

Título:

Estudos em Desenvolvimento Motor da Criança III

Editores:

Olga Vasconcelos, Manuel Botelho, Rui Corredeira, João Barreiros, Paula Rodrigues Imagem da

Capa:

Francisco Trabulo

Edição:

Faculdade de Desporto, Universidade do Porto

Execução Gráfica:

Gráfica Casa dos Rapazes - Viana do Castelo

Tiragem: 500 exemplares

Data: Outubro 2010

ISBN:

Depósito Legal: 294167/09

Padrão de evolução das bandeiras de catástrofe na apreciação e na transposição efectiva de uma fasquia horizontal: estudo transversal em crianças dos 3 aos 7 anos de idade

Liliana Gens^{1,2}, David Catela², Marisa Ferreira¹, Ângela Gens^{1,2}

¹ *Externato Cooperativo da Benedita - Instituto Nossa Senhora da Encarnação*

² *Escola Superior de Desporto de Rio Maior - Instituto Politécnico de Santarém*

Resumo

O estudo da catástrofe, entendida como o processo de transição de um estado estável para outro estado estável, tem sido usado para se compreender o processo de desenvolvimento motor. Fomos verificar se o padrão de catástrofe se alterava entre os 3 e os 7 anos perante alteração da altura de uma barreira horizontal, em duas condições: (i) percepção - a criança referir se passaria por baixo ou por cima; (ii) acção - realizar a transposição. Foi aplicado o procedimento *scanning* para detecção de bandeiras de catástrofe. Dos 4 aos 7 anos, a bandeira contraste acentuado predominou na condição percepção, tendo sido secundada pela bandeira histerese na condição acção. O intervalo de transição foi superior na condição percepção. A bandeira salto abrupto foi mais frequente na condição acção e a ausência de bimodalidade foi mais frequente na condição percepção. Em qualquer condição e em ambos os sentidos de alteração da altura da fasquia, as crianças de 7 anos mudaram de comportamento numa altura média da fasquia inferior às de 6 anos. Os 3 anos foram os que se revelaram na condição acção mais condicionados pelo ensaio anterior (histerese), e foram o grupo mais heterogéneo na condição percepção. Dos 4 aos 7 anos, as crianças refugiaram-se numa maior margem de segurança na condição percepção. Até aos 7 anos o sistema perceptivo visual isolado é menos afinado aos constrangimentos da tarefa do que o sistema perceptivo-motor.

Palavras-chave

Catástrofe; bandeiras; crianças; constrangimento espacial.

A teoria da catástrofe (Thom, 1975) é uma teoria matemática que visa prever e descrever a existência de fases de descontinuidade (catástrofes) que ocorrem em sistemas dinâmicos. Um sistema é dinâmico porque tende a mover-se para um novo

estado de equilíbrio, num processo de auto-organização, quando há uma alteração de uma variável intrínseca ou extrínseca ao sistema. Este processo de mudança entre estados do sistema é designado de transição de fase, onde é previsível a ocorrência de catástrofe. Uma catástrofe é a transição para um novo estado de equilíbrio, num valor crítico de um parâmetro externo a esse sistema, que muda suave e lentamente (Wimmers, et al., 1998). Na teoria da catástrofe distinguem-se dois tipos de variáveis: (i) comportamentais - que caracterizam o estado do sistema; e, (ii) de controlo - que afectam as propriedades da estabilidade das variáveis comportamentais (Wimmers, et al., 1998). No presente estudo, a criança é o sistema dinâmico, os estados de equilíbrio são aqueles em que a criança faz opções motoras consistentes, à medida que a altura da fasquia (parâmetro externo ou de controlo) é progressivamente alterada. É previsível que em determinadas alturas da fasquia (valor crítico) o comportamento da criança se torne menos estável e consistente (catástrofe). O primeiro passo para detecção de catástrofe faz-se através da identificação de certos fenómenos denominados de bandeiras (Gilmore, 1981). São várias as bandeiras necessárias para que seja detectada uma catástrofe: histerese, contraste acentuado, salto abrupto, variância anómala e multimodalidade. Estas bandeiras ocorrem no limiar ou durante uma transição de padrão de comportamento de um sistema. A histerese verifica-se quando o momento de mudança acontece em diferentes valores do parâmetro de controlo, quando estes evoluem em sentidos opostos, observando-se uma tendência para a conservação do padrão de comportamento manifestado anteriormente (Gilmore, 1981). No caso da transposição de um obstáculo vertical, observa-se histerese quando a criança tende a conservar-se no mesmo padrão de comportamento antes de mudar para um novo padrão de comportamento. O contraste acentuado é o inverso da histerese e verifica-se quando num sentido de evolução da altura da fasquia há mudança prematura do padrão de comportamento, relativamente ao momento de mudança aquando do sentido inverso (Gilmore, 1981), ou seja, quando não se observa uma tendência para a conservação do padrão de comportamento manifestado anteriormente. O salto abrupto verifica-se quando há mudança brusca de comportamento no mesmo valor do parâmetro de controlo (Gilmore, 1981), no caso, quando a alteração de passar por cima para passar por baixo, ou o inverso, ocorre na mesma altura da fasquia em ambas as sequências (crescente e decrescente). A multimodalidade é a expressão mais concreta da variância anómala e caracteriza-se pela ocorrência de diferentes comportamentos ou de modos de um comportamento num mesmo valor do parâmetro de controlo, no caso, quando há adopção de diferentes estilos ou formas para transpor a fasquia para uma mesma altura, como passar por cima com um salto a pés juntos ou a passagem elevando e pousando um membro inferior de cada vez, e passar por baixo em posição agachada ou gatinhando (e.g., Gens, Gens, & Catela, 2009).

As transições entre os diferentes modos de comportamento podem ser induzidas. Os parâmetros que levam o sistema por estes diferentes padrões comportamentais são chamados parâmetros de controlo que, de alguma forma, prescrevem o padrão

emergente. Mesmo que as transições de um estado qualitativo para outro envolvam uma passagem por estados intermédios, há uma variedade limitada de estados que podem ser mantidos o tempo suficiente para suster certo padrão de comportamento (Rooij, et al., 2002). No presente estudo há duas regiões de possível estabilidade: passar por cima ou passar por baixo da fasquia.

Catela, Seabra, Santos, e Santos (2007) foram verificar se o comportamento motor de crianças manifestava histerese na tarefa de transpor uma fasquia, com a altura sucessivamente alterada, no sentido crescente e decrescente. A amostra foi constituída por 17 crianças com idades entre os 4 e os 5 anos ($4,47 \pm 0,51$ anos). Verificou-se multimodalidade, três crianças de 4 anos revelaram salto abrupto e uma criança revelou variância anómala. As crianças de 4 anos apresentaram histerese menos acentuada que as de 5 anos. A existência destas bandeiras indicia ocorrência de catástrofe na situação motora estudada. Os autores consideram que as crianças de 4 anos foram mais cautelosas, eventualmente condicionadas por uma menor capacidade de diferenciação perceptiva visual. Gens, Gens, e Catela (2009) usaram a mesma tarefa e procedimentos de Catela, et al. (2007) com crianças de 3 anos ($N=13$; $3,67 \pm 0,20$ idade decimal), em duas condições: i) *percepção* - a criança estimava se passaria por baixo ou por cima da fasquia; ii) *acção* - a criança transpunha realmente a fasquia. A histerese prevaleceu em ambas as condições. Na condição *percepção* ocorreu maior frequência de contraste acentuado. O salto abrupto ocorreu com menos frequência e só na condição *acção*. O intervalo entre os valores médios, de transição de padrão de comportamento nos dois sentidos de alteração da altura da fasquia, foi inferior e menos variável na condição *acção* ($80,10 \pm 25,33$ mm) que na condição *percepção* ($113,32 \pm 35,83$ mm) (ns). Em ambas as condições, a identificação de bandeiras faz prever a existência de catástrofe nesta tarefa. A análise da frequência das bandeiras e do intervalo de transição revela diferenças entre as duas condições. Estes dois estudos indiciam evolução das bandeiras em função da idade. No presente estudo alargámos o intervalo etário para verificar esta hipótese. São raros os estudos sobre desenvolvimento motor, longitudinais ou transversais, baseados na teoria dos Sistemas Dinâmicos (e.g., Wimmers, et al., 1998).

Objectivo

Pretendemos investigar a detecção de bandeiras de catástrofe propícia a análise do padrão de instabilidade do sistema motor aquando da transição entre dois modos de comportamento, condicionados por um constrangimento extrínseco. Com este estudo transversal, pretendemos verificar se as bandeiras de catástrofe revelavam algum padrão de evolução da capacidade de ajustamento do sistema perceptivo visual e do sistema motor, em crianças dos 3 aos 7 anos de idade, perante um constrangimento espacial.

Metodologia

Amostra

A amostra compôs-se de 90 crianças, com idades compreendidas entre os 3 e os 7 anos (Tabela 1), pertencentes a agrupamentos de escolas públicas. Foi recolhido consentimento informado por parte dos encarregados de educação e assegurado assentimento por parte da criança.

Tabela 1. Caracterização da amostra: tamanho (N), média da idade decimal (ID) e distância gancho-solo (DG-S), por idade cronológica.

Idade	3		4		5		6		7	
N	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
	6	7	9	12	13	11	8	6	10	8
	13		21		24		14		18	
ID	3,667±0,198		4,505±0,277		5,444±0,312		6,720±0,149		7,281±0,151	
DG-S	399,23±22,90		420,00±26,27		434,79±27,17		544,29±38,29		548,72±37,10	

Tarefa, Instrumentação e Procedimentos

Para a realização da tarefa foram criadas duas condições: i) *percepção*, e ii) *acção*, num procedimento *scanning*, i.e., numa sequência de alturas da fasquia sucessivamente superiores (*crecente*) e noutra de alturas sucessivamente inferiores (*decrecente*), ou o inverso. Na condição *percepção*, a criança estimava se passaria por baixo ou por cima de uma fasquia e na condição *acção*, a criança transpunha-a realmente. A fasquia encontrava-se a 1500mm da criança, e só na condição *acção* a criança a passava por cima ou por baixo, instruída que não a devia derrubar nem se apoiar nela ou nos postes de sustentação. A fasquia era de madeira natural com 1200mm de comprimento e 20mm de diâmetro, com um corte seccionado de 8mm, para encaixar nos cortes seccionados nos postes, de 25mm em 25mm, para uma altura mínima de 185mm e máxima de 560mm (Figura 1).

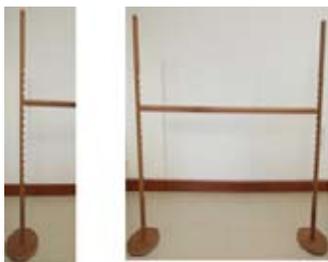


Figura 1. Imagem da fasquia e postes usados para a execução das tarefas.

As recolhas foram realizadas individualmente, na instituição educativa, durante duas sessões intervaladas de aproximadamente uma semana. Imediatamente antes

do seu início, com a colaboração da criança, vestida tal como iria realizar a tarefa, foi recolhida a distância do solo ao ponto mais alto da parte interna do membro inferior, distância gancho-solo (Figura 2).



Figura 2. Simulação de medição da distância gancho-solo.

A ordem de apresentação da combinação das condições (*percepção/acção*) com o sentido da altura alterada da fasquia (*creciente/decrescente*) foi contrabalançada entre as crianças, de modo a controlar a sua influência. A recolha em cada condição terminou quando a criança respondeu em cinco ensaios sucessivos com o mesmo comportamento motor ou quando foi atingido o limite de altura máximo ou mínimo.

Protocolo e Tratamento dos Dados

Para a condição *percepção*, os comportamentos foram identificados como “passaria por cima” ou “passaria por baixo”; para a condição *acção*, os comportamentos foram identificados como “passa por cima” ou “passa por baixo” da fasquia. No caso de derrube da fasquia, aquando da sua transposição, foi de igual modo registado o comportamento motor da criança e continuada a sequência de sentido de altura da fasquia. A distância gancho-solo foi primeiro marcada com a criança encostada a uma parede e depois medida em cm.

Foi considerada existência de: (i) histerese - quando na sequência *creciente* a criança transitou de passar por cima para passar por baixo, numa altura superior que aquando da sequência *decrescente*, transitou de passar por baixo para passar por cima; (ii) contraste acentuado - quando na sequência *creciente* a criança transitou de passar por cima para passar por baixo numa altura inferior àquela em que transitou de passar por baixo para passar por cima na sequência *decrescente*; (iii) salto abrupto - quando a alteração de passar por cima para passar por baixo, ou o inverso, ocorreu na mesma altura da fasquia em ambas as sequências (*creciente* e *decrescente*); (iv) variância anómala - quando não se verificou uma mudança brusca do passar por cima da fasquia para o passar por baixo, ou o inverso, mas surgiu retorno à escolha (condição *percepção*) ou ao comportamento (condição *acção*) anteriores, por

várias vezes, sem estabilizar num padrão de comportamento; (v) multimodalidade - quando houve adopção de diferentes modos de acção na transposição da fasquia. Foi definido como intervalo de transição aquele que corresponde à diferença entre os valores limites em que a criança revela estabilização do padrão motor (Kelso, 1995). Os dados foram tratados no programa SPSS, versão 17, para um grau de significância bicaudal de 0,05. Foi estimada a normalidade da distribuição de dados (Shapiro-Wilk) e consequentemente foi empregue o teste de Wilcoxon (z) para comparação entre sequências e entre condições por idade; o teste Kruskal-Wallis (H) para comparação entre idades, seguido do teste U de Mann-Whitney (U). Para associação de frequência de tipo de bandeiras entre condições foi empregue o Coeficiente de contingência (C).

Análise dos Resultados

A ordem de apresentação das condições e das sequências não influenciou os resultados, excepto no grupo de 5 anos na sequência crescente da condição acção. A distância gancho-solo das crianças de 3 anos é significativamente inferior às restantes idades, a das crianças de 4 e 5 anos não se diferenciou mas é significativamente inferior às das de 6 e 7 anos, e a das de 6 e 7 anos não se diferenciou. Em concordância, a comparação entre as idades do valor de mudança de comportamento, por condição e sequência, deu sempre diferença significativa (acção crescente - $H=25,263$, $p<0,001$; acção decrescente - $H=28,694$, $p<0,001$; percepção crescente - $H=14,573$, $p<0,01$; percepção decrescente - $H=13,738$, $p<0,01$), excepto entre as crianças de 4 e 5 anos e entre as de 6 e 7 anos. No entanto, na sequência crescente da condição percepção, as crianças de 3 anos não se diferenciaram significativamente das de 4, 5 e 6 anos, e na mesma condição na sequência decrescente das de 4 e 5 anos. Adicionalmente, nesta última condição experimental (percepção decrescente), as crianças de 4 anos não se diferenciaram das de 5, 6 e 7 anos, e as de 5 anos das de 6 anos (Tabela 2).

Tabela 2. Comparação entre idades (U, probabilidade) da altura em que ocorreu mudança de comportamento, por condição (acção, percepção) e sequência (crescente, decrescente).

Idades	Acção Crescente	Percepção Crescente	Acção Decrescente	Percepção Decrescente
3-4	-2,065, $p<0,05$	ns	-3,627, $p<0,01$	ns
3-5	-2,417, $p<0,05$	ns	-2,670, $p<0,01$	ns
3-6	-3,466, $p<0,01$	ns	-3,934, $p<0,01$	-2,648, $p<0,01$
3-7	-3,427, $p<0,01$	-2,074, $p<0,05$	-3,644, $p<0,01$	-3,030, $p<0,01$
4-5	ns	ns	ns	ns
4-6	-3,073, $p<0,01$	-2,671, $p<0,01$	-3,494, $p<0,01$	ns
4-7	-2,959, $p<0,01$	-2,302, $p<0,05$	-2,490, $p<0,05$	ns
5-6	-2,678, $p<0,01$	-2,747, $p<0,01$	-2,730, $p<0,01$	ns
5-7	-2,571, $p<0,05$	-2,631, $p<0,01$	ns	-2,290, $p<0,05$
6-7	ns	ns	ns	ns

A homogeneidade de comportamento das crianças de 6 e 7 anos é complexificada pelo facto das crianças de 7 anos se sentirem atraídas a mudar de comportamento numa altura média de fasquia mais baixa que as de 6 anos, em qualquer condição e sequência, embora a sua distância gancho-solo média seja superior (ns) (Tabela 3).

Tabela 3. Altura da fasquia (média \pm desvio-padrão) (cm) em que ocorreu mudança de comportamento, por idade, condição (acção, percepção) e sequência (crescente, decrescente).

Condição Sequência	3	4	5	6	7
Acção Crescente	324,58 \pm 68,48	366,25 \pm 60,09	376,30 \pm 74,47	440,77 \pm 61,37	433,33 \pm 71,63
Acção Decrescente	289,17 \pm 54,18	377,50 \pm 45,96	374,13 \pm 92,57	454,23 \pm 63,86	421,67 \pm 80,10
Percepção Crescente	332,50 \pm 96,79	343,82 \pm 62,46	341,82 \pm 55,20	410,00 \pm 71,51	402,19 \pm 73,44
Percepção Decrescente	335,00 \pm 108,65	415,88 \pm 103,66	424,77 \pm 77,41	482,92 \pm 57,86	646,69 \pm 67,22

A constante diferença do valor médio de mudança de comportamento entre sequência de alteração da altura da fasquia (crescente, decrescente), em ambas as condições (acção, percepção), indica presença de bandeira de catástrofe, histerese se o valor da sequência crescente for superior ao da sequência decrescente e contraste acentuado se acontecer o inverso. O que significa que na condição percepção ocorreu contraste acentuado em qualquer idade (Tabela 3), havendo alternância destas duas bandeiras na condição acção. Só na condição percepção e entre os 4 e os 7 anos a diferença destes valores médios foi significativa (4 anos: $z(16)=2,844$, $p<0,05$; 5 anos: $z(21)=7,936$, $p<0,001$; 6 anos: $z(11)=5,239$, $p<0,001$; 7 anos: $z(15)=3,397$, $p<0,01$).

A análise individualizada da frequência das bandeiras revela predomínio de contraste acentuado e de histerese em todas as idades em qualquer das condições, com grande predomínio de ocorrência de contraste acentuado na condição percepção ($n=60$) em relação à frequência ocorrida na condição acção ($n=37$), onde a ocorrência de histerese foi mais frequente ($n=30$) em relação à frequência na condição percepção ($n=11$). A unimodalidade, isto é, expressão de um único comportamento, foi mais frequente na condição percepção ($n=9$) que na condição acção ($n=5$), e o salto abrupto foi mais frequente na condição acção ($n=15$) que na condição percepção ($n=6$).

As crianças entre os 4 e os 7 anos revelaram um intervalo de transição superior na condição percepção, cuja diferença em relação ao da condição acção se revelou estatisticamente significativo aos 4 anos ($z=2,193$, $p<0,05$), 6 anos ($z=3,163$, $p<0,01$) e 7 anos ($z=2,477$, $p<0,05$). Por condição, não houve diferença significativa entre idades (Tabela 4).

Tabela 4. Intervalo de transição (média \pm desvio-padrão) (cm), por idade e condição (acção, percepção). Valor negativo corresponde a média superior na sequência decrescente.

Idade	3	4	5	6	7
Acção	30,00 \pm 80,62	-11,76 \pm 66,21	1,14 \pm 96,20	-27,08 \pm 70,27	12,50 \pm 80,11
Percepção	-2,50 \pm 113,32	-72,06 \pm 103,03	-82,95 \pm 49,03	-72,92 \pm 48,22	-64,29 \pm 78,27

Discussão

A discrepância relativa à diferença entre idades na distância gancho-solo comparativamente à ausência de diferenças entre essas mesmas idades na condição percepção, principalmente na sequência decrescente, revela fragilidade de capacidade perceptiva visual perante os constrangimentos físicos impostos. O método *scanning* permitiu a detecção destas particularidades, o que não poderia ser evidente usando uma apresentação aleatória das várias alturas da fasquia, método que é o mais tradicional em investigação. É o caso dos valores ligeiramente inferiores de transposição de fasquia das crianças de 7 anos em relação às de 6 anos, fenómeno que indicia influência de outros factores que não constrangimentos morfológicos.

A expressão do tipo e frequência de bandeiras está conforme o previsto pela teoria dos Sistemas Dinâmicos (Kelso, 1995). A mudança de comportamento das crianças é mais conforme uma atracção do organismo em relação ao constrangimento espacial que a consequência de um programa motor previamente estabelecido. Essa atracção não é similar quando a criança age e quando a criança observa. Perante uma situação de mudança de comportamento em função do que observa (condição percepção), a criança tende a estar mais atraída pelos constrangimentos extrínsecos (envolvimento) que pelos constrangimentos intrínsecos (actor). Portanto, é previsível que seja mais provável encontrar parâmetros de controlo no envolvimento quando a percepção está isolada da acção, e que estes tenham uma influência maior no sistema que quando este pode agir nesse envolvimento. Esta hipótese é reforçada por uma maior expressão da unimodalidade na condição percepção e do salto abrupto na condição acção.

Os intervalos de transição obtidos revelam que na condição percepção as crianças se revelaram precocemente mais sensíveis às modificações no parâmetro de controlo (altura da fasquia), resultando numa bifurcação mais acentuada. Exceptuam-se as crianças de 3 anos, que foram menos sensíveis ao efeito do procedimento *scanning*. A especificidade do comportamento das crianças de 3 anos faz-nos supor que estas se revelam como um sistema exprimindo um comportamento em algo distinto ao das restantes idades, provavelmente consequência de menor experiência perceptivo-motora.

O método *scanning* e a detecção de bandeiras de catástrofe revelaram-se instrumentos interessantes para a análise da diferença entre capacidade perceptiva visual e capacidade motora, no que respeita à selecção da resposta motora perante um constrangimento espacial, entre os 3 e os 7 anos de idade.

Referências

- Catela, D., Seabra, A.P., Santos, R., & Santos L. (2007). Escala corporal e histerese na transposição de um obstáculo. In J. Barreiros, R. Cordovil & S. Carvalheiro (Eds.), *Desenvolvimento Motor da Criança* (pp. 99-105). Cruz Quebrada, Lisboa: Edições FMH.
- Gens, L., Gens, A., & Catela, D. (2009). Análise do padrão de catástrofe na apreciação e na transposição efectiva de uma fasquia horizontal por crianças de 3 anos de idade. In L. Rodrigues, L. Saraiva, J. Barreiros, & O. Vasconcelos (Eds.), *Estudos em Desenvolvimento Motor da Criança III* (pp. 79-86). Viana do Castelo: Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Viana do Castelo.
- Gilmore, R. (1981). *Catastrophe theory for scientists and engineers*. NY: Wiley.
- Kelso, J.A.S. (1995). *Dynamic patterns: the self-organization of brain and behavior*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Rooij, I., Bongers, R.M., & Haselager, W.F.G. (2002). A non-representational approach to imagined action. *Cognitive Science*, 26, 345-375.
- Thom, R. (1975). *Structural stability and morphogenesis; an outline of a general theory of models*. Reading, Mass.: W.A. Benjamin.
- Wimmers, R.H., Savelsbergh, G.J.P., Beek, P.J., & Hopkins, B. (1998). Evidence for a phase transition in the early development of prehension. *Developmental Psychobiology*, 32, 235-248.