

DESENVOLVIMENTO DE "TIMING" ANTECIPATÓRIO EM CRIANÇAS

Oswaldo Luiz FERRAZ*

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo investigar a influência das variáveis idade e complexidade da resposta na aquisição de "timing" antecipatório em crianças. Participaram do estudo 28 crianças divididas em dois grupos de 14 cada: o grupo de oito anos de idade (G8) e o de doze anos de idade (G12). Foram realizados três experimentos. Nos dois primeiros, foi utilizado um aparelho especialmente construído para esta investigação que permitiu a execução de uma tarefa complexa. No experimento 3 foi utilizado o "Bassin Anticipation Timer" que possibilitou a execução de uma tarefa simples. No experimento 1, comparou-se os resultados dos dois grupos (erro absoluto) nas 6 tentativas executadas para se verificar os efeitos de desenvolvimento e os resultados mostraram superioridade do G12, o que sugere diferenças na capacidade de processamento de informações, evidenciando efeito de desenvolvimento. No experimento 2 foram executadas 30 tentativas divididas em duas fases de aprendizagem: aquisição (24 tentativas) e transferência (6 tentativas). Foram utilizadas como medida o erro absoluto, as proporções de tempos parciais e o coeficiente de variação. Foram encontradas diferenças nas estratégias de solução de problema, sugerindo a aquisição de uma estrutura de habilidade mais flexível para o G12, relacionada a maior disponibilidade no processamento de informações. No experimento 3, seis tentativas foram executadas e os seus resultados foram correlacionados aos resultados do experimento 1. A baixa correlação encontrada revelou que a complexidade da tarefa é um fator importante a ser considerado e que se faz necessário estudar respostas motoras mais complexas para que os resultados obtidos nos trabalhos de "timing" antecipatório possam ser generalizados e aplicados a situações reais de ensino-aprendizagem.

UNITERMOS: "Timing" antecipatório; Aprendizagem motora; Desenvolvimento motor.

INTRODUÇÃO

A sincronização de uma resposta motora com um evento sensorial constitui-se em um problema freqüentemente encontrado pelo ser humano, qualquer que seja a sua idade. A "performance" bem coordenada de um músico executando uma partitura ao piano, uma criança rebatendo uma bola, uma pessoa atravessando a rua com tráfego intenso ou um atleta passando a bola para seu companheiro que se desloca, em um jogo de basquetebol, depende da iniciação da seqüência de ações no momento correto e da realização dos movimentos com precisão temporal. Portanto, o tempo parece especificar estímulos ou respostas, sendo uma das principais características da "performance" perceptivo-motora (Bard et alii, 1990).

Esta capacidade para iniciar e completar um movimento que coincida com a chegada de um objeto ou estímulo em movimento, em um tempo e espaço pré-determinados, é denominada "timing"

* Escola de Educação Física da Universidade de São Paulo.

antecipatório (Magill, 1989; Stadulis, 1985). O pressuposto básico é o de que a capacidade em lidar cognitivamente com a relação espaço-tempo é necessária para uma resposta nestas situações.

Este tipo de capacidade tem sido muito estudado nestes últimos anos. Um dos primeiros trabalhos foi publicado por Poulton (1957), onde uma estrutura teórica distinguindo a antecipação em três situações distintas é apresentada: antecipação efetora, antecipação receptora e antecipação perceptiva. Na antecipação efetora, o executante deve prever o tempo de duração da execução de seu próprio movimento, para que sua resposta coincida com um evento externo. Já a antecipação receptora implica na presença do estímulo antes e durante a resposta, onde o executante deve avaliar a duração do evento externo.

A integração da antecipação efetora com a receptora é chamada de antecipação coincidente ou "timing" antecipatório. Neste caso, o executante deve ter a capacidade de estimar seu tempo de reação e programar sua resposta, fazendo-a coincidir com a chegada do estímulo. Por outro lado, no caso da ausência de estímulos antes que a resposta seja iniciada, o executante deve aprender o padrão de regularidade dos estímulos de forma a poder fazer previsões espaciais e temporais necessárias. Esta situação é denominada por Poulton (1957) de antecipação perceptiva. A precisão do desempenho numa tarefa de "timing" antecipatório tem sido avaliada pela diferença temporal entre a chegada do estímulo ou do objeto, em um ponto pré-determinado, e a resposta do sujeito.

As pesquisas têm demonstrado que as crianças são menos precisas e mais variáveis do que os adultos em suas "performances", nas tarefas de "timing" antecipatório (Bard et alii, 1981; Dorfman, 1977; Fleury & Bard, 1985; Haywood, 1977, 1980; Haywood et alii, 1981; Hoffman et alii, 1983; Thomas et alii, 1981; Wade, 1980; Wrisberg & Mead, 1983). Estes estudos investigaram as diferenças no processamento de informações exigido no desempenho deste tipo de tarefa perceptivo-motora, e os fatores que influenciam a "performance" e o desenvolvimento desta capacidade. As principais variáveis manipuladas experimentalmente na investigação destes fatores, foram: idade, sexo, tipo de prática, velocidade e duração do estímulo, previsibilidade do estímulo e complexidade da resposta.

Ainda que, por volta dos doze meses de idade, os bebês sejam capazes de interceptar um objeto, movendo-se lentamente, von Hofsten (1980) verificou que os componentes visuo-perceptivos do "timing" antecipatório, em tarefas de interceptar um objeto, são mais desenvolvidos do que os componentes motores, demonstrando que o maior problema é o do controle dos membros.

Segundo Bard et alii (1990), as mudanças no processamento de informações são as principais responsáveis pela melhora na "performance" em tarefas de "timing" antecipatório associadas ao desenvolvimento. Estas mudanças podem ocorrer nas estratégias e processos de controle (Chi, 1976; 1977) indicando uma modificação funcional, assim como no aumento do volume na memória de curto termo ou espaço mental, representando mudanças estruturais (Bard et alii, 1990). Para Thomas (1980), as mudanças ocorrem nos dois sistemas, já que é difícil avaliar modificações na estrutura ("hardware") e nas estratégias ("software") separadamente.

É também conhecido que as crianças são limitadas em termos de conteúdo na memória de longo termo (Bard et alii, 1990; Thomas 1980). Este conhecimento, afirmam os autores, difere em número e acessibilidade das combinações, sendo resultado de fatores tais como: dificuldade para reconhecer o estímulo, recuperação lenta de informações, inabilidade em recodificar a informação para transferi-la da memória de curto termo para a memória de longo termo.

Shea et alii (1982) demonstraram que os sujeitos mais jovens (5 anos de idade) de seu estudo foram capazes de processar um mínimo de informação necessária para a produção de uma resposta. Contudo, muitos expressaram frustração por não serem capazes de acelerar ou desacelerar seus movimentos durante a execução. Aparentemente, foi possível aos sujeitos estabelecer relações sobre o que deveriam fazer, mas não tinham tempo necessário para transladar efetivamente esta percepção dentro dos seus movimentos.

Poucos estudos têm investigado o efeito da complexidade da resposta e a maioria deles tem demonstrado que o aumento nesta complexidade leva a um decréscimo da "performance" (Bard et alii, 1981; Fleury & Bard, 1985; Grose, 1967; Haywood, 1977; Hoffman et alii, 1983; Magill, 1989).

O termo complexidade diferencia as respostas em termos de número de graus de liberdade que necessitam ser controlados quando uma resposta motora é executada. Por exemplo, a resposta de apertar um botão é considerada muito simples pois tem poucos graus de liberdade a serem controlados, enquanto que arremessar uma bola ao alvo é considerada complexa devido ao número elevado de segmentos do corpo envolvidos na execução da esposta.

Os estudos que investigaram essa variável utilizaram delineamentos de pesquisa nos quais o desempenho em tarefas simples como apertar um botão ou alavanca, foi comparado com o desempenho em uma tarefa complexa que consistiu-se do arremesso de uma bola em um alvo fixo ou móvel.

No caso da tarefa simples, a influência da antecipação efetora foi reduzida, induzindo, como conseqüência, a uma maior influência da antecipação receptora. Já na tarefa complexa, arremessar uma bola, houve alta demanda receptora, porém, com pouca possibilidade de controle motor via circuito fechado pois o executante estava impossibilitado de fazer correções durante o seu movimento com base na monitorização visual do estímulo em função da rapidez do movimento.

Por mais que os resultados desses estudos indiquem uma queda na "performance" quando do aumento da complexidade, o delineamento utilizado, voltado basicamente para o desempenho e a separação das demandas efetora e perceptiva da tarefa, dificulta a investigação da integração entre as fases motora e perceptiva, além de impossibilitar a análise da ação efetora com o objetivo de investigar as estratégias de organização temporal utilizadas.

Ao analisar um movimento complexo percebe-se que as demandas perceptiva e motora são altas e o desempenho nessas tarefas depende da integração desses dois componentes. Sendo assim, torna-se claro a necessidade de estudos que utilizem tarefas com demanda perceptiva e efetora integradas e deste modo possibilitem investigar a capacidade de "timing" antecipatório em uma tarefa complexa e compará-la com "performance" numa tarefa simples executada em um aparelho de laboratório. Além disso, são importantes tarefas motoras que possibilitem analisar não somente a execução, mas também as estratégias utilizadas pelos sujeitos na sua execução e a modificação destes dois aspectos em função do processo de aprendizagem.

O presente estudo optou por uma tarefa mais próxima possível dos movimentos da vida real cuja "performance" será também comparada com "performance" numa tarefa de laboratório. Em outras palavras, o que se pretendeu foi zelar pela validade ecológica do estudo.

Outro aspecto que se considerou importante foi a elaboração de uma tarefa que permitisse a investigação da integração dos sistemas perceptivo e motor. No que diz respeito à análise a ser utilizada, decidiu-se considerar não só o desempenho na solução do problema motor mas também a organização temporal do movimento, já que estas informações proporcionarão um entendimento mais adequado dos processos envolvidos na aquisição e desenvolvimento desta capacidade. Para atender a estas preocupações do estudo, um aparelho específico foi construído.

EXPERIMENTO 1

Procurou-se, neste experimento, verificar se há diferença na "performance" das crianças de 8 e 12 anos de idade em uma tarefa complexa de "timing" antecipatório.

Método

A pesquisa contou com 28 escolares da cidade de São Paulo, da faixa etária de 8 e 12 anos de idade, divididos em 2 grupos de 14, diferenciados pela faixa etária (G8 e G12).

O instrumento de pesquisa utilizado foi um aparelho construído especialmente para este estudo que propiciou uma tarefa de "timing" antecipatório com possibilidades de variar a velocidade do estímulo. O aparelho consistiu-se de uma canaleta de 5 metros de comprimento por onde rola uma bola, duas células fotoelétricas, uma célula mecânica e uma unidade central de controle.

A velocidade da bola pôde ser regulada em função da inclinação da canaleta. Nas duas extremidades desta canaleta foram colocadas células fotoelétricas que transmitiam um sinal assim que a bola passasse por aqueles pontos (ponto A = início da canaleta; ponto B = final da canaleta). Estes sinais foram convertidos em um intervalo de tempo, ou seja, o tempo que a bola demorou para percorrer a canaleta. Existiu também uma célula mecânica (ponto C) sincronizada com a célula fotoelétrica do início da canaleta (ponto A), colocada em um suporte localizado a 15 centímetros do final da canaleta, de modo a medir o intervalo de tempo entre a saída da bola, no início da canaleta, largada pelo sujeito e a chegada do sujeito ao final da canaleta (ponto C) para receber a bola. A diferença de tempo entre a trajetória percorrida pela bola na canaleta (percurso A-B) e o movimento realizado pelo sujeito (percurso A-C), compreendendo o soltar a bola, e em seguida correr até o final da canaleta (ponto C), foi calculada.

Para a filmagem da execução da tarefa, foi instalada uma câmera de videoteipe, modelo SHARP VL-L170-B CAMCORDER, à uma distância de 13,90 metros, perpendicularmente ao eixo longitudinal da canaleta. Foram instaladas duas fileiras de demarcações, com bastões de 1,5 metros de altura, a intervalos regulares de 1,25 metros, paralelamente ao eixo longitudinal da canaleta a uma distância de 0,40 metros, delimitando um corredor de 1,30 metros de largura por onde as crianças se deslocavam. Estas demarcações foram feitas para possibilitar a análise da variação da velocidade durante o percurso. Um cronômetro, com precisão de décimos de segundo foi editado na fita de vídeo para que se pudesse medir o instante em que o sujeito cruzava a linha imaginária ligando os dois bastões, em posição correspondente, em cada uma das fileiras.

A tarefa consistiu em soltar a bola no início da canaleta (ponto A) e em seguida correr para o final da canaleta (ponto C) para pegar a bola. O instante de chegada no final da canaleta deveria coincidir com a chegada da bola no ponto B. O trajeto percorrido pelo sujeito foi aquele demarcado pelos bastões.

Os sujeitos foram conduzidos individualmente ao local onde foi realizada a coleta de dados. O aparelho estava à sua frente e a central de controle a aproximadamente 4 metros. Após terem sido fornecidas as instruções os sujeitos iniciavam a tarefa. O intervalo inter-respostas foi de vinte segundos. Os tempos de cada tentativa em centésimos de segundo, correspondentes ao deslocamento da bola e da criança, foram anotados em uma ficha de coleta de dados. Cada criança executou seis tentativas.

Resultados

Foi utilizado, como medida de "performance", o erro absoluto que foi a diferença de tempo entre o instante em que a bola cruzou o final da canaleta (ponto B) e o instante de chegada da criança para pegar a bola (ponto C). Os resultados do teste t de Student indicaram diferença significativa entre a "performance" dos dois grupos a nível de 0,05 com $t = -2,437$.

A TABELA 1 mostra a freqüência dos erros no bloco 1 considerando-se a qualidade destes erros. Adotou-se este procedimento para esclarecer melhor a dimensão física dos erros absolutos. Por exemplo, foi considerado um grande erro quando a criança deixou a bola cair no chão por chegar muito atrasada, ou então muito adiantada esperando a bola no local pré-determinado. Foi considerado muito atrasado ou muito adiantado os erros com magnitudes acima de 0,50 segundos, pouco atrasado ou pouco adiantado a magnitude variando entre 0,26 à 0,50 segundos e acerto, o erro cuja magnitude variou entre 0,00 e 0,25 segundos.

Observando-se os resultados da TABELA 1 verifica-se que o G8 apresentou maior incidência de grandes erros, tanto para respostas adiantadas como para respostas atrasadas. Já o G12 possui maior incidência de pequenos erros nas respostas adiantadas e atrasadas. Além disso, o G12 tem a maior freqüência de respostas consideradas acertos.

Os resultados referentes as proporções de tempos parciais e a variação na estruturação temporal serão apresentados e discutidos junto ao experimento 2, visto que as seis tentativas executadas neste experimento constituem-se nas seis primeiras das trinta tentativas executadas no experimento 2.

TABELA 1 - Frequência absoluta dos acertos, pequenos erros e grandes erros para o bloco 1.

ERRO (s)	G12	G8
E < -0,51	0	9
-0,50 < E < -0,26	10	7
-0,25 < E < +0,25	38	23
+0,26 < E < +0,50	16	13
E > +0,51	20	32

Discussão

Analisando o comportamento dos dois grupos em relação ao erro absoluto, foi detectada diferença significativa entre eles. Estes resultados evidenciam que crianças de oito e de doze anos de idade mostram diferentes níveis de desenvolvimento no que se refere ao "timing" antecipatório. Estudos de Bard et alii (1981), Dorfman (1977), Dunham (1977), Fleury & Bard (1985) indicaram ser esta fase do desenvolvimento um período de intensas mudanças nesta capacidade.

A superioridade manifestada pelo G12 pode ser interpretada como sendo consequência das mudanças ocorridas no processamento de informações durante este período, decorrentes das diferenças nas estratégias para coletar informações e processos de controle das informações (Thomas, 1980). Evidências têm demonstrado que as crianças mais jovens são mais limitadas no conteúdo da memória de longo termo (Chi, 1976). Como as crianças do G12 possuíam, provavelmente, mais experiências de interação com os objetos em movimento, a sua capacidade de julgamento perceptivo, além da interação entre as funções receptora, central e efetora, influíram na sua "performance". Ao se analisar a qualidade do erro (TABELA 1) verifica-se que a frequência de bolas caídas no chão, devido a um atraso maior que 0,50 segundos, ou a incidência de crianças que chegaram adiantadamente com tempos maiores que 0,50 segundos, foi maior no G8. Estes resultados, especificamente os atrasos, podem ser interpretados no sentido das crianças menores estabelecerem uma relação de correspondência entre o tempo de percurso da bola e o tempo da sua corrida. Acontece que a distância percorrida pela criança foi maior que a distância percorrida pela bola. Sendo assim, como a relação entre os tempos, proposta no experimento, foi de inferência e não de correspondência, já que a velocidade da bola implicava em uma velocidade maior da criança, esta situação complexa de antecipação levou o G8 a piores desempenhos na "performance". As respostas muito adiantadas observadas no G8 serão analisadas mais especificamente na discussão do experimento 2.

EXPERIMENTO 2

Procurou-se, neste experimento, verificar se há diferença na aquisição de "timing" coincidente em crianças de 8 e 12 anos de idade.

Método

Os sujeitos, o aparelho, a tarefa motora e os procedimentos foram os mesmos do experimento 1.

O estudo compreendeu um delineamento em duas fases, uma de aquisição, e outra de transferência de aprendizagem. Na fase de aquisição, as crianças praticaram 24 tentativas, incluindo as seis tentativas relacionadas ao experimento 1 e na fase de transferência 6 tentativas. A velocidade da bola foi maior na fase de transferência, tornando a tarefa nova para elas.

O número de tentativas e a velocidade, nas fases de aquisição e transferência, além das instruções dadas as crianças foram testadas num estudo piloto para verificar a sua adequação. O tempo de percurso da bola na canaleta foi em média de 5,0 segundos para a fase de aquisição e de 4,1 segundos na fase de transferência.

Resultados

A análise dos dados foi feita organizando-os por blocos de tentativas, de forma que as trinta tentativas executadas foram divididas em cinco blocos de seis tentativas cada. O primeiro bloco, correspondente ao experimento 1, analisado inicialmente de forma isolada, foi incorporado à análise para formar um conjunto de quatro blocos de tentativas (fase de aquisição). Finalmente, analisou-se o quinto bloco separadamente (fase de transferência) e em seguida ele foi relacionado com o quarto bloco de tentativas.

As figuras apresentadas neste estudo mostram, respectivamente, os níveis de desempenho, a variabilidade na organização temporal e as proporções dos tempos parciais, com o objetivo de facilitar uma visão mais detalhada e precisa das mudanças ocorridas durante todo o processo.

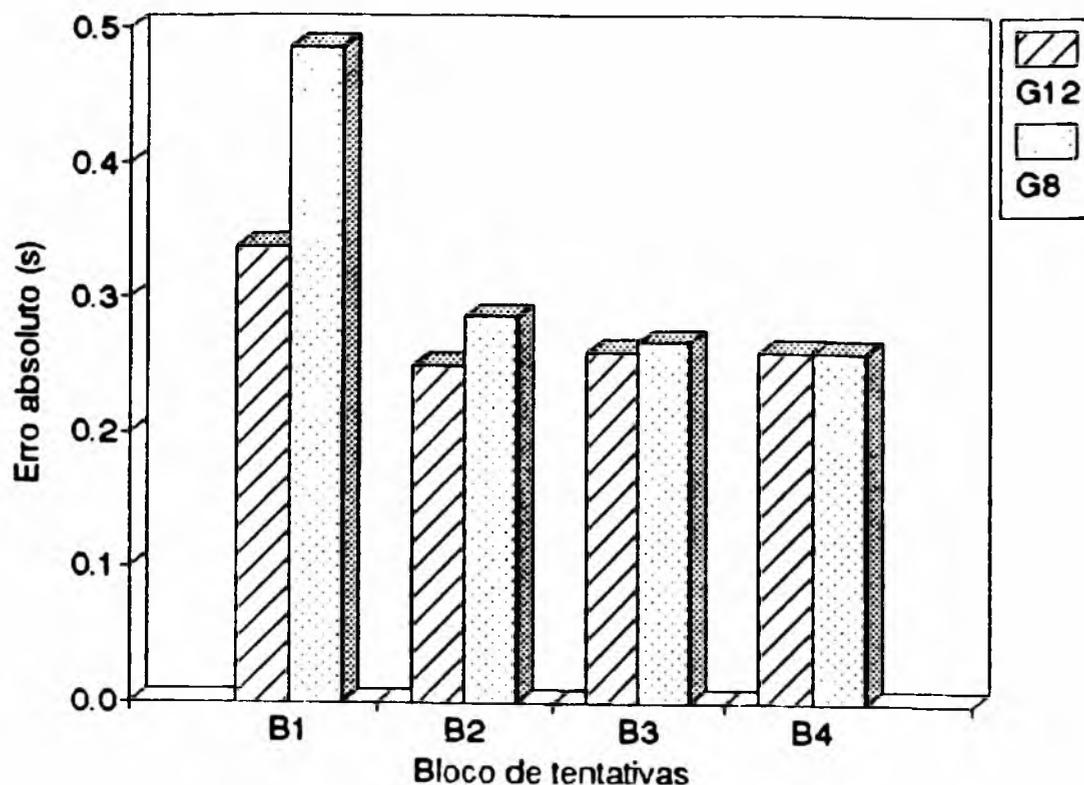


FIGURA 1 - Médias do erro absoluto (s) na fase de aquisição (blocos 1, 2, 3 e 4) dos grupos G12 e G8.

Fase de aquisição
Erro absoluto (EA)

Observando-se as curvas de "performance" mostradas na FIGURA 1, nota-se que os grupos apresentaram um EA maior no primeiro bloco quando comparados com os três blocos seguintes, onde seu desempenho se manteve relativamente estável. Observa-se ainda a tendência do grupo G12 apresentar um desempenho melhor que o G8 no primeiro bloco, mas esta desaparece gradativamente nos blocos seguintes. Esses resultados indicam, a princípio, que houve efeito de aprendizagem nos dois grupos, no sentido de que há uma diminuição gradativa dos erros até a estabilização da "performance".

Com base nestes dados foi conduzida uma análise de variância 2x4 (grupos x blocos) com medidas repetidas no 2o. fator, para comparar o desempenho dos dois grupos durante a fase de aquisição. Os resultados desta análise demonstraram não haver diferença significativa entre os grupos, $F(1,26)=1,78$, a nível de 0,05. Isto evidenciou que os dois grupos tiveram comportamentos semelhantes nesta fase de aquisição. No entanto, na comparação entre os blocos houve diferença significativa $F(3,78)=23,38$, $p < 0,05$, o mesmo acontecendo com a interação entre grupos e blocos $F(3,78)=4,86$, $p < 0,05$.

Os contrastes entre blocos foram feitos através do teste de Tukey, que detectou diferenças significantes entre o bloco 1 e o restante dos blocos, evidenciando uma rápida estabilização da "performance" e conseqüente ocorrência da aprendizagem.

Coefficiente de variação

Observando-se as curvas de "performance" na FIGURA 2, nota-se, para ambos os grupos,

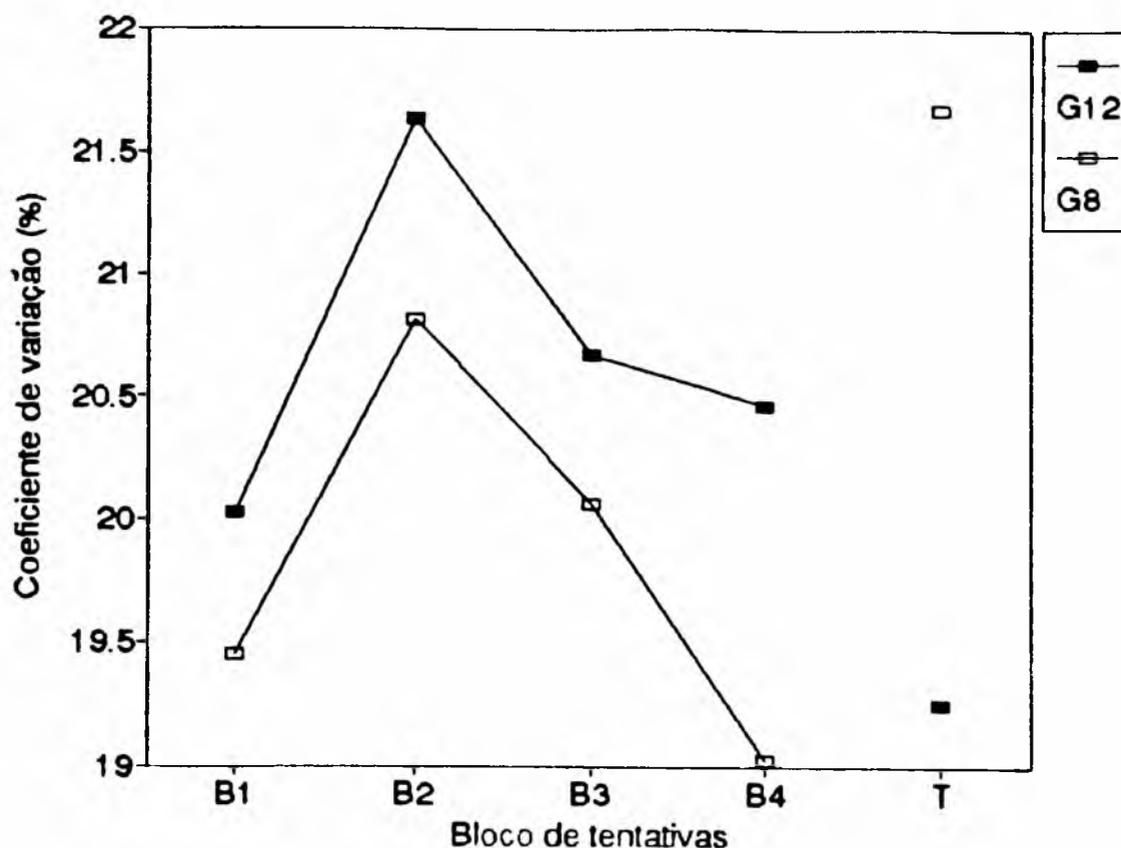


FIGURA 2 Curvas referentes às médias dos coeficientes de variação (%) nas fases de aquisição (blocos 1, 2, 3 e 4) e transferência (bloco 5) dos grupos G12 e G8.

um aumento da média do coeficiente de variação do primeiro para o segundo bloco de tentativas e um decréscimo nos blocos seguintes. O decréscimo apresentado entre os blocos 3 e 4 foi particularmente acentuado para o G8, não o sendo na mesma intensidade para o G12.

Com base nestes dados foi conduzida uma análise de variância para comparar o desempenho dos dois grupos durante a fase de aquisição. Os resultados não evidenciaram diferença significativa entre os grupos, $F(1,26)=0,14$, entre os blocos, $F(3,78)=0,79$ e na interação entre grupos e blocos, $F(3,78)=0,06$, a nível de 0,05.

Proporções dos tempos parciais nos blocos de tentativas 1 e 4 ;

Adotou-se este procedimento para se comparar o comportamento dos grupos no início e no final da aprendizagem.

a) Bloco 1

Como foi anteriormente explicado, as proporções dos tempos parciais são medidas importantes para se analisar a organização temporal na execução da tarefa.

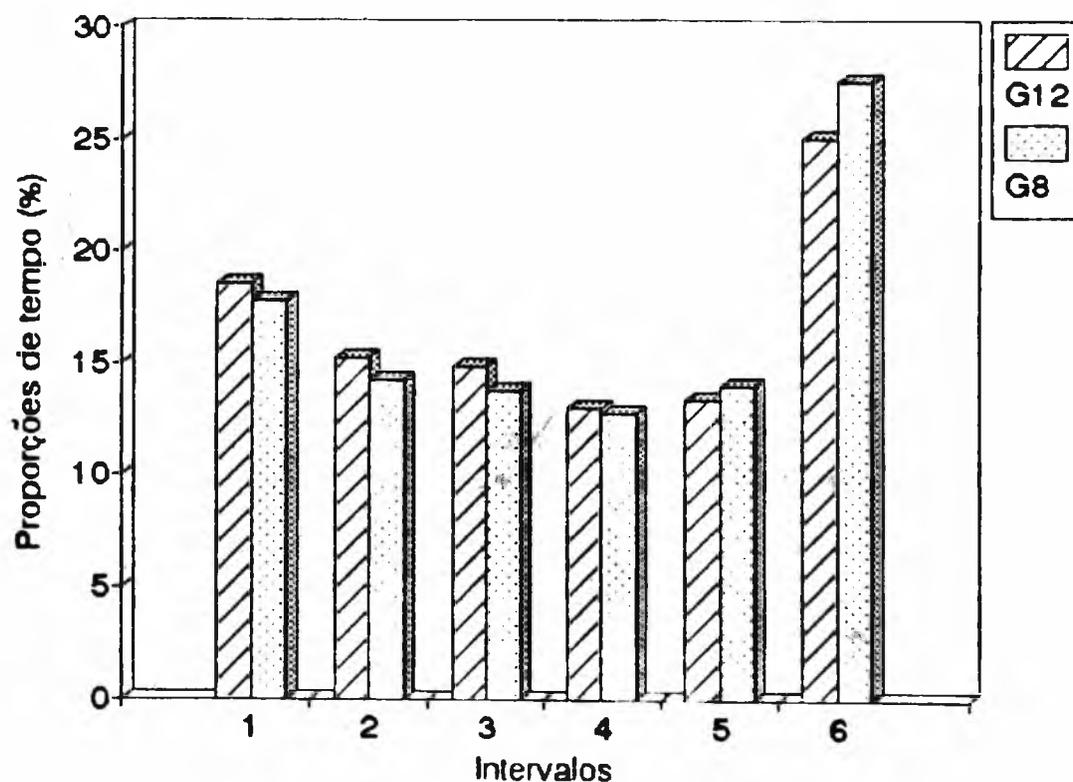


FIGURA 3 - Médias das proporções dos tempos parciais (%) no bloco 1 (fase de aquisição) dos grupos G12 e G8.

Conforme mostra a FIGURA 3, pode-se observar uma ligeira tendência à diminuição do tempo utilizado, do primeiro ao quarto intervalo, e um pequeno aumento do quarto para o quinto intervalo em ambos os grupos. No sexto intervalo, observa-se acentuada tendência de superioridade em relação aos demais. Esta organização temporal, apesar da distância correspondente ao intervalo 6 ser maior que as anteriores, sugere que o "ajuste fino" ocorreu no sexto intervalo para os dois grupos.

Os resultados do teste t de Student não mostraram diferença significativa ($p < 0,05$) em nenhum dos seis intervalos com $t = 1,097; 1,127; 1,791; 0,531; -1,067$ e $-1,133$ respectivamente. Esses resultados indicam que, em termos gerais, os dois grupos tiveram uma mesma organização temporal vista a partir dos tempos parciais. Contudo, a análise mais detalhada das tendências apresentadas na FIGURA 3 demonstra que o G8 correu com proporções de tempo menores nos quatro primeiros intervalos, invertendo-se esta tendência nos intervalos cinco e seis.

b) Bloco 4

Através das tendências observadas na FIGURA 4, verifica-se que o G8 utilizou proporções de tempos parciais menores que o G12 nos cinco primeiros intervalos. No intervalo 6 esta proporção se inverte, como ocorreu no bloco 1.

Não se detectou diferença significativa a nível de 0,05 nos intervalos 1 ($t=1,951$), 2 ($t=1,824$), 4 ($t=0,696$) e 5 ($t=0,048$). Entretanto foi encontrada diferença significativa no intervalo 3 ($t=2,121$) e no intervalo 6 ($t=-2,374$).

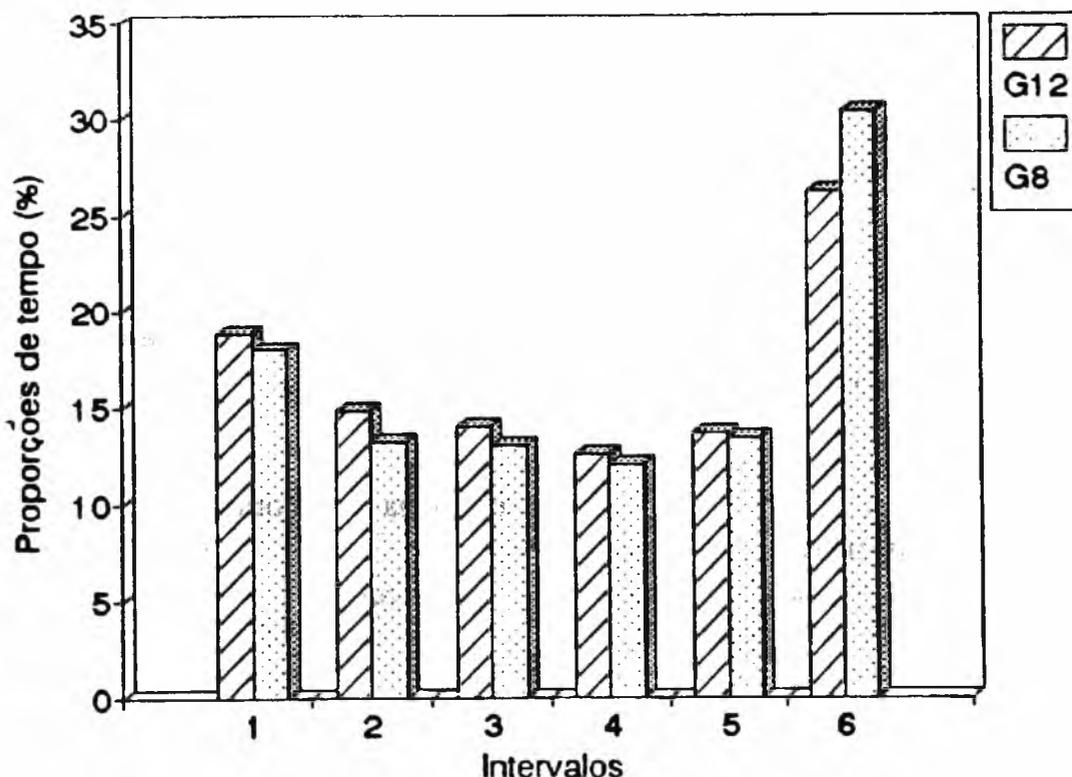


FIGURA 4 - Médias das proporções dos tempos parciais (%) no bloco 4 (fase de aquisição) dos grupos G12 e G8.

Fase de transferência
Erro absoluto

A FIGURA 5 mostra o desempenho dos dois grupos na tarefa de transferência em que uma ligeira superioridade do G8 em relação ao G12 pode ser observada.

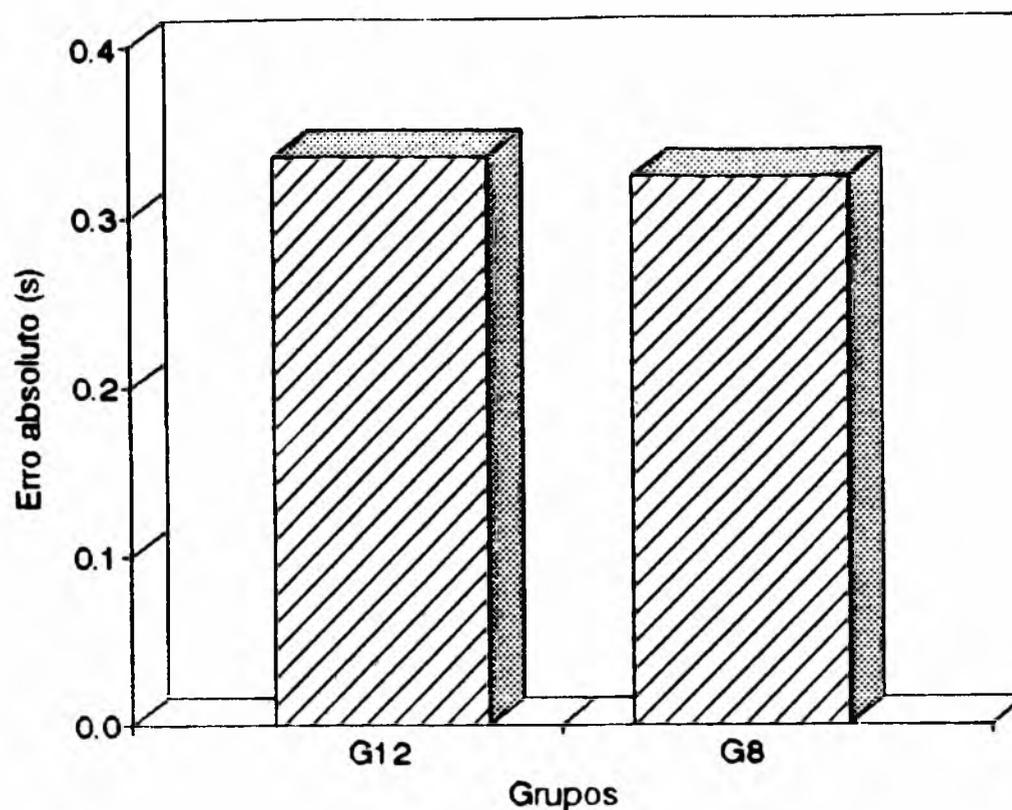


FIGURA 5 - Médias do erro absoluto (s) na fase de transferência (bloco 5) dos grupos G12 e G8.

Com base nestes dados foi conduzido o teste t para se comparar o comportamento dos dois grupos. Os resultados demonstraram não haver diferença significativa ($p > 0,05$) com $t=0,210$, indicando níveis de desempenho semelhantes.

Coefficiente de variação

Observando-se a FIGURA 2, pode-se notar a variabilidade na organização temporal dos dois grupos. Os resultados mostraram uma maior variabilidade do G8 quando comparado com o G12. Os resultados do teste t ($p > 0,05$) demonstraram não haver diferença significativa com $t=-0,988$.

Com o objetivo de se verificar com maior detalhe o processo de adaptação à nova tarefa motora, foi aplicado para cada grupo, o teste t pareado nos resultados dos coeficientes de variação do quarto e quinto blocos de tentativas. Os resultados demonstraram não haver diferença significativa a nível

de 0,05 para o G12 ($t=1,048$, $GL=13$), indicando que a estrutura da habilidade não sofreu grandes alterações e portanto evidenciando uma aprendizagem consistente. No entanto, para o G8 foi verificada uma tendência, embora a nível de 0,10, sugerindo alterações na estrutura da habilidade ($t=-1,958$, $GL=13$), o que mostra uma aprendizagem ainda não consolidada.

Proporções dos tempos parciais

Através das tendências observadas na FIGURA 6, assim como na fase de aquisição, verifica-se que o G8 utilizou proporções de tempos parciais menores que o G12 nos quatro primeiros intervalos, invertendo esta tendência no quinto e sexto intervalos.

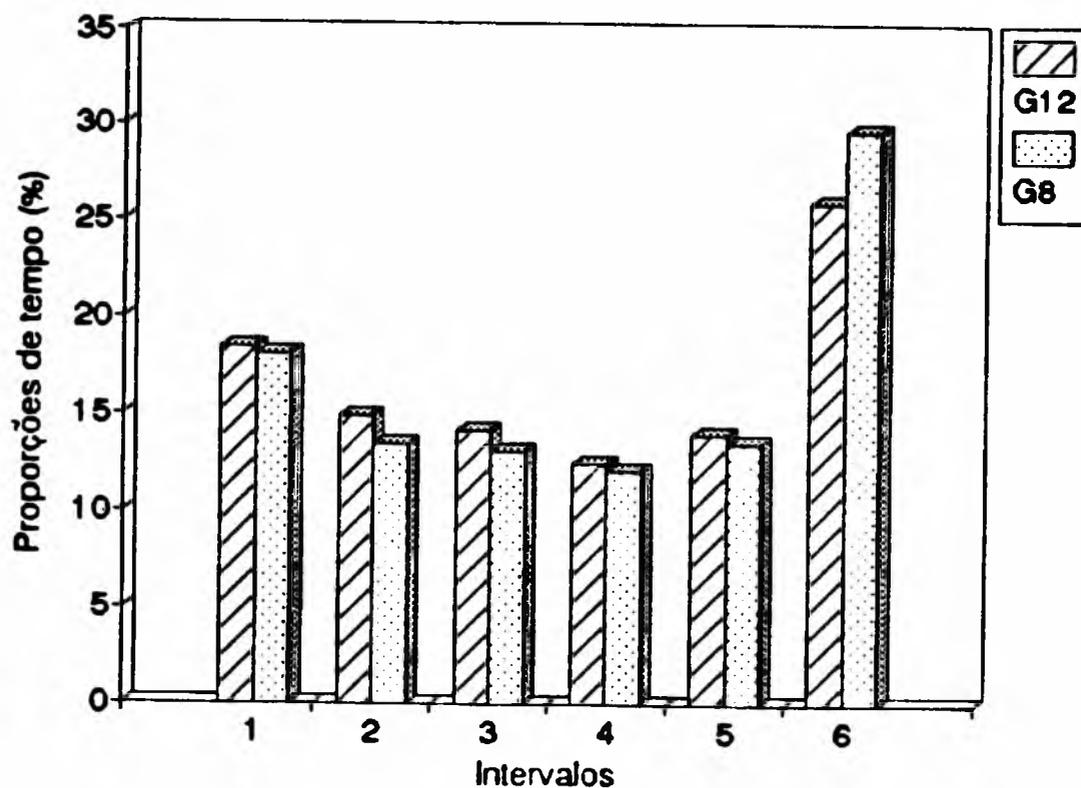


FIGURA 6 - Médias das proporções dos tempos parciais (%) na fase de transferência (bloco 5) dos grupos G12 e G8.

Os resultados mostraram que não houve diferença significativa a nível de 0,05 nos intervalos 1 ($t=0,899$), 3 ($T=1,606$), 4 ($t=1,709$) e 5 ($t=1,288$), mas mostraram diferença significativa no intervalo 2 ($t=2,348$) e no intervalo 6 ($t=-2,299$), evidenciando resultados semelhantes aos observados na fase de aquisição.

Discussão

De grande significado para esta pesquisa é a análise conjunta do desenvolvimento e aprendizagem do "timing" antecipatório. O primeiro está relacionado à análise da "performance" no momento que a criança se defronta com uma nova tarefa (experimento 1). A segunda é a aprendizagem propriamente dita (experimento 2), onde ocorre a melhoria da "performance", a sua estabilização e a manutenção desta aprendizagem analisada a partir do teste de transferência.

Na análise destes fatores podem ser considerados o produto e o processo da resposta motora. Para o presente estudo, no caso do produto, foi analisado o desempenho, medido através do erro de "performance" (diferença entre o pretendido e o executado) que possibilitou a verificação da eficiência na solução do problema motor. No caso do processo, foram utilizadas as medidas de proporção dos tempos parciais e os coeficientes de variação para se verificar, respectivamente, as estratégias na organização temporal e a variabilidade destas estratégias. Sendo assim os resultados serão discutidos nesta seqüência.

Analisando-se o processo correspondente à fase de aquisição, a organização temporal dos dois grupos (proporções dos tempos parciais) demonstrou diferenças na estratégia utilizada. A tendência observada na distribuição dos tempos parciais indicou que o G8 respondeu, até o quarto intervalo, adiantando sua corrida em relação à trajetória da bola, já o G12 demonstrou responder mais atrasadamente. Estes resultados estão de acordo com os trabalhos de Randt (1985), Wade (1980) e Williams (1983) que demonstraram a característica das crianças mais novas em responder rapidamente e precipitadamente ao movimento dos objetos. No presente estudo, as crianças mais velhas demonstraram maior suavidade no ajuste fino efetuado a partir do quinto intervalo. Além disso, a incidência de respostas adiantadas, com erros maiores que 0,50 segundos foi maior para o G8 (TABELA 1).

A comparação das médias dos coeficientes de variação dos dois grupos indicou que o G12 variou mais a organização temporal que o G8. Esta tendência será posteriormente analisada mais especificamente pois ela se repete durante toda a fase de aquisição.

Quando os resultados referentes a fase de aquisição foram analisados, verificou-se que não houve diferença significativa entre os grupos no que diz respeito ao desempenho (EA), indicando que os dois grupos apresentaram o mesmo padrão de eficiência. Contudo, ao se observar a tendência apresentada com relação aos coeficientes de variação, onde o G12 demonstrou maior variabilidade que o G8, verificou-se que o G12 utilizou estratégias mais flexíveis durante o processo de aquisição. Esta interpretação é inferida a partir da variação nas proporções de tempos parciais com melhoria da "performance", o que sugere que as variações foram intencionalmente testadas.

A análise dos coeficientes de variação, por blocos de tentativas, revelou que ambos os grupos aumentaram consideravelmente a variabilidade das estratégias no segundo bloco de tentativas, indicando a busca de uma estratégia mais eficiente. No terceiro bloco, houve uma diminuição acentuada do coeficiente de variação demonstrando que os dois grupos encontraram estratégias mais eficientes. Entretanto, do terceiro para o quarto bloco de tentativas, o G12 manteve um nível semelhante de variação, possivelmente mostrando maior disponibilidade no processamento de informações ao explorar as diferentes formas de organizar temporalmente a resposta; enquanto que o G8 diminuiu acentuadamente a variação das estratégias, optando pela consistência das mesmas. Estes resultados podem ser interpretados como conseqüência da maior disponibilidade do G12 que, ao ser mais eficiente na identificação das características espaço-temporais do estímulo e na especificação do plano motor, teve a possibilidade de variar suas estratégias na organização temporal da resposta. Este fato teve implicações importantes na fase de transferência.

Na fase de transferência, quando um problema novo foi apresentado, o G8 aumentou drasticamente a sua variabilidade, enquanto que o G12 a reduziu. Para se adaptar às novas situações através das habilidades já adquiridas, é preciso modificar as estruturas das mesmas, por isso a análise da fase de transferência precisa ser relacionada com a fase de aquisição.

Segundo Tani (1992a), quando um excesso de ênfase é dado à diminuição da variabilidade na fase de aquisição, há conseqüentemente uma perda de flexibilidade na estrutura da habilidade. Uma possível interpretação dos resultados pode ser a seguinte: o G12 demonstrou maior disponibilidade de processamento de informações ao explorar as diferentes formas de organizar temporalmente a sua resposta; além disso, o G12 trabalhou dentro de um nível adequado de variabilidade na fase de aprendizagem, o que permitiu uma pequena modificação da estrutura na fase de transferência. Em oposição o G8, ao reduzir acentuadamente a variabilidade no quarto bloco de tentativas, perdeu a flexibilidade necessária para se adaptar a uma nova situação, obrigando-o a buscar novas estratégias na tarefa de transferência, caracterizado pelo aumento acentuado da variabilidade das estratégias. Isto pode ser interpretado no sentido de que embora o G8 tenha adquirido uma estrutura de habilidade eficiente para a tarefa proposta, esta possuía características mais rígidas, visto que ao ser introduzida uma nova tarefa, a adaptação foi dificultada. Por outro lado, para o G12, embora a nível de desempenho, os resultados sejam ligeiramente inferiores, a adaptação aconteceu de forma mais suave. Além disso, o bom desempenho do G8 quando comparado ao G12, pode ter sido facilitado pela característica das crianças mais jovens em responder adiantadamente ao movimento dos objetos. Como na fase de aquisição elas adquiriram um padrão de responder adiantadamente, o aumento da velocidade da bola na fase de transferência pode ter facilitado o seu desempenho. Esta colocação poderá ser melhor testada, em estudos futuros, utilizando-se também uma velocidade mais baixa na fase de transferência. Alguma evidência empírica tem sido produzida no sentido de que o desempenho, em tarefas de "timing" antecipatório com velocidades altas, é semelhante para a faixa etária do presente estudo (Fleury & Bard, 1985; Shea et alii, 1982).

EXPERIMENTO 3

Procurou-se, neste experimento, verificar se há correlação nas performances de "timing" antecipatório em tarefa simples e complexa.

Método

Os sujeitos que participaram deste experimento foram os mesmos do experimento 1.

O instrumento utilizado nesta pesquisa foi o "Bassin Anticipation Timer", construído pela Lafayette Instruments, que tem sido tradicionalmente utilizado neste tipo de pesquisa, pois propicia uma tarefa de "timing" antecipatório onde é possível variar o tempo de apresentação do estímulo através de diferentes velocidades de deslocamento.

O aparelho consiste de uma canaleta com trinta e dois (32) "leds" (*light emitting diode*) posicionados linearmente, um botão de resposta e uma unidade central de controle.

Para responder à prévia programação do tempo de acendimento das luzes em sucessão, o sujeito pressiona o botão-alvo em coincidência com a chegada do estímulo, criado pelo acendimento sucessivo dos "leds", no "led" critério. A diferença de tempo, entre o aperto do botão-alvo e o acendimento do "led" critério, é calculada pela central de controle e apresentada no mostrador.

Os sujeitos foram conduzidos individualmente à sala de coleta de dados e sentaram em uma banqueta que foi ajustada de acordo com sua estatura. O trilho com "leds" e o botão de resposta estavam à sua frente e o controle central a aproximadamente 3 metros. O intervalo inter-respostas foi de dez segundos e foi indicado com um sinal dado pelo experimentador.

As crianças executaram 6 tentativas, com velocidade constante de 268 centímetros por segundo sem conhecimento de resultados.

A diferença entre o tempo de aperto do botão-alvo e o acendimento do "led" critério foi registrado logo após o término de cada tentativa em uma ficha de coleta de dados.

Resultados

A FIGURA 7 mostra o desempenho dos dois grupos em termos de erro absoluto na qual se observa superioridade do G12 com relação ao G8.

O teste t de Student foi aplicado nas médias das seis primeiras tentativas para se verificar a diferença na "performance" dos dois grupos. Os resultados mostraram não haver diferença significativa com $t = -1,342$, a nível de 0,05.

O teste de correlação de Pearson foi aplicado entre as médias das seis primeiras tentativas do G12 no experimento 1 e no experimento 3, o mesmo sendo feito para o G8. Os resultados encontrados foram $r = -0,069$, $p = 0,815$ para o G12 e $r = -0,127$, $p = 0,666$ para o G8, indicando uma baixa correlação entre o desempenho na tarefa 1 e o desempenho na tarefa 3.

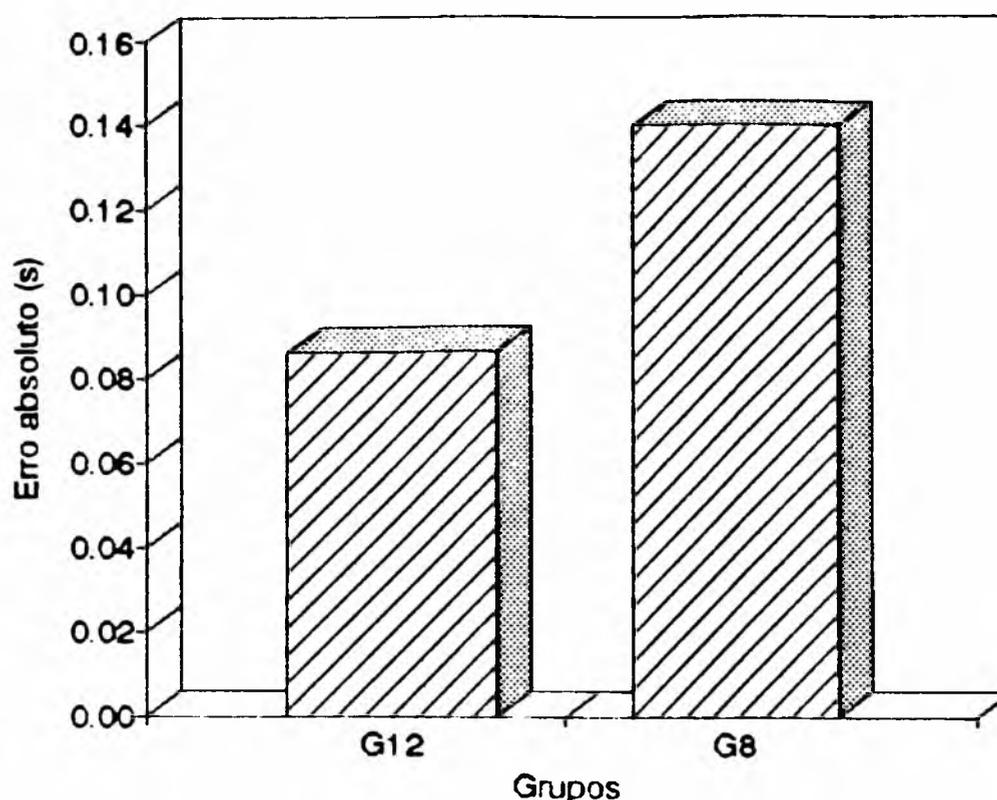


FIGURA 7 - Médias do erro absoluto (s) dos grupos G12 e G8 no experimento 3.

Discussão

Um aspecto considerado importante na investigação do desenvolvimento da capacidade de "timing" antecipatório é a análise do tipo de tarefa. O reconhecimento da necessidade de se estudar

respostas motoras mais complexas, semelhantes às aquelas realizadas em diversas situações pelo ser humano no seu dia a dia, tem sido expresso (Christina, 1989; Tani, 1992b), apontando uma orientação necessária para as pesquisas em aprendizagem motora. A investigação nessa perspectiva é fundamental para que se possa fazer uma estimativa de quanto os resultados obtidos com tarefas em condições de laboratório, podem ser generalizados para tarefas complexas que o ser humano enfrenta na vida real.

Neste sentido, a correlação baixa encontrada na comparação entre os resultados do experimento 1, onde se requer demanda perceptiva e efetora, e do experimento 3, em que a demanda perceptiva é maior com baixa demanda efetora, indicou que a complexidade da tarefa, através da integração das demandas perceptiva e efetora, é um fator importante a ser considerado nos estudos sobre "timing" antecipatório. A tarefa de apertar um botão leva, com sua simplicidade, a uma máxima redução do componente motor. Ela possibilita investigar a capacidade do sujeito em predizer o instante em que o objeto alcança o local desejado, contudo não exige do sujeito a predição da duração temporal de seu movimento. Além disso, uma tarefa complexa parece determinar uma carga atencional diferente, com mais informações a serem processadas. Portanto, a integração das fases perceptiva e efetora resulta no aumento da complexidade e conduz a maiores dificuldades na produção da resposta. Sendo assim, o controle rigoroso de variáveis que normalmente caracteriza os estudos em situação de laboratório pode levar a resultados de pesquisa com pouca relação com os movimentos encontrados no dia a dia do ser humano. Este aspecto assume grande importância prática na aplicação dos conhecimentos pelo profissional de Educação Física.

CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Conforme mostraram os resultados dos dois primeiros experimentos, foram obtidas evidências de que o nível de desenvolvimento é um fator importante na capacidade de "timing" antecipatório e que modificações significativas ocorrem nesta fase do desenvolvimento dos 8 anos aos 12 anos de idade. Todavia, em função de terem sido utilizadas apenas crianças de duas faixas etárias no presente estudo, não foi possível precisar em que momento ocorrem as grandes modificações. Neste sentido, há a necessidade de se investigar crianças de outras faixas etárias para tornar este tipo de estudo transversal mais consistente, embora se reconheça que estudos longitudinais são capazes de oferecer dados que melhor refletem o processo de desenvolvimento.

Em termos de estratégia, o fato do G12 ter feito os ajustes no sexto intervalo (último), pode indicar que até o quinto o controle motor tenha sido feito via pré-programação ou "feedforward" (circuito aberto). O emprego deste tipo de controle é normalmente interpretado como uma qualidade de movimento observável nas fases avançadas de aprendizagem. Em outras palavras, não houve necessidade de monitorar passo a passo a execução do movimento via "feedback" negativo, tornando o sistema disponível para preocupar-se com aspectos importantes da "performance". Provavelmente, esta disponibilidade de processamento tenha permitido que as crianças do G12 experimentassem diferentes variações de estratégias, enriquecendo o seu repertório motor em termos de complexidade e diversidade. Todavia, se diferentes formas de controle motor podem ser utilizadas como parâmetros para caracterizar estágios de desenvolvimento é ainda um assunto que necessita de maiores estudos.

O fato das crianças mais novas responderem rapidamente e precipitadamente ao movimento dos objetos possui implicações importantes no processo ensino-aprendizagem em Educação Física, no sentido de que esta característica do desenvolvimento necessita ser considerada na estruturação da tarefa, escolha de método de ensino e também na avaliação da aprendizagem. Importante aqui lembrar que o "timing" antecipatório não está relacionado com o responder mais rapidamente possível, mas sim responder no momento adequado. Conrad, já em 1955, definia "timing" como o processo de criar condições temporais ótimas para a resposta. Estimular crianças a simplesmente responderem rapidamente pode significar um convite para "performances" mal sucedidas neste tipo de tarefas motoras.

Além disso, estudos com delineamentos mais complexos que permitam este tipo de investigação onde não só o desempenho seja considerado, mas também os meios de solução dos problemas motores apresentados, demonstrou ser uma orientação necessária para os estudos de "timing" antecipatório.

No que diz respeito as tarefas utilizadas na maioria dos experimentos de "timing" antecipatório, a conclusão é de que há necessidade de cuidados na generalização dos resultados dessas pesquisas para as situações freqüentemente encontradas na Educação Física, já que a simplificação excessiva da tarefa, apesar de facilitar o controle das variáveis, pode comprometer a validade ecológica dos resultados. Daí a importância de delineamentos experimentais que utilizem tarefas mais complexas, próximas das situações observadas no contexto da Educação Física.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF ANTICIPATORY TIMING IN CHILDREN

The purpose of the present study was to investigate the influence of age and task complexity on anticipatory timing acquisition in children. Twenty eight school-children distributed in two groups participated in this study. The children of the first group were eight years old (G8) and the children of the second were twelve years old (G12). Three experiments were carried out. In the first two, it was used an instrument specially constructed for this research, which allowed the execution of a complex anticipatory timing task. In the experiment 3, the Bassin Anticipation Timer, that enables the execution of a simple task was used. In the experiment 1 the results of both groups in the six trials performed to verify developmental effects were compared and the results showed a significant statistic superiority of G12, suggesting differences in the information processing capacity and making clear the effect of development. In the experiment 2, thirty trials were performed divided in two learning phases: acquisition (24 trials) and transfer (6 trials). It was used as measure the absolute error, the parcial time proportions and the coeficient of variability and differences in the problem solving strategies were found, suggesting that the G12 acquired more flexible skill structure related with a greater information processing disponibility. In the experiment 3, six trials were performed and its results were correlated to the results of experiment 1. As a result a low correlation was found showing that task complexity is an important factor to be considered and pointed out the necessity of investigating more complex motor responses to make possible generalization and application of the results of anticipatory timing studies to real teaching-learning situations.

UNITERMS: Anticipation timing; Motor learning; Motor development.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARD, C. et alii. Components of the coincidence-anticipation behavior of children aged 6 to 11 years. *Perceptual and Motor Skills*, v.52, p.547-56, 1981.
- BARD, C., et alii. Coincidence-anticipation timing: an age-related perspective. In: BARD, C. et alii, eds. *Development of eye-hand coordination across the life span*. Columbia, University of South Carolina, 1990. Cap.11, p.283-305.
- CHI, M. Age differences in memory span. *Journal of Experimental Child Psychology*, v.23, p.266-81, 1977.
- _____. Short-term memory limitations in children: capacity or processing deficts? *Memory and Cognition*, v.4, p.559-72, 1976.

- CHRISTINA, R.W. Whatever happened to applied research in motor learning? In: SKINNER, J.S. et alii, eds. **Future directions in exercise and sport science research**. Champaign, IL., Human Kinetics, 1989.
- CONRAD, R. Timing. **Occupational Psychology**, n.29, p.173-81, 1955.
- DORFMAN, P.W. Timing and anticipation: a developmental perspective. **Journal of Motor Behavior**, v.9, p.67-80, 1977.
- DUNHAM, P. Age, sex, speed and practice in coincidente-anticipation performance of children. **Perceptual and Motor Skills**, v.45, p.187-93, 1977.
- FLEURY, M.; BARD, C. Age, stimulus velocity and task complexity as determiners of coincident timing behavior. **Journal of Human Movement Studies**, v.11, p.305-17, 1985.
- GROSE, E.J. Timing control and finger, arm, and whole body movements. **Research Quarterly**, v.38, p.10-21, 1967.
- HAYWOOD, K.M. Coincidence-anticipation accuracy across the life span. **Experimental Aging Research**, v.6, p.451-62, 1980.
- _____. Eye movements during coincidence-anticipation performance. **Journal of Motor Behavior**, v.9, p.313-18, 1977.
- HAYWOOD, K.M. et alii. Contextual factors and age group differences in coincidence-anticipation performance. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.52, p.458-64, 1981.
- HOFFMAN, J. S. et alii. Accuracy and prediction in throwing: a taxonomic analysis of children performance. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.54, p.33-40, 1983.
- HOFSTEN, C. von. Predictive reaching to moving objects by human infants. **Journal of Experimental Child Psychology**, v.30, p.369-82, 1980.
- MAGILL, R.A. **Motor learning: concepts and applications**. 3.ed. Dubuque, Iowa, Wm. C. Brown, 1989.
- POULTON, E.C. On prediction in skilled movements. **Psychological Bulletin**, v.54, p.467-68, 1957.
- RANDT, R.D. Ball-catching proficiency among 4, 6 and 8 years old girls. In: CLARK, J.E.; HUMPHREY, J.H. **Motor development - current selected research**. Princeton, Princeton Book, 1985.
- SHEA, C.H. et alii. Information processing in coincident timing tasks: a developmental perspective. **Journal of Human Movement Studies**, v.8, p.73-83, 1982.
- STADULIS, R.E. Coincidence-anticipation behavior of children. In: CLARK, J.E.; HUMPHREY, J.H., org. **Motor development - current selected research**. Princeton, Princeton Book, 1985.
- TANI, G. Variabilidade de resposta e processo adaptativo em aprendizagem motora. **Revista Paulista de Educação Física**, v.6, n.1, p.16-25, 1992a.
- _____. Contribuições da aprendizagem motora à educação física: uma análise crítica. **Revista Paulista de Educação Física**, v.6, n.2, p.65-72, 1992b.
- THOMAS, J.R. Acquisition of motor skills: information processing differences between children and adults. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.51, p.158-73, 1980.
- THOMAS, J.R. et alii. Reaction time and anticipation time effects of development. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.52, p.359-67, 1981.
- WADE, M.G. Coincidence-anticipation of young normal and handicapped children. **Journal of Motor Behavior**, v.12, p.103-12, 1980.
- WILLIAMS, H.G. **Perceptual and Motor Development**. New York, Prentice-Hall, 1983.
- WRISBERG, C.A.; MEAD, B.J. Developing coincident timing skill in children: a comparison of training methods. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.54, p.67-74, 1983.

Recebido para publicação em: 05/03/93

ENDEREÇO: Osvaldo Luiz Ferraz
Av. Prof. Mello Moraes, 65
05508-900 - São Paulo - SP - BRASIL