender o que o erro significa e qual a sua importância para o desenvolvimento da criança.

Thelen e colaboradores (Thelen et al.,1999; Spencer, Smith & Thelen, 2001; Smith, et al., 1999) modificaram a prova de Piaget de modo a testar o fenômeno A-não-B e testar novas hipóteses que explicassem a ocorrência do erro. Uma dessas hipóteses diz respeito à memória motora como uma explicação alternativa à hipótese cognitiva original sobre a noção de representação do objeto. No novo modelo experimental, o bebê era incentivado a alcançar uma de duas tampas marrons idênticas

colocadas cada uma sobre uma caixa marrom. As tampas eram separadas entre si por uma distância de 15 cm. Um dos lados era assinalado como lado A. A tampa era agitada para chamar a atenção do bebê, e, após 3 segundos de atraso, colocada à disposição do alcance pelo bebê. Após a sexta tentativa, a outra tampa (i.e., localização B) era realçada para chamar a atenção da criança. A tampa do lado B era então realçada em duas tentativas consecutivas. Os pesquisadores observaram que, embora o requerimento da tarefa fosse agora pegar uma tampa, e não procurar algo escondido, o bebê cometia o mesmo erro que cometia na prova clássica de Piaget. Ou seja, o alcançar ocorria sempre no lado A, mesmo quando a dica era para alcançar no lado B. Este resultado refletiu, na interpretação destes pesquisadores, um fenômeno de perseveração motora, que é a repetição de uma resposta inapropriada à demanda da tarefa.

A partir destes resultados, Thelen et al. (2001) levantaram a seguinte questão: se o erro A-não-B não está relacionado com o conceito de objeto, qual mecanismo explica o fato da mesma criança apresentar performance correta no alcançar em algumas circunstâncias e o alcançar perseverativo em outras situações? Este grupo de pesquisadores interpretou que a tarefa A-não-B é parte de um processo dinâmico que envolve vários elementos. Estes elementos são considerados críticos e decisivos para a ocorrência ou não da perseveração motora. Assim, ambos, o erro e o alcançar correto, emergem através de cooperação dinâmica entre: olhar, planejar, alcançar e lembrar em um contexto particular da tarefa. É preciso descrever estes eventos e analisar suas contribuições na ocorrência do erro A-não-B.

2.2. Eventos críticos na tarefa A-não-B

Thelen et al. (2001) apontaram seis eventos críticos no contexto da tarefa A-não-B que são parte da dinâmica percepção-ação e decisivos para a ocorrência ou não do erro A-não-B. Entre eles: o input da tarefa, o input específico, o atraso entre o input específico e o alcançar, memória, o alcançar propriamente dito, e o status do desenvolvimento. O desenvolvimento em si é central no resultado (i.e., alcançar em A ou em B) e está sob influência de todos os outros eventos críticos.

2.2.1. Input da tarefa

O primeiro elemento crítico é chamado de *input da tarefa* e abarca todas as informações ou dicas relevantes que cercam o contexto da tarefa A-não-B. Por exemplo, a cor dos alvos (i.e., Alvo A e alvo B) é uma dica importante porque pode torná-los mais distintos um do outro. Por outro lado, se os alvos forem da mesma cor, a tarefa pode se tornar mais ambígua ou apresentar maior nível de dificuldade para a criança. Ainda, o tipo de alvo, suas propriedades como o tamanho e a forma ou se o alvo é uma tampa (i.e, tarefa A-não-B modificada por Thelen et al. 1999) ou se o alvo é um brinquedo (i.e., tarefa A-não-B original de Piaget, 1954), detalhe este relacionado com o nível de familiaridade da criança com o objeto do experimento que pode atrair mais ou menos a atenção da criança na tarefa. Existem evidências na literatura de que a resposta perseverativa depende do nível de ambigüidade entre os alvos. Os erros

diminuem quando são feitas manipulações na tarefa como aquelas que tornavam os alvos mais distintos um do outro.

No estudo de Diedrich et al. (2001) com bebês de nove meses de idade, a tarefa A-não-B foi realizada com alvos (i.e. tampas) de cores distintas. A tarefa consistiu em alcançar uma de duas tampas que foram colocadas sob uma caixa e separadas entre si por uma distância de 10 cm. Foram realizadas seis tentativas em A, (i.e., A1-A6) e duas tentativas em B. Nas tentativas em A as tampas sempre foram de cor vermelha, mesma cor da caixa. Nas tentativas em B (i.e., B1-B2) a cor da tampa variou entre vermelho, laranja, amarela e listrada. Os autores verificaram a porcentagem de vezes em que o alvo foi tocado. Nestas condições experimentais, os resultados revelaram que, quando os alvos eram da mesma cor (i.e., vermelho), a memória motora foi realçada pelo gesto e causou o aumento na taxa de perseveração. Os autores atribuíram este resultado ao fato de que os alvos eram da mesma cor e não havia contraste visual com o fundo (i.e., a caixa, que também era na cor vermelha). Este contexto aumentou a chance de distração dos bebês e, conseqüentemente a perseveração motora. Ainda, segundo os autores, os mesmos componentes (i.e., cor) que levaram a perseveração quando os alvos eram idênticos diminuíram a perseveração quando os alvos eram distintos. A condição em que o alvo era listrado teve a menor taxa de perseveração. O alvo listrado despertou a atenção dos bebês e passou a “competir” com o traço de memória de curto prazo, deixado após as tentativas em A. Para Diedrich et al. (2001) a memória motora em A se enfraqueceu quando o alvo listrado foi apresentado nas tentativas em B e os bebês diminuíram a perseveração.

Outra informação relevante na tarefa A-não-B é a realização de tentativas de treinamento. Muitas vezes, quando os alvos são referências visuais confusas para a criança a tarefa se torna inteiramente novidade para ela. Assim é necessário um treino antes de iniciar. Normalmente os testes da tarefa A-não-B envolvem algumas tentativas de treino. Por exemplo, no estudo de Smith et al. (1999) os bebês realizaram quatro tentativas de treino as quais, gradualmente, tornaram-na uma tarefa familiar, antes do teste A-não-B propriamente dito. O treinamento normalmente evolui de tarefas como colocar um brinquedo familiar em um canto da caixa (i.e., local A) e enquanto o experimentador empurra a caixa na direção da criança, ele verbalmente encoraja a criança a pegar o brinquedo. Na segunda e terceira tentativas (A2 e A3) o brinquedo é parcialmente escondido e, na quarta tentativa (A4) o brinquedo é totalmente escondido. Quando a tarefa é realizada com tampas, uma delas é colocada mais à frente e, é deslocada gradualmente para trás, até chegar à posição alinhada com a tampa do lado B da caixa (Thelen et al. 2001).

Segundo Thelen et al. (2001) sem o treinamento foi possível verificar no estudo de Smith et al. (1999) que somente 35% das crianças alcançaram corretamente em A nas tentativas em A, enquanto que com o treinamento 75% das crianças alcançaram corretamente. O treinamento também exerce um efeito na perseveração motora, uma vez que há alcances repetidos na localização A e assim um fortalecimento da memória motora em A.

2.2.2. Input específico

O segundo elemento crítico para a ocorrência do erro A-não-B, diz respeito às dicas e sinais específicos que se juntam às dicas do input da tarefa já mencionadas. Este segundo elemento é repleto de subjetividade, pois envolve as dicas e ações do experimentador ao encorajar a criança para alcançar o alvo. Ao considerar todo o processo como dinâmico este é um evento crítico, pois serve para demarcar a localização do alvo e o momento exato de seu desaparecimento. Também serve para capturar a atenção visual da criança e fornecer a ela uma memória espacial do alvo. Além disso, o fato de o objeto ser mais ou menos atraente para a criança o torna mais ou menos memorável. Quanto maior o interesse da criança no brinquedo, menor a chance de perseveração. O que torna este evento subjetivo é o fato do experimentador não ter clareza sobre o quanto há de força atrativa no estímulo dado por ele para capturar a atenção da criança e, se esta força é capaz de ser recuperada na memória, após o alvo ter ficado algum tempo sem ser visto.

De acordo com Thelen et al. (2001) a intensidade de um input visual específico é potencializada por um evento que aumenta a atenção visual em uma direção. Por exemplo, agitar uma das tampas na frente da criança e ainda, verbalmente, encorajar o alcance, fornece à criança um estímulo específico. Este estímulo somado ao gesto do experimentador de colocar a tampa sob a caixa (i.e., alvo A) ao lado de outra tampa (i.e., alvo B) se torna um evento que pode ter força atrativa para potencializar o alcançar do bebê naquela direção. Estas hipóteses que envolvem a força atrativa do estímulo foram comprovadas no estudo de Munakata (1997). Neste estudo, o autor testou uma

variável importante ao oferecer para os bebês tampas nas tentativas em A, e alternar com brinquedos ou tampas nas tentativas em B. Na condição em que apenas a tampa foi apresentada ao bebê, a resposta perseverativa em A aumentou. Por outro lado, a resposta diminuiu quando o brinquedo foi apresentado na primeira tentativa em B. Para Thelen et al. (2001) a interpretação deste resultado é simples. A novidade e atratividade do brinquedo capturaram mais a atenção do bebê do que apenas as tampas, tanto que a resposta comportamental habitual foi alterada.

2.2.3. O atraso

O terceiro elemento para a ocorrência do erro A-não-B envolve o atraso, ou seja, os segundos que decorrem entre o fim da apresentação do estímulo específico (i.e., aceno do brinquedo, pelo experimentador) até a permissão de alcançar, o que ocorre normalmente quando a caixa é empurrada na direção da criança. Crianças, em qualquer idade, não perseveram quando é permitido que elas alcancem imediatamente após o objeto ter sido escondido (Thelen et al., 2001; Spencer, et al., 2001). O efeito do atraso foi verificado em várias circunstâncias e um dos aspectos interessantes é que, conforme o aumento da idade atrasos maiores são necessários para que ocorra a perseveração. Crianças de oito meses de idade cometeram o erro com atrasos de 3 segundos, mas, aos dez meses, para que a perseveração ocorresse foi necessário um atraso de 5 segundos (Diamond, 1985; Wellman, Cross & Bartsch, 1986, Munakata, 1997; Spencer, et al., 2001). Isto ocorre porque, sem o atraso, a memória de alcances anteriores torna-se fraca. Quanto menor o tempo de atraso, menor a chance de perseveração.

Tipicamente 3 a 4 segundos são suficientes para o aparecimento da perseveração. Segundo Thelen et al. (2001), quando não há atraso entre o final da apresentação do estímulo e o início do alcançar, a ação é guiada pela memória motora do evento mais recente. Em atrasos mais longos o plano de ativação referente ao último input específico que foi apresentado à criança é superado e então, a criança retorna o alcance à localização escondida habitual. Para Wellman, Cross e Bartsch (1986), o atraso revela o conflito entre dois mecanismos de busca. O atraso curto demonstra um mecanismo mais imaturo, ou seja, a estratégia da busca é direta (i.e., ir onde o objeto desapareceu), enquanto que, em atrasos mais longos o mecanismo se mostra mais maduro, pois, tem que “resolver” conflitos entre a memória de curto e de longo prazo o que leva muitas vezes a criança à situação de indecisão e, por último, a cometer erros.

Em um estudo piloto, Cozzani, Cavicchia, Souza e Mauerberg-deCastro (2006) verificaram que a manipulação do atraso influenciou a resposta perseverativa de crianças de dois anos de idade. Neste estudo as mesmas crianças foram testadas na tarefa A-não-B, em dois momentos, com intervalo de uma semana entre os testes. Na primeira avaliação, o atraso entre o final do estímulo específico e o início do alcançar foi de 3 segundos nas tentativas em A e em B. Na segunda avaliação, o atraso imposto foi de 3 segundos nas tentativas em A, e de 10 segundos na tentativa em B. Houve maior taxa de perseveração quando o atraso em B foi de dez segundos. O atraso maior em B diminuiu a ativação do plano de ação na localização B e, conseqüentemente enfraqueceu a memória motora nesta direção.

2.2.4. O ato de alcançar

O quarto elemento crítico para a ocorrência do erro A-não-B é o ato de alcançar em si que requer um movimento apropriado dentro de parâmetros espaço-temporais coordenados. Sabe-se que, entre a fixação visual de um alvo e o início do movimento do alcançar transcorrem de 150 a 300 ms (Shumway-Cook & Woollacott, 2003). Durante este tempo, o indivíduo deve detectar o estímulo visual que instiga a ação de alcançar. Ainda, deve realizar a transformação do espaço visual para o espaço corporal de forma que a mão possa ser movida na direção correta. Isto significa que a mão deve partir da localização atual para o ponto no espaço visual e deve, ainda, para a execução do movimento atual, recuperar os parâmetros do movimento (i.e., força muscular adequada, velocidade e distância de contato, ajuste da mão) adquiridos através da experiência (Diedrich et al, 2001; Thelen, 1994). A direção do movimento é influenciada pela direção do olhar. Smith et al. (1999) propõem que o erro é criado pela própria dinâmica da tarefa, pela repetição de cada alcance, pela memória do alcance anterior e também pelo acoplamento contínuo olhar-alcançar. A história do olhar-alcançar na tarefa cria uma tendência direcional e o input visual continuamente disponível guia a mão para a direção do alvo. Quando o input visual não está disponível para a criança (i.e., os alvos A e B são escondidos), como na tarefa da caixa de areia, o foco visual da criança pode não ser o objeto em si, mas estar em uma área mais ampla da caixa. A caixa pode se tornar um objeto focal, mesmo que suas bordas caiam na visão periférica. Assim, é possível que o olhar esteja direcionado para o centro da caixa. Daí

a importância de se analisar a orientação do olhar em relação aos alvos e às suas coordenadas.

Outra análise sobre o ato de alcançar no contexto da tarefa A-não-B foi feita por Diamond, Cruttenden e Neiderman (1994) que propuseram que o erro ocorre como resultado da combinação de dois processos: de uma memória fraca do bebê para o local escondido, e de uma inabilidade do bebê em inibir a memória motora estabelecida com repetidos gestos do alcançar em uma direção. O papel da memória foi retomado na interpretação sobre o erro A-não-B por Diedrich, Thelen, Smith e Corbetta (2000) e constitui o quinto elemento crítico para a ocorrência do erro A-não-B, no modelo dinâmico. Eles concluíram que a perseveração resultava de uma memória motora consistente criada por repetidos alcances em determinado local. A repetição fortalecia tal memória levando a maior probabilidade de perseveração, mesmo que tal comportamento se tornasse inapropriado. O elemento de controle que vinha mais tarde quebrar a perseveração era, de fato, associado com a representação consciente. Esta, por sua vez, dependia de fatores atencionais e de memória que resistissem à falta de dica perceptual entre estímulos parecidos. Neste modelo, o aumento da atenção visual podia alterar o impacto de várias manipulações da tarefa, tais como, a distinção entre alvos, o atraso imposto. Assim, a capacidade de agir corretamente se tornaria maior e mais flexível.

2.2.5. Desenvolvimento

O sexto e último elemento crítico para a ocorrência do erro A-não-B é o próprio processo de desenvolvimento e as mudanças inerentes à idade que podem contribuir

para a perseveração do alcançar e, em parte, engloba todos os outros elementos citados anteriormente. No final do primeiro ano de idade os bebês ainda têm experiências limitadas com a localização espacial, especialmente antes de adquirir a locomoção independente. O aumento da atenção visual pode mudar o impacto das várias manipulações da tarefa. Bebês atentam melhor para a relação entre os objetos no ambiente e assim constroem conceitos de lateralidade. Estas experiências tornam a sua capacidade de agir mais flexível (Smith et al., 1999). Como dito anteriormente, a interpretação tradicional sobre a ocorrência do erro A-não-B é de que este ocorria em um período específico do desenvolvimento, ou em um estágio específico do desenvolvimento cognitivo, ou seja, quando o bebê ainda não tinha desenvolvido a representação do objeto. Para Smith et al. (1999) esta afirmação é incorreta. O erro na tarefa A-não-B não é específico de um ponto particular do desenvolvimento infantil. Crianças de dois anos de idade perseveram na tarefa A-não-B (Spencer et al., 2001) e em adultos a resposta perseverativa pode ser observada a partir de sessões experimentais realizadas em laboratório (Ghilardi, Gordon & Ghez, 1995). O processo que cria a resposta perseverativa infantil não é exclusivo de uma idade. Dependendo do contexto da tarefa, a perseveração acontece até em adultos. Assim, a perseveração pode ser um elemento importante do ponto de vista da coordenação e controle do movimento. Ou seja, se a criança ainda tem um repertório motor pobre por conta, por exemplo, de instabilidades, co-contração ao nível muscular, a perseveração pode ser associada com uma redução de graus de liberdade, e mesmo uma busca pela estabilidade estrutural ao nível neuro-muscular. Nesta perspectiva, poderíamos assumir que a perseveração, responsável por uma memória motora, é um evento propulsor de

gestos estáveis ou precisos. Entretanto, na prática, estes gestos nem sempre se adequam aos requerimentos de uma tarefa que mudou seu contexto.

Entender o processo de evolução e flexibilidade comportamental nos gestos, como os gestos simples de alcançar na tarefa A-não-B, implica em olhar sua dinâmica durante execuções sucessivas. Esta dinâmica não pode ser dissociada das características intrínsecas (e.g., atenção, memória, status do desenvolvimento), nem extrínsecas (e.g., saliências, ou ambigüidades nos estímulos designados como input). Para tanto, explicações teóricas devem resgatar o processo dinâmico por detrás do erro A-não-B.

De fato, explicações teóricas advindas de dois modelos teóricos tentaram entender o comportamento perseverativo em várias fases do desenvolvimento. O primeiro modelo, proposto por Munakata (1998) (*Parallel Distributed Processing PDP*) demonstrou que o comportamento perseverativo surge porque dois traços de memória competem: o traço da memória de curto prazo, ou rápida, e o traço da memória de longo prazo, ou lenta. Ambos os traços de memória são regidos por escalas de tempo. A memória de longo prazo, ou lenta é construída a partir de uma história de traços de memória de curto prazo ou traços de memória rápidos. Na prática, quando uma criança olha um objeto (i.e., brinquedo) ser escondido, naquele momento um traço de memória de curto prazo foi construído. Este traço de memória de curto prazo, pode se tornar forte ou fraco, uma vez que depende de outros fatores, tais como, atenção, interesse ou motivação da criança pelo objeto. Em uma série de simulações Munakata (1998) mostrou que, quando o traço de memória de curto prazo é muito fraco também

enfraquece rapidamente a resposta de alcances em A, e, conseqüentemente, também falha em construir a memória de longo prazo sobre a repetição do gesto de alcançar em A. De acordo com este modelo, nesta situação o sistema não persevera.

Um segundo modelo teórico (*Dynamic Field Model*) foi proposto por Thelen et al. (2001) e também explicou o fenômeno perseverativo a partir da competição entre a memória rápida e a memória lenta. O traço de memória rápida é construído a partir de um evento visual específico (i.e., esconder um objeto na localização A). O traço de memória lenta ou de longo prazo é construído a partir da memória motora da história de alcances em A. Assim, construir uma memória motora forte, que predispõe à perseveração, requer a repetição de um plano motor semelhante (i.e., a mesma trajetória do alcance) nas tentativas em A (Clearfield, et al., 2006). Clearfield, et al. (2006) em um estudo longitudinal com bebês afirmaram que o alcançar em bebês muito jovens apresenta alta variabilidade e que a coordenação e controle dos movimentos ainda é pobre. Esta instabilidade parece ser de fato, um fator importante na construção de uma forte memória motora, tanto que, os bebês mais jovens (i.e., aos 5 meses) não perseveram na tarefa A-não-B. Os mesmos bebês aos, 6, 7 e 8 meses de idade aumentaram a taxa de perseveração significativamente. Em resumo, ambos os modelos teóricos tiveram uma predição desenvolvimental importante e similar: a emergência da estabilidade no sistema de coordenação e controle motor predispõe à perseveração gestual na tarefa A-não-B.

A partir desta idéia, o fenômeno da perseveração motora passou a não ser considerado apenas um déficit ou uma característica específica de um sistema neurologicamente imaturo ou deficiente (Sandson & Albert, 1987; Stoffers, Berendse,

Deijen & Wolters, 2001; Vitale & Newman, 2001; Bayles, Tomoeda, Mc.Knight, Helm-Estabrooks, Hawley, 2004; Dreisbach & Goschke, 2004) mas, pelo contrário, passou a ser entendido como um sinal de progresso desenvolvimental. O principal argumento em torno desta nova interpretação foi a idéia de que a perseveração ocorre a partir da construção da estabilidade do sistema perceptivo-motor. Por outro lado, Clearfield et al. (2006) afirmaram que, na tarefa A-não-B, os bebês de 8 meses de idade geram memórias motoras que estabilizam o comportamento em detrimento da performance. Portanto, a performance habilidosa requer tanto o uso eficiente de informações ou invariâncias de atividades prévias, como também um ajuste flexível do comportamento às mudanças no contexto da tarefa. Ao longo do desenvolvimento o alcançar deveria se tornar mais flexível e, portanto, menos perseverativo.

2.3. Modelo de campo dinâmico

O modelo do campo dinâmico proposto por Erlhagen e Schoner (2001) tinha como intenção entender os eventos mentais que representam a decisão da criança para alcançar em A ou em B, bem como as ativações neurais expressas em parâmetros da direção do movimento. Este modelo reuniu conceitos teóricos da abordagem dos sistemas dinâmicos como, por exemplo, a não linearidade do comportamento, entre outros.

A idéia deste modelo se baseou em um campo de ativação neural que representasse a probabilidade da criança alcançar em uma determinada direção. Para planejar o movimento o sistema recebe dois tipos de informações visuais que compõem

a cena na tarefa A-não-B. A primeira informação é constante e é chamada de “input da tarefa”. Esta informação, no campo dinâmico, contém dois picos (i.e., um em A e outro em B), o que representa os dois alvos (Figura 2.1a). A segunda informação é chamada de “input específico”. Esta informação apresenta um pico transitório em A ou em B, conforme a dica visual do experimentador para capturar a atenção da criança para o alvo (Figura 2.1b). Há ainda, no campo de planejamento do movimento um campo de memória que mantém o histórico de alcances recentes em A ou em B (Figura 2.1c).

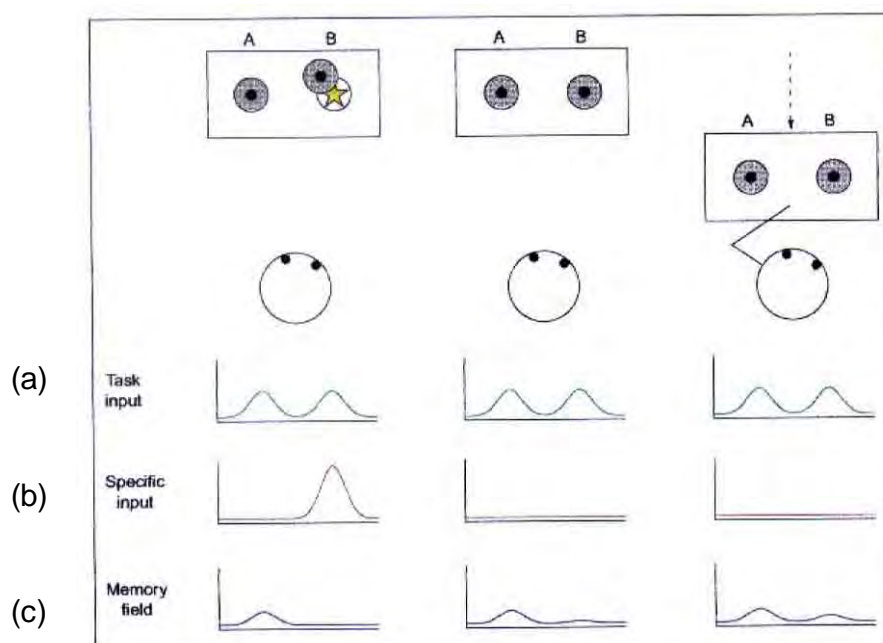


Figura 2.1: Exemplo da tarefa A-não-B, em uma tentativa em B. As três colunas representam três momentos da tarefa (i.e., durante o input específico, durante o atraso e no momento de alcançar) respectivamente. Ainda, o campo de ativação durante o input da tarefa (a), durante o input específico (b) e o campo de memória (c). (Modificado de Beer, 2000).

Segundo Thelen et al. (2001), há três aspectos críticos do modelo. O primeiro é que, embora o modelo seja biologicamente aceitável ele é completamente abstrato, pois não incorpora parâmetros corporais específicos tais como, parâmetros musculares,

articulares, segmentares. Na verdade, o modelo, por ser abstrato, captura ou incorpora variáveis coletivas de múltiplos processos que ocorrem paralelamente em várias áreas integradas do cérebro e do corpo. Segundo, os autores deste modelo não formalizam o fenômeno matematicamente, de modo funcional, que se aplique ao modelo. Terceiro, o modelo prioriza a idéia de incorporar os processos mentais que precedem o movimento.

O alcançar, tanto em crianças como em adultos, inicia quando estes indivíduos vêem os objetos que são desejados. Sabe-se que, entre a fixação visual do alvo e o movimento para alcançá-lo decorrem entre 150 e 300 ms. Durante esse tempo, comumente chamado de tempo de reação, o indivíduo processa o estímulo visual, transforma o espaço visual egocêntrico e estabelece parâmetros de movimento específicos para executar o movimento para acertar o alvo. Em resumo, os eventos que compreendem este processo percepção-ação são: olhar, planejar e alcançar.

A primeira parte deste processo percepção-ação são eventos mentais ou cognitivos que envolvem atenção, visão e planejamento, e são normalmente estudados por psicólogos. Estes construtos mentais são requeridos quando, por exemplo, a demanda atencional na tarefa é manipulada. Um exemplo desta etapa do processo é quando a criança observa o brinquedo ser escondido na caixa de areia. Neste caso há pouca preocupação com o alcançar propriamente dito. Por outro lado, cientistas do movimento têm focado em aspectos do movimento em si, e utilizado, por exemplo, variáveis cinemáticas tais como trajetórias e velocidades do alcançar para entender o processo percepção-ação como um todo. Existe de fato a tendência em separar olhar e alcançar, resultado de um dualismo histórico. Mesmo assim, é preciso reconhecer que o processo de planejamento da ação e sua execução não podem ser separados ou

parcelados em inúmeras dimensões. O input visual é importante não apenas no início do processo, mas continuamente e decisivamente em todo o planejamento e execução da trajetória do alcançar. Assim, percepção não é isolada da ação. O erro A-não-B surge de um processo de planejamento motor que é parte de um enlace dinâmico entre percepção-ação (Thelen et al., 2001).

O modelo de campo de ativação pode responder perguntas do tipo: a evidência mais direta do que é chamado de cognição pode ser representada por parâmetros do movimento? Em estudos clássicos (Georgopolous, 1991, 1995), macacos foram treinados a alcançar diferentes alvos enquanto foi registrada simultaneamente a atividade de vários neurônios do córtex motor. Foi verificado que há grupos de neurônios que juntos fornecem um único vetor que aponta a direção do movimento para o alvo. O erro A-não-B é um erro de direção do alcance. O código direcional tem sido descrito em muitas áreas do cérebro incluindo o córtex motor primário, córtex pré-motor, áreas do córtex parietal e cerebelo. Os neurônios destas áreas do cérebro são específicos de um código relativo ao corpo. Este vetor populacional muda de acordo com a postura do braço, antes, durante e após o movimento (Scott & Kalaska, 1997).

Descrever a dinâmica de planejamento do movimento, através do modelo de campo dinâmico, envolve manter um estado de ativação específico que reflete o parâmetro direcional do alcançar. Assim, as dimensões do campo de ativação são os parâmetros do movimento apropriados para planejar e executar um alcance em uma direção (i.e., direita ou esquerda). O campo representa o estado de ativação destes parâmetros de modo abstrato, ou seja, o lugar onde o input visual e a memória são

integrados dentro de parâmetros de movimento tais como a amplitude, direção ou tempo do movimento. Ainda, na tarefa A-não-B o modelo dinâmico opera com “escolhas” em um processo contínuo. Por exemplo, um pico de ativação em um local bem determinado indica um ato motor bem específico (i.e., repetir alcances na direção do alvo A). Ativações que são mais graduais e distribuídas indicam que os parâmetros do movimento são menos específicos, ou que as respostas foram mais randômicas ou menos precisas em direção aos alvos (i.e., realizar alcances ora em A ora em B). A escolha dos parâmetros é, segundo Thelen et al. (2001) definida pelo parâmetro de movimento x e seu campo dinâmico $u(x)$. Este campo dinâmico muda constantemente com o tempo, e assim é representado como $u(x,t)$. O estado do campo depende não somente da dimensão x , mas também do seu próprio nível de ativação u . Isso significa que $u(x,t)$ tem uma dinâmica contínua e que o próximo passo depende do passo anterior. Desta maneira, o nível de ativação é construído gradualmente. A construção do campo de ativação depende da natureza do sinal para o sistema, neste caso a informação sobre a estrutura da tarefa em si, a dica específica para A ou B e, após o primeiro alcance, a memória dos alcances anteriores. Assim, explicações teóricas em torno do processo dinâmico do fenômeno A-não-B ganham mais credibilidade quando seus modelos conseguem confirmar experimentalmente suas previsões. Embora nosso estudo não tenha se preocupado com o formalismo da modelagem matemática segundo este modelo, dentro da linha do campo de ativação, os conceitos desta teoria permitem uma análise mais rica sobre o processo perseverativo da tarefa em questão. Ainda, os resultados experimentais numa população inédita, ou seja, crianças com

atraso no desenvolvimento, podem corroborar com aquilo que já conhecemos sobre o desenvolvimento da criança normal.

CAPÍTULO 3. DIREÇÃO E DURAÇÃO DO OLHAR ENQUANTO DETERMINANTES ATENCIONAIS NA TAREFA A-NÃO-B EM CRIANÇAS COM E SEM ATRASOS NO DESENVOLVIMENTO

Resumo

O objetivo deste estudo foi verificar se crianças com e sem atraso no desenvolvimento perseveraram na tarefa A-não-B modificada por Spencer et al. (2001). Ainda, se o status atencional representado a partir da dinâmica do olhar (i.e. direção e duração do olhar) bem como pelo acoplamento olhar-alcançar no momento do toque nos alvos, informam sobre uma possível tendência perseverativa em crianças com e sem atrasos no desenvolvimento. Para tanto, a tarefa A-não-B na caixa de areia foi testada em vinte crianças com desenvolvimento normal e vinte crianças com síndrome de Down. O grupo de crianças com síndrome de Down apresentou uma taxa maior de perseveração e os resultados da duração do olhar confirmaram esta tendência perseverativa. As crianças com desenvolvimento atrasado olharam por mais tempo no alvo A e menos tempo no alvo B quando o input específico foi dado no alvo B. Além disso, a frequência de acoplamento olhar-alcançar no momento do toque diminuiu ao longo das tentativas no grupo com atraso no desenvolvimento. Este resultado indicou que quando o input específico mudou para o alvo B, a memória motora gerada por alcances anteriores no alvo A se tornou tão forte que, as crianças deixaram de acoplar o olhar com o toque na areia muito provavelmente porque este movimento se tornou altamente automatizado, característica esta de um comportamento mais rígido embora estável.

Palavras-Chave: perseveração motora, atenção, percepção-ação.

3.1. Introdução

Piaget, em seu livro *The Construction of Reality in the child* (1954) descreveu vários jogos de “esconder e procurar” objetos para entender o que o bebê sabia sobre os objetos, ou seja, seu conhecimento sobre objetos. Um destes jogos se tornou uma tarefa clássica no estudo da cognição infantil: a tarefa A-não-B. Nesta tarefa o experimentador esconde um objeto atraente no local A, por exemplo, embaixo de um copo, enquanto a criança observa. Depois de algum tempo, geralmente poucos segundos, é permitida a busca do objeto pela criança, que normalmente, a faz com sucesso. Após repetir algumas tentativas em A, o experimentador esconde o objeto em outro local, local B. Crianças entre 8 e 10 meses de idade retornam a busca pelo objeto no local A, mesmo tendo observado que o objeto foi escondido no local B.

Originalmente Piaget interpretou que o bebê nesta fase do desenvolvimento (i.e., 8 e 10 meses de idade), cometia o erro porque ainda não tinha estabelecido o conceito de permanência de objetos. Os bebês nesta fase do desenvolvimento não eram capazes de representar perceptualmente objetos independentemente da sua ação. Só gradualmente, com o desenvolvimento, esta limitação era vencida e a criança passava então a procurar o objeto em outras localizações. Por outro lado, inúmeros estudos experimentais demonstraram que este erro não era específico de uma fase do desenvolvimento. O erro era influenciado pelo contexto da tarefa. Por exemplo, há menos chance de o erro ocorrer se: (1) os dois alvos forem visualmente bem distintos (Diedrich et al., 2001), (2) não for dado atraso entre esconder e procurar o objeto (Thelen et al., 2001), (3) houver motivação para realizar a tarefa e grande interesse pelo

objeto (i.e., um brinquedo) (Munakata, 1997), (4) houver mudança na postura do bebê na troca do input específico (i.e., do alvo A para o alvo B) (Smith et al., 1999).

Recentemente, a explicação do erro A-não-B começou a ser discutida a partir de idéias e conceitos da teoria de sistemas dinâmicos. Nesta nova visão o erro é resultado de uma dinâmica complexa que envolve desde processos atencionais, que irão permitir que a criança perceba a localização de objetos relevantes no ambiente, até a ação em si, ou seja, mover a mão até o alvo. De acordo com Thelen et al. (2001), o erro A-não-B pode ocorrer em qualquer idade sob diferentes restrições da tarefa. De fato, Spencer et al. (2001) verificaram que o erro A-não-B ocorre também em crianças de dois anos de idade. Neste estudo, os autores utilizaram uma caixa de areia na tarefa A-não-B. Eventos que caracterizavam o contexto da tarefa A-não-B original de Piaget foram mantidos, como por exemplo, a existência de dois alvos assinalados como A e B, o tempo de atraso entre a apresentação do alvo e a permissão do alcance. Spencer et al. (2001) afirmaram que realizar a tarefa A-não-B em uma caixa de areia foi uma estratégia para adequar a tarefa para esta idade (i.e., dois anos). Manter os alvos A e B não visíveis para a criança o tempo todo, aumentar o atraso entre a apresentação do estímulo e a permissão do alcançar em B, e a própria areia, são elementos motivadores e desafiadores nesta idade. As modificações da tarefa A-não-B neste estudo mostraram que houve uma tendência perseverativa em crianças nesta fase do desenvolvimento.

Este resultado indica que não existe um único fator, como por exemplo, a idade, que explique a ocorrência ou não do erro. O erro é multi-determinado por processos que atuam em várias situações e em diferentes fases do desenvolvimento. Consequentemente, se o erro é multi-determinado, não faz sentido ele informar apenas

sobre a noção que a criança tem do conceito de objetos (Piaget, 1954, Munakata, 1998), ou ainda, sobre a capacidade de bebês ou crianças com atraso no desenvolvimento em inibir uma resposta automática (Diamond, 1988; Dulaney & Tomporowski, 2000). Pelo contrário, no erro A-não-B, as condições em que ele ocorre e como ele muda ao longo do desenvolvimento, informam sobre os elementos críticos subjacentes ao comportamento. O comportamento é então resultado de um processo único que reúne tanto o aspecto cognitivo-estar atento na tarefa, eventos mentais da percepção e memória de experiências prévias-como o aspecto motor, ou seja, da ação em si. Este processo é contínuo, não linear e temporalmente dependente. Assim, o que a criança sabe sobre o objeto não pode ser separado do que ela faz para tê-lo.

Segundo Thelen et al. (2001), olhar e alcançar são partes contínuas da dinâmica da ação na tarefa A-não-B. O olhar está intimamente relacionado com cada fase da tarefa de alcançar. Por exemplo, no momento em que há a transição do input específico do alvo A para o alvo B, o olhar pode se tornar um parâmetro importante no sentido de informar sobre o nível de atenção da criança frente às mudanças na demanda da tarefa. Além disso, a informação sobre a direção do olhar pode ser combinada com a direção do movimento e refletir uma possível tendência perseverativa do sistema: onde a criança olha traduz onde a criança alcança. A direção do olhar, como elemento do processo da ação na tarefa A-não-B, é diretamente influenciada pelo nível de atenção da criança no momento. De fato, as crianças que olharam atentamente no local em que o alvo foi escondido, e por mais tempo, cometeram menos o erro A-não-B do que as crianças que apresentaram uma taxa do olhar em direções randômicas, ou seja,

olharam em vários lugares durante toda a tarefa (Horobin & Acredolo, 1986). De acordo com Dulaney e Tomporowski, (2000) a atenção atua como um elemento de controle no planejamento da ação e pode informar sobre a flexibilidade do sistema frente às demandas da tarefa em um momento específico. Além disso, a maneira pela qual a experiência e a prática modificam o processo atencional é tópico de debates interessantes sobre as diferenças cognitivas durante o desenvolvimento. Em tarefas motoras, o processo atencional tem um papel revelador sobre a qualidade do movimento. Esta qualidade é fato quando a criança, acostumada a fazer determinados gestos como achar um brinquedo sempre num determinado local, percebe mudanças sutis e ajusta este mesmo gesto eficientemente. Qualidade então pode ser representada no sucesso da tarefa, na acurácia, precisão, fluência coordenativa, enfim, adaptabilidade do comportamento em questão.

É amplamente aceito que indivíduos com atrasos no desenvolvimento, a exemplo da síndrome de Down e outras condições de deficiência mental, experimentam dificuldades ao realizar habilidades motoras (Block, 1991; Charlton, Ihsen & Oxley, 1996, Kearney & Gentile, 2002). Realizar habilidades motoras e cognitivas com sucesso depende não apenas da capacidade de explorar e selecionar informações relevantes para agir em ambientes complexos, mas também, depende da capacidade de filtrar, ou abandonar aquelas informações que têm potencial para interferir na performance. Segundo Johnston e Dark (1986) a atenção tem papel determinante na identificação da informação relevante ou irrelevante para o sucesso na tarefa.

Alguns estudos têm mostrado que há diferenças no tempo para recuperar informações da memória de curto prazo (Mosley, 1985) e de longo prazo (Merrill, 1985) entre indivíduos com e sem atrasos no desenvolvimento. Estes estudos sugerem que o tempo para recuperar informações na memória é mais lento em indivíduos com atraso desenvolvimental. Phillips e Nettelbeck (1984) afirmaram que uma possível explicação para esta diferença no tempo para recuperar a informação da memória de curto prazo é devida à falta de experiências em realizar tarefas com alta demanda cognitiva e também, por conta da alta incidência de lapsos de concentração e falha em direcionar a atenção aos estímulos que são relevantes na tarefa. Por isso, alguns autores sugerem que oferecer experiência, que facilite para a criança focar atenção em estímulos específicos, pode contribuir para o desenvolvimento de certos automatismos no comportamento. Por exemplo, repetir sempre o mesmo movimento, frente a um estímulo invariante.

Por outro lado, o desenvolvimento de automatismos no comportamento motor através de práticas sistemáticas e repetições do mesmo gesto pode levar indivíduos com atrasos no desenvolvimento, a exemplo da síndrome de Down, a apresentarem um comportamento rígido. Rigidez no comportamento pode se caracterizar por uma resposta estereotipada (Dulaney & Tomporowski, 2000). Isto porque estes indivíduos apresentam maior dificuldade em inibir automatismos mesmo quando o comportamento se torna inapropriado à demanda da tarefa (Dulaney & Ellis, 1994; Ellis & Dulaney, 1991). Os autores acrescentaram que esta dificuldade em inibir informações irrelevantes se reflete na falta de flexibilidade do sistema perceptivo-motor frente às

mudanças na tarefa. Este último aspecto é particularmente interessante porque infere sobre o nível de adaptabilidade destes indivíduos em situações de imprevisibilidade ou mudanças no contexto da tarefa.

Indivíduos com síndrome de Down já apresentam certas características que os diferem dos seus pares sem deficiência, entre elas, comportamento estereotipado e perseverativo (Ellis & Dulaney, 1991; Dulaney & Ellis, 1994; Dulaney & Tomporowski, 2000). A tarefa A-não-B, por sua vez, apresenta características que predispõe ao comportamento perseverativo em crianças. Portanto, será que há diferenças na taxa de perseveração motora entre crianças com e sem atraso no desenvolvimento na tarefa A-não-B? Ainda, a direção e a duração do olhar, enquanto determinantes do nível atencional na tarefa A-não-B, podem informar a tendência perseverativa de crianças com e sem atrasos desenvolvimentais? Na tentativa de responder tais questionamentos o objetivo geral deste estudo foi verificar se crianças com e sem atraso no desenvolvimento perseveram na tarefa A-não-B. Ainda, se o status atencional representado a partir da dinâmica do olhar (i.e. direção e duração do olhar) bem como pelo acoplamento olhar-alcançar no momento do toque nos alvos, informam sobre uma possível tendência perseverativa em crianças com e sem atrasos no desenvolvimento. O protocolo experimental escolhido no presente estudo foi a tarefa A-não-B modificada por Spencer, Smith e Thelen (2001).

Em função de crianças com atrasos no desenvolvimento apresentarem características como déficit de atenção, comportamentos estereotipados, a predição em torno desta investigação é de que a tarefa A-não-B tem um impacto diferenciado entre crianças com atrasos no desenvolvimento e crianças sem atrasos no desenvolvimento.

Mais especificamente, as crianças com atrasos no desenvolvimento estariam mais propensas ao erro A-não-B em relação às crianças sem atrasos no desenvolvimento porque quebrar a influência perseverativa, em um contexto da tarefa que predispõe ao erro, exige maior flexibilidade do sistema perceptivo-motor. Assim, nas crianças com atrasos no desenvolvimento o plano de ativação para alcançar em B, quando o input específico é dado em B, é enfraquecido por influência da memória motora dos alcances anteriores em A e porque, durante atrasos longos, o sistema é menos apto em resgatar a informação relevante (i.e. input específico em B) no momento do alcance. Uma maneira de confirmar esta suspeita é verificar a direção e a duração do olhar no momento do alcançar, ou seja, após o atraso. O olhar no momento do alcançar pode indicar tanto a intenção da direção do movimento como também a eficiência do sistema atencional, especialmente o traço de memória para resgatar a informação relevante e, conseqüentemente, quebrar a influência perseverativa.

A hipótese formulada para este tipo de análise foi de que a taxa de perseveração no grupo de crianças com atraso no desenvolvimento seria maior do que no grupo de crianças com desenvolvimento normal e a duração do olhar no momento da transição do input específico para o lado B refletiria a resposta perseverativa. Ou seja, o grupo de crianças com atraso no desenvolvimento olha por mais tempo em A mesmo quando o input específico é em B.

3.2. Materiais e métodos

3.2.1. Participantes

Vinte crianças com desenvolvimento atrasado e idade média de 55,62 meses (\pm 9,24 meses) formaram o grupo com deficiência (GD). Estas crianças foram convidadas através de seus pais e/ou responsáveis a participar deste estudo. A procedência foi via APAE das cidades de Rio Claro, Piracicaba e Limeira. Todas as crianças do GD tinham diagnóstico clínico de síndrome de Down. As informações clínicas dos prontuários foram registradas em relação ao nível de atraso mental. Destas vinte crianças selecionadas para participar do estudo, dezesseis tinham atraso mental considerado de nível leve e quatro crianças tinham atraso mental considerado de nível moderado. Ainda, 20 crianças com desenvolvimento normal e idade média de 27,30 meses (\pm 3,82 meses) formaram o grupo controle (GC). Estas crianças foram convidadas através de seus pais e/ou responsáveis por intermédio de creches municipais da cidade de Rio Claro.

Todos os participantes foram autorizados a participar do estudo após seus pais e/ou responsáveis terem assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 1). A coleta de dados foi realizada nas instituições de ensino às quais cada criança pertencia. Cinco crianças do GD foram excluídas da amostra por não se adequarem aos critérios de participação. O critério de participação foi *compreender a meta da tarefa*: buscar pelo objeto escondido. Para tanto, o experimentador seguiu uma seqüência de eventos antes de iniciar a tarefa A-não-B propriamente dita. Inicialmente o

experimentador colocava sobre a mesa um objeto e pedia para a criança pegar, depois colocava um brinquedo dentro de uma caixa e a criança deveria procurar pelo brinquedo. Finalmente, a criança procurava pelo brinquedo na caixa de areia. A partir daí o experimentador verificou se a criança entendeu o objetivo da tarefa (i.e., procurar o brinquedo) e se demonstrou interesse e motivação para realizá-la. As crianças que foram excluídas não procuraram o objeto escondido, apenas observaram o experimentador esconder o objeto, mas não tiveram a iniciativa de buscar pelo objeto. A tabela 3.1 apresenta as características e os dados antropométricos dos participantes do GD e do GC.

Tabela 3.1: Médias e desvios-padrão da idade, massa corporal e estatura dos participantes do GD e GC.

Grupo	Idade (meses)	Massa (Kg)	Estatura (cm)
GD (n = 20)	55,62 (9,24)	19,79 (6,33)	103,80 (8,65)
GC (n = 20)	27,30 (3,82)	14,05 (2,21)	93,07 (5,29)

3.2.2. Procedimentos

O input da tarefa

A criança no colo da mãe/pai ou experimentador foi incentivada a alcançar um objeto escondido em uma caixa de areia. O objeto (i.e., uma pecinha quadrada feita de madeira com 6 x 6 x 1cm e um orifício no centro, na cor vermelha) foi enterrado em um de dois lados (i.e., lado A ou lado B) de uma caixa de madeira (45 x 27 x 5 cm) na cor

preta. A distância entre os lados foi de 15 cm marcada por duas hastes de madeira de 0,5 centímetro de altura cada uma. Estas hastes permitiram o encaixe do objeto. Após o sorteio do lado (i.e., direito ou esquerdo) assinalado como lado A, quatro tentativas foram realizadas como treinamento (i.e., t1, t2, t3, t4). O objeto/brinquedo foi sempre agitado para chamar a atenção da criança. Na primeira tentativa, o objeto foi parcialmente enterrado na areia, sendo que uma parte do objeto ficou exposta. Após o atraso de três segundos a caixa de areia foi deslocada na direção da criança, a qual devia então, procurar pelo brinquedo. Na segunda tentativa o experimentador encobriu um pouco mais o brinquedo mas ainda deixou uma pequena parte visível. Na terceira tentativa, o experimentador encobriu totalmente o objeto mas deixou sua forma visível na areia. Na quarta tentativa o experimentador encobriu o objeto totalmente sem deixar vestígios de sua forma aparente. Foram realizadas mais duas tentativas do lado A (i.e., A1 e A2) as quais foram posteriormente selecionadas para a análise. Após o final da sexta tentativa, o experimentador mudou o objeto de lado, agora designado como lado B e, em duas tentativas, a criança realizou a tarefa. Nas duas tentativas do lado B o atraso imposto antes do alcance da criança foi de 10 segundos. O tempo de atraso utilizado neste estudo seguiu o mesmo método utilizado no estudo de Spencer, Smith e Thelen (2001).

Segundo Spencer, et al. (2001) a diferença dos atrasos em A (i.e, 3 segundos) e em B (i.e., 10 segundos) é utilizada para aumentar a força de memória motora da posição A e, conseqüentemente, aumentar a probabilidade de ocorrência do erro A-não-B. De acordo com os pressupostos em sistemas dinâmicos, a ativação do plano de ação diminui durante o atraso longo. O atraso em ambas as condições (i.e., do lado A e

do lado B) foi cronometrado por um terceiro experimentador posicionado atrás da criança. O cronômetro foi acionado no instante em que o experimentador terminava de encobrir o brinquedo com a areia. Quando a criança não realizava o gesto de alcançar em 15 segundos, a tentativa era encerrada e a próxima se iniciava. Neste caso, a tentativa perdida não era repetida. O tempo aproximado de participação neste experimento foi de 30 minutos.



Figura 3.1: Ilustração da caixa de areia na tarefa A-não-B.

A situação experimental

Em uma sala ampla foram utilizadas uma mesa e duas cadeiras para a realização da tarefa. O participante sentou-se no colo de um dos experimentadores e uma câmera foi posicionada para filmar a tarefa. Uma câmera filmou o plano frontal, ou seja, aquele designado para registrar onde a criança olhou durante a tarefa. Esta

câmera foi posicionada a uma distância de aproximadamente 1 metro à frente da criança (Figura 3.2).



Figura 3.2: Plano de filmagem frontal da situação experimental.

Assim, foi possível registrar a direção do olhar durante todas as tentativas. Posteriormente, estas imagens foram capturadas através de um software específico, Dvideow versão 5.1. Esse software possibilitou acompanhar quadro-a-quadro a direção do olhar e contar o número de quadros para cada direção do olhar (i.e., alvo A, alvo B ou centro da caixa (CC)). A frequência de amostragem foi de 30 quadros/segundo.

3.2.3. Análise dos dados

As seqüências de imagens desejadas foram capturadas através de uma placa de captura de vídeo Studio DV da Pinnacle® e armazenadas no computador em formato de arquivos AVI (*Audio Vídeo Interlace*). Foi realizado o desentrelaçamento das

imagens (i.e. separar os campos - fields -) e a compactação através do codificador de vídeo *Indeo vídeo 5.11*®. Este procedimento permitiu que estes novos arquivos fossem acessados em qualquer programa de projeção de imagem.

Descrição das variáveis dependentes

- *Taxa de perseveração*: foram codificadas as frequências de alcances em A e em B. Foram considerados *perseveradores* aquelas crianças que alcançaram pelo menos uma vez em A nas tentativas em B. *Não-perseveradores* foram consideradas aquelas crianças que só alcançaram em B nas tentativas em B; Este critério foi o mesmo daquele adotado por Diedrich et al. (2000).
- *Duração do olhar*: média da porcentagem do tempo gasto no olhar para o alvo A, B ou CC em relação ao tempo total do evento (i.e., ao final do atraso, quando a caixa se aproximou da criança até o toque em um dos alvos).
- *Acoplamento olhar-alcançar*: foi registrado em que lugar e ou direção o olhar estava no momento do toque na areia. O acoplamento entre olhar-alcançar foi considerado se, no momento do toque, por exemplo, na direção do alvo A, o olhar acompanhou esta mesma direção. Não-acoplado foi considerado quando, ao tocar o alvo, a criança olhava para outra direção que não aquela do toque;

Para todas essas variáveis houve um índice de concordância de no mínimo 80% entre 3 codificadores. O critério para determinar o índice de concordância entre os codificadores foi definido em até 2 quadros filmados (aproximadamente 67 ms).

Ainda, foram calculadas algumas variáveis dependentes relacionadas à qualidade e ao produto do movimento:

- *Tipo do alcance*: foi codificada qual mão a criança utilizou durante as tentativas (i.e., direita, esquerda) para determinar-se o alcançar foi paralelo, ou seja, se a criança alcançou o alvo do mesmo lado do braço. Ou, se o alcançar foi cruzado, ou seja, se a criança alcançou o alvo do lado oposto ao braço e, portanto, cruzou a linha média do corpo;
- *Estratégia de alcance*: foram codificados os tipos de alcances como unimanual ou bimanual segundo as seguintes definições. O alcance bimanual incluiu a extensão bilateral dos braços em direção ao alvo e o contato simultâneo das mãos com algum atraso temporal entre elas. O alcance unimanual foi definido através da extensão unilateral de um braço em direção ao alvo seguido do contato do mesmo. Assim, enquanto um braço alcançava o objeto, o outro braço permanecia próximo ao corpo da criança ou produzia pequenos movimentos não direcionados ao alvo ao lado do corpo (Corbetta & Thelen, 1996).

3.2.3.1. Análise estatística

Foram realizados dois modelos de análises de variância (ANOVA) para verificar efeitos no relacionamento da variável duração do olhar, comparativamente entre os grupos, nos dois momentos do input específico e entre as performances perseverativa e não-perseverativa. Especificamente, foi realizada uma ANOVA *four-way*: 2 grupos (GD e GC) X 2 performance (perseverador e não-perseverador) X 3 direções do olhar (A, B ou CC) X 2 input específico (lado A, lado B) com medidas repetidas nos dois últimos fatores.

Ainda, para verificar se no momento em que o input específico mudou de direção (i.e, entre a ultima tentativa em A e a primeira tentativa em B) houve efeito significativo na duração do olhar foi realizada uma ANOVA *three-way*, 2 grupos (GD e GC) x 3 direções do olhar (olhar em A, olhar em B e olhar no CC) x 3 tentativas (A2, B1 e B2) com medidas repetidas nos dois últimos fatores. Foi realizado o teste não-paramétrico Qui-Quadrado para análise de frequência de respostas nas variáveis taxa de perseveração dos grupos, acoplamento olhar-alcançar, tipo de alcance e estratégia de alcance.

O valor de $\alpha = 0,05$ foi considerado como nível de significância. Valores do α entre 0,05 e 0,10 foram considerados como marginalmente significativos.

3.3. Resultados

O objetivo deste estudo foi verificar se crianças com e sem atraso no desenvolvimento perseveraram na tarefa A-não-B modificada por Spencer et al. (2001). Ainda, se o status atencional, representado a partir da dinâmica do olhar (i.e., direção e duração do olhar) bem como pelo acoplamento olhar-alcançar no momento do toque nos alvos, informa sobre uma possível tendência perseverativa em crianças com e sem atrasos no desenvolvimento. Os resultados do conjunto de análises realizadas apontaram que indivíduos com atraso no desenvolvimento (i.e., síndrome de Down) apresentaram uma taxa maior de perseveração quando comparados aos indivíduos com desenvolvimento normal. Ainda, o GD olhou por mais tempo no alvo A mesmo quando o input específico mudou para o alvo B, enquanto que o GC apresentou o comportamento oposto: alterou a taxa de olhar em A e B em função do input específico. A seguir são apresentados os resultados da tendência perseverativa e da duração do olhar, respectivamente.

3.3.1. Tendência perseverativa dos grupos

A tendência perseverativa dos grupos foi verificada a partir da classificação destas crianças como *perseveradores* e *não-perseveradores*. Perseverador foi considerado aquele indivíduo que alcançou em A em pelo menos uma das duas

tentativas em B. Não-perseverador foi considerado aquele indivíduo que somente alcançou em B nas tentativas em B.

O teste Qui-quadrado mostrou que a frequência de crianças que perseveraram em cada grupo foi significativa somente para o grupo GD ($X^2_1 = 12.100$, $p = 0.001$). No GD, 70% das crianças perseveraram na tarefa A-não-B, ou seja, alcançaram em A em pelo menos uma das duas tentativas em que o alvo foi realçado em B. No GC o número de crianças que perseveraram não foi significativo e, portanto não é possível afirmar que há de fato, uma tendência perseverativa para o mesmo (Figura 3.3). Embora esta frequência não seja estatisticamente significativa, cerca de 40% das crianças do GC perseveraram. Este resultado sugere que, para algumas crianças sem atrasos no desenvolvimento, a tarefa A-não-B também induziu um comportamento perseverativo, independente das restrições do organismo (i.e., atraso desenvolvimental).

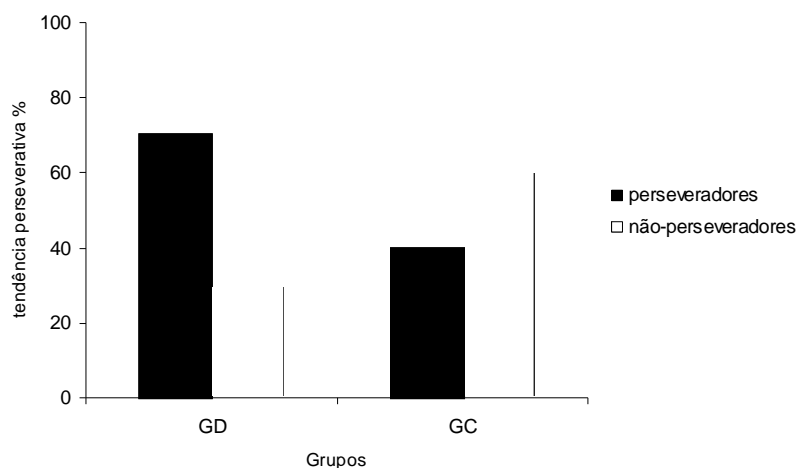


Figura 3.3. Número de perseveradores em cada grupo.

3.3.2. Duração do olhar

A duração do olhar só foi registrada se a criança olhou para as direções A, B ou CC. O evento iniciou ao final do atraso, quando a caixa se aproximou da criança até o toque em um dos alvos. A média da duração do alcance em todas as tentativas durante este evento foi calculada e não houve efeito significativo entre os grupos. De modo geral, os resultados obtidos na duração do olhar são complementos da resposta perseverativa. Ou seja, o GD olhou por mais tempo em A mesmo quando o alvo foi realçado em B. O GC foi mais flexível, pois alterou a taxa do olhar em função do local em que o input específico foi apresentado.

A ANOVA *four-way* (2 grupos X 2 performance X 3 direções do olhar X 2 input) com medidas repetidas nos dois últimos fatores revelou efeito significativo para interação entre direção do olhar e grupo ($F_{2,72} = 4.403$, $p = 0.016$). Proporcionalmente, ao tempo de duração do evento, o GD olhou por mais tempo no alvo A, independente do input específico da tarefa, enquanto o GC olhou na mesma proporção para o alvo A e para o CC (Figura 3.4).

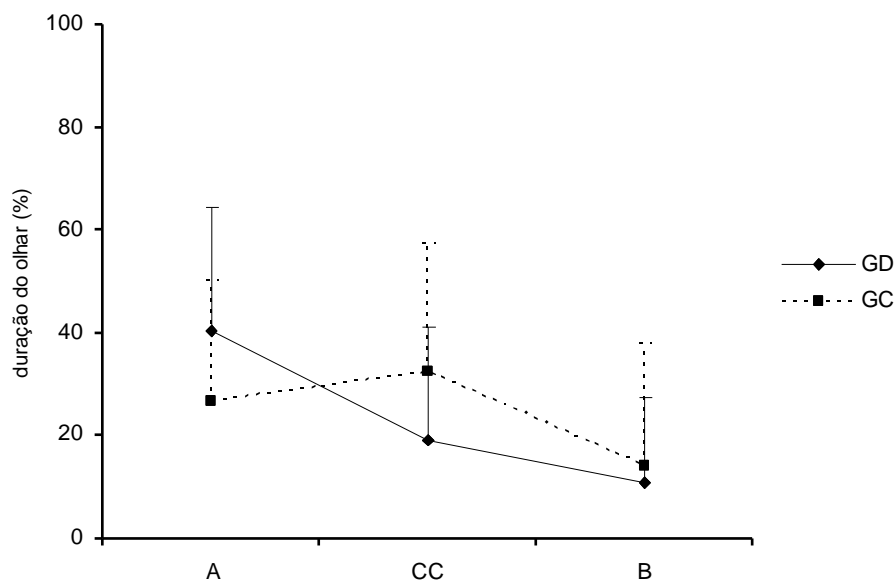


Figura 3.4: Média e desvio-padrão da porcentagem da duração do olhar em A, B e CC entre os grupos GD e GC.

A ANOVA indicou interação marginalmente significativa entre a duração do olhar e a resposta perseverativa ($F_{2,72} = 2.503$, $p = 0.089$). Como era esperado, o grupo perseverador olhou por mais tempo no alvo A independente do input específico, enquanto o grupo não-perseverador manteve a duração do olhar similar entre A e CC e houve uma queda em B (Figura 3.5).

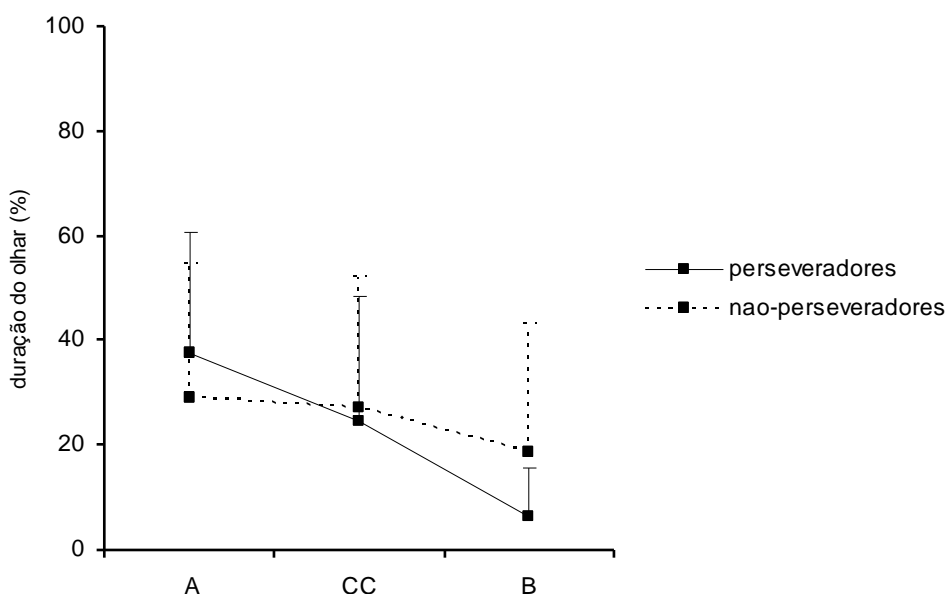


Figura 3.5: Média e desvio-padrão da porcentagem de duração do olhar no alvo A, B e no CC entre os grupos perseveradores e não-perseveradores.

Ainda, houve efeito significativo na interação entre a direção do olhar e o input ($F_{2,36} = 38.380$, $p = 0.001$) (Figura 3.6). Esta comparação revela a duração do olhar para o alvo A quando o alvo A foi realçado, e para o alvo B quando o alvo B foi realçado. Quando o alvo A foi realçado, aproximadamente metade do tempo total do evento do olhar esteve no alvo A. Por outro lado, quando o alvo B foi realçado, a porcentagem da duração do olhar em A, B e no CC foi similar, ou seja, em torno de 20% em cada local.

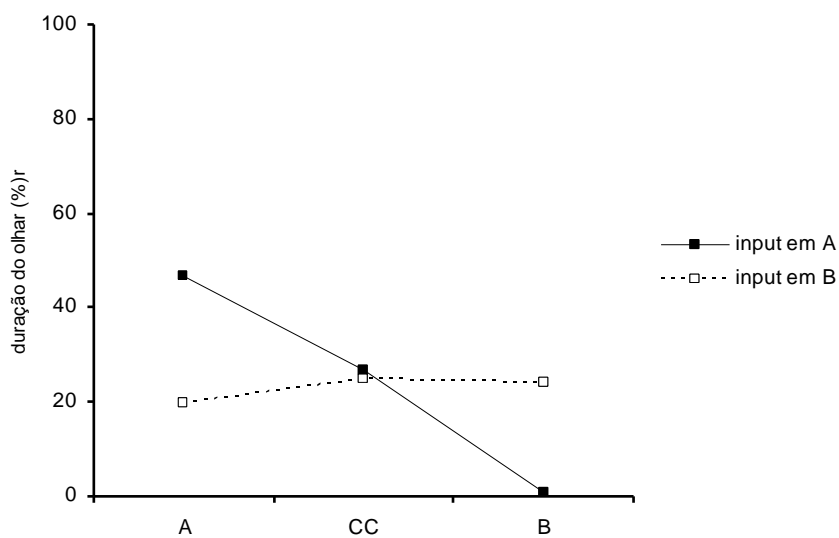


Figura 3.6: Média da porcentagem da duração de olhar no alvo A, B e CC durante o input em A e em B.

Por último, houve efeito significativo na interação entre a direção do olhar, o input e a performance perseverativa ($F_{2,72} = 5.996$, $p = 0.04$) (Figura 3.7). Este resultado confirmou os efeitos anteriores que mostraram que o grupo de crianças que perseveraram (Figura 3.7a) olhou por mais tempo em A mesmo quando o alvo B foi realçado. As crianças que não perseveraram (Figura 3.7b) mostraram um comportamento oposto quando o alvo B foi realçado, ou seja, olharam mais tempo em B e menos tempo em A.

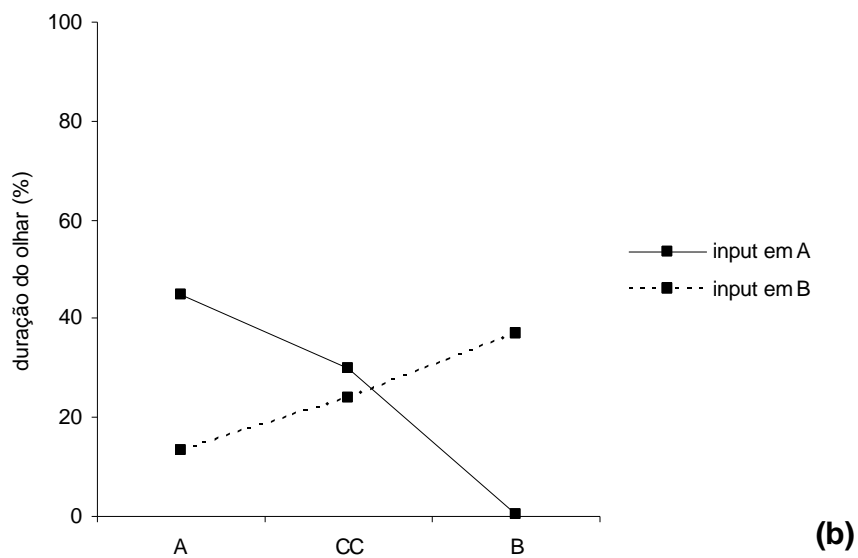
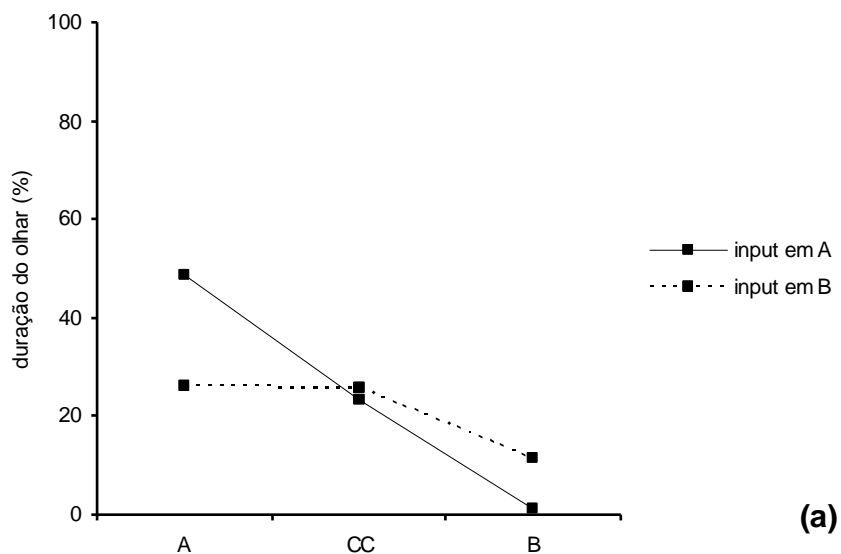


Figura 3.7: Média da porcentagem da duração do olhar no alvo A, B e CC durante o input em A e em B e entre os grupos: perseveradores (a) e não-perseveradores (b).

Para verificar se houve efeito significativo na duração do olhar no momento em que o input específico foi dado pela primeira vez em B, ou seja, entre a última tentativa em A (i.e., A2) e as duas tentativas em B (i.e, B1 e B2) foi realizada uma ANOVA *three-way* (2 grupos x 3 direções do olhar x 3 tentativas) com medidas repetidas nos dois últimos fatores. Houve efeito significativo na interação entre olhar e tentativa ($F_{4,152} = 10,744$, $p = 0.001$). De modo geral, podemos dizer que quando o input específico foi apresentado em uma nova localização (i.e., lado B), as crianças perceberam esta nova informação. Na figura 3.8, foi possível verificar que a duração do olhar em A diminuiu drasticamente da tentativa A2 para a tentativa B1 e mais sutilmente da tentativa B1 para a B2. Esta queda ocorreu em função daquelas crianças que voltaram a alcançar em A, ou seja, perseveraram. A duração do olhar no centro da caixa se manteve constante ao longo das tentativas.

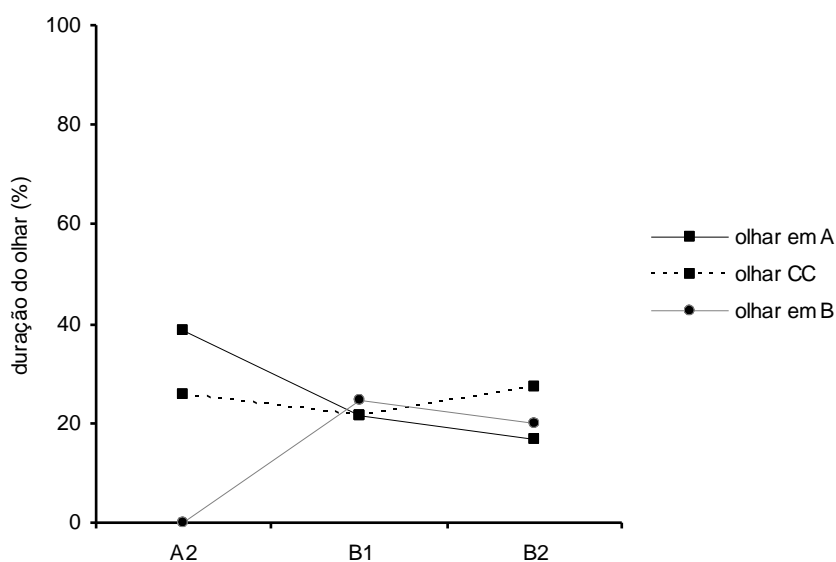


Figura 3.8. Média da porcentagem da duração do olhar no alvo A, no CC e no alvo B, nas três últimas tentativas da tarefa (A2, B1 e B2).

3.3.3. Acoplamento olhar-alcançar

Foi considerado olhar-alcançar como acoplados se no toque da mão no alvo o olhar estava, naquele momento, na mesma direção do alcance. Não-acoplados foi considerado se o olhar estava em outra direção que não a do alcance, ou seja, se a criança olhou para uma direção e alcançou em outra.

No GD, o teste Qui-quadrado revelou diferença significativa entre as tentativas, A1, ($X^2_1 = 28.900$, $p = 0.001$), A2, ($X^2_1 = 19.600$, $p = 0.001$), B1, ($X^2_1 = 12.100$, $p = 0.001$) e B2, ($X^2_1 = 9.024$, $p = 0.003$). Para o GC houve diferença significativa entre as tentativas A1, ($X^2_1 = 28.900$, $p = 0.001$), B1, ($X^2_1 = 24.025$, $p = 0.001$) e B2, ($X^2_1 = 24.025$, $p = 0.001$) (Figura 3.9). Interessante notar que no GD houve uma diminuição linear do número de crianças que acoplaram a direção do olhar à direção do alcançar ao longo das tentativas. Ou seja, ao longo das tentativas de A1 e A2 para B1 e B2, as crianças passaram a alcançar o alvo, (i.e, tocar na areia) sem estar de fato olhando para a mesma direção do movimento.

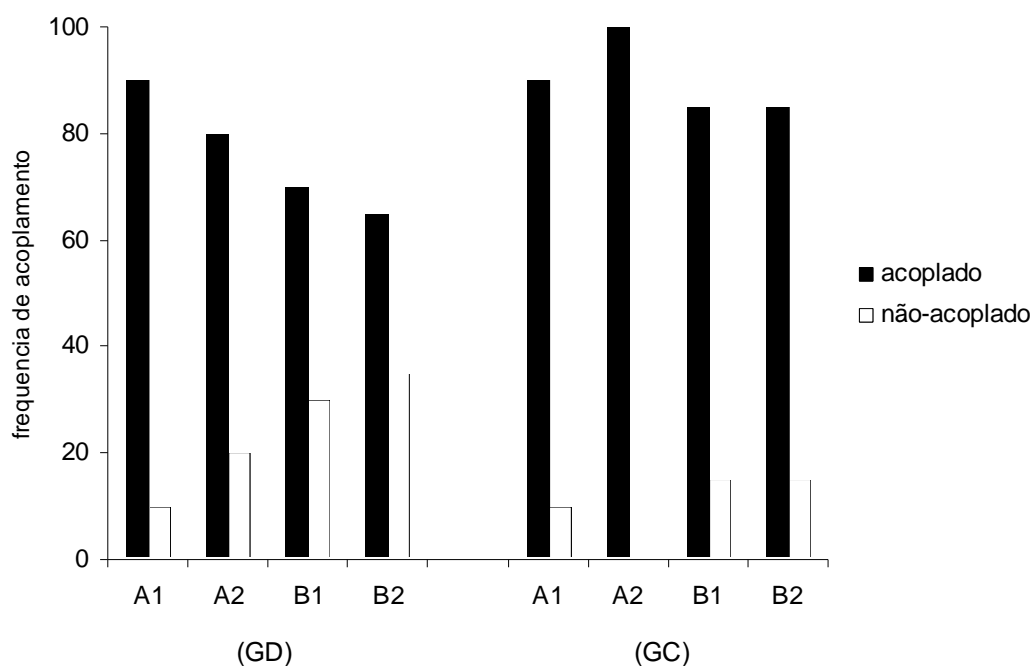


Figura 3.9: Frequência de acoplamento olhar-alcançar dos grupos GD e GC em cada tentativa.

3.3.4. Tipo do alcance

O tipo de alcance (i.e., paralelo ou cruzado) foi verificado para complementar a análise, sobretudo para caracterizar o movimento de alcançar. Se a criança alcançou o alvo do mesmo lado do braço o alcançar foi caracterizado como paralelo. Se a criança alcançou o alvo do lado oposto ao braço e, portanto, cruzou a linha média do corpo, o alcançar foi considerado cruzado.

O teste Qui-quadrado revelou diferença significativa no tipo de alcance entre os grupos. Para o GD houve diferença significativa na frequência do tipo de alcance em

todas as tentativas A1 ($X^2_1 = 28.900$, $p = 0.001$), A2 ($X^2_1 = 28.900$, $p = 0.001$), B1 ($X^2_1 = 12.100$, $p = 0.001$) e B2 ($X^2_1 = 6.600$, $p = 0.011$). Para o GC, houve diferença significativa na frequência do tipo de alcance em A1 ($X^2_1 = 12.100$, $p = 0.001$), A2 ($X^2_1 = 6.400$, $p = 0.011$) e B2 ($X^2_1 = 4.225$, $p = 0.040$). Quando comparado ao GC, o GD apresentou menor frequência de alcances cruzados em todas as tentativas (Figura 3.10). Ou seja, o GD cruzou menos a linha média do corpo para alcançar do que o GC. Ainda, no GD, a frequência de alcançar cruzado aumentou nas tentativas B1 e B2, em torno de 40% das crianças mudaram o tipo de alcance que era predominantemente paralelo, para cruzado em B2. Este resultado ocorreu em função daquelas crianças que não perseveraram neste grupo. Ou seja, das vinte crianças, seis não perseveraram e alcançaram corretamente em B, utilizando o mesmo braço de alcances em A, portanto, cruzaram a linha média do corpo para tocar em B. Por outro lado, no GC, nas tentativas em B (B1 e B2), os resultados revelaram que a frequência do tipo de alcance foi similar. Isto reflete que as crianças do GC acrescentaram outra estratégia para alcançar, além do alcançar cruzado, ou seja, trocaram de mão para alcançar em B.

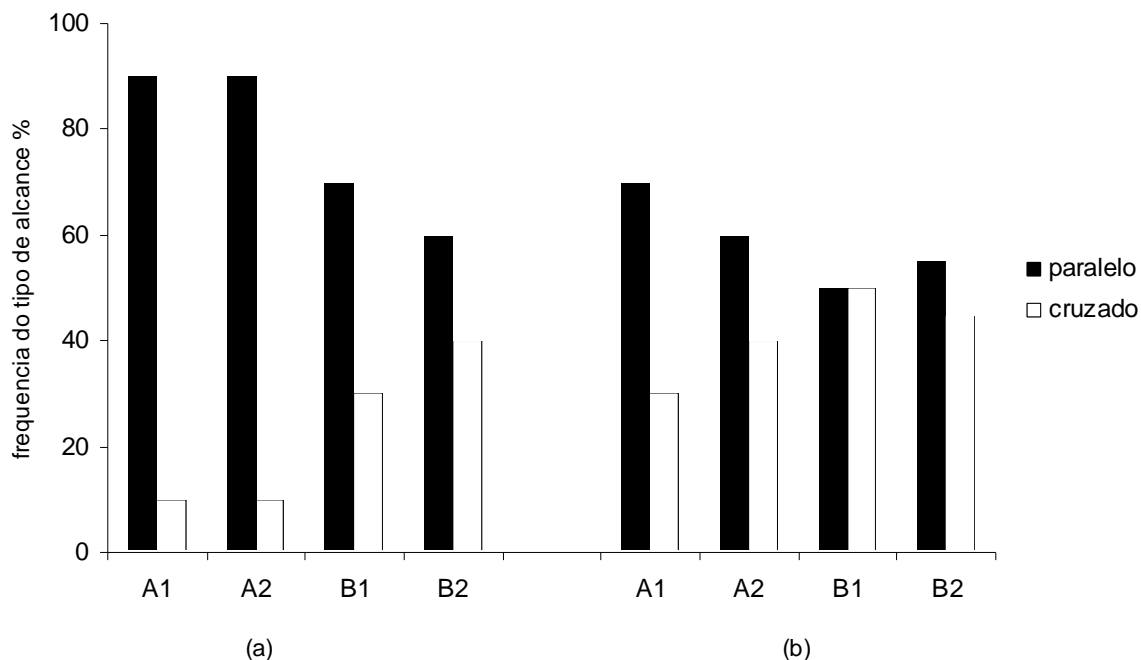


Figura 3.10: Frequência da direção de alcances dos grupos GD (a) e GC (b) em cada tentativa.

3.3.5. Estratégia de alcance

O teste Qui-quadrado revelou diferença significativa para o GD na frequência do tipo de alcance para as tentativas B1 ($X^2_1 = 24.025$, $p = 0.001$) e B2 ($X^2_1 = 28.900$, $p = 0.001$) e para o GC efeito significativo nas tentativas A2 ($X^2_1 = 34.225$, $p = 0.001$) e B2 ($X^2_1 = 34.225$, $p = 0.001$). Em geral, o alcance unimanual foi predominante em ambos os grupos (Figura 3.11). No GD houve um leve aumento no alcançar do tipo bimanual nas tentativas em B. Com a mudança do input específico para o alvo B algumas crianças alcançaram com ambos os braços simultaneamente tocando em

ambos os alvos A e B. Este comportamento nos leva a crer que o sistema perceptivo-motor poderia estar em um momento crítico entre a tendência perseverativa que, de fato foi observada no GD, e a quebra da perseveração.

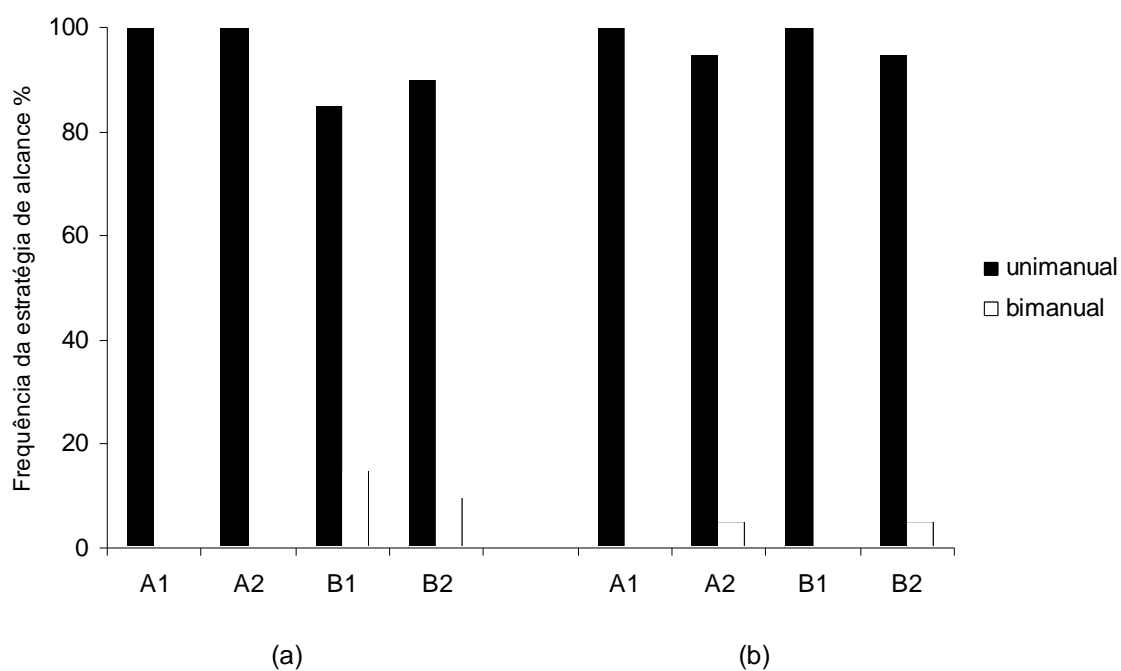


Figura 3.11: Frequência do tipo de alcance dos grupos GD (a) e GC (b) em cada tentativa.

3.4. Discussão

3.4.1. Tendência perseverativa

O objetivo deste estudo foi verificar se crianças com e sem atraso no desenvolvimento perseveraram na tarefa A-não-B modificada por Spencer et al. (2001). Ainda, se o status atencional representado a partir da dinâmica do olhar (i.e. direção e duração do olhar) bem como pelo acoplamento olhar-alcançar no momento do toque nos alvos, informam sobre uma possível tendência perseverativa em crianças com e sem atrasos no desenvolvimento.

Confirmamos nossa hipótese: as crianças com síndrome de Down apresentaram maior tendência perseverativa em relação às crianças com desenvolvimento normal. Ou seja, a maioria das crianças do GD cometeu o erro A-não-B. Este resultado seguiu a mesma tendência encontrada nos estudos preliminares de Cozzani et al., (2005) em que crianças com síndrome de Down continuaram a perseverar na tarefa em que seus pares (i.e., crianças sem atrasos no desenvolvimento) não perseveraram mais. Este resultado nos mostra os recursos que o sistema perceptivo-motor de crianças com atrasos no desenvolvimento usa para agir corretamente no contexto da tarefa A-não-B (i.e., atenção, percepção visual, memória de ações passadas, entre outros), são diferenciados. Para entender esta diferença é preciso retomar os passos que constituem o modelo do campo de ativação para o movimento em A ou em B. O

aspecto crítico e de interesse aqui é o momento em que o input específico é dado pela primeira vez do lado B, pois é nesse momento em que o erro A-não-B ocorre.

O modelo do campo de ativação para o movimento, proposto por Erlhagen e Schoner (2002), e interpretado por Thelen et al. (2001) para a tarefa A-não-B, destaca duas fontes de informação como críticas para a decisão de alcançar em A ou em B. A primeira fonte de informação é a própria tarefa, ou seja, suas especificações (i.e. um alvo A e outro alvo B) que leva o sistema a ter uma situação de escolha. Na tarefa A-não-B realizada na caixa de areia, o input da tarefa é diferente, pois a criança não tem os alvos A e B visíveis e tem que lidar com a falta de dicas visuais que revelam onde estão os alvos A e B. A fonte de informação que se torna preciosa para a decisão de ir para A ou B é o input específico dado pelo experimentador. Neste momento, o experimentador desperta o interesse da criança pelo brinquedo e, ao mesmo tempo, resgata a atenção da criança para o evento seguinte, que é esconder o brinquedo na areia. Quando o experimentador apresenta o input específico pela primeira vez em B e, em seguida impõe um tempo de espera para o início do alcançar, o sistema tem que escolher entre alcançar em B, onde há de fato, um novo requerimento da tarefa, ou retornar para A. Esta última opção, que caracteriza o erro A-não-B, ocorre porque existe a influência dos alcances anteriores em A, (i.e., o plano de ativação do movimento nesta direção, está fortemente estabelecido) que se sobrepõe ao plano de ativação do movimento, gerado a partir do input específico em B.

Estas características, especificações que compõem a tarefa A-não-B exige que a dinâmica intrínseca seja modificada para atender às demandas da tarefa. Ou ainda, a

informação comportamental deve ser relevante o suficiente para que o sistema quebre seu estado atrativo e deixe de perseverar. Vários tipos de informações podem ser utilizadas para identificar a localização de um objeto. Uma delas é a informação contida na memória de curto prazo e a capacidade para manter esta informação em atrasos longos, como na tarefa A-não-B na caixa de areia.

De maneira geral, nós acreditamos que um dos aspectos que possivelmente contribuiu para a maior taxa de perseveração no GD, foi o sistema continuar sob forte influência dos alcances anteriores em A, ou seja, estar mais propenso a automatização do gesto naquela direção e, além disso, ser menos capaz em resgatar na memória de curto prazo, o plano de ativação gerado pelo input específico em B. Em outras palavras, a combinação entre déficit de atenção e maior dificuldade em resgatar na memória de curto prazo a informação que é relevante para a ação, explicita dois aspectos decisivos que tem forte influência na quebra de automatismos e de respostas perseverativas. Em indivíduos com retardo mental, a exemplo da síndrome de Down, o processo atencional tem se destacado como “agente” controlador na organização da memória de curto prazo (Dulaney & Tomporowski, 2000; Anderson & Fincham, 1994). Estes estudos reportam que indivíduos com retardo mental resgatam a informação da memória de curto-prazo mais lentamente e com menos eficiência se não houver prática e experiência na tarefa. Na tarefa A-não-B, quando há a transição do input específico para uma nova direção, o sistema perceptivo-motor recebe uma nova informação acompanhada de um novo requerimento na tarefa (i.e., mudar a direção do alcance). O fato de esta informação ser transitória, ou seja, durar poucos segundos, além da tarefa

apresentar especificações (i.e., lado A e lado B) ambíguas (i.e., sem dicas visuais dos alvos) pode ter contribuído na taxa de perseveração alta do GD.

Ainda, os resultados da direção e duração do olhar revelaram que no GD as crianças olharam por mais tempo no alvo A mesmo quando o alvo B foi realçado. Este resultado pode ser mais um indicativo da tendência perseverativa do sistema. De acordo com Smith et al. (1999) e Thelen et al. (2001) a atenção na tarefa, bem como olhar atentamente o objeto ser escondido, podem mudar o impacto de várias manipulações na tarefa e influenciar na resposta perseverativa. Por exemplo, se a criança acompanha atentamente o experimentador esconder o objeto e durante o atraso continua engajada e motivada a buscar pelo objeto olhando com frequência o local em que o objeto foi escondido, a chance de agir corretamente é maior. Neste último exemplo, a atenção na tarefa mantém o input específico (i.e., esconder o brinquedo no alvo B) um evento forte e mesmo com o atraso e sob influência dos alcances anteriores, este não é superado.

Entender porque o sistema “fica preso”, ou seja, responde inapropriadamente em função do contexto da tarefa, requer conhecer tanto o contexto da tarefa (i.e., suas restrições), mas também conhecer os recursos de que o sistema dispõe para agir sob diferentes tipos de restrições. Por exemplo, indivíduos com síndrome de Down exibem problemas de percepção visual (Savelsbergh, Van der Kamp, Ledebt & Planinsek, 2000) como a dificuldade em discriminar as propriedades dos objetos (i.e. textura, tamanho, peso). Estes déficits são algumas vezes exacerbados quando são impostas restrições da tarefa (i.e., discriminar diferentes propriedades do objeto sem o uso da

informação visual) que, do ponto de vista motor, geram maior ineficiência na ação. A capacidade de agir no ambiente adequadamente em função do contexto da tarefa implica em conhecer quais são as possibilidades de movimento a partir de uma seleção apropriada de informações relevantes para a ação. Esta capacidade, por sua vez, depende dos recursos que a criança tem para agir no momento. Estes recursos podem mudar em função, por exemplo, da maturação do sistema nervoso central, da sensibilidade para certas fontes de informação, do crescimento das dimensões corporais, da capacidade para acoplar a informação ao movimento. Em suma, crianças com síndrome de Down mostram inadequações em ambos os aspectos, perceptivo e motor, que podem influenciar no desenvolvimento e na aprendizagem de várias ações desde tarefas fundamentais até tarefas mais complexas.

3.4.2. Acoplamento olhar-alcançar

O acoplamento olhar-alcançar foi considerado se, no momento do toque, por exemplo, na direção do alvo A, o olhar acompanhou esta mesma direção. Não-acoplado foi considerado quando, ao tocar o alvo, a criança olhava para outra direção que não aquela do toque. Embora a frequência do olhar em uma determinada direção (i.e., alvo A) possa ser um bom indicador da direção do alcançar (Smith et al., 1999) nem sempre o olhar está acoplado ao alcançar. A informação sobre a frequência de acoplamento olhar-alcançar parece ser importante no momento da transição do input específico para o alvo B, e também fornece indícios sobre o nível de atenção na tarefa. O GD diminuiu

o acoplamento olhar-alcançar ao longo das tentativas enquanto que o GC manteve *olhar-alcançar*, predominantemente acoplados. Este comportamento, aliado ao fato do GD ter apresentado uma taxa maior de perseveração, pode indicar de um lado, que o gesto se tornou tão automatizado que não era necessário monitorar com o olhar o local do toque na areia. Por outro lado, pode indicar que ao longo das tentativas as crianças ficaram menos atentas na tarefa mesmo com a transição do input específico para o alvo B. A falta de dicas visuais sobre a localização dos alvos pode ter contribuído tanto para a desatenção na tarefa como para a diminuição do acoplamento do GD. De acordo com Smith et al. (1999) a presença contínua de dicas visuais dos alvos pode capturar a atenção da criança para determinada direção e guiar o alcançar para a mesma localização. Como não havia dicas visuais disponíveis na caixa de areia, as crianças do GD direcionaram o alcançar para o alvo A, nas tentativas em B, sob a influência da memória motora gerada em A e, possivelmente, estavam menos atentas no contexto da tarefa como um todo. No GC a alta frequência de acoplamento entre olhar-alcançar possivelmente indica que a influência do contexto da tarefa (i.e., falta de dicas visuais sobre os alvos) foi amenizada em função de um nível atencional maior na tarefa que se revelou no aumento na duração do olhar em B no momento da transição do input específico para B. Os resultados encontrados para o GC divergem daqueles encontrados por Spencer et al. (2001) para crianças da mesma faixa etária (i.e., 2 anos de idade) e para o mesmo contexto da tarefa, as crianças cometeram o erro A-não-B. Uma das explicações para esta divergência entre estes resultados é que no estudo de Spencer et al. (2001) não houve uma classificação das crianças como perseveradores e não-perseveradores, como foi feita neste estudo. Os autores estavam mais

interessados em verificar se o erro A-não-B de fato ocorria nesta faixa etária e como as restrições do contexto da tarefa interferiam na acurácia do alcançar. O critério para definir o erro foi a acurácia das crianças para alcançar em A e em B enquanto a posição de A e B era manipulada em vários lugares da caixa. No presente estudo, nós utilizamos um critério diferente porque não houve este tipo de manipulação na tarefa. O alvos A e B eram fixos e a criança sempre tinha uma direção do alcançar bem definida (i.e., em A e em B). Portanto, se os nossos resultados sobre a frequência de perseveração motora fossem interpretados por estes autores, não haveria divergência entre os estudos pois as crianças do GC também cometeram o erro A-não-B, só que o número de crianças não foi representativo no grupo de nosso estudo.

No dia-a-dia as crianças normalmente realizam o alcançar em um contexto onde há dicas visuais disponíveis sobre o alvo (i.e., objeto). Em outras palavras, o alvo de alcance é um objeto visível que desperta o interesse da criança. Nesta situação, é esperado que a dica visual constantemente disponível sobre a localização do alvo capture e prenda a atenção visual da criança naquela localização específica. Quando não há disponíveis dicas visuais sobre os alvos, o processo atencional momento a momento (i.e., durante o input específico, no momento em que o objeto é escondido, na transição do input para outra localização) se torna crítico para a ação em si e revelador no que diz respeito ao produto comportamental (i.e., sobre o erro A-não-B).

3.4.3. Estratégias do alcançar

A estratégia utilizada pela criança para alcançar um objeto como, por exemplo, usar uma ou duas mãos, cruzar a linha média do corpo quando o objeto está em posição contralateral ao braço, trocar de mão e, portanto, mudar o tipo de alcance (i.e., lateral para cruzado) quando o objeto muda de posição, refletem o nível de flexibilidade do sistema perceptivo-motor para adaptar o gesto em função das diferentes demandas da tarefa. Os resultados deste estudo revelaram que não houve unanimidade na escolha do tipo de alcance em ambos os grupos. O GD escolheu predominantemente o alcançar do tipo “paralelo” tanto nas tentativas em A como nas tentativas em B. Houve um aumento na frequência do tipo de alcançar cruzado nas tentativas em B, (i.e., em torno de 40% das crianças) que foi em função daquelas crianças que não perseveraram neste grupo. Estas, ao perceberem a troca do input específico para o lado B e manterem esta informação ativa após o atraso, modificaram o tipo de alcance (i.e., cruzaram a linha média) para alcançar corretamente em B. No GC houve um equilíbrio entre a escolha pelo alcance cruzado e paralelo. Este resultado nos levou a pensar que as crianças optaram por um ou por outro alcance em função da localização do alvo (i.e., A ou B). Isto reflete uma maior flexibilidade em adaptar o gesto, como por exemplo, trocar de mão quando o alvo muda de lado. Ou seja, o alvo muda do lado direito (tendo o corpo da criança como referência), para o lado esquerdo e a criança que antes alcançava com a mão direita (i.e., alcançar paralelo) passa agora a alcançar com o

braço esquerdo e, portanto, continua com o mesmo tipo de alcance paralelo só que troca de mão para cumprir a meta da tarefa corretamente.

Quanto aos resultados sobre a estratégia de alcances (i.e., unimanual e bimanual) não houve diferença entre os grupos. Ambos os grupos optaram pelo alcançar unimanual. Estes resultados eram esperados em função do tamanho do objeto (i.e, brinquedo) ser pequeno. O fato da tarefa A-não-B apresentar dois alvos paralelos poderia levar a criança ao alcançar bimanual mesmo que o toque no alvo fosse unimanual, porque a criança poderia querer pegar os dois alvos ao mesmo tempo. Portanto, esta tendência só faria sentido quando os alvos estivessem visíveis para a criança. Na tarefa A-não-B na caixa de areia os alvos não eram visíveis e por isso o alcançar unimanual se justifica pelo tamanho do objeto.

Em resumo, o grupo perseverador parece adotar um tipo de alcance (i.e., paralelo) independente das mudanças no contexto da tarefa. Este comportamento é particularmente interessante, se mais detalhes sobre a qualidade do movimento forem observados, como por exemplo, a trajetória, a velocidade. O comportamento invariante pode ser um sinal de rigidez no sistema perceptivo-motor e se refletir na resposta perseverativa.

CAPÍTULO 4: PARÂMETROS CINEMÁTICOS DO ALCANÇAR NA TAREFA A-NÃO-B EM CRIANÇAS COM E SEM ATRASOS DESENVOLVIMENTAIS

Resumo

O objetivo deste estudo foi comparar parâmetros cinemáticos do movimento na tarefa A-não-B, em crianças com e sem atrasos no desenvolvimento e relacionar com a tendência perseverativa do movimento. Para tanto, a tarefa A-não-B na caixa de areia foi testada em vinte crianças com desenvolvimento normal e vinte crianças com síndrome de Down. Os resultados revelaram que os grupos realizaram o alcançar com uma velocidade semelhante. As crianças com atraso no desenvolvimento apresentaram um pico de velocidade maior e o padrão do movimento representado pela velocidade e pelo pico de velocidade do alcançar foi mais variável ao longo das tentativas entre as crianças com atraso desenvolvimental. A precisão do movimento para encontrar o alvo escondido foi maior, para ambos os grupos, nas tentativas em que o alvo foi escondido do lado A. As crianças com atrasos no desenvolvimento foram mais consistentes na procura pelo alvo, variaram menos o local da busca pelo alvo. Estes resultados revelaram que, embora a perseveração motora esteja associada com um padrão de movimento altamente consistente, as crianças com atrasos no desenvolvimento foram mais variáveis no padrão de movimento e, ainda assim, perseveraram mais na tarefa. A tendência perseverativa de crianças com atraso desenvolvimental se revelou na dificuldade em extrair informações relevantes, devido a falta de dicas visuais sobre os alvos.

Palavras-Chave: perseveração motora, atraso desenvolvimental, alcançar

4.1. Introdução

Perseveração é a repetição de uma resposta inapropriada à demanda da tarefa. O comportamento perseverativo foi investigado em diversos contextos de gestos e tarefas motoras. Em geral este fenômeno é associado a um sinal de disfunção neurológica como, por exemplo, a perseveração verbal em indivíduos com Alzheimer (Bayles, Tomoeda, McKnight, Helm-Estabrooks & Hawley, 2004), perseveração motora em indivíduos com Parkinson (Stoffers, Berendse, Deijen & Wolters, 2001) e em crianças com desordens de hiperatividade e déficit de atenção (DHDA) (Matthys, Van Groozen, de Vries, Cohen-kettenis & Van Engeland, 1998). Mais especificamente, a resposta perseverativa foi evidenciada principalmente em indivíduos com lesões no córtex pré-frontal o que a caracterizou como um sinal de inadequação das funções cognitivas, tais como o planejamento de ações futuras (Kandel, Schwartz & Jessell, 1997).

Segundo Kandel et al.(1997), em um experimento realizado com macacos, um pedaço de comida foi colocada aleatoriamente debaixo de um de dois recipientes idênticos dispostos paralelamente um ao outro. Depois de um atraso de cinco segundos, foi permitido que o macaco escolhesse um dos recipientes. Os animais normais (i.e., sem lesão no córtex pré-frontal) aprendiam rapidamente a selecionar o recipiente que cobria a comida. Os animais com lesão na área pré-frontal tinham um

bom desempenho apenas se não houvesse atraso depois que o experimentador cobrisse a comida, caso contrário eles voltavam a procurar a comida no local inicialmente usado como esconderijo. Este tipo de experimento sugere que a região pré-frontal está envolvida com a memória de curto prazo e com a execução de tarefas motoras complexas quando as dicas visuais não estão presentes no momento da resposta. O interessante é que, segundo Kandel et al. (1997) este tipo de lesão não produz um déficit generalizado envolvendo todos os tipos de memória de curto prazo. O déficit é específico para o tipo de memória chamada operativa (*working memory*) que implica no armazenamento temporário de informações usadas para guiar uma ação futura. O déficit é altamente específico para tarefas espaciais que envolvem um atraso entre a apresentação do estímulo e a ação propriamente dita.

O termo, perseveração motora, foi também reportado em estudos com bebês neurologicamente normais (Smith et al. 1999; Diedrich, Thelen, Smith & Corbetta, 2000), durante a realização da tarefa A-não-B. Esta tarefa foi proposta inicialmente por Piaget (1954) e apresentava características semelhantes àquela realizada com macacos. Nesta tarefa, o experimentador escondia um brinquedo em um determinado local (i.e., local A) enquanto era observado pela criança. Após um atraso de alguns segundos, a criança tinha a liberdade de procurar pelo objeto e, normalmente, ele buscava com sucesso. Após algumas tentativas, neste jogo de esconder e procurar o objeto no local A, o objeto era escondido em outro local (i.e., local B). Piaget observou que bebês com idade entre oito e dez meses retornavam a busca pelo objeto repetidamente no local A, mesmo após terem observado o experimentador esconder o objeto no local B. Este erro foi chamado de erro A-não-B e interpretado por Piaget

(1954) como uma limitação das funções cognitivas e perceptivas, próprias do status desenvolvimental.

Mais tarde, o erro A-não-B foi re-interpretado em termos de uma perseveração motora gerada por uma memória perceptivo-motora estimulada pela repetição do gesto de alcançar em uma única direção (Thelen et al. 2001). Esta explicação se baseou principalmente em princípios da teoria de sistemas dinâmicos. O comportamento surge a partir da interação de vários componentes dentro do contexto da tarefa (Thelen & Smith, 1994). O contraponto entre a interpretação de Piaget (1954) e a interpretação de Thelen e colaboradores (Corbetta & Thelen, 1996; Smith, Thelen, Titzer & Mclin, 1999; Diedrich, Thelen, Smith & Corbetta, 2000; Thelen, Schonker, Scheiner & Smith, 2001) surgiu quando a tarefa A-não-B foi modificada (Diedrich, Thelen, Smith & Corbetta, 2000) e testada em outras fases do desenvolvimento. (Spencer, Smith & Thelen, 2001). A perseveração motora foi observada em crianças de dois anos de idade na tarefa A-não-B com alvos escondidos em uma caixa de areia (Spencer, Smith & Thelen, 2001).

A ocorrência do erro A-não-B em outras fases do desenvolvimento além daquela observada por Piaget (i.e., 8 e 10 meses de idade) sugere que o fenômeno não é exclusivo de um ponto particular do desenvolvimento e que outros elementos, além da maturação do córtex pré-frontal, são críticos para que o sistema responda de modo perseverativo. O comportamento perseverativo é determinado pela interação entre as restrições do organismo, do ambiente e do contexto da tarefa. São estas fontes de restrições que guiam o comportamento para um estado atrativo ou para certa preferência do sistema em se comportar de determinada maneira. Por exemplo, se a criança transita de uma resposta correta para uma resposta perseverativa, isto indica

que a restrição da tarefa (i.e., quando há um atraso entre um input específico e a ação motora em si) foi crítica para uma nova organização dinâmica do sistema, ou seja, para um novo estado atrativo, mesmo que o comportamento se torne inapropriado. A resposta perseverativa implica, portanto, em um comportamento menos flexível frente às demandas do ambiente e da tarefa. O nível de flexibilidade para alterar o padrão do movimento depende de quão forte é o estado atrativo. Quanto mais forte for o atrator, mais difícil será mudar o padrão preferido. Neste caso, o padrão é considerado estável (Thelen & Smith, 1994).

De acordo com Clearfield, Driedrich, Smith e Thelen, (2006), a perseveração motora requer estabilidade. Este aspecto foi observado em um estudo longitudinal com bebês de cinco a oito meses de idade. Os resultados revelaram que o alcançar em bebês mais jovens, em torno dos cinco meses de idade, ainda é instável. A coordenação e o controle dos movimentos ainda são pobres. Os autores encontraram que, aos cinco meses de idade apenas 15% dos bebês perseveraram na tarefa A-não-B. Aos seis, sete e oito meses de idade, a frequência de perseveração aumentou significativamente chegando a 85% nas crianças de oito meses de idade. Este resultado levou a uma predição desenvolvimental importante: a emergência da estabilidade no sistema de coordenação e controle motor predispõe à perseveração gestual na tarefa A-não-B (Thelen et al. 2001).

O fenômeno da perseveração motora passou a não ser considerado apenas um déficit neuromotor ou uma característica específica de um sistema neurologicamente imaturo ou deficiente (Sandson & Albert, 1987; Stoffers, Berendse, Deijen & Wolters, 2001; Vitale & Newman, 2001; Bayles, Tomoeda, Mc.Knight, Helm-Estabrooks, Hawley,

2004; Dreisbach & Goschke, 2004), mas passou a representar um sinal de progresso desenvolvimental. Esta idéia deve ser interpretada com cautela, pois, se a perseveração motora permanece em idades muito avançadas o comportamento, embora estável, fica “preso” a poucas possibilidades de movimento e se torna inapropriado para atender às demandas do ambiente e da tarefa. Novamente, parece que o sistema, em certos momentos, tem que “escolher” entre ser estável ou flexível. Ao longo do desenvolvimento, ambas as características (estabilidade e flexibilidade) tendem a convergir em um comportamento coerente do ponto de vista adaptativo. O alcançar acaba se tornando mais flexível e, portanto, menos perseverativo. Mas esta estabilidade só é desafiada se o contexto da tarefa muda, caso contrário a estabilidade deve se manter.

Em crianças com atrasos no desenvolvimento como na síndrome de Down (SD) estabilidade e flexibilidade não parecem caminhar lado a lado. Isto porque há uma tendência em continuar perseverando em idades mais avançadas. Os resultados preliminares de um estudo longitudinal realizado com crianças com SD revelaram que a perseveração motora persiste na mesma tarefa em que seus pares neurologicamente normais não perseveram mais (Mauerberg-deCastro, 2003, Cozzani, Cavicchia, Souza & Mauerberg-deCastro, 2005). Algumas características do padrão de movimento em indivíduos com SD são movimentos mais lentos (Latash, 2000; Shumway-Cook & Woollacott, 1985) que se refletem em maior tempo pra iniciar uma resposta (i.e., tempo de reação) e maior tempo para completar tarefas. O padrão de ativação muscular se caracteriza por altos níveis de co-contração ativação simultânea de músculos que

atuam em direções opostas (i.e., músculos antagonistas) (Latash, Almeida & Corcos, 1993). e hipotonia muscular.

Outra característica é a alta variabilidade do movimento. Este aspecto em particular, é também observado em vários outros grupos com movimentos atípicos, desde indivíduos com paralisia cerebral, doenças de Parkinson até indivíduos sem uma clara desordem neurológica, por exemplo, a esquizofrenia (Shumway-Cook & Woollacott, 1985; Elliott & Weeks, 1990). Segundo Latash (2000), a alta variabilidade sugere que o movimento não pode ser produzido de maneira suave e apresenta um misto de movimentos rápidos e lentos com trajetórias irregulares. Este autor ainda aponta que, em indivíduos com SD há duas características do movimento que até certo ponto, são incompatíveis. A primeira é a existência de uma alta variabilidade intra-sujeitos e, a segunda, é que estes indivíduos apresentam um alto nível de acurácia, para alcançar objetos. Uma possível explicação para esta suposta incongruência comportamental é que o sistema de ação como um todo, “opta” pela acurácia do movimento em detrimento da velocidade porque a primeira é mais requerida no dia-a-dia destes indivíduos. A alta acurácia do movimento em indivíduos com SD aparece em tarefas de alcançar em que a posição inicial e final do movimento é bem determinada e a solicitação é para alcançar o mais rápido que puder, ao sinal de iniciar. Por exemplo, se o alvo está visualmente disponível (Latash, 2000).

Thelen et al. (2001) sugeriram que olhar a dinâmica da ação em si, através da cinemática do alcançar parece ser uma alternativa interessante para compreender a quebra da influência perseverativa. Mais especificamente, estes autores fizeram uma predição interessante: se alcançar repetidamente fortalece a memória de um padrão em

particular, a trajetória do movimento, bem como outras variáveis temporais (i.e., velocidade, aceleração) deveria se tornar menos variável em indivíduos perseveradores. Os autores confirmaram esta hipótese. Os bebês que perseveraram apresentaram um padrão de movimento menos variável (Diedrich, Thelen, Smith & Corbetta, 2000). Isto ocorreu na tarefa com dois alvos visíveis. Quando havia somente um alvo o padrão de movimento foi mais variável. A explicação para esta diferença em relação ao contexto da tarefa foi que a tarefa com apenas um alvo promovia poucas restrições que impediam o movimento preciso. O padrão de movimento pode ser extremamente variável e ainda assim a criança tem sucesso em pegar o objeto. Em contrapartida, a presença de alvos idênticos (i.e., duas tampas) pode forçar o sistema a alcançar de uma maneira mais controlada e indiretamente contribuir para a formação de um padrão consistente porque a criança tem agora que lidar com a ambigüidade entre os alvos e com a situação de escolha.

O que dizer sobre o padrão de movimento em indivíduos mais suscetíveis a influência perseverativa e a variabilidade comportamental? Será que as características do movimento, tais como a trajetória, a velocidade e a precisão informam sobre a quebra da influência perseverativa do sistema? Na tentativa de responder estas questões o objetivo deste estudo foi analisar o movimento a partir de parâmetros cinemáticos do alcançar, a precisão e consistência da direção do alcance em relação aos alvos A e B e relacionar com a tendência perseverativa de crianças com e sem atrasos no desenvolvimento de modo a identificar a relação entre a perseveração e níveis de precisão e consistência do alcançar.

Nossa hipótese para esta investigação foi de que nas crianças com atrasos no desenvolvimento e que são perseveradoras na tarefa A-não-B (capítulo 3), os parâmetros cinemáticos do movimento seguem uma tendência de invariância durante a transição do input específico para o lado B. Em estudo piloto e estudo prévio com este mesmo grupo (capítulo 3) todos os resultados apontam para uma tendência perseverativa do GD em contraste com as crianças sem atrasos no desenvolvimento. Ainda pressupomos que o índice de performance através dos níveis precisão e consistência do alcançar são piores em crianças com atrasos no desenvolvimento do que em crianças sem atraso em função das inadequações no sistema perceptivo-motor discutidas anteriormente.

4.2. Materiais e métodos

4.2.1. Participantes

Vinte crianças com desenvolvimento atrasado e idade média de 55,62 meses (\pm 9,24 meses) formaram o grupo com deficiência (GD). Estas crianças foram convidadas através de seus pais e/ou responsáveis a participar deste estudo. A procedência foi via APAE das cidades de Rio Claro, Piracicaba e Limeira. Todas as crianças do GD tinham diagnóstico clínico de síndrome de Down. As informações clínicas dos prontuários foram registradas em relação ao nível de atraso mental. Destas vinte crianças selecionadas para participar do estudo, dezesseis tinham atraso mental considerado de nível leve e quatro crianças tinham atraso mental considerado de nível moderado.

Ainda, 20 crianças com desenvolvimento normal e idade média de 27,30 meses ($\pm 3,82$ meses) formaram o grupo controle (GC). Estas crianças foram convidadas através de seus pais e/ou responsáveis por intermédio de creches municipais da cidade de Rio Claro.

Todos os participantes foram autorizados a participar do estudo após seus pais e/ou responsáveis terem assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 1). A coleta de dados foi realizada nas instituições de ensino as quais cada criança pertencia. Cinco crianças foram excluídas da amostra por não se adequarem aos critérios de participação. O critério de participação foi: *compreender a meta da tarefa*. Para tanto, antes de iniciar a tarefa experimental o experimentador realizou breves jogos de esconder e procurar objetos e breves diálogos com a criança para observar o desenvolvimento da linguagem, nível de atenção e compreensão da tarefa.

4.2.2. Procedimentos

O input da tarefa

A criança no colo da mãe/pai ou experimentador foi incentivada a alcançar um objeto escondido em uma caixa de areia (Figura 4.1). O objeto (i.e., uma pecinha quadrada feita de madeira com $6 \times 6 \times 1$ cm) e um orifício no centro, na cor vermelha) foi enterrado em um de dois lados (i.e., lado A ou lado B) de uma caixa de madeira ($45 \times 27 \times 5$ cm) na cor preta. A distância entre os lados foi de 15 cm marcada por duas hastes de madeira de 0,5 centímetro de altura cada uma. Estas hastes permitiram o

encaixe do objeto. Após o sorteio de qual lado, (i.e., direito ou esquerdo) foi assinalado como lado A, quatro tentativas foram realizadas como treinamento (i.e., t1, t2, t3, t4). O objeto/brinquedo foi sempre agitado para chamar a atenção da criança. Na primeira tentativa, o objeto foi parcialmente enterrado, ou seja, uma parte do objeto não foi coberta de areia. Após o atraso de três segundos a caixa de areia foi deslocada na direção da criança, a qual devia então, procurar pelo brinquedo. Na segunda tentativa o experimentador encobriu um pouco mais o brinquedo mas ainda deixou uma pequena parte visível. Na terceira tentativa, o experimentador encobriu totalmente o objeto mas deixou sua forma visível na areia. Na quarta tentativa o experimentador encobriu o objeto totalmente sem deixar vestígios de sua forma aparente. Foram realizadas mais duas tentativas do lado A (i.e., A1 e A2) as quais foram posteriormente selecionadas para a análise cinemática. Após o final da sexta tentativa, o experimentador mudou o objeto de lado, agora designado como lado B e, em duas tentativas, a criança realizou a tarefa. Nas duas tentativas do lado B o atraso imposto antes do alcance da criança foi de 10 segundos.

Segundo, Spencer, Smith e Thelen (2001) a diferença dos atrasos em A (i.e, 3 segundos) e em B (i.e., 10 segundos) é utilizada para aumentar a força de memória motora da posição A e conseqüentemente a probabilidade de ocorrência do erro A-não-B. De acordo com os pressupostos em sistemas dinâmicos, a ativação do plano de ação diminui durante atrasos longos e também diminui a eficiência em manter o input em B na memória de curto prazo. O atraso em ambas as condições (i.e., do lado A e do lado B) foi cronometrado por um terceiro experimentador posicionado atrás da criança. O cronômetro foi acionado no instante que o experimentador terminava de

encobrir o brinquedo com a areia. Quando a criança não realizava o gesto de alcançar em 15 segundos, a tentativa era encerrada e a próxima se iniciava. Neste caso, a tentativa perdida não era repetida. O tempo aproximado de participação neste experimento foi de 30 minutos.



Figura 4.1: Ilustração da caixa de areia e a tarefa A-não-B.

A situação experimental

Em uma sala ampla foi utilizada uma mesa e duas cadeiras para a realização da tarefa. O participante sentou-se no colo de um dos experimentadores e três câmeras foram posicionadas para filmar a tarefa. Duas das câmeras foram posicionadas paralelamente uma à outra e perpendicularmente à criança de modo que o movimento do alcançar no plano sagital foi observado (Figura 4.2).



Figura 4.2: Plano de filmagem da situação experimental.

Marcas refletoras com fitas adesivas foram fixadas no antebraço, na parte interna (i.e., processo estilóide do rádio) e na parte externa (i.e., processo estilóide da ulna) dos punhos. Posteriormente, estas imagens foram capturadas através de um software específico, Dvideow versão 5.1. Esse software possibilitou digitalizar o marcador articular durante o alcançar e gerar as coordenadas X e Y e Z necessárias para posterior cálculo das variáveis dependentes. Cada etapa da utilização deste software, desde a captura das imagens até a reconstrução tridimensional foram detalhadas no tópico sobre a análise dos dados.

4.2.3. Análise dos dados

Captura das imagens

As seqüências de imagens desejadas foram capturadas através de uma placa de captura de vídeo Studio DV da Pinnacle® e armazenadas no computador em formato de arquivos AVI (*Audio Vídeo Interlace*).

Desentrelaçamento e medição

Foi realizado o desentrelaçamento das imagens (i.e. separar os campos - fields -) e a compactação através do codificador de vídeo *Indeo vídeo 5.11*®. Este procedimento permitiu que estes novos arquivos fossem visualizados em qualquer computador com este codificador. Neste estudo, a medição foi feita através do tracking manual do marcador do punho.

Sincronização

O critério utilizado para sincronizar as imagens foi a identificação de eventos comuns (i.e. toque da mão na areia) nas imagens. Após a identificação deste evento em cada câmera a imagem foi retrocedida quadro-a-quadro e, estes quadros contados até o início do alcançar ininterrupto. Assim, o software fez a sincronização das imagens.

Calibração

Para calibrar as imagens foi filmado um objeto volumétrico contendo oito marcadores de dimensões previamente mensuradas. Este objeto foi colocado na mesa,

local onde foi realizado o alcance. O eixo y foi determinado na direção vertical, orientado para cima. O eixo x foi orientado na horizontal, ortogonal ao eixo y . O eixo z foi definido como produto vetorial de x por y (Figura 4.3).

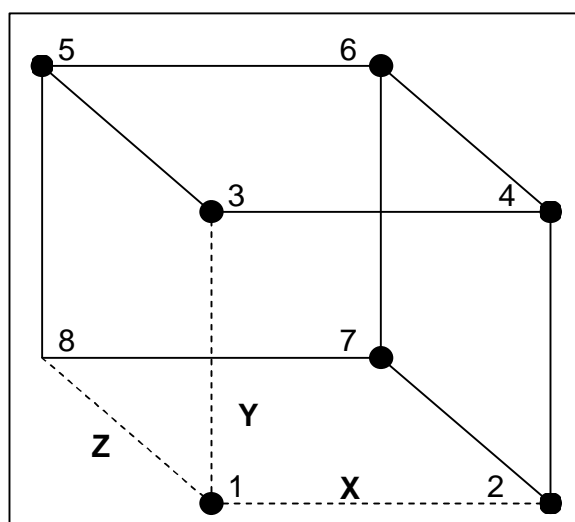


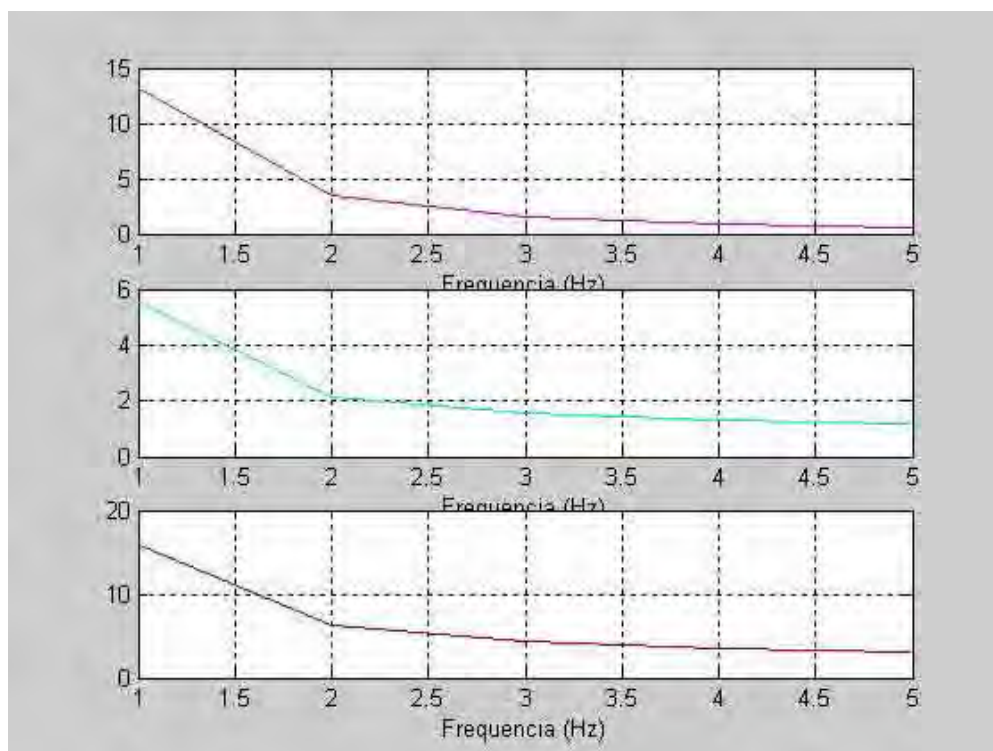
Figura 4.3: Exemplo do objeto volumétrico com oito marcadores que definem os eixos x , y e z .

Reconstrução tridimensional

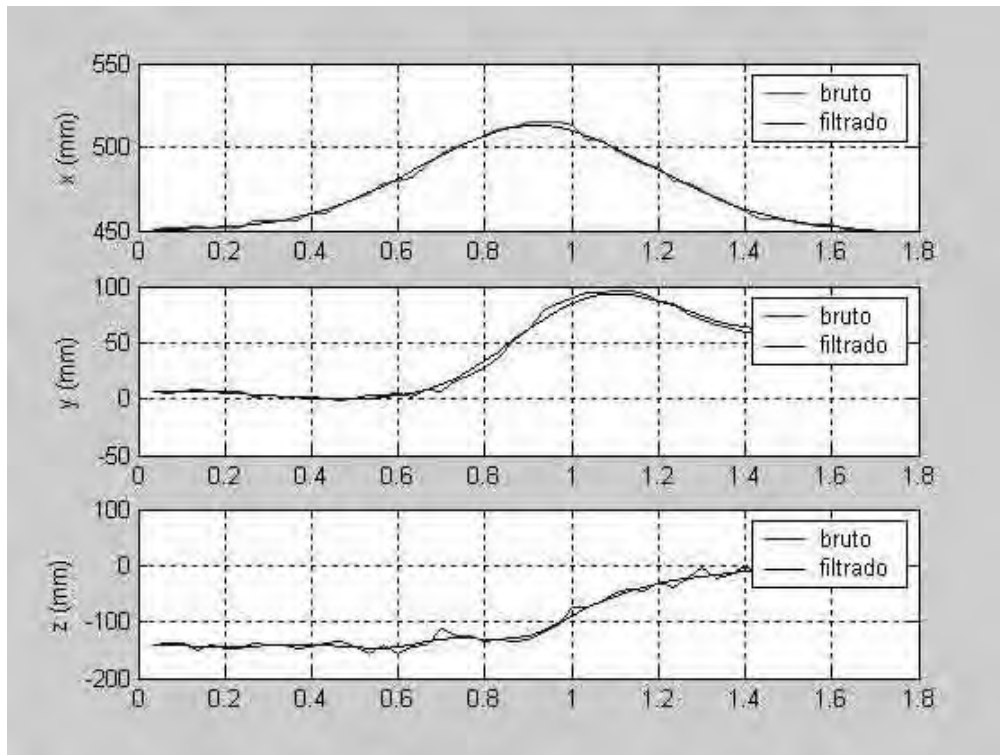
Após as etapas acima, os marcadores medidos foram reconstruídos pelo método DLT (*direct linear transformation*). Este método está inserido no software Dvideow e utiliza equações lineares para quantificar os parâmetros da reconstrução (Barros, 1997). Em seguida, foram obtidas as matrizes de dados contendo as coordenadas espaciais do marcador medido em função do tempo [i.e., $x(t)$, $y(t)$ e $z(t)$] para cada movimento de alcance realizado pelos participantes.

4.2.3.1. Descrição das variáveis

Alguns procedimentos de cálculo foram realizados no programa Matlab, versão 6.5 antes do cálculo definitivo das variáveis dependentes relacionadas ao alcançar. Inicialmente os valores das coordenadas x, y e z foram filtrados (filtro digital de *Butterworth* - Winter, 1990) para eliminar o ruído proveniente da digitalização. A frequência de corte foi definida separadamente para cada coordenada a partir da análise residual (Figura 4.4a) que comparou o dado bruto com o dado filtrado (Figura 4.4b). O critério para definir a frequência de corte foi olhar no gráfico em que frequência ocorria a distorção do sinal.



(a)



(b)

Figura 4.4: Exemplo da análise residual de uma tentativa de um participante para definir a frequência de corte em cada coordenada X, Y e Z; (a) e a comparação do dado bruto com o dado filtrado (b).

Após este procedimento foi calculada a norma do vetor de posição do punho através da raiz quadrada da soma de X, Y, e Z ao quadrado, o qual integrou as três coordenadas. Este cálculo pode ser formalmente expresso na equação abaixo:

$$\|d(t)\| = \sqrt{x(t)^2 + y(t)^2 + z(t)^2} \quad \text{Equação 1}$$

A partir do cálculo da norma da posição, as seguintes variáveis dependentes foram calculadas:

- *Deslocamento*: o deslocamento pelo braço durante o alcançar iniciou no momento em que houve o primeiro movimento ininterrupto da mão em direção ao alvo, e terminou com o contato do mesmo segmento com o alvo. A diferença entre estes dois pontos foi definida como distancia percorrida;
- *Velocidade linear média*: foi obtida através da razão entre o deslocamento e a duração do movimento;
- *Pico máximo de velocidade linear*: o valor máximo de velocidade alcançado durante o movimento;

Variáveis relacionadas à precisão do alcançar:

Inicialmente, para determinar o local do primeiro contato da mão na caixa foi necessário calibrar a caixa de areia a partir de um sistema de referência bidimensional. Para tanto, marcadores (i.e., pequenos círculos adesivos na cor branca) foram fixados na área interna da caixa. Estes marcadores foram alinhados de 3 em 3 cm de distância entre eles por toda a extensão (i.e., largura e na altura) da caixa na posição do alvo A e B (Figura 4.5).



Figura 4.5: Ilustração da área de calibração na caixa de areia.

Foi utilizado novamente o software Dvideow, versão 5.1 para digitalizar, através destas marcações, o momento do toque na caixa de areia e gerar as coordenadas X e Y. A estratégia para marcar o momento do primeiro toque foi usar a primeira parte da mão (i.e. o primeiro dedo) que tocou a areia. Quando não foi possível ver claramente este evento, por exemplo, se a criança bateu na areia com todos os dedos ao mesmo tempo, esta criança não foi incluída nesta análise. Seis crianças foram excluídas do estudo nesta análise, sendo quatro do GD e duas do GC.

A partir dos valores de X e Y foi realizado através do teorema de Pitágoras o cálculo da distância Z. Esta distância foi chamada de o erro absoluto e foi considerada uma medida de acurácia da resposta comportamental. Foram calculadas a seguintes variáveis dependentes:

- *Média do erro absoluto*: distância entre o primeiro toque da mão na caixa de areia até o alvo nas tentativas em A e em B;
- *Coefficiente de variação*: foi obtido pela razão entre o desvio-padrão e a média do erro absoluto. Esta medida serviu para verificar a variabilidade da resposta comportamental, ou seja, a variação representativa das flutuações da resposta. De outro lado, permitiu também observar a consistência da resposta entre as tentativas;

4.2.3.2. Análise estatística

Foi realizada uma análise de variância ANOVA *three-way*: 2 grupos (GD e GC) X 2 performance (perseverador e não-perseverador) X 4 tentativas (A1, A2, B1, B2) com medidas repetidas no último fator para as variáveis cinemáticas, distância percorrida, velocidade média e pico máximo de velocidade. O valor de $\alpha = 0,05$ foi considerado como nível de significância.

Para verificar a acurácia e a consistência do alcançar entre os grupos e entre as tentativas foi realizada uma ANOVA *three-way* 2 grupos (GD e GC) X 2 performance (perseverador e não-perseverador) X 4 tentativas (A1, A2, B1 e B2) com medidas repetidas no último fator para as variáveis: média do erro absoluto e o coeficiente de variação do erro absoluto.

4.3. Resultados

O objetivo deste estudo foi analisar o movimento a partir de parâmetros cinemáticos do alcançar e verificar uma possível relação com a quebra da influência perseverativa em crianças com atrasos no desenvolvimento. Especificamente, comparar parâmetros cinemáticos do movimento, precisão e consistência do alcançar entre crianças com e sem atrasos no desenvolvimento. De maneira geral, os resultados deste conjunto de análises revelaram que embora a perseveração motora esteja associada com um padrão de movimento altamente consistente, as crianças com atrasos no desenvolvimento foram mais variáveis no padrão de movimento. A acurácia do movimento para encontrar o alvo escondido foi maior para ambos os grupos nas tentativas em que o alvo foi escondido do lado A. As crianças com atrasos no desenvolvimento foram mais consistentes na procura pelo alvo, variaram menos o local da busca pelo alvo.

4.3.1. Deslocamento

Para a variável deslocamento a ANOVA *three-way* (2 grupos X 2 performance X 4 tentativas) com medidas repetidas no último fator revelou efeito marginalmente significativo entre os grupos ($F_{1,36} = 3,553$, $p = 0,068$) (Figura 4.6). Ou seja, de modo geral, o GD percorreu uma trajetória menor ao deslocar o braço para alcançar os alvos.

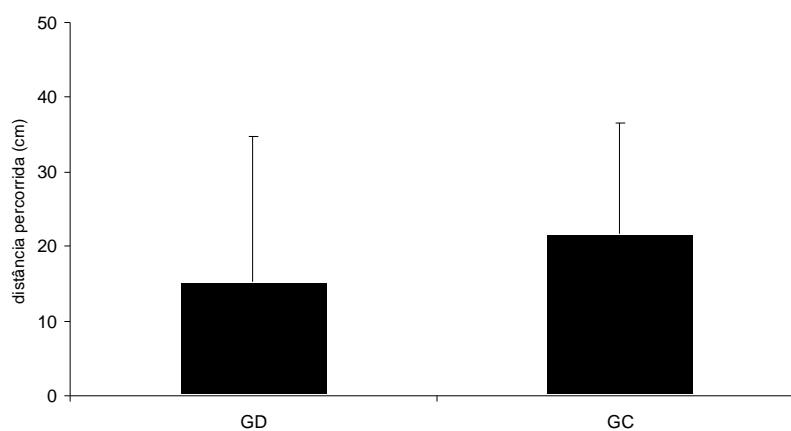


Figura 4.6: Média e desvio padrão do deslocamento do punho durante o alcançar entre os grupos.

Houve também efeito significativo na interação entre os grupos e as tentativas ($F_{3,108} = 2,960$, $p = 0,036$) (Figura 4.7). No GD, o deslocamento do braço para alcançar o alvo foi menor nas tentativas em B porque as crianças estavam perseverando. Já no GC, ocorreu o oposto, ou seja, o deslocamento do braço para alcançar foi maior nas tentativas em B porque as crianças cruzaram para alcançar em B.

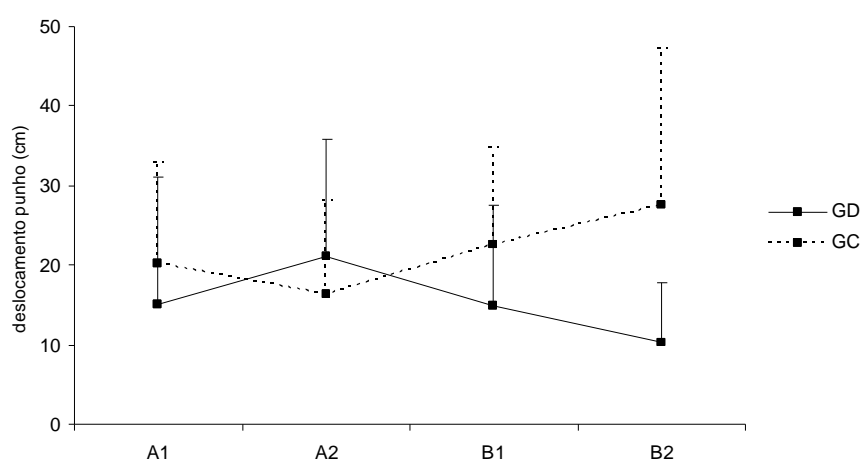


Figura 4.7: Média e desvio-padrão do deslocamento do punho entre os grupos e entre as tentativas para alcançar.

Ainda sobre a variável deslocamento durante o alcance, a ANOVA revelou efeito marginalmente significativo para a interação entre a performance (i.e., perseverativa ou não-perseverativa) e as tentativas ($F_{3,108} = 2,346$, $p = 0,077$) (Figura 4.8). Em relação às tentativas com input em A o grupo perseverador, diminuiu deslocamento, pelo braço até a primeira tentativa em B (i.e., B1) e depois manteve em B2. E porque o alvo alcançado predominantemente foi o alvo B, logicamente o grupo não-perseverador aumentou deslocamento até B1 e também manteve em B2.

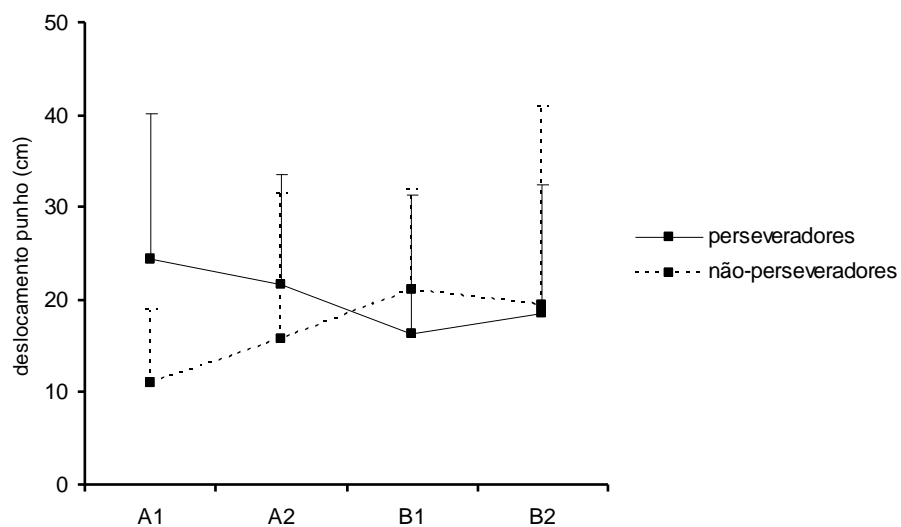


Figura 4.8: Média e desvio-padrão do deslocamento do punho entre os grupos perseveradores e não-perseveradores em cada tentativa.

4.3.2. Velocidade média

Para a variável velocidade média, a ANOVA *three-way* (2 grupos X 2 performances X 4 tentativas) com medidas repetidas no último fator revelou efeito marginalmente significativo para a interação entre grupo e tentativa ($F_{1,36} = 2,196$, $p = 0,093$). A média de velocidade do GD para alcançar o alvo foi maior na tentativa B2 em relação as outras tentativas e também em relação à média de velocidade do GC, o qual manteve a velocidade constante ao longo das tentativas (Figura 4.9).

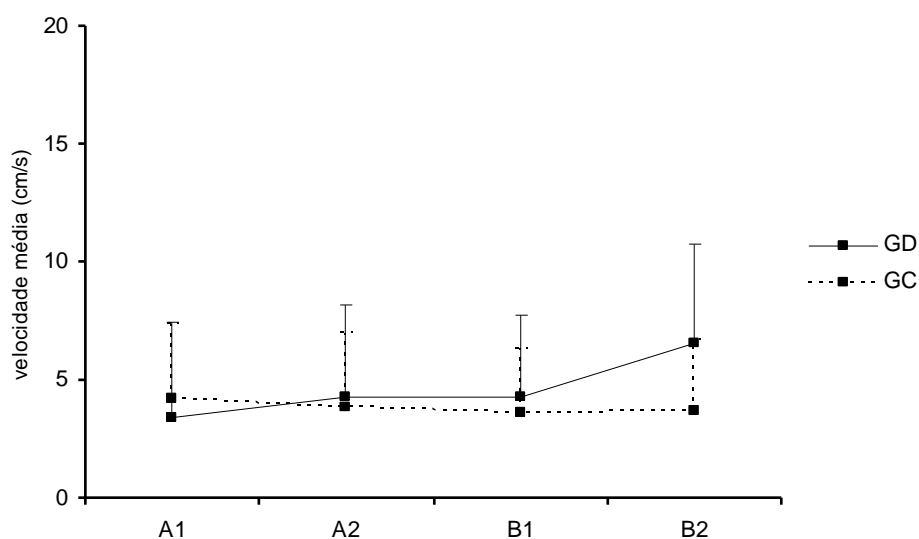


Figura 4.9: Média e desvio-padrão da velocidade do alcançar entre os grupos em cada tentativa.

Foi verificada a variabilidade na performance dos participantes de cada grupo a partir da medida do desvio-padrão da velocidade entre as tentativas. A ANOVA *one-way*, tendo como fator os grupos, revelou efeito significativo ($F_{1,37} = 9,172$, $p = 0,04$). Os

participantes do GD variaram mais a velocidade média dos alcances em relação ao GC (Figura 4.10).

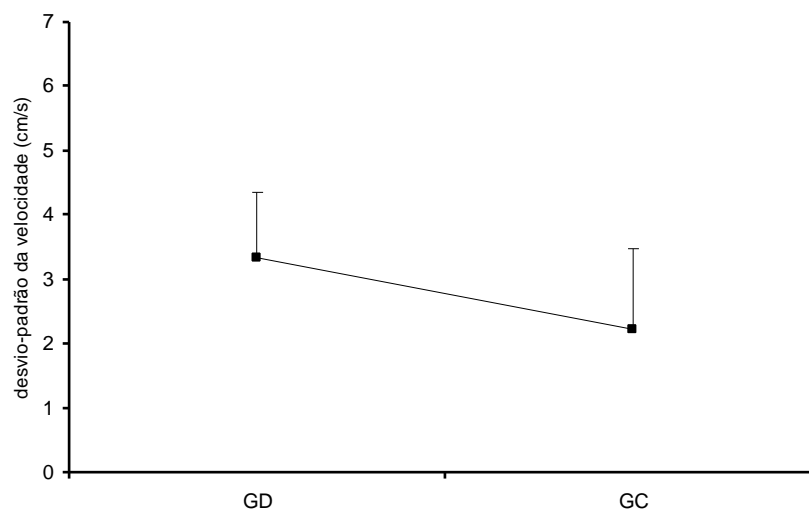


Figura 4.10: Média e desvio-padrão do desvio-padrão da velocidade dos participantes ao longo das tentativas.

4.3.3. Pico máximo de velocidade

Para a variável pico máximo de velocidade, a ANOVA *three-way* (2 grupos X 2 perseveração X 4 tentativas) com medidas repetidas no último fator revelou efeito marginalmente significativo entre os grupos ($F_{1,36} = 3,169$, $p = 0,083$) (Figura 4.11a) e efeito significativo entre perseveradores e não-perseveradores, ($F_{1,36} = 4,120$, $p = 0,050$) (Figura 4.11b). De modo geral, o GD teve um pico de velocidade do punho maior do que o GC. Ainda, as crianças que perseveraram também tiveram um pico de velocidade maior do que as crianças que não-perseveraram.

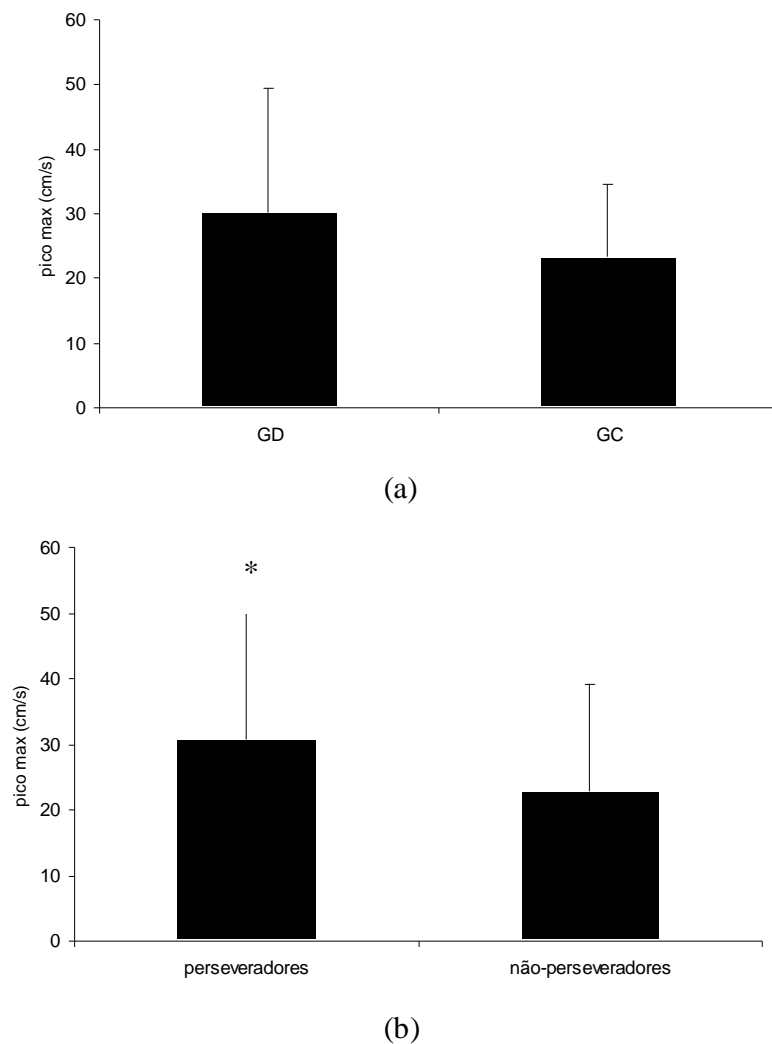


Figura 4.11: Média e desvio-padrão do pico máximo de velocidade de alcance entre os grupos GD e GC (a), e perseveradores e não-perseveradores (b). * indica efeito significativo.

Foi verificada a variabilidade intra-sujeito dos participantes de cada grupo a partir da medida do desvio-padrão do pico de velocidade entre as tentativas. A ANOVA One-way, tendo como fator os grupos, revelou efeito significativo ($F_{1,37} = 5,910$, $p = 0,020$). Os

participantes do GD em relação ao GC, mostraram alcances com picos de velocidade mais variáveis (Figura 4.12).

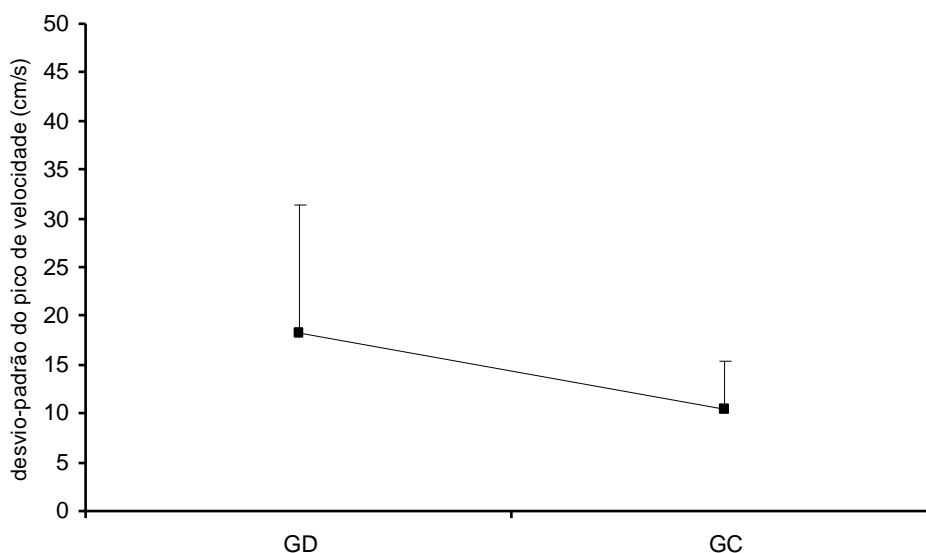
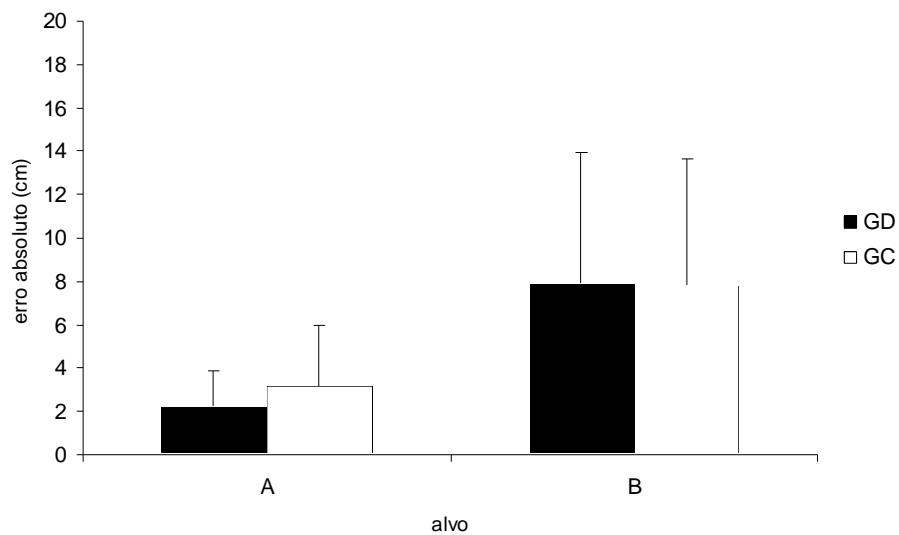


Figura 4.12: Média e desvio-padrão do desvio-padrão do pico máximo de velocidade dos participantes ao longo das tentativas.

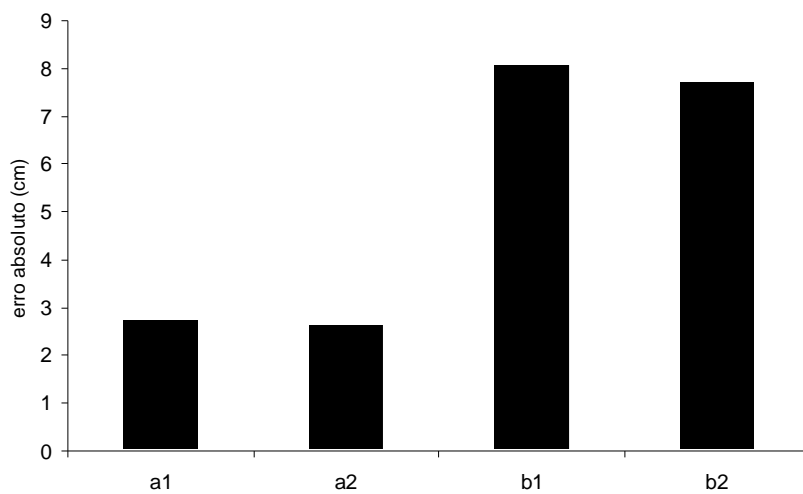
4.3.4. Acurácia do alcançar

A ANOVA *three-way* (2 grupos X 2 performance X 4 tentativas) com medidas repetidas no último fator não revelou efeito significativo entre GD e GC para a variável erro absoluto derivado da acurácia do alcançar (Figura 4.13a). Por outro lado, revelou efeito significativo entre as tentativas ($F_{3,84} = 14,341$, $p = 0,001$). O teste post-hoc de *Tukey* revelou que as tentativas em A foram diferentes das tentativas em B, ou seja, o erro foi maior nas tentativas em B (Figura 4.13b). De maneira geral, ambos os

grupos alcançaram com maior acurácia nas tentativas em que o alvo foi escondido do lado A do que em B.



(a)



(b)

Figura 4.13. Média e desvio-padrão do erro absoluto entre os grupos GD e GC (a) e entre as tentativas em A e em B (b).

Houve interação entre grupo, performance e tentativa ($F_{3,84} = 5,145$, $p = 0,03$). (Figura 4.14) para o erro absoluto. No GD as crianças que perseveraram, por terem retornado a busca em A, aumentaram o erro nas tentativas em B, o que era esperado,. No GC o comportamento dos perseveradores foi semelhante ao comportamento do GD, embora a magnitude do erro tenha sido menor. O que chama atenção é a performance do GC, não-perseverador. O erro aumentou consideravelmente nas tentativas em B. Este resultado revela que o GC, mesmo ao alcançar na direção correta (i.e., lado B), não foi tão acurado em acertar o alvo em relação aos não-perseveradores do GD.

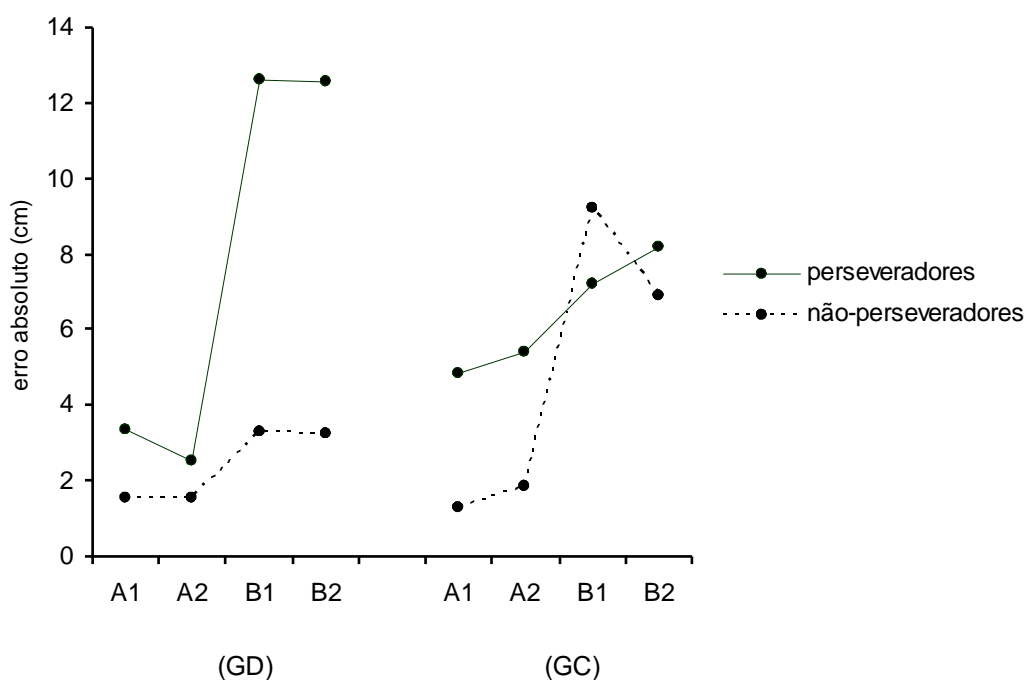
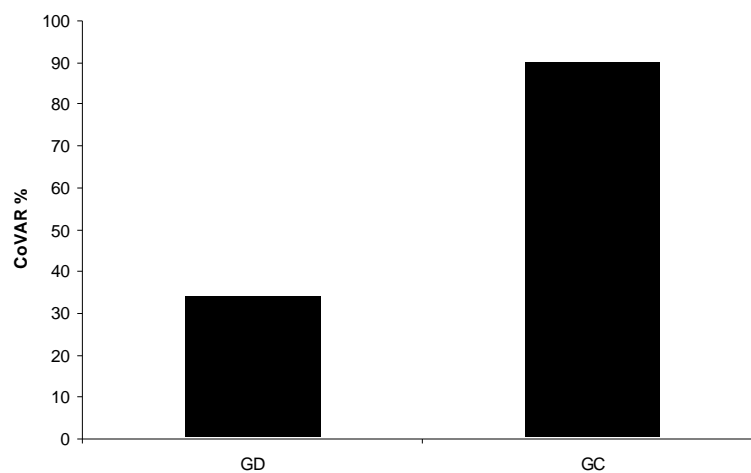


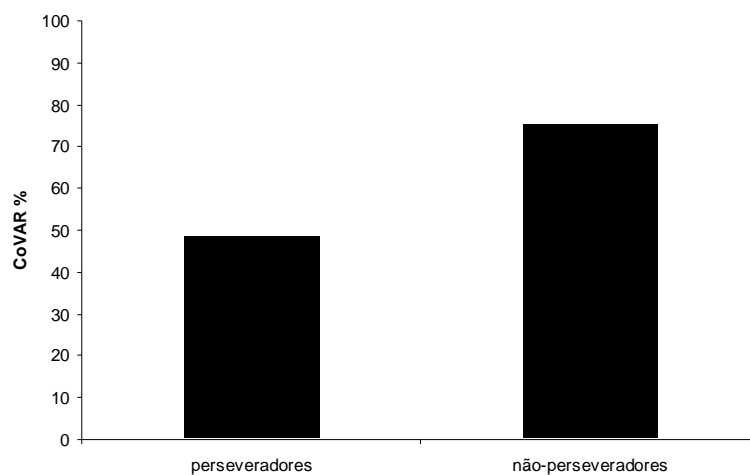
Figura 4.14. Média do erro absoluto entre os grupos GD e GC e entre perseveradores e não-perseveradores nas tentativas em A e em B

Em relação à consistência da resposta, a ANOVA two-way, 2 grupos (GD e GC) X 2 performance (perseverador e não-perseverador) revelou efeito significativo entre

GD e GC para o coeficiente de variação do erro absoluto derivado da precisão do alcançar ($F_{1,29} = 23,530$, $p = 0,001$) (Figura 4.15a), e entre perseveradores e não-perseveradores ($F_{1,29} = 4,770$, $p = 0,037$) (Figura 4.15b). O GD apresentou maior consistência nas respostas, ou seja, menor variabilidade do que o GC. O mesmo resultado foi observado para as crianças que perseveraram.



(a)



(b)

Figura 4.15. Média do coeficiente de variação do erro absoluto entre os grupos GD e GC (a) e entre perseveradores e não-perseveradores (b).

4.4. Discussão

O presente estudo investigou a relação entre parâmetros cinemáticos do alcançar com a perseveração motora de crianças com atrasos no desenvolvimento e crianças com desenvolvimento normal. De maneira geral, os resultados dos parâmetros cinemáticos revelaram que as características da tarefa A-não-B, como induzir a criança a alcançar repetidamente em uma única direção (A), mudar repentinamente o alvo de direção (B), alterou a cinemática do movimento. O comportamento entre perseveradores e não-perseveradores não foi similar.

O GD apresentou trajetórias de movimento menores porque, sob influência perseverativa, houve uma tendência de alcançar somente no alvo A. Esta diminuição foi observada principalmente na transição do input específico para B. Isto provavelmente ocorreu porque as crianças deste grupo começam a reajustar o tronco para mais perto do alvo A. O GC, por ter perseverado menos na tarefa, alcançou com mais frequência em B. Devido à alta frequência de alcances cruzados observada no estudo 1 (capítulo 3) a trajetória do movimento neste grupo foi maior porque a criança teve que percorrer uma distância maior para alcançar em B. Esta característica de executar o alcançar para um alvo numa trajetória única é resultado da experiência com o alcançar que se atingiu nesta idade (Clearfield, et al, 2006). Embora crianças com SD tenham conhecidos atrasos e diferenças em relação a seus pares sem atraso (Shumway-Cook, & Woollacott, 1985, Latash, 2000) o gesto aqui não reflete nada mais do que ajustes à

demanda do contexto da tarefa. Tocar em A repetidamente acaba sendo feito com um automatismo crescente e progressivo de velocidade. O tocar em B, como era esperado, foi associado com uma distância maior na trajetória do braço. Isto foi verdade para o GC e também para aqueles que não perseveraram.

A velocidade de execução do movimento foi similar entre os grupos embora a interação grupo e tentativa tenha revelado uma tendência no GD em aumentar a velocidade de execução nas tentativas em B, enquanto que o GC manteve a velocidade constante em todas as tentativas. O fato de o GD ter perseverado mais na tarefa (ter alcançado em A nas tentativas em B) pode ter contribuído para este resultado (aumento da velocidade nas tentativas em B). O movimento pode ter se tornado tão automatizado que a criança acaba fazendo o movimento cada vez mais rápido.

A variabilidade intra-sujeitos na velocidade de execução do movimento revelou que o GD foi mais variável do que o GC. Este resultado não corrobora os resultados encontrados por Diedrich et al. (2000) em bebês sem atrasos no desenvolvimento, porém perseveradores, na tarefa A-não-B com duas tampas. Estes autores encontraram que a variabilidade do movimento era menor em indivíduos perseveradores. A explicação dada por eles foi de que alcançar repetidamente em uma direção fortalece um padrão de movimento, e este se torna menos variável. Nossos resultados mostraram o oposto para o GD. Uma possível explicação é que o GD, por apresentar uma variabilidade intrínseca devido a fatores como instabilidade, co-ativação muscular (Latash, 2000), não realiza o movimento da mesma maneira ao longo das tentativas, embora a direção do movimento permaneça inalterada. Comportamento semelhante, ou seja, variável, foi encontrado por (Diedrich, et al. (2000) quando havia

somente um alvo disponível para a criança alcançar. A interpretação dada por eles foi que a tarefa com apenas um alvo visível impõe menos desafios para a criança ter sucesso na tarefa. Assim, a criança tem mais liberdade para variar a forma de execução do movimento. O GD pode ter adotado a mesma estratégia na tarefa da caixa de areia. Por não levar em consideração, provavelmente por problemas atencionais e de memória de curto prazo, o traço do input da informação visual que um alvo exerce sobre a localização do outro, a criança com SD acaba subordinada a um gesto perseverativo, sem a mínima influência aloclétrica, ou sequer de uma influência de representação mais acurada decorrentes da memória dos inputs visuais iniciais em relação às coordenadas da caixa de areia.

Assim, a realização do movimento na caixa de areia conta com poucas dicas ou referências externas que possam restringir a variação do movimento. A criança pode alcançar na mesma direção só que alterar, por exemplo, a velocidade de execução do gesto em cada tentativa. Este resultado confere uma particularidade no fenômeno perseverativo. Ou seja, para um perseverador quebrar a influência da memória muscular, há necessidade de se aumentar a variabilidade em alguns parâmetros. A velocidade pode ser um destes parâmetros. Outra referência de variabilidade é a mudança no comportamento de uma mesma criança ao longo das tentativas. Mecanismos de controle aqui são decisivos para desestabilizar o sistema, para romper as características atratoras no gesto. Estes mecanismos podem incluir os fatores atencionais e novas dicas na tarefa, ou resultar da própria incerteza criada por um traço de memória. Para tanto, perseverar parece ter um efeito delimitante na coordenação motora e na aprendizagem de comportamentos de natureza discreta. Mas também, a

quebra da influência perseverativa é importante e nasce da interação de fatores intrínsecos e extrínsecos, ou ainda, reflete a dinâmica intrínseca do sistema. Nasce também da indecisão, da variabilidade gestual, do erro. A natureza do erro enquanto perseveração tem de outro ponto de vista, uma invariância. E, para o sistema buscar sua adequação em um contexto, acerto pode depender de instabilidade transitória, ou variabilidade. A hipótese que dizia que nas crianças com atrasos no desenvolvimento, os parâmetros cinemáticos do movimento seguem uma tendência de invariância em função da tendência à perseveração motora, não foi confirmada. As crianças do GD, embora perseveradoras, foram mais variáveis na execução do movimento ao longo das tentativas.

Os resultados sobre a acurácia do alcançar revelaram que ambos os grupos foram mais acurados em acertar a localização dos alvos quando o objeto foi escondido em A do que em B. Esta variável revelou onde as crianças tocaram primeiro na caixa de areia, e a distância entre este local do toque e o alvo propriamente dito. Nas tentativas em A o erro foi menor, ou seja, ambos os grupos tocaram mais próximos ao alvo. Este resultado pode ser explicado pelo fato de que as primeiras tentativas em A (T1, T2, T3 e T4) tinham uma saliência do alvo disponível na areia. Isto, aliado ao fato da criança ter repetido algumas vezes o gesto nesta direção, pode ter contribuído para a maior acurácia de ambos os grupos neste alvo. A maior acurácia nas tentativas em A também foi encontrada no estudo de Spencer et al. (2001) em crianças sem atrasos no desenvolvimento da mesma faixa etária que as crianças do GC deste estudo. Os autores explicam que nesta idade as crianças constroem uma forte memória de localização em A através das tentativas de treinamento em A. Outro aspecto

interessante é que na tarefa A-não-B das tampas algumas vezes, espontaneamente, o bebê alcança em B, nas tentativas em A. A performance de crianças na caixa de areia revela que este tipo de erro não ocorre.

A interação entre grupo e tentativa revelou que, nas tentativas em que o alvo foi escondido no local B, ambos os grupos foram menos acurados. No GD este resultado era esperado simplesmente por conta da maior perseverança: as crianças voltaram a alcançar em A nas tentativas em B. No GC, mesmo a maioria das crianças alcançando corretamente em B, este não foi acurado nas tentativas em B. Este resultado pode ter ocorrido em função do maior atraso que foi dado nas tentativas em B. A capacidade para manter a informação relevante na memória é prejudicada em atrasos longos (Spencer et al. 2001). Além disso, a tarefa na caixa de areia tem características atrativas que motivam a criança nesta idade a explorar mais o contexto da tarefa como passar a mão na areia, pegar areia e soltar. No GC nós observamos nas imagens que as crianças normalmente tocavam a areia num local mais distante do alvo, não porque não sabiam o local exato em que o alvo estava, mas porque queriam explorar mais a caixa de areia. O GD não tinha este mesmo comportamento. Normalmente as crianças com atrasos no desenvolvimento tocavam a areia onde achavam que o alvo estava escondido e o procuravam sem estender a procura para outras áreas da caixa. Os resultados sobre a variabilidade da resposta confirmaram esta tendência porque o GD foi mais consistente ao procurar pelo objeto. As crianças com atrasos no desenvolvimento procuraram pelo objeto quase sempre no mesmo local enquanto que as crianças com desenvolvimento normal variaram mais o local de busca, por conta de quererem explorar mais a tarefa.

A partir destes resultados sobre o nível de acurácia do alcançar confirmamos parcialmente a hipótese: o índice de performance através dos níveis de acurácia e consistência do alcançar foi pior nas crianças com atrasos no desenvolvimento porque não houve efeito significativo entre o GD e GC. A interação entre grupo, tentativa e perseveração revelou que a magnitude do erro foi maior no GD, nas tentativas em B, nas crianças perseveradoras. Realizar habilidades motoras e cognitivas com sucesso depende da capacidade em explorar ativamente o ambiente e selecionar informações relevantes para a ação. Por outro lado, inadequações do sistema perceptivo motor, comuns em crianças com atrasos no desenvolvimento, leva o sistema de ação a dispor de poucos recursos quando há restrições no contexto da tarefa.

CAPÍTULO 5: SÍNTESE DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES

A perseveração tem sido investigada em várias tarefas motoras com o propósito de entender sobre os fatores que levam à repetição da resposta inapropriada na tarefa e também descobrir quais são os fatores-limites que “quebram” a tendência perseverativa do sistema perceptivo-motor para torná-lo mais flexível às mudanças no contexto da tarefa. Este trabalho, em particular, teve como objetivo verificar a perseveração motora em crianças com atrasos no desenvolvimento (GD) e comparar com crianças com desenvolvimento normal (GC). Mais especificamente, se preocupou em analisar a dinâmica *olhar-alcançar* na tarefa A-não-B e verificar possíveis relações com a tendência perseverativa de crianças pequenas nesta faixa-etária, já apontadas na literatura.

As variáveis relacionadas ao olhar na tarefa A-não-B podem informar sobre o nível de atenção na tarefa e também sobre a intenção da criança de alcançar em A ou em B. Variáveis relacionadas ao movimento realizado para pegar o alvo em A ou em B podem revelar como o sistema motor se comporta frente às restrições da tarefa. Portanto, perseverar na tarefa A-não-B pode modificar estas variáveis e revelar sobre como o sistema perceptivo-motor opera para resolver suas incertezas. Os resultados revelaram que as crianças com atrasos no desenvolvimento perseveraram mais nesta tarefa do que as crianças com desenvolvimento normal. As crianças que perseveraram

foram aquelas que olharam por mais tempo na direção do alvo A, nas tentativas em que o alvo foi escondido do lado B. Ainda, ao longo das tentativas as crianças passaram a acoplar menos o olhar com o alcançar no momento do toque. Estes resultados sugerem que o nível de atenção na tarefa, particularmente nas tentativas em B, quando o atraso entre o final do input específico e o início do alcançar foi maior, foi menor no GD. Ainda, que a memória motora gerada por sucessivos alcances em A é tão forte que a criança não precisa monitorar o alcance com o olhar nas tentativas em que o alvo foi escondido em B, porque o movimento se torna altamente definido. Este último aspecto revela também que uma nova informação no contexto da tarefa (i.e., esconder o objeto em outra localização) não foi suficiente para mudar a dinâmica intrínseca do sistema em crianças com atrasos no desenvolvimento.

A forma de executar o movimento, no que se refere às variáveis cinemáticas do alcançar, foi diferenciada entre os grupos em função do contexto da tarefa. O GD realizou o alcançar com uma trajetória menor quando comparado ao GC. Isto porque este grupo, ao perseverar, alcançou sempre do mesmo lado (alvo A) e pode ter ajustado o tronco mais à frente para pegar em A. A velocidade de execução do movimento foi maior no GD: as crianças realizaram o movimento mais rápido nas tentativas em B. O movimento pode ter se tornado tão automatizado, devido à memória motora dos alcances em A, que a criança realizou o movimento na última tentativa de forma mais rápida do que nas tentativas anteriores. A acurácia do movimento no alvo A e no alvo B foi semelhante entre os grupos, embora a análise do comportamento das crianças ao longo das tentativas (coeficiente de variação da acurácia) tenha revelado com mais detalhes que no GD a magnitude do erro nas tentativas em B foi maior nas

crianças perseveradoras. A variabilidade da resposta de acurácia do alcançar foi menor no GD. Este grupo se revelou mais consistente nas suas respostas. O comportamento exploratório do GC na caixa de areia pode explicar os resultados de maior variabilidade na precisão do alcançar. As crianças sem atrasos no desenvolvimento aproveitam a tarefa para explorar outros atributos no contexto além daqueles relacionados estritamente com a meta da tarefa. Por exemplo, brincar com a areia, pegar um monte de areia com uma das mãos e passar para a outra mão, tocar com a ponta dos dedos na areia e ir até o fundo da caixa empurrando a areia para frente, são todas elas estratégias que aperfeiçoam o sistema perceptivo-motor e, ao mesmo tempo, promovem prazer para a criança. Estas são características exploratórias que promovem mudanças na dinâmica intrínseca e diminuem a influência perseverativa do sistema.

Para finalizar, é importante destacar o aspecto positivo da perseveração. Para a perseveração se tornar um atrator forte é necessário aproximar a criança passo a passo do objetivo da tarefa como, por exemplo, ir procurar pelo brinquedo no local A. Em crianças com atraso no desenvolvimento isto é importante porque a partir da perseveração é possível “jogar” com os limites de flexibilidade do sistema perceptivo-motor. Ainda, este estudo reforça que crianças com síndrome de Down são mais impulsionadas pela sua própria dinâmica intrínseca, o que as torna mais propensas à comportamentos perseverativos, portanto, variar o contexto da tarefa é o grande desafio de educadores que buscam a flexibilidade perceptivo-motora em crianças com desenvolvimento atrasado.

5.1. Conclusões

- Crianças com atrasos no desenvolvimento perseveram mais na tarefa A-não-B na caixa de areia do que crianças com desenvolvimento normal;
- Crianças com atrasos no desenvolvimento olham por mais tempo no alvo A quando o input específico é em B, embora, ao longo das tentativas, crianças com síndrome de Down desacoplem o olhar do gesto de alcançar.
- Os parâmetros cinemáticos do alcançar são ajustados, em ambos os grupos, em função da demanda do contexto da tarefa. As crianças com atrasos no desenvolvimento revelam uma menor tendência em quebrar a influência perseverativa gerada por restrições extrínsecas e intrínsecas.
- As crianças com atrasos no desenvolvimento são mais variáveis na velocidade de execução do alcançar. Esta variabilidade é uma característica inerente ao grupo e pode ser um fator importante para a quebra da influencia perseverativa;
- As crianças com atrasos no desenvolvimento são menos variáveis na acurácia do alcançar porque exploram menos o contexto da caixa de areia.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acredolo, L. P. *Coordinating perspectives on infant spatial orientation*. In R. Cohen (Ed.). *The development of spatial cognition*, 115-140. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 1985.
- Anderson, J. R., Fincham, J. M. Acquisition of procedural skills from examples. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, v. 20, p. 1322-1340, 1994.
- Baillargeon, R., Graber, M. Evidence of a location memory in 8 month-old infants in a non-search A-not-B task. *Development Psychology*, v. 24, p. 502-511, 1988.
- Bayles, K. A., Tomoeda, C. K., Mcknight, P. E., Helm-Estabrooks, N., Hawley, J. N. Verbal perseveration in Individuals with Alzheimer's Disease. *Seminars in Speech and Language*, v.25, n.4, p. 335-347, 2004.
- Beer, R. D. Dynamical approaches to cognitive science. *Trends in Cognitive Sciences*, v.4, n. 3, p. 91-99, 2000.
- Bertenthal, B. I. Origins and early development of perception, action and representation. *Annual Review of Psychology*, v. 47, p. 431-459, 1996.
- Block, M.E. Motor development in children with Down Syndrome: A review of the literature. *Adapted Physical Activity Quarterly*. v.8, p.179-203,1991.
- Clearfield, M. W., Diedrich, F. J., Smith, L. B., Thelen, E. Young infants reach correctly In A-not-B tasks: On the development of stability and perseveration, *Infant Behavior & Development*, v. 29, p.435-444, 2006.
- Charlton, J. L., Ihsen, E. Oxley, J. Kinematic characteristics of reaching in children with Down Syndrome. *Human Movement Science*, v.15, p.727-743, 1996.

- Corbetta, D., Thelen, E. The developmental origins of bimanual coordination: A dynamic perspective. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, v.22, p.502-522,1996.
- Cozzani, M., Cavicchia, M. C., Souza, J. M., Mauerberg-deCastro, E. Memória motora em tarefas manipulativas. Um estudo longitudinal em crianças com deficiência mental. In. *Anais do XVI Congresso Brasileiro de Fisioterapia COBRAAF*, 2005.
- Cozzani, M., Souza, J. M., Cavicchia, M.C., Mauerberg-deCastro, E. Análise do pico de velocidade máximo da mão na tarefa modificada do erro A não B. Um estudo longitudinal em crianças com deficiência mental. In: VI Congresso Brasileiro de Atividade Motora Adaptada. Atividade Física Adaptada: Políticas de Acessibilidade. *Revista da Sociedade Brasileira de Atividade Motora Adaptada*, suplemento, p. 218, 2005.
- Cozzani, M. V., Mauerberg-deCastro, E., Cavicchia, M. O comportamento perseverativo e a tarefa “A não B” de Piaget. Restrição ao ciclo Percepção-Ação? *Revista da Sociedade Brasileira de Atividade Motora Adaptada*, v. 10, n.1, p. 37-45, 2005.
- Cozzani, M., Cavicchia, M. C., Souza, J. M., Mauerberg-deCastro, E. A Perseveração do Gesto Motor em Crianças: Impacto de Restrições da Tarefa de Alcançar. In: XI Congresso de Ciências do Desporto e educação Física dos Países de Língua Portuguesa, 2006, São Paulo. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte Brazilian Journal Of Physical Education And Sport* , Anais do XI Congresso Ciências do Desporto e Educação Física dos Países de Língua Portuguesa, v.20. p. 320, 2006.

- Diamond, A. Development of the ability to use recall to guide action as indicated by infants' performance on A not B. *Child Development*, v. 56, p. 868-883, 1985.
- Diamond, A. Abilities and neural mechanisms underlying A-not-B performance, *Child Development*, v. 59, p. 523-537, 1988.
- Diamond, A., Goldman-Rakic, P. S. Comparison of human infants and rhesus monkeys on Piaget's AB task: Evidence to dependence on dorsolateral prefrontal cortex. *Experimental Brain Research*, v. 74, p. 24-40, 1989.
- Diamond, A. Development and neural mechanisms underlying A-not-B performance. *Child Development*, v.59, p.523-537, 1990.
- Diamond, A., Cruttenden, L., Neiderman, D. AB with multiple wells: 1. Why are multiple wells sometimes easier than two wells? 2. Memory or memory + inhibition? *Developmental Psychology*, v.30, p.192–205, 1994.
- Diedrich, F. J., Highlands, T.M.; Spahr, K.A.; Thelen, E., Smith, L. The role of target distinctiveness in infant perseverate reaching. *Journal of Experimental Child Psychology*, v.78 , p.263-290, 2001.
- Diedrich, F.J; Thelen, E.; Smith, L., Corbetta, D. Motor memory is a factor in infant perseverative errors. *Developmental Science*, v.3, p.479-494, 2000.
- Dreisbach, G., Goschke, T. How positive affect modulates cognitive control: reduced perseveration at the cost of increased distractibility. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, v. 30, n.2, p. 343-353, 2004.
- Dulaney, C. L., Ellis, N. R. Automatized responding and cognitive inertia in person with mental retardation. *American Journal on Mental Retardation*, v. 99, p. 8-18, 1994.

- Dulaney, C. L., Tomporowski, P. D. Attention and Cognitive-Skill Acquisition. In: Elliott, D. R., Chua, D. (Eds.). *Perceptual-Motor Behavior in Down Syndrome*, Urbana-Champaign: Human Kinetics, pp. 175-197, 2000.
- Elliott, D., Weeks, D. J. Cerebral specialization and control of oral and limb movements for individuals with Down's syndrome. *Journal of Motor Behavior*, v.22, p. 6-18, 1990.
- Ellis, N. R., Dulaney, C. L. Further evidence for cognitive inertia in persons with mental retardation. *American Journal on Mental Retardation*, v. 95, p. 613-621, 1991.
- Erlhagen, W., Schoner, G. Dynamic field theory of movement preparation. *Psychological Review*, (in press), 2001.
- Erlhagen, W., Schoner, G. Dynamic field theory of motor programming. *Psychological Review*, v. 109, n.3, p. 545-572, 2002.
- Georgopoulos, A. P. Higher order motor control. *Annual Review of Neurosciences*, v. 14, p. 361-377, 1991.
- Georgopoulos, A. P. Motor cortex and cognitive processing. In: *The Cognitive Neurosciences*, Ed. M.S. Gazzaniga, MIT Press, 1995.
- Ghilardi, M. F., Gordon, J., Ghez, C. Learning a visuomotor transformation in a local area of workspace produces directional biases in other areas. *Journal of Neurophysiology*, v. 73, p. 2535-2539, 1995.
- Horobin, K., Acredolo, L. The role of attentiveness, mobility history, and separation of hiding sites on stage IV search behavior. *Journal of Experimental Child Psychology*, v. 41, p. 114-127, 1986.

Johnston, W.A., Dark, V. J. Selective attentional. *Annual Review of Psychology*, v. 37, p. 43-75, 1986.

Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M. *Fundamentos da Neurociência e do Comportamento*. Ed. Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro, 591 p., 1997.

Kearney, K., Gentile, A. M. Prehension in young children with Down syndrome. *Acta Psychologica*, v.112, p.3–16, 2002.

Latash, M. L. Motor control in Down syndrome: The role of adaptation and practice. *Journal of Developmental and Physical Disability*, 4, p. 227-261, 1992.

Latash, M.L. Motor Coordination in Down Syndrome: The Role of Adaptative Changes. In. Elliott, D. R., Chua, D. (Eds.). *Perceptual-Motor Behavior in Down Syndrome*, Urbana-Champaign: Human Kinetics, pp. 199-223, 2000.

Latash, M. L., Almeida, G. L., Corcos, D. M. Preprogrammed reaction in individuals with Down syndrome: the effects of instruction and predictability of the perturbation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 74, p. 391-399, 1993.

Matthys, W., van Groozen, S. H., de Vries, H., Cohen-Kettenis, P. T., van Engeland, H. The dominance of behavioural activation over behavioral inhibition in conduct disordered boys with or without attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, v. 39, p. 643-651, 1998.

Mauerberg-deCastro, E. Perseveração motora de crianças pequenas com deficiência mental em tarefas de alcançar objetos. Um resgate ao paradigma "Erro A não B" de Piaget. Projeto de pesquisa CPRT apresentado junto ao Departamento de Educação Física da UNESP, Rio Claro, 2003.

- Merrill, E.C. Difference in semantic processing speed of mentally retarded and nonretarded persons. *American Journal of Mental Deficiency*, 90, p. 71-80, 1985.
- Mosley, J. L. High-speed memory-scanning task performance of mildly retarded and nonretarded individuals. *American Journal of Mental Deficiency*, 90, p. 81-89, 1985.
- Munakata, Y. Perseverative Reaching in infancy: the roles of hidden toys and motor history in the AB task. *Infant Behavior Development*, v.20, n.3, p.405-416, 1997.
- Munakata, Y. Infant perseveration and implications for object permanence theories: A POP model of the AB task. *Developmental Science*, v.1, p.161–184, 1998.
- Phillips, C. J., Nettelbeck, T. Effects of practice on recognition memory of mildly retarded adults. *American Journal of Mental Deficiency*, 88, v. 678-697, 1984.
- Piaget, J. The construction of reality in the child. New York: Basic Books, 1954.
- Ruffman, T., Langman, L. Infants' reaching in a multi-well A not B task. *Infant Behavior & Development*, v.25, p.237-246, 2002.
- Sandson, J., Albert, M.L. Perseveration in behavioral neurology. *Neurology*, v. 37, p. 1736-1741, 1987.
- Savelsbergh, G.J. P., van der Kamp, J., Ledebt, A., Planinsek, T. Information-Movement Coupling in Children With Down Syndrome. In. Elliott, D. R., Chua, D. (Eds.). *Perceptual-Motor Behavior in Down Syndrome*, Urbana-Champaign: Human Kinetics, p. 251-275, 2000.
- Scott, S. H., Kalaska, J. F. Reaching movements with similar hand paths but different arm orientations. I. Activity of individual cells in motor cortex. *Journal of Neurophysiology*, 77, p. 826-852, 1997.

- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. Dynamics of postural control in the child with Down syndrome. *Physical Therapy*, v.65, p.1315–1322, 1985.
- Smith, L.B., Thelen, E., Titzer, R., & McLin, D. Knowing in the context of acting: The task dynamics of the A-not-B error. *Psychological Review*. v.106, p.235-260, 1999.
- Spencer, J. P., Smith L. B., Thelen, E. Tests of a Dynamics Systems Account of the A-not-B error: the influence of prior experience on the spatial memory abilities of two-year-olds. *Child Development*, v.72, n.5, p.1327-1346, 2001.
- Stoffers, D., Berendse, H. W., Deijen, J. B., Wolters, E. C. Motor perseveration is an early sign of Parkinson's disease. *Neurology*, v. 57, p. 2111-2113, 2001.
- Stratford, B. Perception and perceptual-motor processes in children with Down's syndrome. *Journal of Psychology*, 104, p. 139-145, 1980.
- Thelen, E. Infant motor skills: Lessons for typical and atypical development. *Proceedings of the Second International Conference of Motor Control in Down Syndrome*, p. 84-86, Chicago, IL: Rush-Presbyterian St. Luke's Medical Center, 1994.
- Thelen, E., Smith, L. B. A dynamics systems approach to the development of cognition and action. London: MIT Press/Bradford, 1994.
- Thelen, E., Schoner, G., Scheier, C., & Smith, L. B. A dynamic field theory of infant perseverative errors. Manuscript submitted for publication, 1999.
- Thelen, E, Schoner, G., Scheiner, C., Smith, L..B. The Dynamics of embodiment: A field theory of infant perseverative reaching. *Behavioral and Brain Sciences*, v.24, p.1-86, 2001.
- Vitale, J. E., Newman, J. P. Response perseveration in psychopathic women. *Journal of Abnormal Psychology*, v.110, n.4, p. 644-647, 2001.

Wellman, H. M., Cross, D., Bartsch, K. Infant search and object permanence: A meta-analysis of the A-not-B error. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, v. 51 [3, Serial No. 214], 1986.

Winter, D. A. *Biomechanics and motor control of human movement*. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1990. 277p.

ANEXO 1. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Projeto: Desenvolvimento motor de crianças em tarefas de alcançar objetos. Um resgate ao paradigma “Erro A não B” de Piaget.

Declaro que sou maior de 18 anos e autorizo meu (minha) filho(a) a participar do projeto de pesquisa conduzido pela Profa. Ms. Márcia Valeria Cozzani sob a orientação da Profa. Dra. Eliane Mauerberg-deCastro que tem como objetivo verificar o desenvolvimento da coordenação olho-mão de crianças pequenas segundo o paradigma “Erro A não B” originalmente proposto por Piaget (1954). Para tanto, a criança no colo da mãe (pai) ou experimentador será incentivada a alcançar um objeto, ou seja, uma de duas tampas. As duas tampas serão colocadas cada uma sob uma caixa marrom e estarão separados entre si com uma distância de 15 cm. Um dos lados será assinalado como lado A e o outro como lado B. A tampa será agitada para chamar a atenção da criança e, em seguida, será colocada sob a caixa. Após 3 segundos de atraso depois que a tampa foi deixada sob a caixa, a caixa será deslocada na direção da criança e esta deverá pegar a tampa. Após o final da sexta tentativa, o experimentador muda o alvo de lado, agora lado B e, em duas tentativas, o bebê realiza a tarefa sob as mesmas especificações do lado A. Se a criança não realizar o gesto de alcançar em 12 segundos, a tentativa é encerrada e uma nova se inicia. O tempo aproximado de participação é de 15 minutos. A criança será filmada em sua visão lateral e de frente enquanto realiza a tarefa de alcançar. Pequenas marcas com fita adesiva serão feitas em ambas as mãos (carpo). Entendo que não existe riscos conhecidos durante a participação de meu filho(a) neste teste e que todas as informações coletadas no estudo serão confidenciais e que meu nome não será divulgados em hipótese alguma. Ainda, que toda e qualquer informação será utilizada para fins acadêmicos. Ainda, entendo que minha participação neste projeto não me proporcionará nenhum benefício material, sendo que, este projeto busca apenas compreender mais sobre o comportamento motor de bebês em tarefas manipulativas.

Entendo que a qualquer momento posso pedir para interromper a participação na realização do experimento sem qualquer constrangimento.

Identificação do responsável pelo estudo

Prof^a Ms. Marcia Valeria Cozzani

Laboratório da Ação e Percepção

Departamento de Educação Física - IB/UNESP

Av. 24-A, 1515 - Bela Vista, Rio Claro - SP CEP- 13505-900

Fone: (19) 3526-4333

e-mail: mcozzani@rc.unesp.br

Sob orientação da Profa. Dra. Eliane Mauerberg-deCastro: _____

Nome do participante (responsável) _____

Data de nascimento: _____

Endereço _____ Cidade/Estado: _____

CEP: _____ Telefone: _____

Assinatura do participante

Assinatura de Responsável pelo estudo