

ACOPLAMENTO ENTRE INFORMAÇÃO VISUAL E OSCILAÇÃO CORPORAL EM CRIANÇAS COM DISLEXIA

COUPLING BETWEEN VISUAL INFORMATION AND BODY SWAY IN DISLEXIC CHILDREN

Josenaldo Lopes Dias*
José Angelo Barela**

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi examinar o relacionamento entre informação visual e oscilação postural em crianças com dislexia. Dez crianças com dislexia e 10 crianças sem dislexia permaneceram em pé dentro de uma sala móvel, que se manteve estacionária ou oscilou para frente e para trás nas frequências de 0,2 e 0,5 Hz. A magnitude de oscilação corporal e o relacionamento entre o movimento da sala e a oscilação corporal foram examinados. Os resultados indicaram que crianças com dislexia oscilam mais que crianças sem dislexia. O movimento da sala desencadeou oscilação em todas as crianças, entretanto, o acoplamento entre oscilação corporal e a informação visual foi mais fraco e mais variado em crianças com dislexia. Estes resultados sugerem que crianças com dislexia conseguem utilizar informação sensorial para controlar uma ação motora, entretanto o fazem de forma mais variada que crianças sem dislexia.

Palavras-chave: Dislexia. Postura. Percepção visual.

ACOPLAMENTO ENTRE INFORMAÇÃO VISUAL E OSCILAÇÃO CORPORAL EM CRIANÇAS COM DISLEXIA

Dificuldade de aprendizagem é uma realidade vivenciada por muitos nas mais variadas situações de ensino, envolvendo crianças, jovens e adultos. Este problema é ainda mais marcante quando envolve crianças na fase escolar, trazendo conseqüências diversas ao aprendizado da leitura e da escrita e, em casos extremos, evasão escolar. Embora problemas de aprendizagem envolvam diversas facetas do comportamento e tenham sido abordados e classificados de diversas maneiras, recentemente, o termo dislexia tem sido utilizado para denominar problemas deste tipo relacionados à aprendizagem da forma escrita da linguagem (GOLDIE et al., 1994). Ainda, no caso de estas dificuldades serem diagnosticadas no processo de alfabetização de crianças, o termo dislexia desenvolvimental tem sido utilizado. Um desafio para estudiosos é identificar possíveis causas para este tipo de dificuldade.

Dislexia desenvolvimental é uma desordem na aprendizagem caracterizada pela dificuldade, sem causa específica, de aprendizagem da leitura e escrita (FACOETTI, et al., 2001; NICOLSON, et al., 2001), mesmo apresentando índices normais em teste de inteligência e oportunidade educacional (MOE-NILSSEN et al., 2003; HAIRSTON et al., 2005). A incidência de crianças com dislexia está ao redor de 10% da população escolar e adulta (CROSBIE et al., 1994; PAULESU et al., 2001; RAMUS, 2001). Apesar desta alta incidência e de todas as conseqüências para o sistema de ensino, por exemplo, muito pouco é conhecido sobre as possíveis causas e tratamentos que pudessem amenizar tal situação. Atualmente, parece consenso que dislexia desenvolvimental está relacionada a desordem neurocomportamental (PAULESU et al., 2001; RAMUS, 2001), e duas linhas de possíveis causas têm sido sugeridas. Para um grupo de estudiosos, a dislexia desenvolvimental seria decorrente de déficits visuais (GOLDIE et al.,

* Profª. das séries iniciais no município de Restinga Seca-RS.

** Profª. Mestre do Centro de Educação Física e Desportos, Universidade Federal de Santa Maria-UFSM.

1994; FACOETTI ET et al., 2000; FACOETTI et al., 2001) relacionados à problemas na formação das células M ou magnocélulas que formam o caminho retinocortical (CRAWFORD; HIGHAM, 2001). Para outro grupo de estudiosos, a dislexia desenvolvimental seria decorrente de problemas no cerebelo, responsável por integrar informações sensoriais provenientes de diferentes canais e utilizar estes sinais para a produção de ações motoras (NICOLSON et al., 2001; NICOLSON, 2001; NICOLSON et al., 2002).

Conquanto as propostas de ambas as linhas de explicação sejam orientadas para o entendimento do fenômeno, apenas recentemente é que alguns poucos estudos têm buscado entender aspectos relacionados à *performance* motora e integração sensorial em crianças com dislexia desenvolvimental. Por exemplo, apenas recentemente foi verificado que crianças com dislexia apresentam desempenho inferior do controle postural, quando comparadas com crianças sem dislexia (MOENILSSEN et al., 2003; STOODLEY et al., 2005). Ainda, crianças com dislexia desenvolvimental também parecem apresentar dificuldades em integrar estímulos sensoriais de diversas fontes (FACOETTI et al., 2001). Estes estudos indicam, conforme já anteriormente sugerido (FAWCETT; NICOLSON, 1995), que a dislexia não estaria relacionada apenas e tão-somente à aprendizagem da leitura e da escrita, mas também a outras atividades que envolvem ação motora e informação sensorial.

A atividade de leitura e escrita envolve a obtenção de informação sensorial e a realização de ação motora com base na informação sensorial obtida, da mesma forma que qualquer outra ação motora do nosso cotidiano (BARELA, 1999; 2001). Portanto, a questão que surge é se crianças com dislexia apresentam o mesmo relacionamento entre informação sensorial e ação motora quando comparadas com crianças sem dislexia. Este aspecto é também importante para a área de educação física, pois pode ocorrer que crianças com dislexia desenvolvimental também apresentem dificuldades na realização de diversas outras ações motoras, e não apenas na leitura e na escrita.

Uma possível estratégia para examinar este relacionamento entre informação sensorial e ação motora é manipular o fornecimento de informação sensorial de um dado canal sensorial e verificar as conseqüências motoras a que tal manipulação induz (SCHÖNER et al., 1998). Esta estratégia foi implementada, muitos anos atrás, com a manipulação da informação visual por Lee e colaboradores (LISHMAN; LEE, 1973; LEE; LISHMAN, 1975), utilizando uma sala móvel que podia ser movimentada, independentemente do piso, em que participantes ficavam em pé, e observando as conseqüências posturais decorrentes da manipulação da informação visual.

Esta estratégia, denominada de paradigma da sala móvel, tem sido extensivamente utilizada para verificar o relacionamento entre informação sensorial e ação motora em bebês (BERTENTHAL et al., 1997; BARELA et al., 2000), crianças (SCHMUCKLER, 1997), adultos (OIE et al., 2002; FREITAS JÚNIOR ; BARELA, 2004; STOFFREGEN et al., 2006) e idosos (PRIOLI et al., 2005; PRIOLI et al., 2006) e propiciado entendimento de diversos aspectos referentes ao relacionamento entre informação sensorial e ação motora. Considerando-se que crianças com dislexia apresentam diferenças na *performance* motora (FAWCETT; NICOLSON, 1995; STOODLEY et al., 2005) e, ainda, no uso de informação sensorial (FACOETTI et al., 2001), a possibilidade de verificar o relacionamento entre informação sensorial e ação motora poderá ser útil para desvendar novos caminhos para a busca do entendimento das causas para a dislexia destas crianças. Assim, este estudo teve como objetivo examinar o relacionamento entre informação visual e a oscilação corporal de crianças com dislexia.

MÉTODOS

Participantes

Participaram deste estudo 10 crianças com dislexia ($11 \pm 0,48$ anos de idade), formando o grupo denominado de disléxico, e 10 crianças sem dificuldades de aprendizagem ($11 \pm 0,59$ anos de idade), formando o grupo normal. As crianças com dislexia pertenciam ao Instituto

Allan Kardec da cidade de Rio Claro, SP, e participavam de um programa especial para crianças com dificuldades de aprendizagem, sendo diagnosticadas em um nível moderado de dislexia. As crianças sem dificuldades de aprendizagem pertenciam à rede de ensino também da cidade de Rio Claro. A participação de cada criança foi condicionada à assinatura de um Termo de Livre Consentimento, aprovado pelo Comitê de Ética Institucional (protocolo 002087-CEP-IB-UNESP).

Procedimentos

Cada criança acompanhada do pai ou responsável compareceu ao Laboratório para Estudos do Movimento (LEM) do Departamento de Educação Física, Instituto de Biociências, UNESP/RC, e após um período de adaptação ao laboratório, as crianças foram solicitadas a realizar a tarefa experimental de permanecer em pé dentro de uma sala móvel.

Esta sala é constituída de três paredes e um teto montado sobre quatro rodas. As rodas são posicionadas sobre trilhos, possibilitando o movimento da sala para frente e para trás, independente do chão. As dimensões desta sala são de 2,1 x 2,1 x 2,1 metros (altura, largura e comprimento). As paredes internas são pintadas de branco e preto, formando listras verticais e intercaladas (branco/preto). O movimento desta sala é controlado por um servo-mecanismo, constituído por um controlador (Compumotor - Modelo APEX 6151) e um servo-motor (Compumotor - Modelo APEX 620-MO-NC), que são acionados e controlados por um computador através de programas específicos (*Motion Architect for Windows 95 Compumotor*).

Antes do início da coleta de dados, as crianças foram informadas de que deveriam permanecer na posição em pé o mais estavelmente possível, sobre um local determinado para colocação dos pés, e que durante a tentativa deveriam fixar o olhar numa figura (8 x 6 cm) colocada à frente (1 m) e na altura dos olhos da criança. A oscilação corporal, nas direções ântero-posterior e médio-lateral, foi capturada usando-se um sistema de análise tridimensional de movimento (OPTOTRAK - 3020 - Northern Digital, Inc.), com um emissor de sinais infravermelho

posicionado entre as escápulas da criança. Ainda um outro emissor foi colocado na parede da sala móvel e utilizado para obter informação sobre o seu movimento. Os sinais deste sistema de movimento foram coletados com frequência de 100 Hz.

Cada criança realizou 10 tentativas de 60 segundos de duração cada uma. Na primeira e última tentativas, a criança permaneceu em pé dentro da sala sem que esta fosse movimentada. Nas demais tentativas, a sala foi movimentada para frente e para trás nas frequências 0,2 e 0,5 Hz, com velocidade constante de 0,6 cm/s e amplitude de 0,56 e 0,21cm, respectivamente. A ordem das tentativas com movimento da sala foi determinada através de sorteio, envolvendo todas as oito tentativas.

Tratamento e análise de dados

Após a coleta dos dados, estes foram analisados usando programas específicos (*RelPhase.box*, escrito em Matlab - Math Works Inc.). As análises dos dados examinaram a magnitude e a frequência de oscilação corporal das crianças, tanto nas tentativas sem quanto com movimento da sala, e o relacionamento entre a oscilação corporal e o movimento da sala móvel.

A magnitude da oscilação das crianças foi analisada utilizando-se a variável amplitude média da oscilação corporal. Esta variável foi calculada com a subtração da posição média, utilizando-se todos os valores da oscilação corporal dentro de uma tentativa, de cada valor da respectiva tentativa. Após subtrair a média de todos os valores foi calculado o desvio-padrão, obtendo-se um valor que corresponde à dispersão dos valores referentes à oscilação corporal e, conseqüentemente, pode indicar a magnitude da oscilação corporal ao longo da tentativa. A amplitude média de oscilação foi calculada tanto para as tentativas sem quanto com movimento da sala.

O relacionamento entre a oscilação corporal e o movimento da sala foi analisado utilizando-se as seguintes variáveis: coerência; fase relativa e desvio angular. A coerência indicou a força do relacionamento entre a oscilação corporal e o movimento da sala móvel. Neste caso, a coerência verificou a dependência entre a oscilação corporal e o movimento da sala na

freqüência em que a informação visual foi manipulada - no caso deste estudo, as freqüências de 0,2 e 0,5 Hz. Os valores de coerência podem variar de 0 a 1, indicando nenhuma ou total dependência, respectivamente, entre os sinais analisados. Valores intermediários indicam dependência proporcional ao valor obtido.

A fase relativa foi calculada entre a oscilação corporal e o movimento da sala móvel utilizando os pontos extremos da posição e da velocidade de cada sinal. A fase relativa, então, foi computada calculando-se a diferença temporal entre um ponto extremo da oscilação corporal e o ponto extremo correspondente da sala móvel e dividindo-se esta diferença temporal pelo período correspondente ao ciclo no qual o ponto extremo do sinal correspondente à sala foi identificado. O valor desta divisão foi multiplicado por 360°, para converter os valores da fase relativa em graus. Valores da fase relativa positivos indicaram que a oscilação corporal esteve à frente do movimento da sala e valores negativos que a oscilação corporal esteve atrasada em relação ao movimento da sala. Finalmente, o desvio angular indicou a variabilidade do relacionamento temporal obtido a partir da fase relativa. O desvio angular foi calculado como sendo o desvio padrão da média da fase relativa e, quanto maior o valor do desvio angular, menor a estabilidade do relacionamento temporal entre a oscilação corporal e o movimento da sala, e vice-versa.

Análise estatística

Três análises de variância (ANOVAs) e uma análise de multivariância (MANOVA) foram utilizadas para verificar possíveis diferenças entre os fatores das variáveis dependentes deste estudo. A primeira ANOVA teve como fatores os dois grupos e as duas direções de oscilação corporal (médio-lateral e ântero-posterior), sendo este último fator tratado como medida repetida, e como variável dependente a amplitude média de oscilação. A segunda e terceira ANOVAs tiveram como fatores os dois grupos e as duas freqüências de oscilação da sala (0,2 e 0,5 Hz), sendo este último fator tratado como medida repetida. A variável dependente da segunda foi a amplitude média de oscilação na direção ântero-posterior e da

terceira ANOVA os valores de coerência entre o movimento da sala e a oscilação corporal na direção ântero-posterior. A MANOVA também teve como fatores os dois grupos e as duas freqüências de movimento da sala, sendo este último fator tratado como medida repetida, e como variáveis dependentes a fase relativa e o desvio angular entre o movimento da sala e a oscilação corporal na direção ântero-posterior. No caso as MANOVA, quando necessário, testes univariados foram realizados. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SPSS (SPSS for Windows - Version 6.1 - SPSS Inc.), e o nível de significância foi mantido em 0,05.

RESULTADOS

Oscilação corporal

Crianças com dislexia apresentam maior oscilação corporal durante a manutenção da postura ereta do que crianças normais. O Gráfico 1 apresenta a amplitude média de oscilação corporal, nas direções ântero-posterior e médio-lateral, para ambos os grupos, na condição sem movimento da sala. ANOVA revelou diferença para grupo, $F(1,18)=16,89$, $p<0,005$, com as crianças com dislexia oscilando mais que as crianças normais, porém nenhuma diferença para direção, $F(1,18)=0,83$, $p>0,05$, e interação grupo e direção, $F(1,18)=1,64$, $p>0,05$.

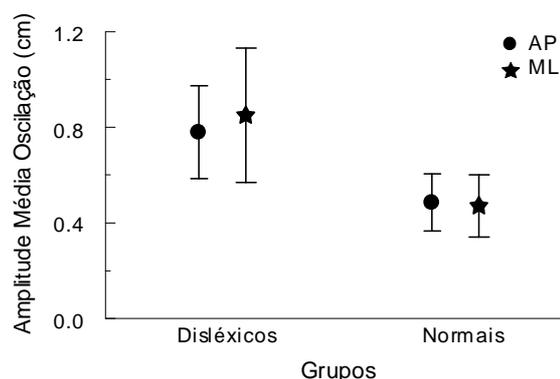


Gráfico 1: Amplitude média de oscilação corporal na direção ântero-posterior (●) e médio-lateral (★) de crianças disléxicas e normais durante a manutenção da postura ereta sem o movimento da sala móvel.

A manipulação da informação visual decorrente do movimento da sala móvel

induziu oscilação corporal correspondente nas crianças de ambos os grupos, disléxicas e normais, tanto na frequência de movimentação da sala móvel de 0,2 quanto de 0,5 Hz. O Gráfico 2 apresenta exemplos de séries temporais de oscilação corporal de uma criança disléxica, nas duas frequências em que a sala móvel foi movimentada. Claramente, as características da oscilação corporal são alteradas com a mudança da frequência de oscilação da sala. Por exemplo, comparando-se a oscilação corporal (Gráficos 2a e 2d), observa-se que a frequência e amplitude da oscilação corporal foram alteradas. Ainda, as análises espectrais (Gráficos 2c, 2f) indicam a ocorrência de picos definidos para a oscilação corporal na frequência em que a sala foi movimentada. Desta forma, a oscilação corporal foi influenciada pela informação visual fornecida pelo movimento da sala.

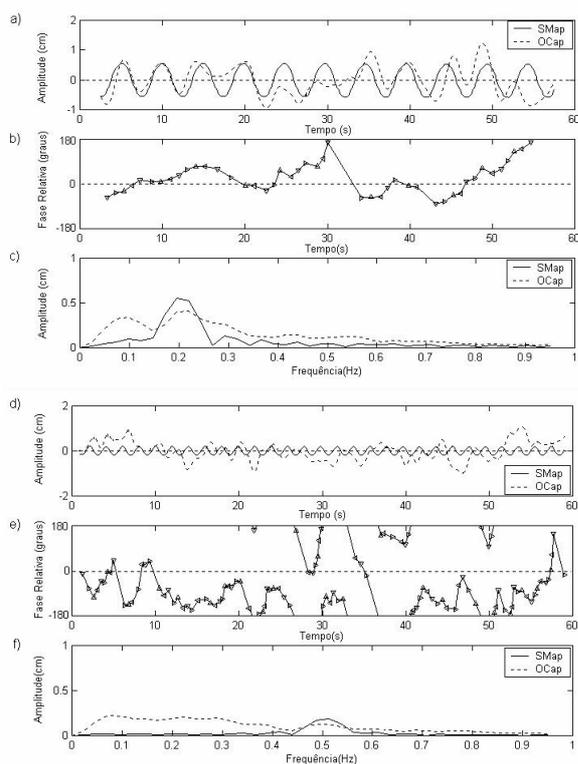


Gráfico 2 - Exemplo de tentativas de uma criança com dislexia quando a sala oscilou nas frequências de 0,2 e 0,5 Hz. O painel (a) apresenta a oscilação da sala móvel (linha contínua) e corporal da criança (linha tracejada) durante a tentativa, o painel (b) apresenta a fase relativa (baseada na posição e velocidade) entre o movimento da sala e a oscilação corporal da criança, o painel (c) apresenta o espectro

do movimento da sala (linha contínua) e da oscilação corporal (linha tracejada) quando a sala foi movimentada na frequência de 0,2 Hz. Os painéis (d), (e) e (f) apresentam as mesmas informações quando a sala foi movimentada na frequência de 0,5 Hz.

As crianças disléxicas também apresentaram oscilação corporal maior na situação em que a sala foi movimentada e ambos os grupos oscilaram mais na frequência de 0,2 do que na frequência de 0,5 Hz. O Gráfico 3 apresenta a amplitude média de oscilação corporal, na direção ântero-posterior, nas frequências de 0,2 e 0,5 Hz. ANOVA revelou efeito de grupo, $F(1,18)=7,85$, $p<0,05$, e frequência, $F(1,18)=18,62$, $p<0,001$, porém nenhum efeito de interação grupo e frequência, $F(1,18)=0,72$, $p>0,05$.

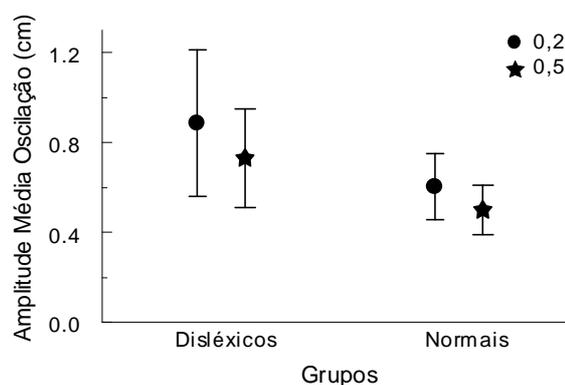


Figura 3 - amplitude média de oscilação corporal na direção ântero-posterior de crianças disléxicas e normais durante a manutenção da postura ereta nas frequências de movimentação da sala de 0,2 (●) e 0,5 (★) Hz.

Acoplamento entre oscilação corporal e informação visual

O acoplamento entre a sala móvel e a oscilação corporal foi mais forte em crianças normais do que em crianças disléxicas e, para ambos os grupos, mais forte na frequência de 0,2 do que na frequência de 0,5 Hz. O Gráfico 4 apresenta a coerência entre o movimento da sala e a oscilação corporal para ambos os grupos e frequências em que a sala foi movimentada. ANOVA revelou efeito de grupo, $F(1,18)=13,8$, $p<0,001$, e frequência, $F(1,18)=21,83$, $p<0,001$, porém nenhum efeito de interação grupo e frequência, $F(1,18)=1,80$, $p>0,05$.

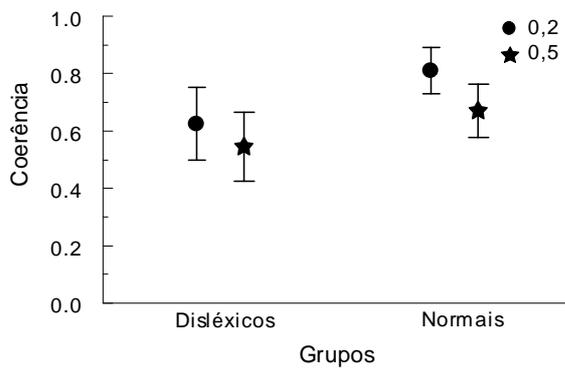


Gráfico 4 - Coerência entre o movimento da sala e a oscilação corporal na direção ântero-posterior de crianças disléxicas e normais durante a manutenção da postura ereta nas frequências de movimentação da sala de 0,2 (●) e 0,5 (★) Hz.

Finalmente, o relacionamento temporal entre o movimento da sala e a oscilação corporal foi similar entre os grupos disléxico e normal, porém o grupo normal foi mais estável neste relacionamento do que o grupo disléxico. O Gráfico 5 apresenta as médias da fase relativa e do desvio angular para ambos os grupos e frequências de movimentação da sala móvel. MANOVA revelou efeito de grupo, Wilks' Lambda=0,49, $F(2,17)=8,63$, $p<0,005$, e frequência, Wilks' Lambda=0,02, $F(2,17)=281,77$, $p<0,001$, porém nenhum efeito para interação grupo e frequência, Wilks' Lambda=0,97, $F(2,17)=0,22$, $p<0,05$. Testes univariados revelaram que o desvio angular foi maior no grupo disléxico comparado com o grupo normal, $F(1,18)=18,29$, $p<0,001$, e nenhuma diferença foi observada entre os grupos para a fase relativa. Testes univariados revelaram ainda que a fase relativa diferenciou-se com a manipulação da frequência de movimentação da sala móvel, $F(1,18)=595,27$, $p<0,001$. Quando a sala foi movimentada na frequência de 0,2 Hz, a oscilação corporal das crianças acompanhou o movimento da sala praticamente sem qualquer atraso temporal (fase relativa ao redor de zero grau). Entretanto, quando a sala foi movimentada na frequência de 0,5 Hz, a oscilação corporal das crianças esteve atrasada em relação ao movimento da sala, sendo este atraso temporal de aproximadamente 120 graus (fase relativa ao redor de -120 graus). Ainda o desvio angular foi maior quando a sala foi movimentada na frequência de 0,5 Hz do que na frequência de 0,2 Hz, $F(1,18)=48,69$, $p<0,001$.

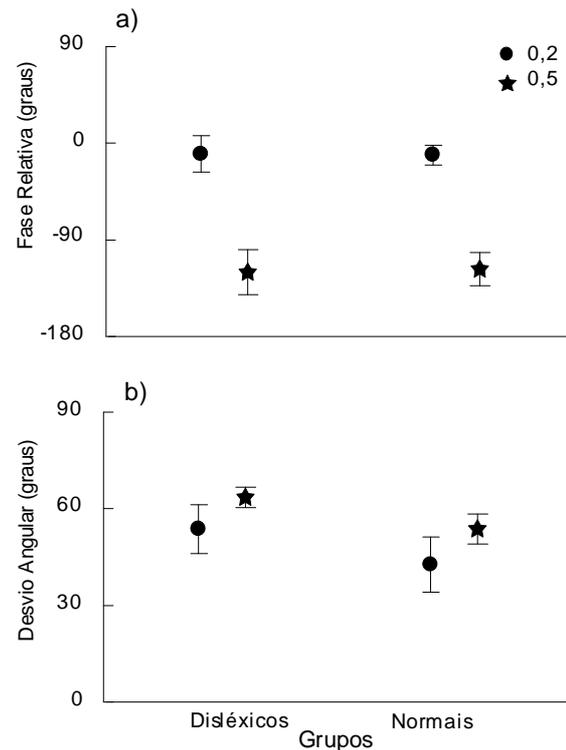


Gráfico 5: Fase relativa (a) e desvio angular entre o movimento da sala e a oscilação corporal na direção ântero-posterior de crianças disléxicas e normais durante a manutenção da postura ereta nas frequências de movimentação da sala de 0,2 (●) e 0,5 (★) Hz.

DISCUSSÃO

Os resultados observados no presente estudo possibilitam apontar alguns aspectos da *performance* de crianças com dislexia. Primeiro: crianças com dislexia apresentam desempenho inferior ao das crianças sem dificuldades de aprendizagem na realização de uma tarefa motora, especificamente, um desempenho inferior no controle postural; segundo: crianças com dislexia conseguem acoplar suas ações motoras a estímulos sensoriais e respondem com ação motora correspondente à manipulação do estímulo sensorial. Ainda, estas crianças apresentam a mesma estrutura temporal observada para crianças sem dificuldades de aprendizagem, indicando que os parâmetros de funcionamento do sistema de controle postural são os mesmos que os das crianças sem dificuldades de aprendizagem. Apesar desta mesma estrutura temporal, crianças com dislexia apresentam um acoplamento mais fraco e

mais variado que crianças sem dificuldades de aprendizagem. Este acoplamento mais fraco e mais variado entre informação sensorial e ação motora em crianças com dislexia indica que os problemas de aprendizagem destas crianças não se limitam à aquisição da leitura e da escrita, mas também estão presentes na realização de uma tarefa motora. Assim, pode-se sugerir que os problemas de aprendizagem estão relacionados ao modo como a informação sensorial é utilizada para a realização de uma atividade motora.

Crianças com dislexia, claramente, apresentaram desempenho no controle postural inferior ao observado em crianças sem dificuldades de aprendizagem. Esta constatação ocorreu tanto quando não ocorreu manipulação da informação visual como quando a informação visual foi manipulada. Horak e Macpherson (1996) têm sugerido que a manutenção de uma dada orientação postural envolve um relacionamento intrincado entre informação sensorial e atividade muscular. Portanto, este desempenho inferior na manutenção da postural em pé, observado em crianças com dislexia, é uma indicação de que estas crianças não conseguem relacionar estes dois aspectos da mesma forma que crianças que não apresentam dificuldades de aprendizagem.

É importante mencionar que desempenho inferior no controle postural de crianças com dislexia tem sido observado (MOE-NILSEN et al., 2003; STOODLEY et al., 2005), e os resultados do presente estudo avançam nosso conhecimento em dois aspectos. Primeiro: as análises envolvendo a *performance* do controle postural, no presente estudo, são quantitativas e apresentaram informação mais fidedigna sobre o controle postural de crianças com dislexia; segundo: o controle postural foi também verificado em uma situação em que o estímulo visual foi manipulado, neste caso, com o movimento da sala móvel. Em ambos os casos, sem e com manipulação da informação visual, o controle postural das crianças com dislexia foi inferior ao de seus pares sem dificuldades de aprendizagem. Portanto, dificuldades na leitura e escrita parecem também transcender para outros domínios destas crianças.

A manipulação da informação visual, proveniente do movimento contínuo de uma sala, induziu oscilação corporal correspondente em crianças com dislexia. Esta influência tem

sido observada em bebês (BARELA et al., 2000) e crianças (SCHMUCKLER, 1997) sem dificuldades de aprendizagem quando expostos a manipulação similar. Assim, embora tenha sido sugerido que crianças com dislexia apresentam déficits visuais (FELMINGHAM; JAKOBSON, 1995; TALCOTT et al., 2000; CRAWFORD; HIGHAM, 2001), estes possíveis déficits não foram suficientes para evitar a influência da informação visual na oscilação corporal.

Mais ainda: crianças com dislexia apresentaram a mesma organização temporal quanto ao uso da informação visual para a produção de oscilação corporal. Nenhuma diferença foi observada para a variável fase relativa entre os grupos de crianças com e sem dificuldades de aprendizagem. Neste caso, quando a frequência do movimento da sala foi de 0,2 Hz, oscilação corporal ocorreu juntamente com o movimento oscilatório da sala, sem atraso temporal; por outro lado, quando a frequência do movimento da sala foi de 0,5 Hz, oscilação corporal ocorreu com um atraso temporal em relação ao movimento da sala. Este comportamento tanto na frequência de 0,2 Hz quanto na frequência de 0,5 Hz indica que crianças com dislexia utilizam os mesmos parâmetros do estímulo visual (posição e velocidade) que adultos (JEKA et al., 1998) e bebês utilizam (BARELA et al., 2000).

Apesar de usarem a informação visual para o controle postural, crianças com dislexia apresentaram um acoplamento mais fraco e mais variável do que crianças sem dificuldades de aprendizagem. Acoplamento mais fraco e variável entre informação sensorial e oscilação corporal tem sido observado quando crianças são comparadas com adultos (BARELA et al., 2003), entretanto, neste caso, a comparação foi entre crianças com e sem dislexia na mesma faixa etária. Assim, estes resultados sugerem que crianças com dislexia conseguem utilizar informação sensorial para organizar as ações motoras, entretanto, não de forma tão consistente e precisa quanto crianças normais, e, conseqüentemente, apresentam comportamentos menos estáveis. Interessante ressaltar que, mesmo utilizando análises diferentes, Wann et al. (1998) também observaram resultados similares com a exposição de crianças com disfunção coordenativa desenvolvimental na situação da sala móvel.

Barela et al. (2003) sugeriram que este acoplamento mais fraco e mais variado observado em crianças seria decorrente de dificuldades que estas teriam em focar o estímulo sensorial disponível, proveniente do movimento da sala, sem sofrer interferência dos demais estímulos sensoriais que também estariam disponíveis. Parece que crianças com dislexia também teriam dificuldades em selecionar as informações mais relevantes e úteis para a realização da tarefa, neste caso, a informação visual proveniente do movimento da sala móvel. Skottun (2001) indica que dislexia estaria relacionada com déficits visuais considerando, especialmente, o tamanho do estímulo visual (neste caso, o tamanho das letras). Se este for o caso, crianças com dislexia poderiam ter dificuldades em usar a informação visual, provenientes do movimento da sala, e o relacionamento entre informação sensorial e ação motora seria influenciado. Interessante é que quando a qualidade de um estímulo visual foi aumentada, a identificação deste estímulo melhorou (TALCOTT et al., 2000), sugerindo neste caso que crianças com dislexia conseguem realizar a tarefa quando o estímulo sensorial está adequado. Infelizmente, no presente estudo, tal manipulação não foi realizada.

Não obstante, o acoplamento mais fraco e variável entre informação visual e oscilação corporal observado em crianças com dislexia claramente indica que estas crianças têm dificuldade em usar informação sensorial para controlar ação motora. Assim, a tarefa de leitura e escrita, que também envolve o uso informação

sensorial, para identificar letras, e de ação motora, para escrever ou pronunciar, pode envolver o modo de integrar informação sensorial em atividade motora necessária para a ação desejada. Se este for o caso, este problema não fica restrito ao domínio da alfabetização, como parece ser o caso com base nestes resultados e de estudos anteriores (FAWCETT; NICOLSON, 1995), mas também interfere na realização de outras ações motoras.

CONCLUSÃO

Crianças com dislexia apresentam um desempenho inferior ao das crianças sem dificuldades de aprendizagem durante a manutenção da postura em pé. Manipulação da informação visual, proveniente do movimento de uma sala móvel, induz oscilação corporal correspondente em crianças com dislexia, sugerindo que elas conseguem utilizar estímulos sensoriais disponíveis no meio ambiente. Entretanto, o acoplamento entre a informação sensorial disponível e a ação motora correspondente desencadeada é mais fraco e menos estável do que o observado em crianças sem dificuldades de aprendizagem. Assim, crianças com dislexia parecem ter dificuldades em selecionar as informações sensoriais mais relevantes para a realização da ação motora e são menos estáveis com relação ao comportamento motor, como também poderiam sê-lo para a realização da leitura e da escrita.

COUPLING BETWEEN VISUAL INFORMATION AND BODY SWAY IN DYSLEXIC CHILDREN

ABSTRACT

The purpose of this study was to examine the coupling between visual information and body sway in dyslexic children. Ten dyslexic children and 10 non-dyslexic children stood upright in a moving room that remained stationary or oscillated back and forward at frequency of 0.2 and 0.5 Hz. Body sway magnitude and the relationship between the room's movement and body sway were examined. The results indicated that dyslexic children oscillated more than non-dyslexic children. The room's movement induced body sway in all children, however, the coupling between body sway and visual information was weaker and more variable in dyslexic children. These results indicate that dyslexic children use sensory information to control motor action, but, in a more variable way than non-dyslexic children.

Key words: Dyslexia. Posture. Visual perception.

REFERÊNCIAS

BARELA, J. A. Aquisição de habilidades motoras: do inexperiente ao habilidoso. *Motriz*, Rio Claro, v. 5, n.1, p. 53-57, 1999.

_____. Ciclo percepção-ação no desenvolvimento motor. In: L. A. Teixeira (Ed.). *Avanços em comportamento motor*. São Paulo: Movimento, 2001. p. 40-61

BARELA, J. A. et al. Visual information and body sway coupling in infants during sitting acquisition. *Infant Behavior & Development*, Norwood, v. 23, p. 285-297, 2000.

_____. Postural control in children: coupling to dynamic somatosensory information. *Experimental Brain Research*, Berlin, v. 150, p. 434-442, 2003.

BERTENTHAL, B. I. et al. Perception-action coupling in the development of visual control of posture. *Journal of*

- Experimental Psychology:** human perception and performance, Washington, DC, v.23, n. 6, p. 1631-1643, 1997.
- CRAWFORD, T. J.; HIGHAM, S. Dyslexia and the center-of-gravity effect. **Experimental Brain Research**, Berlin, v.137, p.122-126, 2001.
- CROSBIE, J. et al. Effect of side load carriage on the kinematics of gait. **Gait & Posture**, Amsterdam, v. 2, p.103-108, 1994.
- FACOETTI, A. et al. The spatial distribution of visual attention in developmental dyslexia. **Experimental Brain Research**, Berlin, v. 132, p. 531-538, 2000.
- _____. Orienting of visual attention in dyslexia: Evidence for asymmetric hemispheric control of attention. **Experimental Brain Research**, Berlin, v. 138, p. 46-53, 2001.
- FAWCETT, A. J.; NICOLSON, R.I. Persistent deficits in motor skill for children with dyslexia. **Journal of Motor Behavior**, Washington, DC, v.27, p. 235-241, 1995.
- FELMINGHAM, K. L.; JAKOBSON, L. S. Visual and visuomotor performance in dyslexic children. **Experimental Brain Research**, Berlin, v.106, p. 467-474, 1995.
- FREITAS JÚNIOR, P. B.; BARELA, J. A. Postural control as a function of self-and object-motion perception. **Neuroscience Letters**, Amsterdam, v. 369, p. 64-68, 2004.
- GOLDIE, P. A. et al. Postural control following inversion injuries of the ankle. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Philadelphia, v. 75, p. 969-975, 1994.
- HAIRSTON, W. D. et al. Altered temporal profile of visual-auditory multisensory interactions in dyslexia. **Experimental Brain Research**, Berlin, v.166, p. 474-480, 2005.
- HORAK, F. B.; MACPHERSON, J. M. Postural orientation and equilibrium. In: Rowell, L. B.; Shepard, J. T. (Ed.). **Handbook of physiology**. New York: Oxford University Press, 1996. p. 255-292.
- JEKA, J. J. et al. Adaptive velocity and position coupling of postural sway to somatosensory drive. **Journal of Neurophysiology**, Washington, v. 79, p.1661-1674, 1998.
- LEE, D. N. ; LISHMAN, J. R. Visual proprioceptive control of stance. **Journal of Human Movement Studies**, Edinburgh, v. 1, p. 87-95, 1975.
- LISHMAN, J. R.; LEE, D. N. The autonomy of visual kinaesthesia. **Perception**, London, v.2, p. 287-294, 1973.
- MOE-NILSSEN, R. et al. Balance and gait in children with dyslexia. **Experimental Brain Research**, Berlin, v. 150, p. 237-244, 2003.
- NICOLSON, R. I. et al. Eyeblink conditioning indicates cerebellar abnormality in dyslexia. **Experimental Brain Research**, Berlin, v. 143, p. 42-50, 2002.
- _____. Developmental dyslexia: the cerebellar deficit hypothesis. **Trends in Neurosciences**, Amsterdam, v. 24, n. 9, p.508-511, 2001.
- NICOLSON, R. I. Dyslexia, development and cerebellum. **Trends in Neurosciences**, Amsterdam, v. 24, n. 9, p. 515-516, 2001.
- OIE, K. S., et al. Multisensory fusion: Simultaneous re-weighting of vision and touch for the control of human posture. **Cognitive Brain Research**, Amsterdam, v.14, p.164-176, 2002.
- PAULESU, E., et al. Dyslexia: cultural diversity and biological unity. **Science**, Washington, v. 291, p. 2165-2167, 2001.
- PRIOLI, A. C. et al. Task demand effects on postural control in older adults. **Human Movement Science**, Amsterdam, v. 25, p.435-446, 2006.
- _____. Physical activity and postural control in the elderly: Coupling between visual information and body sway. **Gerontology**, Basel, v. 51, p.145-148, 2005.
- Ramus, F. Dyslexia: talk of two theories. **Nature**, London, v. 412, p. 393-395, 2001.
- SCHMUCKLER, M. A. Children's postural sway in response to low- and high-frequency visual information for oscillation. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, Washington, DC, v. 23, n. 2, p. 528-545, 1997.
- SCHÖNER, G., et al. Action-perception patterns emerge from coupling and adaptation. **Ecological Psychology**, New York, v.10, n.3-4, p.323-346, 1998.
- SKOTTUN, B. C. Is dyslexia caused by a visual deficit? **Vision Research**, Kidlington, v. 41, p. 3069-3070, 2001.
- STOFFREGEN, T. A., et al. Voluntary and involuntary postural responses to imposed optic flow. **Motor Control**, Champaign, v.10, p. 24-33, 2006.
- STOODLEY, C. J. et al. Impaired balancing ability in dyslexic children. **Experimental Brain Research**. Berlin, v.167, p.370-380, 2005.
- TALCOTT, J. B. et al. Visual motion sensitivity in dyslexia: evidence for temporal and anergy integration deficits. **Neuropsychologia**, Oxford, v. 38, p.935-943. 2000.
- WANN, J. P. et al. Postural control and co-ordination disorders: The swinging room revisited. **Human Movement Science**, Amsterdam, v.17, p. 491-513, 1998.

Recebido em 26/06/07

Revisado em 14/09/07

Aceito em 03/10/07

Endereço para correspondência: José Angelo Barela. Laboratório para Estudos do Movimento, Depto de Educação Física-IB/UNESP. Av. 24-A, 1515, CEP 13506-900, Rio Claro-SP, Brasil. E-mail: jbarela@rc.unesp.br