
TÍTULO

Desenvolvimento e Aprendizagem.
Perspectivas Cruzadas.

EDITORES

© João Barreiros, Mário Godinho, Filipe Melo
e Carlos Neto.

EDIÇÃO

© Faculdade de Motricidade Humana
Serviço de Edições
1495-688 Cruz Quebrada.

EXECUÇÃO GRÁFICA

A Triunfadora. Artes Gráficas, Lda.

TIRAGEM

750 exemplares

DATA

Agosto de 2004

ISBN 972-735-108-5

Depósito Legal nº

O uso do instrumento e o estudo do comportamento motor

David Catela¹

Faculdade de Motricidade Humana e Escola Superior de Desporto de Rio Maior

Queremos agarrar uma pequena esfera enfiada num pequeno orifício e os nossos dedos não cabem. Como tirar a esfera? Recorremos a uma pinça. A pinça vai permitir-nos retirar a esfera do orifício, mas vai alterar as nossas referências corporais. A pinça prolonga-se para lá dos limites dos nossos dedos, a parte que dela servir para “agarrar” a esfera tem dimensões e um atrito diferentes das polpas dos nossos dedos. A percepção que temos do peso e da textura da esfera faz-se já não directamente através da nossa pele mas indirectamente através da pinça. Já não temos que decidir quantos dedos usar mas a que distância devemos parar. Podemos mesmo alcançar o objecto se ele estiver mais afastado de nós, como se de facto ele não estivesse. Incorporaremos nós o instrumento no nosso corpo, como se passássemos a possuir um outro eu corporal?

¹ dcatela@sapo.pt

De tão óbvio e trivial, o uso do instrumento não tem sido alvo da devida atenção. Neste texto identificaremos primeiro o que consideramos ser um instrumento e usar um instrumento. Seguidamente faremos uma análise de estudos que de um modo directo ou indirecto abordaram o desenvolvimento motor, a aprendizagem motora e/ou o controlo motor de instrumentos. Finalmente reflectiremos sobre questões metodológicas para o estudo do uso do instrumento.

Modus argumentandi. O conceito de Instrumento e o uso de instrumentos.

Os instrumentos são objectos temporariamente anexados ao nosso corpo, de modo a aumentar a nossa capacidade de acção (Gibson, 1986) e de percepção Reed (1988). Podem ser encontrados ou feitos (Reed, 1988) mas são sempre funcionais (Connolly e Elliott, 1972). Quando concebidos revelam um estereótipo, isto é, correspondem a formas constantes, integradas na matéria de que são compostos e na função para a qual foram concebidos (Leroi-Gourhan, s/d).

Não basta apropriarmo-nos de um objecto para o considerarmos um instrumento. Simplesmente ligado ao corpo mas sem ser envolvido numa modificação do envolvimento, denominamo-lo de implemento, e.g., uma mochila. No uso de um implemento o nosso corpo também é modificado em termos dinâmicos e topológicos, por exemplo, precisamos de mais espaço e é necessária mais força para iniciar e travar um movimento. Transformar um implemento num instrumento implica incorporar um objecto na organização do nosso comportamento motor, mesmo que temporariamente (Smitsman, 1997). O objecto já não é um objecto mas uma incorporação (in corporar quer dizer passar para dentro do corpo, tornar corpo).

Parker e Gibson (1977) estabeleceram cinco categorias para a manipulação de objectos: (i) *preensão simples*, referente ao agarrar de um objecto com qualquer parte do corpo; (ii) *manipulação simples* de objecto destacável do envolvimento, e.g., destapar um objecto e agarrá-lo; (iii) *manipulação objecto-*

substracto, incluindo a acção com um objecto em superfície do envolvimento (e.g., bater com um objecto no solo); (iv) *manipulação complexa*, com mudança de estado de um ou ambos os objectos destacados do envolvimento (e.g., bater num objecto com outro); (v) *manipulação social*, relativamente aos outros, mas sem contacto físico (e.g., ameaçar com um objecto).

Para Parker e Gibson (1977) o uso de um instrumento é uma forma complexa de manipulação de um objecto, intencional, dirigida a um objectivo, que envolve manipulação para alterar a posição, condição ou acção de outro objecto. A diferença essencial entre o verdadeiro uso de instrumento e o designado proto-uso de instrumentos depende da relação entre o objecto e o agente da mudança. No caso do proto-uso de instrumento só o objecto a alterar é destacável e manipulável, enquanto que no uso verdadeiro de um instrumento, tanto objecto como agente de mudança são destacáveis do envolvimento e manipuláveis. Tarefas motoras como arremessar nozes contra uma superfície dura são classificadas como proto-uso de instrumentos.

No uso do instrumento a acção sobre um objecto é uma acção sobre um objecto intermediário. A essência do uso de um instrumento baseia-se na manutenção de uma relação entre o sistema organismo/instrumento e o envolvimento e o controlo do instrumento está subordinado a esta relação (Steenbergen, van der Kamp, Smitsman & Carson, 1997). A acção no instrumento está embutida na relação do instrumento com o objecto-alvo (van Leeuwen, Smitsman & van Leeuwen, 1994). Quando a relação entre o instrumento e o envolvimento é disfuncional ou sem significado, o uso do instrumento como acção motora pode ser suspenso, e.g., quando Gibson e Yonas (1968, cit. Reed, 1988, p. 74) pediram a crianças de 2 anos de idade que riscassem no ar com um estilete elas resistiram a fazê-lo. No entender pragmático de uma criança que não compreende o objectivo da investigação: Afinal, o instrumento estava lá para quê? O instrumento tem uma identidade própria que se manifesta na sua funcionalidade. Para Michotte (1951/1991) quando observamos uma acção com um instrumento, percebemos a sua função em essencialmente dois modos: como uma extensão do nosso corpo ou como um agente de transmissão do impulso produzido pelo nosso corpo. A intervenção

do instrumento afigurasse-nos puramente passiva e dependente da nossa acção, com a qual é integrada como uma parte constituinte. A este aspecto fenomenológico não-derivativo deu a designação de “efeito do instrumento” (“fonction “outil””).

O uso do instrumento, o desenvolvimento motor e a aprendizagem.

Para Gómez e Sarriá (1991) a capacidade de uso de instrumentos está cativa da emergência da causalidade objectiva, que ocorre entre os 10 e os 18 meses (cf. Piaget, 1936, 1954). Por exemplo, puxar intencionalmente uma peça de roupa sobre a qual está o objecto desejado, ocorre mais cedo que o uso de uma vara para o alcançar. Já para Bushnell e Boudreau (1998) o primeiro pré-requisito é a habilidade motora. Para perceber um objecto a criança tem que o explorar; para usar o objecto como instrumento a criança tem que adquirir um padrão de movimento e competências coordenativas apropriadas. Não podemos dissociar controlo e aprendizagem do movimento e desenvolvimento motor (Barreiros, 1992).

Este processo de apropriação do instrumento não é linear; quando a uma criança de 15 meses deram uma tenaz para salada gigante e lhe pediram que com ela apanhasse uma bola, ela agarrou o instrumento pela sua articulação com uma mão e colocou a bola nas conchas da tenaz com a outra mão (cf. Greenfield, 1991). Em cada momento do desenvolvimento motor o uso eficiente do instrumento só acontece se constituir com o corpo um sistema estável.

De entre os estudos mais significativos sobre desenvolvimento do uso de instrumentos que se basearam na análise do comportamento motor, mesmo que este não seja o foco de pesquisa, pontuam os de Connolly e colaboradores. Connolly e Dalglish (1989) estudaram a emergência do uso da colher entre os 12 e os 23 meses. Nas crianças mais velhas a diversidade de padrões motores era menor e a consistência no seu uso mais elevada. Para encher a colher, gastaram mais tempo, usaram mais a mão contralateral como suporte e exibiram maior rotação do pulso.

Para levar a colher à boca, envolveram progressivamente os segmentos mais distais, olharam durante mais tempo para a colher e abriram a boca mais tarde. No conjunto das crianças, a trajetória da colher para a boca foi-se tornando mais linear. Connolly e Dalglish (1993) observaram 4 crianças na utilização da colher nos primeiros 6 meses do 2.º ano de vida. No transporte da colher para a boca, todas revelaram uma redução do número de correções no seu transporte, havendo tendência para corrigir primeiro as que ocorrem mais perto da boca. Para introduzir a colher na boca, ocorreu uma redução do número de posições. Para a tirar da boca, ocorreu um aumento da rotação do pulso. Três crianças foram aumentando a flexão do cotovelo e reduzindo os movimentos da cabeça, enquanto que a 4.ª fez a evolução inversa. Todas abriram cada vez mais cedo a boca. Nas primeiras 13 semanas do estudo todas aumentaram o tempo despendido a encher a colher e nas últimas 13 semanas reduziram o tempo a transportar a colher e a esvaziá-la na boca. Connolly e Elliott (1972) observaram crianças entre os 2 anos e 10 meses e os 4 anos e 10 meses no uso sem restrições do pincel. Com a idade ocorreu um declínio na flexão acentuada dos dedos, com conseqüente eliminação da produção de força supérflua. Aos 4 anos as crianças ainda não concluíam o uso funcional do pincel.

Para colheres e pincéis, e em termos motores, vamos perdendo variabilidade de padrões, centramo-nos mais nos alvos, escolhemos o caminho mais curto, recorremos aos segmentos corporais mais leves; ou seja, vamos tornando-nos mais monótonos, mais periféricos e menos dispendiosos, salvo raras exceções. As crianças usam os mesmos instrumentos que os adultos mas não se polarizam tanto nem são tão consistentes na exibição de padrões motores (e.g., Achard & von Hofsten, 2002).

No entanto, não aprendemos a usar uma colher fechados num cubículo, nós e a colher. O genótipo por si não pode prever a forma que o fenótipo adquire e não há fenótipo sem envolvimento: a colher deu-nos a nossa progenitura. Organismo e envolvimento estão inseparavelmente ligados, formam conjuntos recíprocos (Dent-Read & Zukow-Goldring, 1997).

Existe, contudo, uma responsabilidade de socialização nesta matéria. Por exemplo, Connolly e Manoel (1991) consideram que a

ausência de estratégias mais maduras do uso da colher pode ser atribuída aos pais. Greenfield (1991) observou 7 crianças de origens étnicas variadas, com idades entre os 12 e os 29 meses. A de 18 meses revelou menos prática de uso da colher e a sua mãe era a única que a ia alimentar ao centro infantil.

Não se pode, em contrapartida, ignorar que os constrangimentos na apropriação do uso do instrumento não se resumem às regras sociais; a sua génese pode encontrar-se na própria coexistência topológica corpo-instrumento-objecto. Van Leeuwen, Smitsman & van Leeuwen (1994) variaram o número de descontinuidades espaciais² entre um cabo com um gancho e um brinquedo (hipótese de número). Com crianças entre os 8 meses e os 3.4 anos, e para 8 das 10 relações espaciais entre o instrumento e o objecto, o aumento do número de descontinuidades diminuiu a percentagem de sucesso. As crianças mais velhas recorreram mais vezes ao instrumento. No entanto, o instrumento também propiciava a acção de ser usado como uma vara, o que requer que a manutenção do contacto com o objecto e a sua aproximação sejam realizadas em simultâneo, em sincronia. No modo gancho as acções são realizadas sequencialmente, em diacronia, i.e., primeiro encaixar e depois puxar. Para tal diferença deram a designação de tipo de integração temporal. Para as duas soluções funcionais, gancho ou vara, em crianças entre os 17 e os 48 meses emergiram três grupos, os que só recorreram a uma das soluções e um que alternou entre as duas³. Foi este último grupo o que revelou maior

² Os eventos têm descontinuidades no fluxo de informação (Gibson, 1986), as quais podem ser mudanças na relação topológica entre objectos, e.g., se o gancho está encostado mas não encaixado no objecto a puxar existe uma descontinuidade, mas se a abertura do gancho também não está orientado para o objecto existe mais que uma descontinuidade.

³ Ishibashi, Hihara e Iriki (2000) encontraram o mesmo padrão de comportamento nos macacos, que exploraram as affordances do mesmo artefacto com duas funções possíveis, acabando por seleccionar a solução motora que lhes permitia maior sucesso (bem na lógica do realismo perceptivo); depois, aperfeiçoaram-na, tornando-a num comportamento motor com um único pico de velocidade. Alguns macacos transferiram esse conhecimento para situações inabituais, recorrendo a instrumentos fisicamente semelhantes ao experimentado. No processo de aprendizagem o mesmo fim pode ser obtido por soluções distintas. Este fenómeno encontra suporte nas affordances morfológicas (Marzke,

percentagem de sucesso. Portanto, as affordances inerentes às características geométricas do instrumento e do objecto propiciaram a emergência de mais que um padrão de comportamento motor; embora só certas crianças as tenham detectado. Assim, o sistema criança-instrumento-alvo, observou o princípio da dualidade (Shaw & Turvey, 1981), i.e., a detecção das affordances do instrumento depende das efectividades de cada criança, umas usam-no, outras nem por isso, outras ainda exploraram modos diferentes de o usar.

O desenvolvimento motor do uso do instrumento requer um mesoprocésso de aprendizagem motora que implica: (i) a exploração das propriedades físicas do objecto, através da sua manipulação; (ii) a detecção das suas affordances funcionais, logo o que podemos fazer com ele; e (iii) a aquisição das suas affordances técnicas, relativo ao como o devo usar.

Mesmo que só considerássemos os constrangimentos inerentes à tarefa, este processo não é linear, pois é constante a mudança de estado no sistema organismo-instrumento-envolvimento, e.g., alimentar-se com a colher esvazia o prato, então há menos alimento a colectar, logo é necessário procurar novas soluções motoras (Connolly & Dalglish, 1989). Com a aprendizagem ocorre um processo de discriminação perceptiva (Gibson & Gibson, 1955) que sustenta uma evolução nas soluções motoras para um uso mais eficiente do instrumento - menos sopa para apanhar com a colher requer novos modos de orientação da concha e do prato e de rotação do cabo da colher. Podemos ainda analisar os processos de aprendizagem descritos por Connolly e Dalglish (1989, 1993) como constatações do princípio de mutualidade- apanhar a comida requer ajustar a orientação da concha da colher; e do princípio de reciprocidade- quanto menos sopa há no prato, maior o recurso ao membro contra-lateral (Shaw

1994) e neurológicas (Johnson-Frey, 2004) dos humanos, cujas sinergias foram o motor do desenvolvimento filogenético da espécie (Leroy-Gourhan, s/d). É por isso que afirmamos que proporcionar condições à criança para a conservação da variabilidade da resposta motora é essencial ao seu desenvolvimento e que a preservação deste património indispensável também o é para a continuação do desenvolvimento da própria espécie (e.g., Greenfield, 1991; cf. Paillard, 1993).

e Turvey, 1981).

O processo de recurso ao uso do instrumento é o de uma delegação de acções motoras com o próprio corpo para acções motoras com um objecto, durante o qual devem decorrer fases de transição. Segundo Greenfield (1991) estas transições fazem-se de um modo hierarquizado e progressivamente mais complexo (cf. McCarty, Clifton & Collard, 1999), primeiro a criança come com a mão, depois com a mão e com a colher, e finalmente só com a colher. Assim, a transição de um padrão de comportamento para outro é caracterizada por um período de bimodalidade, i.e., com a mão e com a colher.

Este é um padrão típico de transições não-lineares em sistemas dinâmicos (van Geert, Savelsbergh & van der Maas, 1999). Mais, é nas fases de transição, onde vão sendo detectadas as affordances e os constrangimentos da tarefa, que ocorre a emergência das soluções motoras, sem que necessariamente estas tenham sido planeadas antecipadamente (cf. Koslowsky & Bruner, 1972).

Constrangimentos do envolvimento e da tarefa.

É legítimo o argumento de Greenfield (1991) sobre o impacto das regras sociais no percurso epigenético de cada indivíduo, o qual é provavelmente uma das causas das diferenças entre indivíduos, dizemos nós (cf. Connolly, 1986). Este tipo de constrangimento não é exclusivo do processo de aprendizagem do uso do instrumento na criança. Creem e Proffitt (2001) mostram bem como as regras sociais sobre o modo de usar um instrumento condicionam os adultos, quando ocorre interferência na capacidade de processamento de informação. Este estudo também evidencia que nestas condições uma maior proximidade física e uma orientação mais favorável mão-instrumento aumentam a resistência à interferência, resultado que consideramos vir na esteira de conceitos como reconhecimento perceptivo (Köhler, 1929), descontinuidades (Gibson, 1986), e complementaridades (van Leeuwen, Smitsman & van Leeuwen, 1994).

O problema das descontinuidades espaciais entre objecto e

instrumento é um velho problema (e.g., Kölher, 1929) que persiste com novas abordagens. Para Bates, Carlson-Luden e Betherson (1980) a criança pequena usará o instrumento se instrumento e objecto forem distintos na suas superfícies e estiverem próximos mas individualizáveis. Mais recentemente, van Leeuwen, Smitsman e van Leeuwen (1994) afirmaram que, paralelamente a uma dimensão espacial, há uma dimensão temporal, i.e., qual é a ordem das acções para podermos usar um instrumento, por exemplo, para usarmos o arco, primeiro temos que o pegar e orientar, seguidamente colocar a flecha, depois traccionar a corda e fazer pontaria e finalmente libertar a corda. Mas também há instrumentos que implicam menos e outros que implicam mais descontinuidades temporais (Fukutake, 2003), e.g., a borracha e o saca-rolhas. Poucos são os estudos que conscientemente analisam as descontinuidades (e.g., Michotte, 1951/1991; Koslowsky e Bruner, 1972; Fukutake, 2003). Só van Leeuwen, Smitsman e van Leeuwen (1994) conceberam um modelo teórico para as estudar. Foi esta inovação que lhes permitiu verificar que são as crianças que exploram as diferentes combinações das descontinuidades temporais que têm mais sucesso, e com soluções motoras que eles próprios não tinham previsto.

Mas se o processo de aquisição do uso do instrumento é epigenético, também é condicionado por algumas variáveis comuns a todos os nichos ecológicos, e.g., as propriedades dos objectos.

Achard e von Hofstën (2002) observaram crianças dos 12 aos 17 meses na adaptação ao uso de uma colher através uma tampa com ranhura, para retirar comida do prato. As crianças foram agrupadas em três níveis etários (1- 12/13 meses; 2- 14/15 meses; e 3- 16/17 meses). Todas as crianças já usavam a colher com a pega radial ou a de punho (Connolly & Dalglish, 1989). Com a introdução da tampa, o nível etário 1 recorreu mais à mão não dominante, que na condição de controlo nunca foi usada, e aumentou o número de pegas mais imaturas, e.g., agarrar a colher pelo meio do cabo. Para introduzir a cabeça da colher a frequência de rotações da mão aumentou com a idade, embora as rotações só ocorressem perto da ranhura. Aparentemente, cada fase da acção motora ia sendo planeada, sem um plano integrado prévio (cf. McCarty, Clifton & Collard, 1999).

Van der Kamp, Steenbergen e Smitsman (1993) confrontaram crianças entre os 2 e os 4 anos com colheres com 6 configurações diferentes na relação espacial do cabo e da concha para transportar arroz de um balde à sua frente. Todas as crianças possuíam a pega de precisão (Connolly & Dalglish, 1989). Para colheres com a concha rodada 90 ° em relação ao cabo para a direita ou para trás, as crianças optaram por uma pega com toda a mão, equivalente a uma redução dos graus de liberdade, e mais próxima da concha, i.e., do ponto de interacção instrumento-objecto. Assim, o modo como a colher foi pegada dependeu da articulação entre a sua função e o objectivo da tarefa, ou seja, a relação com o envolvimento estabelece-se *com* o instrumento (cf. Steenbergen, van der Kamp, Smitsman & Carson, 1997). Maiores constrangimentos na colher levaram as crianças a bloquear parte das articulações inicialmente disponíveis. Mas algumas foram conservadas disponíveis para a busca de novas soluções motoras, indicando que o organismo necessita estabelecer um equilíbrio entre os graus de liberdade que preserva e o potencial que estes possuem para variar a resposta motora em função dos constrangimentos da tarefa (cf. Rosenbaum e col., 1995). Por exemplo, van der Kamp e Steenbergen (1999) observaram adultos a transportar a colher para a boca, cheia com substância sólida ou líquida. Na condição líquido o tempo de movimento e número de sub-movimentos⁴ aumentaram, a intensidade do pico de velocidade e a flexão do cotovelo diminuíram. Para 3 dos 5 adultos a distância percorrida pelo pulso diminuiu enquanto que a percorrida pela cabeça e pelo ombro aumentou. Os resultados dão suporte ao princípio da direcção próximo-distal da organização do movimento (cf. Steenbergen, Marteniuk & Kalbfleisch, 1995) e à ideia que as componentes corporais proximais e distais envolvidas no movimento estão coordenadas. Para a condição líquido, a fase de desaceleração da aproximação da colher à boca é mais próxima de uma “colisão” suave (Lee, 1976).

⁴ Para Milner (1992) a precisão do movimento é regulada por acções correctivas realizadas a intervalos discretos. Tal resulta em perfis de velocidade tangencial que revelam os sub-movimentos existentes, que podem ser representados matematicamente.

Os ajustamentos durante o uso de um instrumento também são intrínsecos ao sistema motor, sem que tal represente uma aprendizagem mas mais uma adaptação. Connolly e Dalglish (1993) encontraram uma criança que se manteve numa solução motora mais “primitiva”, levar a boca à colher em vez de levar a colher à boca, a qual deve ter funcionado como um atrator mais forte (cf. Kamm, Thelen & Jensen, 1990).

Este tipo de ocorrências pode não ser definitivo mas um recurso de facto. Achard e von Höfsten (2002) e van der Kamp, Steenbergen e Smitsman (1993) verificaram que perante os constrangimentos da tarefa as crianças passaram a segurar o instrumento mais perto do ponto de acção, i.e., com a mão mais perto da concha da colher, e regrediram para padrões de agarrar com envolvimento de menos graus de liberdade da mão (cf. Bernstein, 1967). No entanto, a suspensão de graus de liberdade só foi até ao ponto em que foi preservada alguma margem de variação da resposta motora. Van der Kamp e Steenbergen (1999) verificaram também que o aumento da dificuldade da tarefa resultou no envolvimento de outros segmentos corporais, i.e., a gestão dos graus de liberdade não passa exclusivamente pela sua suspensão mas também pode passar pela sua reorganização (cf. Bernstein, 1967).

Modus faciendi / modus operandi.

Não é conveniente avançar para um estudo sobre o uso do instrumento ou recorrer ao uso do instrumento para estudar o comportamento motor, sem olhar para informação científica um pouco mais acima e um pouco mais abaixo do nosso nível de análise. Se o nosso estrato de estudo é o comportamento motor, a informação sobre aspectos neuromotores e sociais do uso do instrumento não é de desprezar. Por exemplo, só por si, sustentar um instrumento mesmo sem o ver, permite o acesso a informação sobre propriedades intrínsecas, como seja o seu comprimento (Cooper, Carello & Turvey, 2000). Por outro lado, a simples verbalização do nome de um instrumento que nos é familiar activa áreas neuronais responsáveis pelo seu uso, sustentando uma

perspectiva representacional da produção de movimentos (Tyler et al., 2003). Portanto, constrangimentos do envolvimento, como as regras sociais sobre o uso do instrumento e constrangimentos do organismo, como a capacidade de detecção de características intrínsecas do instrumento ou a fase de desenvolvimento motor, devem ser metodologicamente variáveis de controlo.

O objecto usado como instrumento pode não ser produzido ou conhecido, por vezes nem convém (e.g., Goldenberg & Hagmann, 1998), mas o seu uso tem que fazer sentido, o instrumento tem que ser necessário (Reed, 1988). Um instrumento só o é se nele detectarmos uma função (Gibson, 1986).

É através de instrumento que agimos (Maravita, Spence, Kennett & Driver, 2002) e no instrumento que percebemos as propriedades do envolvimento⁵, portanto, as condições experimentais devem ser concebidas segundo o critério da transferência para a interacção do instrumento com o envolvimento e não do corpo com o envolvimento. Por exemplo, Steenbergen, van der Kam, Smitsman e Carson (1997) alteraram a posição relativa da concha em relação ao cabo da colher e Achard e von Hofstën (2002) variaram a posição da ranhura onde a concha da colher devia passar.

Agir com o instrumento significa que actor e instrumento formam um sistema. Assumir esta perspectiva teórica obriga a constrangimentos metodológicos. Para actor e instrumento se constituírem num único sistema motor, então têm que haver condições para se gerarem sinergias e estas passam por compatibilidades físicas e geométricas entre si. Se temos crianças e adultos, então as mãos são diferentes no tamanho e na força, logo o

⁵ Yamamoto e Kitazawa (2001) analisaram o julgamento de adultos com os olhos fechados relativamente à ordem temporal de duas vibrações sucessivas enviadas para as pontas de baquetas de bateria sustentadas em cada mão. Nas condições experimentais foram combinados membros superiores cruzados e não cruzados com baquetas cruzadas e não cruzadas. Ocorreu um aumento da taxa de erro quando os membros estiveram cruzados mas as baquetas não e quando as baquetas foram cruzadas mas os membros não, e houve uma recuperação da taxa de julgamentos correctos quando houve cruzamento das baquetas e dos membros. Portanto, os sinais somato-sensoriais evocados nas mãos reportaram-se à localização espacial das pontas das baquetas.

instrumento também terá que o ser no tamanho e no peso (e.g., Kuhtz-Bushbeck e col., 1998).

Assumir como área de estudo a aprendizagem motora e o desenvolvimento motor implica rever pressupostos metodológicos por necessidade, não por presunção. O percurso epigenético motor individual é temporalmente distinto (e.g., Connolly e Dalglish, 1993), logo a constituição dos grupos experimentais deve respeitar este princípio, i.e., devemos observar o nível de domínio motor e funcional do instrumento, mais do que a idade cronológica (e.g., van Leeuwen, Smitsman & van Leeuwen, 1994).

A deducto.

Instrumentos são objectos destacáveis do envolvimento, com os quais o transformamos de um modo mais eficiente. Os comportamentos humanos evoluíram conjugadamente com os utensílios, e esta interdependência é de tal modo intensa que muitas acções não poderiam ser imaginadas sem os instrumentos que as materializam. De tal modo esta relação é antiga que se tornou natural a nossa capacidade perceptiva para detectar potencialidades em certos objectos, em função das nossas capacidades motoras, das nossas características morfológicas, dos desejos e circunstâncias.

As sinergias que estabelecemos com os objectos, transformados em instrumentos, reflectem seguramente mecanismos e princípios do controlo, da aprendizagem e do desenvolvimento do movimento humano. Estas relações fortes são um campo de investigação fabuloso, pois reflectem toda uma evolução biossocial e um processo de recíproca adaptação. Os instrumentos são o que deles fazemos, e simultaneamente, somos o que eles nos permitem fazer. A nós, que os criámos.

Por este motivo, a análise do uso do instrumento pode ser frutuosa para os estudiosos do comportamento motor. Como assumimos que a interacção com o envolvimento é transferida para o instrumento, é na relação deste com o envolvimento que deve ser colocado o fulcro da manipulação de condições experimentais. O realismo e a finalidade são elementos a considerar, sem os quais o estudo pode perverter toda a relação instrumental.

Na constituição de amostras devemos prever a diferença de prestação motora entre fases do desenvolvimento motor, bem como a dinâmica adaptativa do aprendiz de novos problemas. Na recolha dos dados devemos admitir a capacidade do actor detectar outras affordances no instrumento, para lá das que havíamos previsto. Os instrumentos são assim: opções multidimensionais e facultativas.

Referências

- Achard, B., & von Höfsten, C. (2002). Development of the infant's ability to retrieve food through a slit. *Infant and Child Development, 11*, 43-56.
- Barreiros, J. (1992). *Aprendizagem Motora: Variabilidade das condições de prática e interferência contextual*. Tese de doutoramento. Não publicada. Lisboa: Faculdade de Motricidade Humana- Universidade Técnica de Lisboa.
- Bates, E., Carlson-Luden, E., & Bretherton, I. (1980). Perceptual aspects of tool using in infancy. *Infant Behaviour and Development, 3*, 127-140.
- Bernstein, N. A. (1967). *The co-ordination and regulation of movements*. Oxford, London: Pergamon.
- Bushnell, E. W., & Boudreau, J. P. (1998). Exploring and exploiting objects with the hands during infancy. In K. S. Connolly (Ed.), *The Psychobiology of the Hand* (pp. 144-161). Cambridge: Cambridge University Press.
- Connolly, K. J. (1986). A perspective on motor development. In M. G. Wade and H. A. T. Whiting, *Motor Development in Children: Aspects of Coordination and Control* (pp. 3-22). Dordrecht, Netherlands: Martinus Nijhoff Publishers.
- Connolly, K. J., & Dalgleish, M. (1989). The emergence of tool using skill in infancy. *Developmental Psychology, 25*, 894-912.
- Connolly, K. J., & Dalgleish, M. (1993). Individual patterns of tool use by infants. In A. F. Kalverboer, B. Hopkins, & R. Geuze (Eds.), *Motor Development in early and later childhood: Longitudinal approaches* (pp. 174-204). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Connolly, K. J., & Elliott, J. M. (1972). The evolution and ontogeny of hand function. In N. Blurton Jones (Ed.), *Ethological studies of child behavior* (pp. 329-383). Cambridge: Cambridge University Press.
- Connolly, K. J., & Manoel, E. J. (1991). Hierarchies and tool-using strategies. *Behavioral and Brain Sciences, 14*, (Open Peer Commentary) 554-555.
- Creem, S. H., & Proffitt, D. R. (2001). Grasping objects by their handles: A necessary interaction between cognition and action. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 27*, 218-228.

- Dent-Read, C., & Zukow-Goldring, P. (1997). Introduction: Ecological Realism, Dynamic Systems, and Epigenetic Systems Approaches to Development. In C. Dent-Read & P. Zukow-Goldring (Eds.), *Evolving Explanations of Development: Ecological Approaches to Organism-Environment Systems* (pp. 1-22). Washington, DC: American Psychological Association.
- Fukutake, T. (2003). Apraxia of tool use: an autopsy case of biparietal infarction. *European Neurology, 49*, 45-52.
- Gibson, J. J. (1961). Ecological optics. *Vision Research, 1*, 253-259.
- Gibson, J. J. (1986). *The ecological approach to visual perception*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Gibson, J. J., & Gibson, E. J. (1955). Perceptual learning- differentiation or enrichment? *Psychological Review, 62*, 32-41.
- Gibson, J. J., & Yonas, P. (1962). A new theory of scribbling and drawing in children. In *The Analysis of Reading Skill* (pp. 355-370). Relatório final, Projecto n.º 5-1213. Ithaca, NY: Cornell University & U.S. Office of Education.
- Gómez, J. C., & Sarriá, E. (1991). Gestures, persons and communication: Sociocognitive factors in the development and evolution of linguistic abilities. *Behavioral and Brain Sciences, 14*, (Open Peer Commentary) 562-563.
- Greenfield, P. M. (1991). Language, tools and brain: The ontogeny and phylogeny of hierarchically organized sequential behavior. *Behavioral and Brain Sciences, 14*, 531-595.
- Ishibashi, H., Hihara, S., & Atsushi, I. (2000). Acquisition and development of monkey tool-use: behavioural and kinematic analyses. *Can. J. Physiol. Pharmacol., 78*, 958-966.
- Johnson-Frey, S. T. (2004). The neural bases of complex tool use in humans. *Trends in Cognitive Sciences, 2*, 71-78.
- Kamm, K., Thelen, E., & Jensen, J. L. (1990). A dynamical system approach to motor development. *Physical Therapy, 70*, 12, 763-775.
- Köhler, W. (1929). *Gestalt Psychology*. Liveright.
- Koslowski, B., & Bruner, J. S. (1972). Learning to use a lever. *Child Development, 43*, 790-799.
- Kuhtz- Buschbeck, J.P., Stolze, H., Jöhnk, K., Boczek-Funcke, A, & Illert, M. (1998). Development of prehension movements in children: a kinematic study. *Experimental Brain Research, 122*, 424-432.
- Lee, D. N. (1976). A theory of visual control of braking based on information about time-to-collision. *Perception, 5*, 437-459.
- Leroi-Gourhan, A. (s/d). *O gesto e a palavra: 1- Técnica e linguagem*. Lisboa: Edições 70.
- Maravita, A., Spence, C., Kennett, S., & Driver, J. (2002). Tool-use changes multimodal spatial interactions between vision and touch in normal humans. *Cognition, 83*, 2, B25-B34.

- Markze, M. (1994). Evolution. In K.M.B. Bennett & U. Castiello (Eds.), *Insights into the Reach to Grasp Movement* (pp. 19-35). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science B. V.
- McCarty, M. E., Clifton, R. K., & Collard, R. R. (1999). Problem solving in infancy: the emergence of an action plan. *Developmental Psychology*, *35*, 1091-1101.
- Michotte, A. (1951/1991). The perception of the "tool effect". In G. Thinès & A. Costtal (Eds.), *Michotte's experimental phenomenology of perception* (pp. 87-102). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Milner, T. E. (1992). A model for the generation of movements requiring endpoint precision. *Neuroscience*, *49*, 487-496.
- Paillard, J. (1993). The hand and the tool : the functional architecture of human skills. In A. Berthelet and J. Chavaillon (Eds.), *The Use of Tools by Humans and Non-Human Primates* (pp. 36-50). Oxford: Clarendon Press.
- Parker, S. T., & Gibson, K. R. (1977). Object manipulation, tool use and sensorimotor intelligence as feeding adaptations in cebus monkeys and great apes. *Journal of Human Evolution*, *6*, 623-641.
- Piaget, J. (1936). *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*. Delachaux.
- Piaget, J. (1954). *The construction of reality in the child*. New York: Basic Books.
- Reed, E. S. (1988). Applying the theory of action systems to the study of motor skills. In O G. Meijer & K. Roth (Eds.), *Complex Movement Behaviour: "The" motor-action controversy* (pp. 45-86). Noth-Holland: Elsevier Publishers B. V.
- Rosenbaum, D. A., Loukopoulos, L. D., Meulenbroek, R. J. G., Vaughan, J., & Engelbrecht, S. E. (1995). Planning reaches by evaluating stored postures. *Psychological Review*, *102*, 1, 28-67.
- Shaw, R., & Turvey, M. T. (1981). Coalitions as models for ecosystems: A realist perspective on perceptual organization. In M. Kubovy and J. R. Pomeranz (Eds.), *Perceptual organization* (pp. 343-416). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Smitsman, A. W. (1997). The Development of Tool Use: Changing Boundaries Between Organism and Environment. In C. Dent-Read & P. Zukow-Goldring, *Evolving Explanations of Development: Ecological Approaches to Organism Environment Systems* (pp. 301-329). USA, Washington, DC: American Psychological Association.
- Steenbergen, B., Marteniuk, R. G., & Kalbfleisch, L.E. (1995). Achieving Coordination in Prehension: Joint Freezing and Postural Contributions. *Journal of Motor Behavior*, *27*, 333-348.
- Steenbergen, B., van der Kamp, J., Smitsman, A. W., & Carson, R. G. (1997). Spoon handling in two- to four-year-old children. *Ecological Psychology*, *9*, 113-129.

- Tyler, L. K., Stamatakis, E. A., Dick, E., Bright, P., Fletcher, P., Moss, H. (2003). Objects and their actions: evidence for a neurally distributed semantic system. *NeuroImage*, 18, 542-557.
- van der Kamp, J., & Steenbergen, B. (1999). The kinematics of eating with a spoon: bringing the food to the mouth, or the mouth to the food? *Experimental Brain Research*, 129, 68-76.
- van der Kamp, J., & Steenbergen, B., & Smitsman, A. W. (1993). Preliminaries for a natural physical approach to tool-use in children. In S. S. Valenti & J. B. Pittenger (Eds.), *Studies in perception and action II* (pp. 329-332). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- van Geert, P., Savelsbergh, G., & van der Maas, H. (1999). Transition and non-linear dynamics in developmental psychology. In G. Savelsbergh, van der Maas, H. and P. van Geert (Eds.), *Non-linear developmental processes* (pp. XI-XX). Amsterdam, Netherlands: Royal Netherlands Academy of Arts and Science.
- van Leeuwen, L., Smitsman, A. W. & van Leeuwen, C. (1994). Affordances, perceptual complexity, and the development of tool use. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 174-191.
- Von Hofsten, C., & Rönnqvist, L. (1988). Preparation for Grasping an Object: A Developmental Study. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 14, 4, 610-621.
- Yamamoto, S., Kitazawa, S. (2001). Sensation at the tips of invisible tools. *Nature Neuroscience*, 4, 979-980.