

OS EFEITOS DA APRENDIZAGEM PSICOMOTORA NO CONTROLE DAS ATIVIDADES DE LOCOMOÇÃO SOBRE OBSTÁCULOS EM CRIANÇAS COM DEFICIÊNCIA DA VISÃO

THE EFFECTS OF PSYCHOMOTOR LEARNING ON THE CONTROL OF LOCOMOTION DURING OBSTACLE AVOIDANCE IN CHILDREN WITH LOW VISION

Luiz Cezar dos SANTOS¹
Janine Eliza de Oliveira Silva PASSOS²
Alexandre Luiz Gonçalves de REZENDE³

RESUMO: considerando que a visão é um dos sistemas sensoriais mais importantes na locomoção pois fornece informação tanto do ambiente quanto da postura e dos movimentos corporais, este estudo analisou os efeitos de um programa de treinamento perceptivo-motor no controle das atividades de locomoção em seis crianças com deficiências da visão. Para tanto, realizou-se a avaliação da locomoção durante a transposição de obstáculos com alturas diferentes, utilizando-se indicadores qualitativos: postura / equilíbrio / direção / velocidade / contato visual com o obstáculo / erro na tarefa, e indicadores cinemáticos, obtidos por meio de filmagem (SVHS) através do sistema Peak Motus (Versão 7.0 – Vicon Peak) para medir: a distância do pé de apoio em relação ao obstáculo / a elevação máxima do joelho / a altura do pé em relação à altura do obstáculo. Os indicadores foram novamente avaliados após a realização do programa de treinamento, fornecendo evidências de sua contribuição positiva tanto na estratégia de aproximação quanto na estratégia de ultrapassagem dos obstáculos. Durante a aproximação, a velocidade da locomoção tornou-se mais constante e as passadas foram realizadas de forma mais retilínea. Durante a ultrapassagem, o número de toques no obstáculo diminuiu. Os resultados auxiliam na reflexão sobre a importância da aprendizagem psicomotora nos programas educacionais, particularmente na Educação Física Especial, como uma forma de contribuir para uma melhor qualidade de vida das crianças com baixa visão.

PALAVRAS-CHAVES: atividades de locomoção; deficiências da visão; aprendizagem psicomotora, educação física; educação especial.

ABSTRACT: since vision is one of the most important sensory systems called upon for locomotion because it provides information not only about the environment, but also about posture and movement of corporal segments, this study analyzed the effects of a psychomotor training program on the control of locomotion with six children with low vision. Thus, an assessment of locomotion during obstacle avoidance with different obstacle heights was performed based on the qualitative parameters: posture / balance / direction / velocity / visual contact with the obstacle / error on the task, and on kinematics parameters collected via motion analysis system (Peak Motus – 7.0 – Vicon Peak) to assess: the distance of the base foot in relation to obstacle position / the maximum elevation of the knee / the height of the foot in relation to obstacle height. The parameters were again analyzed after the training program, showing evidence of the positive effect of both the strategy of approximation and the strategy of going over the obstacle. On approximation, the walking velocity became more stable and the subjects walked straighter. During obstacle crossing, there was less contact between the foot and the obstacle. These results will help to understand the importance of psychomotor learning in educational programs, especially on adapted physical education, so as to contribute to better quality of life for children with low vision.

KEYWORDS: locomotion activities; visual impairment; psychomotor learning; physical education; special education.

¹ Ph.D.; Laboratório de Controle Motor; Faculdade de Educação Física; Universidade de Brasília - lcsantos@unb.br

² Especialista em Aspectos Teórico-Metodológicos da Pesquisa em Educação Física, Centro de Ensino Especial de Deficientes Visuais – CEEDV. Secretaria de Estado de Educação do Governo do Distrito Federal.

³ Doutor em Ciências da Saúde – UnB, Laboratório de Educação Física Escolar, Faculdade de Educação Física, Universidade de Brasília. Campus Universitário Darcy Ribeiro - rezende@unb.br

1 INTRODUÇÃO

A deficiência visual é classificada, de acordo com o DSM IV, em dois tipos: cegueira e baixa visão. A cegueira é definida como a perda total da visão até a ausência de projeção de luz. A baixa visão é definida como a perda severa da visão e apresenta uma acuidade visual inferior a 20/60 ou campo visual inferior a 10 graus do seu ponto de fixação, de forma que não pode ser corrigida por meio do uso de óculos convencionais, por tratamento clínico nem mesmo por intervenção cirúrgica (APA, 1996).

O portador de baixa visão, dependendo da patologia, apresenta comprometimentos relacionados à diminuição da acuidade e/ou campo visual, à adaptação à luz e ao escuro e à percepção de cores (CAVALCANTE, 1995), mas, por outro lado, utiliza, ou é potencialmente capaz de utilizar, a visão remanescente para planejamento e execução de tarefas.

Dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) revelam a existência de aproximadamente 40 milhões de pessoas deficientes visuais no mundo, e destes, 75% em regiões consideradas em desenvolvimento. O Brasil apresenta uma taxa de incidência de deficiência visual entre 1,0 a 1,5% da população. A estimativa de cegueira infantil é de 1 entre 3.000 crianças e de 1 entre 500 crianças para baixa visão (MEC/SEE, 2001, p.39). Segundo dados da Sociedade Brasileira de Visão Subnormal, 70 a 80% das crianças inicialmente diagnosticadas como cegas, na verdade possuem alguma visão útil (SBVS, 2007).

O aproveitamento do potencial visual remanescente das crianças com baixa visão raramente é uma questão que depende exclusivamente da maturação ou que se desenvolve de forma espontânea a partir das atividades rotineiras. Sendo assim, toda criança com baixa visão deve ser submetida a um programa especial de estimulação, que auxilie no desenvolvimento do processo de discriminação de formas, contornos, figuras e símbolos.

Além das questões diretamente relacionadas à visão, deve-se considerar que existe uma interação muito próxima entre visão e desenvolvimento, de forma que a diminuição das capacidades visuais implica uma série de comprometimentos em outras áreas do comportamento infantil, dentre elas a área motora.

A visão possui um papel chave no desenvolvimento motor, pois tanto coloca a criança em contato com a realidade externa como lhe fornece estímulos que auxiliam na orientação e no controle da ação corporal. Grande parte das experiências da criança na exploração do meio, na descoberta do próprio corpo, no contato com os objetos e na relação com os outros, tem uma participação direta da visão, que se torna um elemento chave na organização da ação motora voluntária, consciente e segura.

A diminuição severa da visão, portanto, implica uma situação oposta que coloca a criança em uma séria situação de risco: a falta de estímulos pode acarretar uma série de déficits em funções nas quais a criança, a priori, não possui

nenhum tipo de comprometimento, destacando a importância do acompanhamento precoce das crianças que estão nessa condição (AMARAL; TABAQUIM; LAMÔNICA, 2005).

Observa-se, por exemplo, que as vezes os bebês cegos, às vezes, apresentam um atraso no desenvolvimento motor, pois lhes faltam estímulos que provoquem a necessidade ou a vontade de se movimentar; geralmente os bebês com visão normal elevam a cabeça ou engatinham para pegar algo que eles vêem e que lhes desperta o interesse. Os bebês cegos, no entanto, se não forem adequadamente estimulados, ficam quietos e imóveis por muito tempo, apresentando um repertório pobre de vivências motoras, que posteriormente prejudica o domínio das habilidades corporais.

Deve-se também considerar que o movimento, além de abranger atos motores, assume uma dimensão social. LeBoulch (1988) chama a atenção para o fato de que os movimentos expressivos do corpo e as suas reações tônicas assumem uma dimensão de linguagem, construindo um elo de aproximação com o outro.

Mover-se, portanto, possibilita à criança tanto exercitar a autonomia de tentar entrar em contato com os outros, como desperta o interesse do outro de se aproximar e buscar uma interação maior. O estudo de Hueara, Souza e Batista (2006) demonstram que a interação entre as crianças com baixa visão em situações de brincadeira proporciona um ambiente favorável às múltiplas elaborações cognitivas das crianças.

Ciente disso, torna-se importante estudar: 1) as dificuldades das crianças com baixa visão para utilizar o potencial visual remanescente na avaliação das circunstâncias ambientais e no controle das ações motoras adaptativas, e; 2) a estimulação adequada para se maximizar a articulação do potencial visual com as informações advindas do uso dos outros sentidos, a fim de estabelecer uma adequada avaliação do ambiente e uma coordenação eficiente dos movimentos.

Portanto, este estudo busca fornecer subsídios para a melhor adequação dos programas de educação precoce e de reabilitação. A escola, ao ensinar a criança a usar a visão, investe na formação de um sentimento de autoconfiança e na melhoria das habilidades de orientação e mobilidade, dando suporte para que a pessoa adote uma postura comprometida com uma ação exploratória e na medida do possível independente, o que representa, a longo prazo, uma verdadeira conquista da cidadania e da inserção social.

Sendo assim, o presente estudo tem por objetivo contribuir para a análise dos aspectos que interferem no controle visual da locomoção em crianças com baixa visão, por meio da análise dos efeitos de um programa de estimulação proprioceptiva na melhoria da coordenação dos movimentos durante a locomoção sobre obstáculos.

1.1 ASPECTOS PERCEPTIVO-MOTORES QUE INTERFEREM NA LOCOMOÇÃO SOBRE OBSTÁCULOS

Durante a locomoção, quando a pessoa deve fazer a ultrapassagem por cima de um obstáculo, são necessárias diversas adaptações nos movimentos. Os estudos sobre controle visual da locomoção sobre obstáculos (PATLA et al., 1991, 1997, 1998) destacam duas variáveis que devem ser moduladas: 1) o posicionamento do pé antes do obstáculo, e; 2) a elevação da perna durante a ultrapassagem. Ajustes nestas duas variáveis caracterizam o processo de integração perceptivo-motor que, associado com informações precisas sobre a posição, altura e tipo de obstáculo, permitem a execução de um movimento correto.

Normalmente, como as informações sobre posição e características de um obstáculo estão previamente disponíveis durante a fase de aproximação, a pessoa pode planejar com antecedência as estratégias a serem utilizadas para ultrapassá-lo. Neste caso, a informação visual é utilizada através de um controle antecipado (*Feed-forward*). Patla (1998) concluiu que o baixo índice de sucesso durante a ultrapassagem de um obstáculo, quando a pessoa não tem acesso às informações visuais na fase de aproximação, é atribuído à dificuldade de se planejar a estratégia adequada para o posicionamento do pé antes do obstáculo.

Estudos realizados por Chou e Draganich (1998 a, b) mostraram que quando o posicionamento do pé é muito próximo ao obstáculo, existe uma redução na flexão do quadril, joelho e tornozelo. Essas mudanças na configuração geométrica da perna de apoio causaram: 1) uma diminuição na elevação do pé, em relação à altura do obstáculo, e; 2) uma redução no tempo de vôo. Tais conseqüências aumentam o risco da pessoa tropeçar no obstáculo com a perna de trás. Posicionar o pé de apoio muito longe do obstáculo pode também ser prejudicial, pois, aumenta o risco do toque do pé no obstáculo durante a ultrapassagem da perna da frente. Portanto, para uma ultrapassagem segura tanto da perna da frente quanto da perna de trás é necessário um posicionamento adequado na fase de aproximação.

Os efeitos da qualidade da informação visual durante a locomoção sobre obstáculos foram recentemente analisados por Chapman e Hollands (2006) em um estudo com idosos durante a locomoção sobre alvos marcados no solo. O estudo mostrou que a manipulação da informação visual em diferentes momentos dentro do ciclo da passada causou efeitos significativos no posicionamento dos pés e na realização da tarefa para o grupo de idosos. Quando a informação visual foi disponível somente na fase de apoio o erro na realização da tarefa foi cerca de 23%. No momento em que a informação visual esteve disponível somente na fase de balanço o erro aumentou ainda mais (42%). Os resultados mostram que o declínio da capacidade visuo-motora, causado pelo processo de envelhecimento, altera a forma como os idosos utilizam a informação visual para planejar e executar tarefas motoras. Os autores ressaltam que os idosos necessitam da informação visual em momentos específicos do ciclo da passada para planejar e realizar os movimentos. Os resultados mostram ainda que a diminuição da capacidade visual é compensada pela utilização contínua (durante a realização do movimento) da informação visual.

A elevação da perna durante a ultrapassagem também é afetada quando a pessoa não tem informações visuais em relação a vários aspectos, dentre eles a informação sobre a altura do obstáculo (PATLA; RIETDJYK, 1993; PATLA et al., 1991). Diante de obstáculos altos, a distância entre o pé e o topo do obstáculo (*Toe Clearance*) aumenta (PATLA; RIETDJYK, 1993), gerando, conseqüentemente, um aumento da elevação máxima da perna (MOHAGHEGHI; MORAES; PATLA, 2003). Este aumento representa uma margem de segurança, calculada pela pessoa de forma a garantir a ultrapassagem segura do obstáculo.

Essa margem de segurança é alterada quando a qualidade da informação visual sobre o obstáculo é bloqueada artificialmente (PATLA, 1998; MOHAGHEGHI; MORAES; PATLA, 2003). Quando a visão é bloqueada duas passadas antes do obstáculo, a margem de segurança aumenta significativamente. Isto também acontece quando a visão dos membros inferiores é removida no momento da ultrapassagem do obstáculo (PATLA, 1998).

Um estudo realizado com idosos com maculopatia (PATLA et al., 1995), que, de certa forma podem ser comparados às crianças com baixa visão, mostrou alterações significativas no controle motor dos movimentos durante a ultrapassagem. Comparados com um grupo controle os idosos com maculopatia apresentaram um posicionamento do pé de apoio mais afastado do obstáculo e uma maior elevação do pé durante a ultrapassagem do obstáculo (*Toe Clearance*). As duas alterações são explicadas pelos autores como uma estratégia utilizada pelos idosos para obter um maior tempo para realizar correções durante a ultrapassagem, garantindo assim uma ultrapassagem mais segura.

Com base nas conclusões desses estudos, pretende-se verificar se a criança com baixa visão é capaz de aprender a utilizar estímulos proprioceptivos, associados ao potencial visual remanescente, para re-elaborar e executar um plano de ação mais adequado na locomoção sobre obstáculos. A melhoria do controle motor será evidenciada através de uma maior constância no posicionamento do pé mais próximo em relação ao obstáculo, e, paralelamente, de uma menor variabilidade na elevação da perna durante o momento da ultrapassagem do obstáculo. Esses indicadores são usados para informar se a estimulação proposta contribui ou não para a melhoria na confiança, na autonomia e na independência da locomoção da criança.

2 MÉTODO

2.1 PARTICIPANTES

Participaram deste experimento seis crianças com idade de cinco a oito anos, alunos do Centro de Ensino Especial de Deficientes Visuais (CEEDV) de Brasília-DF, selecionadas de acordo com a avaliação do diagnóstico de baixa visão e sem comprometimentos cognitivos ou motores. A participação das crianças foi condicionada ao consentimento dos pais ou responsáveis. O estudo foi aprovado

pelo Comitê de Ética da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília (CEP-FM 029/2005).

A amostra foi composta por sujeitos com diferentes patologias.

- Sujeito 1– portador de Glaucoma, apresenta perda acentuada da visão periférica e da nitidez da visão central (tubular), visão monocular (olho bom: esquerdo) e redução na clareza de detalhes. Apresenta também visão flutuante e faz uso de óculos.
- Sujeito 2– portador de Coriorretinite Macular Bilateral, apresenta comprometimento da visão central, redução na clareza de detalhes e baixa acuidade visual para longe. Apresenta também escotomas centrais, alteração na visão de cores, dificuldade para ver objetos grandes e pequenos e problemas na fixação e interpretação de imagens.
- Sujeito 3 – portador de Atrofia do Nervo Óptico Bilateral, apresenta baixa acuidade visual para longe, comprometimento de um quadrante da visão e redução na clareza de detalhes. Possui dificuldade para integração da imagem visual e para formação de imagens mentais. Faz uso de óculos.
- Sujeito 4 – portador de Hipermetropia em ambos os olhos 7,5°, apresenta comprometimento da visão de perto e possuindo baixa fixação. Possui nistagmo e acentuada baixa de acuidade visual. Realiza grande esforço para acomodar a imagem na retina e apresenta visão embaçada e flutuante. Faz uso de óculos.
- Sujeito 5 – portador de Catarata Congênita, com redução na nitidez das imagens, visão embaçada, redução na clareza de detalhes e visão para cores. Faz uso de óculos. O campo visual e a noção de profundidade não estão comprometidos.
- Sujeito 6 – o portador de Anirídia, Sua visão é melhor à noite ou em ambientes com baixa intensidade de luz. Possui dificuldades de acomodação, fixação, e na interpretação de imagens e cenas.

2.2 PROGRAMA DE TREINAMENTO

O programa de treinamento foi aplicado pelos próprios professores de Educação Física do CEEDV, duas vezes por semana, durante as aulas de Educação Física, totalizando vinte sessões. Segundo Souza (2004), o programa de treinamento deve ser funcional, realizado individualmente e num ambiente adequado. O envolvimento dos professores da escola possibilitou a criação de um ambiente educativo familiar e afetivamente seguro, além de validar ecologicamente o programa.

A sessão de treinamento tinha duração de quinze minutos, sendo realizada com supervisão direta e constante do professor. As crianças realizaram

as aulas descalças e recebiam *feedback* do professor após cada execução. As atividades enfatizaram a ultrapassagem de obstáculos variados em situações também variadas, tomando o cuidado, porém, para não utilizar os mesmos obstáculos do teste nem de reproduzir a mesma tarefa realizada no teste desta pesquisa.

O treinamento incluiu diversas atividades sendo realizadas tanto com os olhos abertos, estimulando o uso do potencial visual remanescente, quanto com os olhos fechados, estimulando o uso compensatório das outras fontes de informações perceptivas do ambiente e do próprio corpo. As atividades foram as seguintes: subir e descer escadas; transpor pneus e objetos de alturas variadas; e elevar os joelhos de forma alternada e em alturas diferentes.

2.3 INSTRUMENTOS

A análise cinemática da locomoção foi realizada através de filmagem (SVHS), na frequência de 60 Hz, no plano sagital, por meio de um sistema de análise do movimento *Peak Motus (Versão 7.0 – Vicon Peak)*. Foram demarcados três pontos com adesivo branco: hálux direito, joelho direito, e hálux esquerdo para posterior digitalização.

As coletas foram realizadas na sala de Educação Física do CEEDV. A tarefa constou de uma caminhada de aproximadamente 2 metros e, ao final, da ultrapassagem de um obstáculo. A aproximação do obstáculo (perna de apoio) foi realizada sempre com a perna esquerda e a ultrapassagem inicial do obstáculo foi realizada sempre com a perna direita (perna da frente). O obstáculo utilizado foi um retângulo de espuma (40 cm de largura, 10 cm de comprimento) com três alturas diferentes: 5, 10 e 15 centímetros.

Foram filmadas dez tentativas, sendo três para os obstáculos de 5 e 15 cm e quatro para o obstáculo de 10 cm de altura. Duas sessões de teste foram realizadas: uma antes e uma após o programa de treinamento.

As variáveis analisadas foram: a distância do pé de apoio (esquerdo) em relação ao obstáculo (DPO), a elevação máxima do joelho direito durante a ultrapassagem (EMJ) e a distância entre o dedo do pé direito e o topo do obstáculo (*Toe Clearance*).

Os dados foram analisados de forma individual tendo em vista as diferentes patologias existentes na amostra e o número reduzido de participantes. Com base nos dados cinemáticos foram calculadas as variações existentes entre os valores obtidos no pós-teste em relação ao pré-teste. Ao final, apresentam-se os valores da média e desvio padrão sem, no entanto, querer dessa maneira sugerir que os resultados podem ser generalizados para outros sujeitos que não os que participaram da amostra.

Paralelo à análise quantitativa dos indicadores cinemáticos relacionados à marcha, foi utilizado um conjunto de sete indicadores qualitativos para avaliar o desempenho das crianças na realização da tarefa-teste. Os indicadores foram: a postura, o equilíbrio, a direção e a velocidade na realização dos movimentos; o contato visual com o obstáculo e o erro na execução da tarefa (tocar ou derrubar o obstáculo). A descrição detalhada de cada indicador é apresentada a seguir:

- 1) Manter o contato visual com o obstáculo: aspecto considerado chave para reforçar o princípio da otimização do uso do potencial visual remanescente para realização da tarefa-teste (todos devem apresentar);
Os demais indicadores possuem a mesma definição e representam aspectos que revelam as dificuldades no controle motor geradas pela falta de informações que auxiliem na execução correta da tarefa-teste (apresentam variação de um sujeito para outro).
- 2) Direção da caminhada na fase de aproximação do obstáculo: caminhada lateralizada (quando o pé ultrapassa o obstáculo pela lateral demonstrando flexão inadequada do joelho);
- 3) Equilíbrio durante a ultrapassagem do obstáculo: utilização dos braços para auxiliar na recuperação do equilíbrio perdido;
- 4) Direção da passada no momento da ultrapassagem do obstáculo: posição do pé lateralizada com a direção da caminhada;
- 5) Velocidade na execução da tarefa-teste: aspecto relacionado à segurança e à agilidade na realização dos movimentos (apresentam variação de um sujeito para outro);
- 6) Tocar ou derrubar o obstáculo durante a fase de ultrapassagem: aspecto que indica a existência de dificuldades na avaliação da profundidade e localização precisa do obstáculo (apresentam variação de um sujeito para outro).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 ANÁLISE QUALITATIVA DA TAREFA

Inicialmente foi realizada a análise qualitativa da locomoção de cada participante, com base nos 7 indicadores supracitados. O Quadro 1 apresenta os dados de cada sujeito facilitando a comparação das dificuldades específicas geradas por cada tipo de patologia.

Quadro 1 - Avaliação dos indicadores qualitativos para os sujeitos entre o pré e o pós-teste.

Indicadores qualitativos	Sujeitos											
	1		2		3		4		5		6	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
1 Manter o contato visual com o obstáculo												
Durante todas as fases	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
2 Direção da caminhada - fase de aproximação												
Caminhada lateralizada	A	N	S	N	N	N	A	N	A	N	A	N
3 Equilíbrio durante a ultrapassagem												
Utilização dos braços para equilibrar-se	A	N	N	N	A	N	A	N	S	N	N	N
4 Direção da passada - fase de ultrapassagem												
Posição do pé lateralizada	S	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A	N
5 Velocidade na execução da tarefa-teste												
Executa a tarefa lentamente	S	N	S	N	A	N	A	N	A	N	S	N
6 Tocou ou derrubar o obstáculo												
Tocar ou derrubar o obstáculo	A	N	N	N	A	N	A	N	A	N	N	N

Legenda: S para Sim, N para Não, A para Às Vezes

Todos os participantes mantiveram o contato visual tanto na aproximação quanto na ultrapassagem do obstáculo. Este resultado, já esperado, reforça a característica da amostra que apresenta dificuldades na aquisição da informação visual, necessitando, portanto de um contínuo contato com o obstáculo. O uso contínuo da informação visual retirado texto se torna necessário quando a qualidade da informação visual é reduzida. Isto tem sido observado em estudos realizados com idosos saudáveis (CHAPMAN; HOLLANDS, 2006) e com idosos portadores de maculopatia (PATLA et al., 1995).

A mudança na direção da caminhada observada no pós-teste em quase todos os participantes sugere melhoras qualitativas na locomoção. A realização da passada de forma lateralizada durante a aproximação (observada muitas vezes no pré-teste) afeta a velocidade de progressão e também compromete a percepção sobre a posição e tamanho do obstáculo. Considerando que a baixa visão afeta diversos aspectos da percepção visual tais como a visão periférica, a acuidade visual para longe, a noção de profundidade, a fixação entre outros, pode-se sugerir que a passada lateralizada seria uma estratégia para compensar tais problemas.

Desta forma, os resultados observados no pós-teste sugerem que o programa de treinamento contribuiu para um melhor controle das passadas fruto do enriquecimento da informação sensorial (resíduo visual e estímulo proprioceptivo).

Os indicadores relativos à fase de ultrapassagem do obstáculo mostram bastante alteração entre o pré e o pós-teste. A perda do equilíbrio está relacionada com a execução da passada de forma lateralizada e também com a redução na velocidade de progressão. Tais alterações causaram mudanças significativas na ultrapassagem gerando inúmeros toques e algumas vezes derrubando o obstáculo.

De maneira geral os indicadores qualitativos reforçam que o programa de treinamento contribui para um melhor planejamento e execução da tarefa. Esta análise é fortalecida através dos dados quantitativos referentes ao posicionamento do pé na fase de aproximação e a elevação da perna durante a ultrapassagem.

3.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS EM RELAÇÃO ÀS VARIÁVEIS BIOMECÂNICAS

O posicionamento do pé na fase de aproximação foi alterado. Houve uma redução na DPO em todas as condições de obstáculo (Tabela 1).

Tabela 1 - Diferença entre as médias obtidas no pós e no pré-teste de cada participante para a DPO na fase de aproximação.

Sujeitos	DISTÂNCIA PÉ-OBSTÁCULO (DPO)		
	Altura dos Obstáculos (cm)		
	5 cm	10 cm	15 cm
1	8,22	-7,10	-1,27
2	3,07	-3,50	-8,27
3	-8,87	-8,75	-9,60
4	-11,36	-2,48	-3,67
5	-3,63	6,43	3,04
6	-6,77	-7,58	-6,03

De acordo com uma das hipóteses deste estudo, a diminuição (valores negativos) na distância entre o pé e o obstáculo no momento da aproximação para a ultrapassagem, indica que o sujeito tem maior segurança na realização da tarefa. Posicionar o pé de apoio mais próximo do obstáculo favorece a fase de vôo da perna que ultrapassa primeiro o obstáculo.

Segundo estudo realizado por Patla et al. (1991), a realização de uma ultrapassagem segura pode ser garantida por meio de duas estratégias: via elevação da perna através de uma maior flexão das articulações do quadril e do joelho ou via elevação de todo o corpo através da elevação do centro de gravidade gerado por um maior impulso vertical na perna de apoio. A primeira estratégia produz efeitos locais, enquanto que a segunda afeta o equilíbrio corporal total.

As análises qualitativa e biomecânica sugerem que as crianças com baixa visão realizam uma combinação das estratégias propostas por Patla et al (1991). O posicionamento do pé mais distante do obstáculo forçou os participantes a realizarem tanto uma maior elevação da perna quanto uma elevação do centro de gravidade. Embora não tenha sido coletado dados específicos sobre o centro de gravidade, os indicadores qualitativos mostram que muitos participantes utilizaram os braços para se manterem em equilíbrio durante a ultrapassagem. Isto mostra que a aproximação indevida gerou mudanças globais na locomoção.

Pode-se observar também uma diminuição na EMJ (Tabela 2) no momento da ultrapassagem dos obstáculos, quando comparados os dados do pré e o do pós-teste para cada sujeito.

Tabela 2 - Diferença entre as médias obtidas no pós e no pré-teste de cada participante para a EMJ no momento da ultrapassagem dos obstáculos.

Sujeitos	ELEVAÇÃO MÁXIMA DO JOELHO (EMJ)		
	Altura dos Obstáculos (cm)		
	5cm	10 cm	15 cm
1	-1,47	-11,7	-10,13
2	-6,17	-14,53	-11,0
3	-15,87	-17,4	-11,63
4	-14,17	-17,73	-9,6
5	-12,1	-11,18	-12,1
6	-7,87	-4,58	-4,83

A diminuição (valores negativos) na EMJ durante a ultrapassagem do obstáculo, indica que os participantes adequaram o movimento da perna de acordo com a altura do obstáculo reduzindo a elevação desnecessária que compromete o equilíbrio e a continuidade da locomoção.

A seguir apresentamos a média e o desvio padrão das variáveis considerando todos os participantes. O objetivo desta análise é identificar uma tendência geral de mudanças nestas variáveis (Tabela 3).

Tabela 3 - Média e desvio padrão da DPO, EMJ e *Toe Clearance* de todos os participantes nas três alturas de obstáculos.

Altura do Obstáculo	DPO(cm)		EMJ (cm)		Toe Clearance (cm)	
	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste
	M ± STD	M ± STD				
5 cm	16,88 ± 4,02	13,82 ± 3,42	59,23 ± 3,80	49,60 ± 3,40	7,1 ± 2,36	9,3 ± 2,3
10 cm	18,97 ± 6,88	15,47 ± 3,77	63,13 ± 3,73	51,13 ± 4,73	6,88 ± 2,63	8,08 ± 2,96
15 cm	17,62 ± 5,38	13,30 ± 4,27	65,53 ± 5,35	55,63 ± 2,78	5,83 ± 1,95	7,26 ± 3,43

Os dados pré e pós mostram que em média a DPO reduziu diminuiu em todas as condições experimentais. Na condição com obstáculo de 5 cm a redução foi de 18,13% (de 16,88 cm para 13,82 cm), na condição com obstáculo de 10 cm a redução foi um pouco maior 18,45% (de 18,97 cm para 15,47 cm), e com obstáculo

de 15 cm a redução foi ainda maior reduzindo aproximadamente 24,52% (de 17,62 cm para 13,3 cm).

A análise da EMJ também mostrou uma redução nos valores pré e pós treinamento. No obstáculo com 5 cm a redução foi de 16,26% (59,23 cm para 49,60 cm); no obstáculo de 10 cm a redução foi de 20,43% (63,13 cm para 50,23 cm); e no obstáculo de 15 cm a redução foi de 15% (65,53 cm para 55,63 cm). Pode-se observar também que houve um aumento na elevação máxima da perna, na medida em que a altura do obstáculo aumentou.

Isto sugere que os participantes, embora com baixa visão, foram capazes de perceber as diferenças entre as alturas dos obstáculos. Tem sido observado na literatura que o ajuste na elevação máxima do joelho ocorre como uma estratégia para garantir uma margem de segurança durante a ultrapassagem do obstáculo (MOHAGHEGHI; MORAES; PATLA, 2003).

A margem de segurança (*Toe Clearance*) mostrou que apesar de os participantes reduzirem a elevação máxima da perna eles mantiveram uma boa distância em relação ao topo do obstáculo.

Os dados apresentados na Tabela 3 mostram que após o programa houve uma maior elevação do pé no momento da ultrapassagem do obstáculo. Esta alteração correspondeu a 30,98% para o obstáculo com 5 cm, 17,44% para o obstáculo com 10 cm, e 5,21% para o obstáculo com 15 cm. Estes dados sugerem que os participantes realizaram uma maior dorsiflexão no momento da ultrapassagem do obstáculo, o que evidencia um controle mais preciso da articulação do tornozelo para evitar o toque do pé no obstáculo.

A redução de valores, em relação à EMJ, revela que o treinamento foi importante para a ultrapassagem do obstáculo, ou seja, contribuiu principalmente para o controle contínuo da elevação da perna, tornando a execução mais precisa.

Estudo realizado por Patla (1997), mostrou que a visão intermitente é adequada para executar a locomoção em vários terrenos. Porém, os dados apresentados neste estudo com crianças com baixa visão, demonstram a necessidade da utilização da informação visual de forma contínua, ou seja, houve a necessidade de manter o contato visual com o obstáculo durante todo o percurso.

Tal necessidade é semelhante ao observado por Chapman e Hollands (2006) em estudo realizado com idosos sobre a locomoção sobre alvos desenhados no solo. Eles observaram que devido ao declínio do controle visuo-motor causado pelo processo de envelhecimento os idosos necessitaram da informação visual durante vários momentos dentro do ciclo da passada.

Os resultados mostraram que a remoção da informação visual durante a fase de vôo gerou um erro no posicionamento do pé de 23%. O erro foi ainda maior (42%) quando a informação visual foi removida durante a fase de apoio. Os resultados deste estudo reforçam a noção de que o uso da informação visual de

forma contínua (*On-line*) se torna importante para os idosos e principalmente para aqueles que possuem capacidade visual reduzida.

A análise da variabilidade da EMJ e da DPO mostrou também uma grande redução entre o pré e o pós-teste. Na EMJ a variabilidade foi reduzida em 10,53% com obstáculo de 5 cm; em 9,02% com o obstáculo de 10 cm; e em 48,4% para o obstáculo de 15 cm. A variabilidade da DPO diminuiu em todas as condições (5cm: 14,93%; 10 cm: 45,2%; e 15 cm: 20,63%).

Na variável *Toe Clearance* a variabilidade permaneceu a mesma nas condições com obstáculo de 5 e 10 cm e aumentou na condição com obstáculo de 15 cm. A redução da variabilidade observada neste estudo representa um melhor controle tanto da aproximação quanto da ultrapassagem do obstáculo.

A redução da variabilidade tanto da DPO quanto da EMJ é um bom indicador sobre a melhoria do controle da locomoção sobre obstáculos. Estudo recente realizado por Patla e Greig (2006) mostrou que a manipulação da informação visual durante as últimas três passadas antes da ultrapassagem do obstáculo afeta significativamente o sucesso na tarefa. Os autores observaram uma redução da variabilidade no posicionamento do pé na medida em que este se aproximou do obstáculo.

Os dados sobre a elevação da perna demonstraram que após o treinamento, houve um melhor controle da perna durante a ultrapassagem dos obstáculos. Portanto, os participantes utilizaram além do resíduo visual, outras fontes de informações sensoriais, como a propriocepção, provavelmente adquiridas durante o treinamento, para regular o movimento do próprio corpo, evitando assim, um gasto desnecessário de energia.

Segundo Patla (1998), as informações externas (presença de obstáculos e características do terreno) sobre o ambiente são utilizadas de forma antecipada (*Feed-forward*) para o planejamento da ultrapassagem de obstáculos. Os resultados deste estudo mostram que as crianças com baixa visão realizaram um planejamento antecipado, entretanto, necessitaram de um controle contínuo tanto durante a aproximação quanto durante a execução para ajustar os movimentos corporais em relação à demanda da tarefa. Isto foi observado pela contínua manutenção do contato visual com o obstáculo, durante a fase de aproximação e também durante a fase de ultrapassagem.

4 CONCLUSÕES

Os resultados indicam que, durante a ultrapassagem de um obstáculo, crianças com baixa visão necessitam realizar um ajustamento contínuo do controle motor, visto que as informações visuais adquiridas no momento da aproximação do obstáculo não bastam para um planejamento antecipado da tarefa motora.

Mesmo com pouco tempo de treinamento, o programa composto de atividades simples, geralmente presentes num ambiente rico em vivências corporais, mostrou-se eficiente e contribuiu para a realização da ultrapassagem do obstáculo, conforme observado na redução da elevação do joelho, e, conseqüentemente, para conscientização corporal das crianças.

Sendo assim, o trabalho educacional com crianças portadoras de baixa visão deve ressaltar a necessidade do enriquecimento proprioceptivo, para ampliar as fontes de informações sensoriais e propiciar mais segurança e independência na locomoção, principalmente nas aulas de Educação Física.

As crianças com baixa visão devem, portanto, ser submetidas a um programa especial de estimulação, a ser desenvolvido tanto na escola como no próprio ambiente familiar, que auxilie na ampliação do repertório de experiências corporais. Cumpre destacar que a característica central dessas experiências, segundo a proposta educativa da psicomotricidade, deve estar pautada na diversificação dos estímulos, de forma a apresentar para criança desafios cada vez mais complexos, que ela deve ser capaz de resolver de acordo com as suas habilidades, colocando em jogo as funções de ajustamento e organização perceptiva sugeridas por Le Boulch (1988) que correspondem aos dois processo complementares e concomitantes sugeridos por Piaget: assimilação e acomodação.

As contribuições advindas desse tipo de programa de estimulação não se restringem ao controle visual da locomoção, pois existe uma interação muito próxima entre visão e desenvolvimento, de forma que a aprendizagem psicomotora amplia consideravelmente as possibilidades da criança descobrir e, progressivamente, dominar um conjunto de habilidades relacionadas com seu próprio corpo, com os objetos e suas diferentes características, com as dimensões espaciais e temporais, como também, com a comunicação e socialização com o outro, seja ele adulto ou criança.

Estudos posteriores devem investir na discussão dos estímulos que possuem um papel chave para melhor adequação dos programas de educação precoce e de reabilitação para as crianças com baixa visão. A escola, ao ensinar a criança a se movimentar e a usar o resíduo visual, contribui para a formação de um sentimento de autoconfiança e para a melhoria de suas habilidades gerais, dando suporte para que adote uma postura comprometida com uma ação exploratória e, na medida do possível, independente que, a longo prazo, representa uma verdadeira conquista da cidadania e da inserção social.

Estudos sobre este assunto são de fundamental importância para um melhor entendimento do controle motor em portadores de deficiência visual, pois a locomoção segura e independente é um avanço importante na qualidade de vida dessas pessoas.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, A.C.T.; TABAQUIM, M.L.M.; LAMONICA, D.A.C. Avaliação das habilidades cognitivas, da comunicação e neuromotoras de crianças com risco de alterações do desenvolvimento. *Revista Brasileira Educação Especial*, Marília, v.11, n.2, p.185-200, 2005.
- AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (APA). *Manual de diagnóstico e estatística das perturbações mentais dsm IV*. 4. ed. American Psychiatric Publishing, INC. (APPI). 1996.
- CAVALCANTE, A.M.M. Educação visual: atuação na pré-escola. *Revista Benjamin Constant*, Rio de Janeiro, v.1, p. 11-26, 1995.
- CHAPMAN, G.J.; HOLLANDS, M.A. Age-related differences in stepping performance during step cycle-related removal of vision. *Experimental Brain Research*, Heidelberg, v. 174, p.613-621, 2006.
- CHOU, L.S.; DRAGANICH, L.F. Placing the trailing foot closer to an obstacle reduces flexion of hip, knee, and ankle to increase the risk of tripping. *Journal of Biomechanics*, Elmsford, v. 31, p. 685-691, 1998 a.
- _____. Increasing obstacle height and decreasing toe-obstacle distance affect the joint moments of the stance limb differently when stepping over an obstacle. *Gait and Posture*, Oxford, v. 8, p. 186-204, 1998 b.
- HUEARA, L.; SOUZA, C.M.L.; BATISTA, C.G. O faz-de-conta em crianças com deficiência visual: identificando habilidades. *Revista Brasileira Educação Especial*, Marília, v.12, n.3, p.351-368, 2006.
- LE BOULCH, J. *Educação psicomotora: psicocinética na idade escolar*. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1988.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO/SECRETARIA DE EDUCAÇÃO ESPECIAL. Programa de Capacitação de Recursos Humanos do Ensino Fundamental: deficiência visual. v. 1, Fascículos I – II – III / Marilda Moraes Garcia Bruno, Maria Glória Batista da Mota, colaboração: Instituto Benjamin Constant. Série Atualidades Pedagógicas; 6. Brasília, 2001.
- MOHAGUEGHI, A.A.; MORAES, R.; PATLA, A.E. The effects of distant and on-line visual information on the control of approach phase and step over an obstacle during locomotion. *Experimental Brain Research*, Heidelberg, v. 155, n.4, p. 459-468, 2003.
- PATLA, A.E. Understanding the roles of vision in the control of human locomotion. *Gait and Posture*, Oxford, v. 5, p. 54-69, 1997.
- _____. How is human gait controlled by vision? *Ecological Psychology*, New Jersey, v. 10, n.3-4, p. 287-302, 1998.
- PATLA, A.E.; GREIG, M. Any way you look at it, successful obstacle negotiation needs visually guided on-line foot placement regulation during the approach phase. *Neuroscience Letters*, San Diego, v. 397, p.110-114, 2006.
- PATLA, A.E. et al. Visual control of locomotion: strategies for changing direction and for going over obstacles. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, Washington, v. 17, n.3, p.603-634, 1991.
- PATLA, A.E. et al. Effects of age-related maculopathy on strategies for going over obstacles of different heights and contrast. *Gait and Posture*, Oxford, v. 3, n. 2, p.106, 1995.

SANTOS, L. C.; PASSOS, J. E. O. S.; REZENDE, A. L. G.

PATLA, A.E.; RIETDYJK, S. Visual control of limb trajectory over obstacles during locomotion: effect of obstacle height and width. *Gait and Posture*, Oxford, v. 1, p. 45-60, 1993.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE VISÃO SUBNORMAL. Base de dados. Disponível em: <<http://www.cbo.com.br/subnorma/conceito.htm>>. Acesso em: 19 de jul. 2007.

SOUZA, A. *Propriocepção*. Rio de Janeiro: Editora Médica e Científica Ltda, 2004.

Recebido em 04/05/2007

Reformulado em 23/07/2007

Aprovado em 30/09/2007